



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE QUÍMICA - LICENCIATURA

VITÓRIA RÉGIA LIRA DE ARRUDA

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA ABORDAGEM CTSA PARA A APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS QUÍMICOS DE ALUNOS DE UM CURSO TÉCNICO EM
EDIFICAÇÕES A PARTIR DE UM CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL**

Caruaru

2023

VITÓRIA RÉGIA LIRA DE ARRUDA

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA ABORDAGEM CTSA PARA A APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS QUÍMICOS DE ALUNOS DE UM CURSO TÉCNICO EM
EDIFICAÇÕES A PARTIR DE UM CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química - Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula de Souza de Freitas

Caruaru

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Arruda, Vitória Régia Lira de.

Contribuições de uma Abordagem CTSA para a Aprendizagem de Conceitos Químicos de Alunos de um Curso Técnico em Edificações a partir de um Contexto Socioambiental / Vitória Régia Lira de Arruda. - Caruaru, 2023. 92 p. : il.

Orientador(a): Ana Paula de Souza de Freitas
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2023. Inclui referências, apêndices.

1. Abordagem CTSA. 2. Materiais de Construção Civil. 3. Impactos Ambientais. 4. Ensino de Química. I. Freitas, Ana Paula de Souza de. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

VITÓRIA RÉGIA LIRA DE ARRUDA

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA ABORDAGEM CTSA PARA A APRENDIZAGEM DE
CONCEITOS QUÍMICOS DE ALUNOS DE UM CURSO TÉCNICO EM
EDIFICAÇÕES A PARTIR DE UM CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química - Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Química.

Aprovada em: 05/10/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula de Souza de Freitas (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Regina Célia Barbosa de Oliveira (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Manuel Bruno Caetano Sanguineto Santos (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Aos meus pais Pedro e Vera, os meus maiores incentivadores que tanto trabalharam para proporcionar tudo que tenho hoje e à minha irmã Clara que sempre foi apoio, escuta e parceira nessa vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeira e eternamente, ao meu Deus. Quem me deu sustento, amparo e conforto não somente nessa fase, mas ao longo de toda a vida. O único capaz de me dar forças quando as dúvidas e o cansaço batiam à porta. A quem eu recorri todas as vezes em que me senti confusa e pensando em desistir. Toda conquista que tive foi preparada por Ele em cada detalhe, sendo muito mais do que esperava ou merecia. Obrigada por tanto, Deus!

Aos meus pais, José Pedro e Vera Lúcia por todos os investimentos em minha criação. Os admiro imensamente como pais e como pessoas e sou grata por tê-los presentes celebrando cada conquista. Agradeço também por todo o esforço, pelos incansáveis dias de trabalho, por tantos conselhos e por terem me ensinado, desde cedo, que a educação e a determinação, juntas, tinham o poder de mudar a minha realidade. Espero retribuir tudo o que sempre fizeram e prometo repassar todos os valores que me foram ensinados. Eu os amo mais que tudo!

À minha irmã, Clara, que incontáveis vezes me ajudou nessa caminhada. Obrigada por ser a alegria dos meus dias, por toda a sinceridade que exala, por me ouvir tantas vezes e por ser sinônimo de ajuda e amparo. Sem dúvidas, você foi o melhor presente que eu poderia receber. Obrigada pela parceria, pelo conforto, por se preocupar tanto e por sempre querer o meu bem. Compartilhar essa vida e dividir os fardos do dia a dia com você faz tudo ser mais leve. Eu te amo muito.

Ao meu tio Valmir que eu sempre tive como um irmão mais velho e a quem eu recorri tantas vezes quando precisava de descontração, riso fácil e conversas leves. Obrigada por ser tão presente, por ser um grande amigo e por torcer tanto por mim. Eu amo o quanto a gente se entende e se dá bem.

À minha família como um todo, por me incentivar a sonhar e por estarem ao meu lado sempre que preciso. Principalmente à minha avó Corina e ao meu avô José que mesmo sem a chance de entender sobre a vida acadêmica, marejavam os olhos quando sabiam de cada pequeno passo conquistado.

Às minhas primas Virgínia e Taynara que tenho como irmãs e que tantas vezes foram colo quando precisei desabafar e compartilhar as experiências da vida.

Aos meus grandes companheiros de graduação Danielle, Herick e Jucilayne por tanta partilha. Obrigada por tornarem essa jornada mais leve, por tanto

conhecimento compartilhado, pelos dias, noites e muitas madrugadas estudando juntos e por todo apoio nessa caminhada. Vocês foram o maior presente que a faculdade me deixou e é um privilégio celebrar essa tão sonhada conquista com os que vivenciaram comigo tantos momentos importantes. Amo tê-los em minha vida. Além desses, agradeço a todos que fizeram parte dessa graduação, especialmente a Maria Taynná que também dividiu e celebrou comigo tantos momentos especiais.

À minha orientadora Ana Paula por tanta paciência, dedicação, incentivo e ajuda. Foi um privilégio ter a chance de aprender ao seu lado. Uma das minhas maiores referências enquanto profissional; a professora que sabe a hora certa de cobrar, de elogiar e de oferecer ajuda. Obrigada por ser uma profissional tão dedicada e atenciosa, por ter aceitado essa missão de me orientar e por contribuir tanto na minha formação.

Agradeço também a todos os professores que passaram pela minha vida. Sem dúvidas, um professor tem o poder de marcar uma vida inteira e eu tive a sorte de ter vários exemplos extraordinários em toda a trajetória escolar. Como docentes da vida acadêmica fundamentais para minha formação, destaco Ana Lúcia, Luan Danilo e Roberta Dias que me marcaram de maneiras totalmente diferentes, mas que se assemelham como exemplos de professores que reforçam a importância de enxergar cada aluno na sua singularidade.

Ao professor preceptor Paulo David por ceder suas aulas para o desenvolvimento dessa pesquisa e por me permitir aprender com sua vasta experiência de sala de aula ao longo de todo o programa de Residência Pedagógica.

À turma de Edificações 2021.1 do IFPE - Caruaru por me acolherem tão bem como residente e por aceitarem participar dessa pesquisa com muito empenho e dedicação. O afeto com que vocês me receberam me fez enxergar a docência com outros olhos, percebendo que temos uma grande influência na vida uns dos outros e que cabe a nós zelar pelas relações que vão além da sala de aula. Vocês são fantásticos!

Enfim, agradeço a quem passou pela minha vida ao longo desses 5 anos e, da sua maneira, contribuiu para que eu chegasse até aqui. Agradeço por toda troca e por cada pessoa que conheci.

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar as contribuições de uma abordagem CTSA, envolvendo a natureza química e os impactos ambientais de materiais de construção, para a aprendizagem de conceitos químicos de alunos de um curso técnico em Edificações. A proposta surgiu durante o programa Residência Pedagógica que ocorreu no período da pandemia da Covid-19, e buscou abordar a química como uma ciência presente no cotidiano dos alunos, a partir do contexto da formação deles. Para isso, o estudo da natureza química dos materiais de construção foi associado a conteúdos como estrutura cristalina, propriedades físicas e químicas, interações intermoleculares e ligações químicas, visando relacionar as características do material com os seus impactos ambientais. A proposta foi desenvolvida em sete momentos que ocorreram de maneira remota, por meio do *Google Meet*, no contraturno das aulas dos alunos. Os resultados foram obtidos das gravações dos encontros e dos trabalhos produzidos pelos alunos a partir de atividades realizadas de forma assíncrona. Estes foram analisados a partir de categorias-base desenvolvidas de acordo com as competências e habilidades sugeridas pela BNCC, a partir da problemática norteadora da proposta. Na análise dos trabalhos produzidos e das discussões durante os momentos síncronos foi possível perceber um desenvolvimento dos alunos ao longo das atividades quanto à criatividade, pensamento crítico-reflexivo, autonomia e, fundamentalmente, na sistematização do que foi abordado por meio das soluções sustentáveis propostas por eles como alternativa para substituições de materiais de construção prejudiciais ao meio ambiente. Sendo assim, a abordagem CTSA, associada ao ensino de química, permitiu relacionar a área da construção civil à realidade dos estudantes de Edificações, promovendo reflexão sobre o papel deles enquanto futuros profissionais da área.

Palavras-chave: abordagem CTSA; materiais de construção civil; impactos ambientais; ensino de química.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the contributions of a STSE (Science, Technology, Society, and Environment) approach involving the chemical nature and environmental impacts of construction materials to the learning with students of High School Integrated Technician Training in building construction. The proposal emerged during the Pedagogical Residency Program that took place during the Covid-19 pandemic, seeking to address chemistry as a science present in students' everyday lives within the context of their education. To achieve this, the study of the chemical nature of construction materials was linked to topics such as Crystal Structure, Physical and Chemical properties, Intermolecular Forces, and Chemical Bonds, with the aim of relating the material's characteristics to its environmental impacts. The proposal was developed in seven remote sessions conducted via Google Meet, outside of the students' regular class hours. The results were obtained from the recordings of the meetings and the work produced by the students based on asynchronously completed activities. These results were analyzed based on base categories developed in accordance with the competencies and skills suggested by the National Common Core Curriculum, guided by the proposal's overarching question. In the analysis of the students' work and discussions during synchronous sessions, it was possible to observe the students' development throughout the activities in terms of creativity, critical-reflexive thinking, autonomy, and, most importantly, the systematization of what was addressed through the sustainable solutions proposed by them as alternatives to replace environmentally harmful construction materials. Thus, the STSE approach, when combined with chemistry education, connected the civil construction field to the reality of Technician Training in Building Construction students, fostering reflection on their roles as future professionals in the field.

Keywords: STSE approach; civil construction materials; environmental impacts; chemistry education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Nuvem de palavras construída pelos alunos na plataforma <i>Mentimeter</i>	44
Figura 2 –	Apresentação em formato de pôster desenvolvida pelo aluno A4	47
Figura 3 –	Slide da aluna A5 sobre os impactos da construção civil	48
Figura 4 –	Slide com os componentes do cimento apresentado pela aluna A6	49
Figura 5 –	Slide da aluna A7 mencionando o processo de produção do cimento	49
Figura 6 –	Slide do aluno A8 sobre as etapas de produção do tijolo	50
Figura 7 –	Slide apresentado pelo aluno A8 trazendo uma proposta para substituição do tijolo tradicional	51
Figura 8 –	Slide com a citação apresentada na introdução do momento III	53
Figura 9 –	Modelo de apresentação adotado pelo aluno A8	54
Figura 10 –	Recorte do vídeo produzido pelas alunas A9 e A10	56
Figura 11 –	Slide inicial sobre o significado da palavra “ligação”	58
Figura 12 –	Pôster elaborado pelos alunos A8, A9 e A10	59
Figura 13 –	Identificação dos elementos pertencentes a cada grupo da Tabela Periódica	61
Figura 14 –	Determinação do tipo de ligação presente no Fe_2O_3	61

Figura 15 – Slide usado para promover a reflexão inicial do quinto momento	63
Figura 16 – Imagem para diferenciar a organização atômica entre os sólidos cristalino e amorfo	64
Figura 17 – Mural criado com notas mentais escritas pelos alunos	65
Figura 18 – Notas criadas pelos alunos para responder sobre a utilidade do estudo sobre interações intermoleculares	66
Figura 19 – Slide com frase reflexiva sobre o papel do ser humano na Terra	68
Figura 20 – Vantagens do tijolo ecológico em slide apresentado pelo aluno A8	69
Figura 21 – Desvantagens associadas ao uso do tijolo ecológico segundo o aluno A8	70
Figura 22 – Tabela apresentada pelas alunas A6 e A12 comparando as argamassas cimentícia e polimérica	71
Figura 23 – Slide de abertura do segundo encontro do momento VI	73
Figura 24 – Slide com a problemática norteadora da proposta	74
Figura 25 – Slide elaborado pela aluna A6 sobre materiais sustentáveis e prejudiciais	77
Figura 26 – Argamassa sustentável segundo apresentação da aluna A6	78
Figura 27 – Características negativas da argamassa de cimento	

Portland	78
Figura 28 – Possível substituição para o cimento de acordo com o aluno A3	79
Figura 29 – Benefícios do cimento sustentável	80
Figura 30 – Trabalho elaborado pela aluna A15	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trecho do organizador curricular proposto pelo currículo de Pernambuco para o ensino de química no 1º ano do EM	29
Quadro 2 – Descrição das atividades realizadas em cada encontro	34
Quadro 3 – Categorias-base para análise dos resultados	38
Quadro 4 – Materiais escolhidos pelos alunos e seus malefícios	44
Quadro 5 – Categorização das atividades dos alunos de acordo com as categorias propostas	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
3.1	ABORDAGEM CTSA: ASPECTOS HISTÓRICOS.....	20
3.2	ABORDAGEM CTSA E A VISÃO CRÍTICO-REFLEXIVA A PARTIR DE DOCUMENTOS OFICIAIS.....	23
3.2.1	A abordagem CTSA a partir de alguns documentos oficiais	23
3.2.2	Abordagem CTSA no ensino: Competências específicas e habilidades sugeridas pela BNCC.....	26
3.3	IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO TEMA PARA O ENSINO DE QUÍMICA	30
4	METODOLOGIA.....	33
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	33
4.2	SUJEITO E CAMPO DA PESQUISA.....	34
4.3	OBTENÇÃO DE DADOS.....	34
4.4	ANÁLISE DE DADOS.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.1	ANÁLISE DOS MOMENTOS.....	39
5.1.1	Momento I.....	39

5.1.2	Momento II.....	43
5.1.3	Momento III.....	52
5.1.4	Momento IV.....	57
5.1.5	Momento V.....	62
5.1.6	Momento VI.....	67
5.2	ANÁLISE DAS ATIVIDADES FINAIS.....	76
6	CONCLUSÃO.....	82
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE A – SLIDES DA APRESENTAÇÃO GERAL DA PROPOSTA.....	88
	APÊNDICE B – TABELA DE PROPRIEDADE DOS MATERIAIS.....	92

1 INTRODUÇÃO

A abordagem que une Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) tem sido amplamente discutida entre profissionais da educação, especialmente nas duas últimas décadas, tendo em vista um aumento significativo na sua utilização em sala de aula, além de suas contribuições refletidas no processo de ensino e aprendizagem. Ao analisarmos, por exemplo, os anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), que ocorreu em 2021, dos 703 artigos publicados no evento, 40 foram direcionados à área temática “abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS”, representando quase 6% do total de trabalhos submetidos e aprovados para divulgação, incluindo resumos simples e trabalhos completos.

Sobre essa abordagem, como aponta Amaral (2016), a preocupação com a inserção das questões cotidianas no currículo de disciplinas relacionadas à matriz curricular de ciências, já acontecia desde a década de 1970. Naquele tempo, diferentemente da proposta que engloba a abordagem CTSA atualmente, o currículo era focado nas temáticas que remetiam à percepção da ciência presente no dia a dia. Hoje, além desse aspecto, outros fatores também são considerados para caracterizar uma abordagem como CTSA na sua totalidade, como será abordado adiante.

Desde então, conferências, projetos e programas foram realizados não somente no Brasil, como também no exterior, além do surgimento dos primeiros usos dessa abordagem no ensino. Dentre eles podemos destacar a Conferência sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 1972; a Conferência voltada para a Educação Ambiental (EA), na antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), promovida pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO); a Conferência Internacional sobre Ensino de Ciência Integrada, nos Estados Unidos da América; entre tantas outras que foram relevantes para entender o papel da C&T na sociedade (AMARAL, 2016).

A partir desses acontecimentos, tamanhas foram as contribuições de tais eventos para instigar um olhar voltado aos impactos da ciência e tecnologia na sociedade. Além dos eventos já citados, houve a Conferência Internacional de Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT - Alfabetização em Ciência e Tecnologia

que, como apontam Santos e Mortimer (2000), tinha foco na educação científica para a população.

À medida que os eventos aumentavam e a temática se tornava mais conhecida, o número de publicações relacionadas à temática CTS com o ensino de química em congressos e periódicos também foi aumentando com o passar dos anos. Em busca realizada por Bouzon *et al.* (2018), foram encontrados 244 artigos que apresentavam o termo CTS e suas ramificações, como “Ciência”, “Tecnologia” e “Sociedade”, “Ciência-Tecnologia-Sociedade”, “Ciência e Tecnologia e Sociedade”, publicados em 31 revistas de ensino e educação no período de 1996 a 2016.

Para identificar a relação da abordagem CTS com o ensino de química, em buscas mais específicas realizadas pelos mesmos autores, foram encontrados 41 artigos que apresentavam ligação com o termo “química” em seus títulos e/ou palavras-chave, de um total de 244 artigos com enfoque CTS em qualquer área de ensino. No período analisado pelos autores apenas 1 trabalho publicado em 1999 envolvia CTS/química, em 2012 foram encontrados 7 e, considerando a análise dos 13 anos (1999-2012), foram encontrados 29 trabalhos no total, confirmando que “[...] o número de publicações de artigos sobre ensino de química com abordagem CTS aumentou de 1999 a 2012.” (BOUZON *et al.*, 2018, p. 5).

Essa popularização da abordagem pode estar atrelada ao destaque que as questões socioambientais vêm ganhando desde o início dos anos 2000 e ao aumento dos desastres ambientais que têm ocorrido no mundo, alguns em consequência das ações humanas. Dessa forma, cada vez mais, os problemas ambientais relacionados a crises de recursos hídricos, queimadas, poluição, entre tantos outros, alertam para os cuidados que se fazem necessários, buscando controlar ou, pelo menos, minimizar tais impactos causados ao meio ambiente. Somado a isso, a importância de se considerar temas que possam ser trabalhados no ensino de ciências, com ênfase nos aspectos socioambientais, contribuem para um olhar mais atencioso voltado a estas questões e ao papel de cada um nos cuidados com o nosso planeta.

Sendo assim, a escola surge como uma instituição capaz de tratar as questões ambientais com um olhar voltado para a CTSA, sendo capaz de promover discussões que ajudem a formar um cidadão reflexivo. Por isso, o uso de temáticas que relacionam a sala de aula com aspectos cotidianos, como é o caso da CTS, tem ganhado destaque dentro e fora das escolas. Isso acontece porque o ensino com

foco em ciência-tecnologia-sociedade se caracteriza como uma abordagem, como afirmam Bouzon *et al.* (2018, p. 215), “que se preocupa em ampliar o processo de ensino e aprendizagem para além dos muros da escola, se utilizando da compreensão dos conteúdos não com um fim em si mesmo, mas como um meio capaz de promover a formação crítica do indivíduo”. Para além disso, o movimento CTS associado à educação ambiental permite considerar, também, o papel social e o impacto ambiental das ações dos seres humanos, enriquecendo as discussões e auxiliando na formação crítica dos estudantes.

Nesse cenário, assim como aponta Gouveia (2009), as questões ambientais podem ser trabalhadas a partir de diversos fenômenos, desde que as experiências de mundo dos alunos sejam vistas como pontos relevantes no seu processo de aprendizagem. Sendo assim, a atividade proposta nesta pesquisa pode ser vista como uma alternativa útil para tratar questões problematizadoras com enfoque CTSA. Diante disso, o presente trabalho se fundamenta no seguinte problema de pesquisa: “Como o uso de uma abordagem CTSA, considerando os impactos ambientais e a natureza química de materiais de construção, pode contribuir para a aprendizagem de conceitos químicos de alunos de um curso técnico em Edificações?”.

Tendo esse problema como ponto de partida, a pesquisa aconteceu com base em uma atividade desenvolvida durante a pandemia da Covid-19, sendo realizada durante o Programa Residência Pedagógica (2020-2021), um programa de formação de professores financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Partindo de uma problemática contextualizada, a atividade visou trabalhar a abordagem CTSA atrelada a conceitos químicos e aos materiais de construção civil. Para isso, partimos da premissa de que a abordagem CTSA pode facilitar a aprendizagem de conceitos químicos por aproximar a ciência do cotidiano dos alunos e por ser um recurso alternativo no ensino de química, que contribui para a formação de um cidadão reflexivo. Nessa perspectiva, esse estudo se mostra útil ao investigar contribuições de aspectos científicos, tecnológicos, sociais e, fundamentalmente, ambientais, para promover uma aprendizagem mais efetiva e contextualizada.

Durante o desenvolvimento das atividades do programa Residência Pedagógica, a proposta foi elaborada considerando a área de formação de uma turma de um curso técnico em Edificações, buscando aproximar a área de atuação

dos alunos com as questões norteadoras da abordagem CTSA, para reforçar a importância de considerar os impactos ambientais ao fazer uso de materiais de construção civil.

Quanto à estruturação, o presente trabalho está dividido em seis seções que partem de uma abordagem geral sobre a pesquisa, na introdução, seguida dos objetivos gerais e específicos que levaram à realização da pesquisa. No referencial teórico estão apresentados os aspectos históricos, as características e contribuições da abordagem CTSA para a aprendizagem de conceitos químicos, além de um outro tópico sobre o ensino de química e a sua relação com a construção civil, focando nos impactos ambientais e aspectos químicos dos materiais de construção. Depois o trabalho segue com a descrição da metodologia utilizada, envolvendo a classificação da pesquisa, sujeito e campo de pesquisa, coleta e análise de dados. Em sequência, estão apresentados os resultados e discussão e, por fim, é apresentada a conclusão e a lista de referências bibliográficas que serviram para embasar a pesquisa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as contribuições de uma abordagem CTSA, envolvendo a natureza química e os impactos ambientais de materiais de construção, para a aprendizagem de alunos de um curso técnico em Edificações, integrado ao Ensino Médio, do IFPE.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar implicações da abordagem CTSA para a construção de uma visão crítico-reflexiva sobre as questões ambientais;
- Investigar como os alunos compreendem os impactos socioambientais dos materiais da construção civil a partir da natureza química do material.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ABORDAGEM CTSA: ASPECTOS HISTÓRICOS

Desde o estabelecimento da Revolução Industrial, iniciada em meados de 1760, a humanidade tem enfrentado as consequências do desenfreado desenvolvimento científico-tecnológico. Sabendo que tais ações têm influências sociais e ambientais, a Conferência de Estocolmo, datada em junho de 1972, se apresenta como um dos primeiros encontros preocupados em solucionar os impactos ocasionados pela exploração do meio ambiente pelo homem. Nessa conferência foi considerado que tanto a Educação Ambiental (EA) como o movimento que engloba ciência, tecnologia e sociedade (movimento CTS) deveriam voltar o olhar para os problemas ambientais decorrentes da ação humana em consequência dos avanços tecnológicos (SANCHES; MOREIRA, 2017).

Focando inicialmente no surgimento do movimento CTS para depois abordar a EA nesse processo, pode-se afirmar que as preocupações com os impactos da ciência e tecnologia emergiram após o fim da Segunda Guerra Mundial, em meados de 1945. Além disso, o acelerado desenvolvimento econômico associado aos avanços do sistema capitalista, além da necessidade de invenções tecnológicas que acompanhassem o desenvolvimento científico, levaram ao surgimento de um modelo linear de progresso nessas áreas com a ideia de que o desenvolvimento científico leva ao tecnológico, depois ao econômico e finda no que iria representar o bem-estar social (AULER; BAZZO, 2001).

Com o uso desse modelo linear, o foco do processo ficou voltado para o desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (C&T) e poucas foram as preocupações direcionadas aos impactos sofridos a longo prazo a partir do uso desmedido dos recursos naturais. Desse modo, os impactos sociais e ambientais foram surgindo em decorrência da exploração da natureza, buscando dar conta das demandas destinadas à construção das novas ferramentas tecnológicas. A soma destas ações acarretou, mais tarde, em “[...] uma sucessão de desastres ligados ao desenvolvimento científico-tecnológico: despejo de resíduos poluentes, acidentes nucleares em reatores civis e transporte militar, envenenamentos farmacêuticos, derramamentos de petróleo, etc.” (WALKS, 1990, p. 22, tradução nossa).

Nesse contexto, o movimento CTS foi, então, ganhando forma com as discussões levantadas em torno das necessidades da época e sob olhares políticos, econômicos, sociais e ambientais. Nota-se também, o movimento como uma crítica ao modelo desenvolvimentista e progressista que era associado à ciência e tecnologia. Buscava-se, portanto, com esse movimento, promover uma perspectiva de formação para a cidadania, a partir do entendimento do papel e da influência da ciência na sociedade.

Frente a esse cenário, assim como aponta Silva (2016, p. 16) “a Ciência e Tecnologia deveria se tornar alvo de um olhar mais crítico”, ao se considerar a importância dessas áreas no restabelecimento de ações sociais voltadas para a reflexão e para o impacto de tais avanços na sociedade. Nessa visão, cabe entender que “a ciência e a tecnologia têm interferido no ambiente e suas aplicações têm sido objeto de muitos debates éticos, o que torna inconcebível a idéia de uma ciência pela ciência, sem consideração de seus efeitos e aplicações”. (BRIDGSTOCK *et al.*, 1998 apud SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 111).

Nesse cenário, é importante perceber que a Europa e os Estados Unidos, nessa época, detinham maior domínio no que se refere aos aspectos científicos para aplicação na área tecnológica. Por isso, o movimento CTS teve seu início nestas regiões a partir de questionamentos vindos da população sobre o que a C&T representava e, sobre como estava impactando a vida das pessoas (AULER; BAZZO, 2001). Diferente das condições vistas aqui no Brasil, o costume de participação da população nas questões nacionais era considerado importante nesses lugares e refletia o poder do pensamento crítico da população.

Por outro lado, o nosso país, com seu histórico fortemente marcado pela exploração desde o tempo colonial, ficou a depender de um desenvolvimento científico e tecnológico que vinha do exterior. A evolução em C&T, no país, durante os três séculos após o processo de colonização, praticamente não aconteceu (MOTOYAMA, 1985), ficando, o Brasil, dependente de importação tecnológica ao invés de investir nessas áreas, promovendo o acesso ao conhecimento. Como confirmam Machado *et al.* (2019, p. 21):

No contexto da industrialização, a importação da tecnologia, sem a respectiva transferência de conhecimentos, inviabilizou o desenvolvimento científico-tecnológico nacional. Tanto no modelo agro-exportador, quanto no da industrialização, a análise realizada remete à ausência de um projeto de

nação. Como resultado, não houve um processo de planejamento que pudesse proporcionar uma articulação dinâmica entre ciência, tecnologia e sociedade.

Diante desse cenário, é importante entender o movimento CTS a partir do contexto apresentado que acaba por refletir diretamente na forma como ele, até os dias de hoje, é visto e entendido nas esferas política, econômica e, fundamentalmente, educacional. Sobre as dificuldades encontradas nesta última, o estudo CTS, assim como afirmam Bazzo *et al.* (2003), surge como uma alternativa que busca:

[...] compreender a dimensão social da ciência e tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais, ou culturais dessa mudança (BAZZO *et al.*, 2003, p. 125).

Dessa forma, imerso nesse campo que reúne ciência, tecnologia e sociedade, o processo ambiental foi atrelado às discussões para “resgatar o papel da educação ambiental (EA)” (SANTOS, 2007, p. 27), uma vez que restaura o movimento inicial gerado a partir da abordagem CTS enfatizando a importância de considerar o meio ambiente nesse contexto.

Por isso, é importante trabalhar, na perspectiva escolar, os impactos causados pelo homem no meio ambiente, a partir de uma reflexão sobre o papel deste no consumo consciente e na preservação dos recursos disponíveis na natureza. Nesse viés, a Educação Ambiental, assim como apontam Sanches e Moreira (2017), tem sua contribuição na tentativa de solucionar os problemas ambientais que emergiram desde os anos 70 no exterior com o avanço industrial e consequente desenvolvimento da tecnologia atrelada à ciência. No Brasil, a EA é iniciada mais tarde, através da Constituição Federal de 1988.

Unindo o movimento CTS com a EA, a importância da abordagem CTSA atualmente se mostra suficiente para ir além das contribuições da ciência e tecnologia, uma vez que, fundamentalmente, considera o papel social e o impacto ambiental das ações dos seres humanos. Nesse ponto, o processo educativo é inserido nesse contexto para ajudar a formar cidadãos que se importem com a realidade social da qual fazem parte, considerando as questões ambientais e refletindo sobre o seu papel enquanto membro da sociedade.

Sendo assim,

O objetivo central, portanto, do ensino de CTS na educação básica é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SOLOMON, 1993; YAGER, 1993; AIKENHEAD, 1994; SANTOS; SCHNETZLER, 1997; SANTOS; MORTIMER, 2000 apud SANTOS, 2008, p. 112).

Nessa perspectiva, o uso da abordagem CTSA se mostra importante ao considerar a formação cidadã baseada nas questões que envolvem ciência e tecnologia, e, fundamentalmente, nos impactos sociais e ambientais desencadeados pelo desenvolvimento científico-tecnológico. Sendo assim, ao fazer uso da perspectiva abordada é possível desenvolver uma visão crítica nos alunos sobre a maneira como nós impactamos o planeta, à medida em que promove acesso ao conhecimento necessário para tomada de decisão enquanto cidadãos conscientes do seu papel.

3.2 ABORDAGEM CTSA E A VISÃO CRÍTICO-REFLEXIVA A PARTIR DE DOCUMENTOS OFICIAIS

3.2.1 A Abordagem CTSA a partir de alguns documentos oficiais

O entendimento dos conteúdos que envolvem as ciências da natureza, especialmente a Química, há tempos é um problema no que diz respeito ao ensino e a aprendizagem. Vista, na maioria das vezes, como uma disciplina imaginativa, a Química é levada para sala de aula de maneira descontextualizada, dificultando a sua relação com as questões cotidianas vivenciadas pelos alunos. Mesmo estando ela, e as demais disciplinas dessa área, diretamente ligadas aos eventos do dia a dia, os alunos ainda têm demonstrado dificuldades para aprender e dar significado aos seus conteúdos.

Sobre isso, Santos *et al.* (2011, p. 79) afirmam que

O ensino da Química, bem como os das demais ciências, requer uma ação pedagógica voltada para o desenvolvimento integral do aluno, procurando construir cidadãos críticos que têm possibilidades de apropriar-se de sua realidade e transformá-la construtivamente. A aquisição do conhecimento e o aprender só acontecem através da construção e interação, o professor tem que desenvolver conteúdos significativos em sala de aula para

estimular situações desafiadoras, que pressupõem interações com os alunos e deles entre si e com o conhecimento.

Dessa forma, inserir temáticas associadas à ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente pode ser uma estratégia para favorecer a formação de cidadãos críticos que possam transformar a realidade encontrada. Sendo assim, em diversos países, o processo de implantação de temáticas voltadas para as questões ambientais no ensino iniciou desde os anos 70 a partir dos estudos sobre C&T. Desde então, análises de pesquisas realizadas sobre esta inserção afirmam que a adoção da abordagem tem sido, em geral, positiva para os estudantes (AIKENHEAD, 1994b apud SANTOS; MORTIMER, 2000).

Tais temáticas, relacionadas ao Meio Ambiente no ensino de ciências, se faziam presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs+) e, de acordo com o documento, visam auxiliar na formação de “cidadãos conscientes, aptos a decidir e a atuar na realidade socioambiental de modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global” (BRASIL, 1998, p. 67).

Nessa perspectiva, é preciso abordar a Química, uma das disciplinas pertencentes a área de Ciências da Natureza, associando-a às questões cotidianas, bem como, aproximando-a de uma perspectiva de desenvolvimento socioambiental sustentável, favorecendo o rompimento de barreiras rígidas que foram construídas a partir de uma abordagem de conteúdos fragmentados e desconectados dos fenômenos do dia a dia.

Ao buscar, nesse cenário, alternativas para que o aprendizado de Química possa estar vinculado a um pensamento crítico e a uma postura participante dos estudantes enquanto cidadãos, o PCNEM sugere que

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 1999, p. 31).

Dessa forma, voltando-se para o desenvolvimento de sujeitos atuantes, nesse processo, o papel do professor está em desenvolver estratégias de ensino capazes

de estimular o aluno a ser ativo na sua própria aprendizagem a partir de relações estabelecidas com o seu entorno. Juntos, professor e aluno poderão construir um caminho favorável para ambos, o professor enquanto mediador e o aluno enquanto sujeito ativo na sua busca por conhecimento. Para isso, é importante que os estímulos lançados sejam significativos para quem os recebe e busque efetivamente aproximar a ciência do cotidiano.

Nessa perspectiva, as questões ambientais podem surgir como uma alternativa para abordagem de conceitos químicos, aproximando a realidade local do aluno com os conteúdos abordados na sala de aula e proporcionando a formação de cidadãos reflexivos capazes de pensar sobre a sua realidade e de analisar e resolver problemas. Sob essa visão, a abordagem CTSA pode ser uma estratégia para relacionar as questões envolvendo o meio ambiente, ciência, tecnologia e sociedade com os conceitos químicos, a partir da contextualização, que “tem sido utilizada no ensino para relacionar os conhecimentos escolares com o contexto real do aluno” (MARCONDES *et al.*, 2009, p. 284).

Embora a abordagem CTS, desde o seu princípio, estivesse, ainda que implicitamente, relacionada a aspectos ambientais e seguindo as recomendações curriculares do ensino de ciências, somente nas últimas versões dos Parâmetros Curriculares Nacionais dos ensinos fundamental e médio ela passou a ser adicionada aos documentos legais, tornando explícita a importância das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino (SANTOS, 2007).

Segundo Hendges *et al.* (2020, p. 3), “a temática ambiental pode contribuir para fomentar espaços de interação entre os campos CTS. Porém, ela não pode se concentrar apenas em informações sobre a degradação do meio ambiente, é preciso abarcar a questão político-econômica e cultural das questões ambientais.”

Sobre isso, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio enfatizam que

A proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola (BRASIL, 2002, p. 87).

Em outras palavras, a postura adotada nos PCNEM reforça a necessidade de fugir dos métodos tradicionais de ensino que focam na repetição e podem não favorecer a atribuição de sentido pelos alunos a respeito do que está sendo estudado. Dessa forma, enfatizam um modelo de ensino centrado na construção de significados, considerando a importância de observar o mundo ao redor com um olhar crítico e reflexivo. É importante destacar que, embora esses documentos não sejam norteadores da educação básica atualmente, eles já enfatizavam a necessidade de fazer uso dessa abordagem como uma estratégia de ensino.

Portanto, para continuar a se obter resultados satisfatórios com essa abordagem, no processo de desenvolvimento das propostas curriculares devem ser considerados os aspectos econômicos, políticos, tecnológicos e culturais do país em questão. Como tais aspectos interferem diretamente na sociedade, um currículo educacional voltado para essas áreas é fundamental para adotar propostas, a partir de um contexto real, que possam englobar ciência-tecnologia-sociedade-ambiente.

Nessa perspectiva, cabe analisar ainda o que apresenta a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ao tratar de temáticas relacionadas à ciência-tecnologia-sociedade-ambiente no Ensino Médio.

3.2.2 Abordagem CTSA no ensino: Competências específicas e habilidades sugeridas pela BNCC

A BNCC, desde 2018, se apresenta como o documento norteador da educação que deve ser promovida pelas escolas. Para isso, conta com eixos temáticos com o objetivo de unir as áreas de ensino com a realidade dos alunos. Nessa visão, o conhecimento construído ao longo de toda a Educação Básica deve ser capaz de suprir a necessidade do aluno na resolução de problemas enquanto cidadão.

O documento também destaca que “os sistemas de ensino e as escolas devem construir seus currículos e suas propostas pedagógicas, considerando as características e sua região, as culturas locais, as necessidades de formação e as demandas e aspirações dos estudantes” (BRASIL, 2018, p. 471).

Sendo assim, a BNCC propõe o conhecimento científico e tecnológico para além das suas fronteiras conteudistas e o insere nas questões cotidianas a partir da

contextualização em ações práticas e reais à medida em que estimula o protagonismo dos alunos. Uma das formas de promover tal protagonismo está na adoção de abordagens investigativas no processo de ensino. Assim como apresentado no documento (BRASIL, 2018, p. 550):

A dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.

Assim, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias reforça a necessidade de se garantir o letramento científico unindo Química, Física e Biologia na aplicação cotidiana. No documento, C&T ganham destaque logo no início do tópico sobre a área de Ciências da Natureza, enfatizando como elas podem influenciar na forma de viver, pensar e agir da sociedade. Para isso, o documento apresenta competências e habilidades que norteiam a sistematização das aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas nas escolas, considerando a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia para que também possam ser entendidas como articulações sociais (BRASIL, 2018).

Nesse sentido, a atividade proposta com base na abordagem CTSA deve ser desenvolvida a partir de problemas reais e contextualizados com ênfase no desenvolvimento criativo e na busca de soluções para os desafios apresentados com domínio teórico e prático por parte dos alunos. Para isso, são apresentadas competências norteadoras da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que devem ser desenvolvidas ao trabalhar atividades ligadas às áreas do conhecimento, como descritas a seguir.

A competência específica 1: se direciona a analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos a partir das interações entre matéria e energia. Com isso, pode-se instigar estudos direcionados para os impactos socioambientais com o objetivo de estimular a criticidade sobre limites e riscos do uso de determinados recursos, a considerar posicionamentos responsáveis e conscientes do papel humano nas questões ambientais (BRASIL, 2018).

A competência específica 2: foca na dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para promover ações responsáveis a partir do conhecimento das formas de organização da vida. Para isso é importante considerar a ação do homem no mundo, seu papel na preservação da natureza, no consumo consciente de recursos materiais e na necessidade de dominar o conhecimento científico para atuar conscientemente diante das necessidades cotidianas (BRASIL, 2018).

A competência específica 3: a última competência específica dessa área se volta para a investigação de situações-problema. Trata das implicações do conhecimento científico e tecnológico no mundo, visando trabalhar as temáticas relacionadas às necessidades sociais e locais com o objetivo de passar adiante suas construções por meio de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018).

Dessa forma, ao relacionar as propostas pedagógicas com o cotidiano dos estudantes, ainda segundo o que apresenta a BNCC sobre a atuação de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, no Ensino Médio,

[...] a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Os estudantes, com maior vivência e maturidade, têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema (BRASIL, 2018, p. 537).

Direcionando tais propostas para o currículo do Ensino Médio, assim como orienta a BNCC ao considerar a elaboração dos currículos e propostas pedagógicas para cada estado, o Currículo do Ensino Médio de Pernambuco foi elaborado para complementar o documento curricular da Educação Básica do estado. Apresentando uma organização curricular considerando itinerários formativos (IFs), o documento busca orientar as escolas no seu trabalho pedagógico unindo os interesses dos estudantes com os componentes curriculares destinados a cada área do conhecimento. Ele, a partir de um organizador curricular, apresenta para o 1º ano do Ensino Médio, na área de Química, habilidades específicas e objetos do conhecimento com base nas habilidades de área da BNCC.

Aproximando tais aspectos com os objetivos desta pesquisa, o documento apresenta os termos indicados no Quadro 1 que coincidem com a abordagem

utilizada na atividade proposta em nossa pesquisa. Além disso, as competências e habilidades direcionadas para a área CTSA foram selecionadas para elaborar categorias-base que serviram como parâmetro de análise nos resultados deste trabalho.

Quadro 1 - Trecho do organizador curricular proposto pelo currículo de Pernambuco para o ensino de química no 1º ano do EM

Habilidades de área da BNCC	(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
Habilidades específicas dos componentes	(EM13CNT104QUI06PE) Compreender e analisar a composição, classificação e funcionalidade dos elementos, substâncias e materiais, bem como, os resíduos e rejeitos decorrentes de sua utilização, propondo alternativas éticas e responsáveis com a vida e com o ambiente.
Objetos do conhecimento	Estudo da composição geral da matéria (fórmulas químicas), suas classificações, importâncias e suas destinações no meio ambiente. Tratamento de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Tecnologias limpas como alternativas éticas e responsáveis para um futuro melhor.

Fonte: Pernambuco (2021, p. 223).

Ainda assim, mesmo considerando a importância da BNCC no trabalho pedagógico das escolas e tendo base nos propósitos de aprendizagem que o documento sugere para análise dos resultados deste trabalho, alguns aspectos fundamentais no processo educacional não são contemplados pelo documento e merecem destaque. Fundamentalmente, as distinções geográficas, culturais e econômicas que não são priorizadas na análise do cenário educacional pela BNCC, acabam por acentuar o desnível de aprendizagem entre as redes pública e privada. Ainda, as diferentes classes sociais e a profissionalização precoce, em um certo empreendedorismo romantizado, aumentam o risco de cada vez mais excluir estudantes que se distanciam do “padrão” sugerido.

A partir disso, e buscando fugir de um modelo puramente conteudista, o ensino de ciências pode assumir um papel de aproximar conteúdos e vivências, a partir da relação entre a aprendizagem e o cotidiano dos alunos. Nessa perspectiva, os impactos ambientais causados pelo uso, descarte e rejeitos gerados com os

materiais de construção podem ser relacionados à sua aplicação na construção civil, área próxima à formação técnica dos alunos do curso de Edificações participantes das atividades desenvolvidas nesta pesquisa.

3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO TEMA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

As indústrias, desde o seu estopim com a Revolução Industrial, têm favorecido o desenvolvimento tecnológico e científico e contribuído com a criação de novos produtos com o objetivo de atender às necessidades sociais. Para isso, a extração de recursos naturais, muitas vezes não renováveis, têm se tornado uma opção inviável para fins econômicos, visando atender a demanda consumista dos tempos atuais.

Por outro lado, até meados da década de 1970, pouco se falava a respeito dos impactos ambientais que seriam deixados pela extração desmedida de recursos findáveis. Segundo Torgal e Jalali (2007), somente a partir da Conferência das Nações Unidas, em 1972, que aconteceu em Estocolmo e que tinha como pauta o Meio Ambiente, as questões ambientais passaram a ser consideradas relevantes. Desde então, contribuições ligadas à importância de enxergar, a partir de uma visão consciente, o meio ambiente como fundamental para a permanência da vida na Terra foram surgindo e o Relatório Brundtland, da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, publicado em 1987, trouxe contribuições nessa área ao apontar que “desenvolvimento sustentável é desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades” (GOULET, 2001, p.72).

Hoje em dia, considerando o cenário de desenvolvimento sustentável, sabe-se que “a manutenção da produção industrial nos padrões atuais é insustentável no médio e longo prazo” (JOHN, 2010, p. 98). Nesse sentido, tanto o uso desmedido dos recursos naturais, como a quantidade de rejeitos gerados e o tempo de degradação dos materiais precisam ser pensados a fim de minimizar os impactos deixados nas escalas ambiental e social. A necessidade de tais considerações é confirmada ao perceber que, entre as áreas industriais existentes,

A indústria da construção civil é a indústria mais poluente do planeta, sendo responsável pelo consumo de 40% a 75% da matéria-prima produzida no planeta. Atualmente, o consumo de cimento é maior que o de alimentos e o de concreto só perde para o de água. Para cada ser humano, são produzidos 500 quilos de entulho, o que equivale a 3,5 milhões de toneladas por ano (AGOPYAN, 2013 apud GASQUES *et al.*, 2014, p. 15).

Na esfera política, para a construção civil “há leis e diretrizes que regem e controlam os impactos gerados por meio de estudos de impacto de vizinhança e ambiental” (SPADOTTO *et al.*, 2011, p. 174). A Lei 10.257, de julho de 2001, autodenominada como Estatuto da Cidade, por exemplo, regulamenta o capítulo de Políticas Urbanas da atual Constituição Brasileira, que considera a necessidade de analisar o desenvolvimento urbano a partir de um planejamento que possa oferecer, aos cidadãos, acesso aos serviços urbanos básicos como saúde, educação, mobilidade, qualidade ambiental, entre outros.

Ainda segundo Spadotto *et al.* (2011), para garantir esses serviços sem oferecer maiores prejuízos ao meio ambiente, algumas medidas podem ser adotadas para evitar, ou pelo menos minimizar, os impactos gerados pelas construções civis. Soluções básicas como o planejamento da obra e a organização dos materiais contribuem para minimizar o desperdício de materiais, diminuindo, conseqüentemente, os rejeitos gerados. O reaproveitamento de materiais de demolição também se mostra útil e, com maior ênfase: a busca por novas tecnologias capazes de preservar recursos à medida em que se opta por alternativas mais sustentáveis frente à necessidade de preservação de recursos naturais esgotáveis, como os usados nos materiais de construção (SPADOTTO *et al.*, 2011).

Nesse cenário, os materiais de construção são um dos produtos que fazem parte desse processo industrial e que tem seus impactos negativos. Entre os materiais de construção mais utilizados estão: o cimento, a areia, o aço, a brita, o alumínio e a cal, que trazem como impactos: “supressão da vegetação, alteração de uso e ocupação do solo e de cursos d’água, contaminação por óleos e graxas procedentes das máquinas em casos de vazamento, contaminação por substâncias presentes no solo, além de poeira e resíduos sólidos” (GASQUES *et al.*, 2014, p. 22).

Assim, ao considerarmos que a área de construção permanece crescendo, uma vez que precisa acompanhar o desenvolvimento econômico e habitacional em todo o mundo, a necessidade de trabalhar a sustentabilidade nesses processos

demonstra urgência. Para estudo, a inserção desses temas em cursos da área de Edificações, Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, por exemplo, é facilmente adotada. Outros campos que podem ser trabalhados em consonância, e como uma forma de contribuir para estas áreas, estão ligados aos processos envolvidos na produção dos materiais de construção e nas suas composições.

Segundo Torgal e Jalali (2010) já na fase de produção de alguns materiais, como o PVC, são emitidos poluentes e gerados resíduos perigosos que acabam afetando o meio ambiente. Sendo assim, a análise da natureza das substâncias se apresenta como um caminho para identificar, ainda na preparação de cada produto, pontos que podem ser melhorados na sua composição.

Voltando-se o olhar para a sala de aula, os materiais de construção podem ser trabalhados a partir de uma abordagem CTSA, considerando a necessidade de resolver problemas que apresentam relação direta com o dia a dia dos estudantes a partir da necessidade de cuidado ambiental que o contexto social apresenta. No ensino de química, a construção civil pode ser abordada a partir da natureza de materiais de construção, partindo para uma análise da substituição destes, da sua composição ou do manuseio mais adequado, por exemplo.

No contexto da construção civil, fundamentalmente para estudantes dessa área, considerar as questões ambientais e os impactos causados pela escolha de materiais de construção são de extrema importância para um aproveitamento consciente dos recursos disponíveis. Até porque, sabe-se que “não existe material de construção que não cause impacto ambiental” (JOHN, 2010, p. 98), mas tais impactos podem ser minimizados para que afetem cada vez menos o ambiente e, conseqüentemente, os seres vivos. Dessa forma, os estudantes enquanto cidadãos críticos precisarão entender a realidade da qual fazem parte para modificar as ações a curto e longo prazo, contribuindo para mudanças significativas e que impactem positivamente na sociedade.

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Quanto à natureza da pesquisa, ela se classifica como sendo de natureza básica, uma vez que não objetiva gerar resultados práticos a partir do estudo, mas novos conhecimentos que possam ser úteis para demais pesquisas com base no nível da especulação e da descoberta da verdade (GIL, 1999; CERVO; BERVIAN, 2002; VERGARA, 2005 apud SILVA, 201?, p. 18).

Quanto à abordagem, pode ser entendida como qualitativa por buscar compreender a realidade do processo de ensino e aprendizagem de química, ao invés de focar no produto. Assim como afirma Richardson [1985]/(2012, p. 90) “a pesquisa qualitativa pode ser caracterizada como a tentativa de uma compreensão detalhada dos significados e características situacionais apresentadas pelos entrevistados, em lugar da produção de medidas quantitativas de características ou comportamentos”. Para isso, as técnicas de obtenção e análise dos dados visam gerar respostas com base no processo de construção de significados sobre as questões ambientais a partir dos sujeitos pesquisados, buscando promover uma reflexão sobre os impactos gerados pelas ações dos sujeitos.

Quanto aos objetivos, a pesquisa se classifica como descritiva em que se busca identificar as contribuições de uma atividade com ênfase na abordagem CTSA, a partir do contexto analisado. As pesquisas do tipo descritiva, segundo Gil (2008, p. 28) “têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”. Para isso, buscamos relacionar as competências e habilidades mobilizadas pelos alunos a partir da atividade com os impactos causados pelos materiais de construção ao meio ambiente.

Por fim, com base nos procedimentos técnicos, a pesquisa é do tipo pesquisa-participante, uma vez que promove interação entre os sujeitos da pesquisa e o próprio pesquisador, acontecendo a partir de uma metodologia observador-participante que oferece uma maior aproximação e facilita a compreensão dos costumes, interesses e características cotidianas da comunidade (RICHARDSON, [1985]/2012).

4.2 SUJEITO E CAMPO DA PESQUISA

Os participantes da pesquisa foram alunos do 1º ano do Ensino Médio, de um curso técnico em Edificações. A pesquisa aconteceu de forma remota em virtude do ensino emergencial que aconteceu durante a pandemia da Covid-19.

A atividade proposta foi iniciada com um grupo de 28 alunos, que se resumiu a 13 alunos no final da atividade. Para preservar o anonimato dos participantes, estes foram identificados como A1, A2, A3, ..., An, durante a análise dos resultados e discussão.

A proposta serviu como objeto de estudo com o objetivo de analisar as contribuições de uma abordagem CTSA relacionada ao uso de materiais de construção civil a partir de uma análise socioambiental. Os alunos participaram de forma voluntária da atividade divulgada na disciplina de Química I, como atividade extracurricular, que aconteceu no contraturno das aulas.

4.3 OBTENÇÃO DE DADOS

A atividade proposta aconteceu em sete momentos e foi desenvolvida a partir de encontros síncronos e atividades assíncronas. Para o desenvolvimento das atividades assíncronas, foi utilizada uma sala de aula no Google *Classroom*, enquanto os encontros síncronos foram realizados via Google *Meet* e gravados como registro para melhor análise dos resultados. Abaixo, no Quadro 2, estão apresentados o planejamento dos encontros e a descrição das atividades.

Quadro 2 - Descrição das atividades realizadas em cada encontro

	Momento I
Encontro Síncrono	Orientações gerais acerca do objetivo da proposta, da organização dos encontros e do desenvolvimento das atividades. Para a problematização, que aconteceu no primeiro encontro, foi utilizado um vídeo sobre a educação ambiental na construção civil contando com o auxílio de slides para promover uma discussão inicial sobre o tema.
Atividade Assíncrona	A atividade assíncrona planejada para esse momento foi a pesquisa de um material usado na construção civil cuja utilização fosse entendida pelo aluno como prejudicial ao meio ambiente. Para esse tópico, o conhecimento prévio dos

	alunos e as considerações ambientais que já possuíam sobre a área de construção serviam como base para a pesquisa.
Materiais Complementares	Link para o vídeo “Educação Ambiental na Construção Civil”: https://www.youtube.com/watch?v=amWF2CyNaIA&ab_channel=CETESB . Link para vídeo complementar “Aula 1 - Introdução aos Materiais Básicos de Construção Civil”: https://www.youtube.com/watch?v=s4DWuWnF0BI&ab_channel=BrunoToniolo .
	Momento II
Encontro Síncrono	Retomada da atividade sugerida no momento anterior, direcionando os alunos para que apresentassem o material de construção escolhido. Durante as discussões, foi sugerido que os alunos acrescentassem notas no <i>Google Jamboard</i> a respeito dos malefícios que os materiais pesquisados ocasionam ao meio ambiente.
Atividade Assíncrona	Foi solicitado que eles realizassem leituras complementares sobre as características dos materiais escolhidos para explicar com mais detalhes, do ponto de vista químico, o porquê do material ser prejudicial.
Materiais Complementares	Para auxiliar, uma tabela de classificação dos materiais foi disponibilizada para ser preenchida pelos alunos. Esta visava relacionar a natureza e as propriedades do material escolhido com a sua composição e estrutura (APÊNDICE B).
	Momento III
Encontro Síncrono	Apresentação da tabela de classificação dos materiais preenchida pelos alunos, abordando suas propriedades e relações com as características das substâncias.
Atividade Assíncrona	Os alunos foram direcionados a pesquisar e explicar, no encontro seguinte, sobre os tipos de ligações químicas (covalente, iônica e metálica) existentes nos materiais de construção escolhidos inicialmente.
	Momento IV
Encontro Síncrono	Explanação por parte dos alunos sobre a atividade realizada no Momento III que tratou das ligações químicas. À medida em que as apresentações eram feitas, questionamentos foram levantados para analisar o embasamento e a contribuição das pesquisas realizadas pelos alunos na elaboração da atividade.
	Como momento assíncrono, os alunos foram orientados a ler

Atividade Assíncrona	um artigo e a assistir a um vídeo sobre a Estrutura de Sistemas Cristalinos. Após a análise do texto e do vídeo disponibilizados, eles deveriam anotar os pontos que consideraram mais relevantes, assumindo-os como base para direcionar a discussão do momento seguinte.
Materiais Complementares	Artigo de William R. Rocha intitulado “Interações Intermoleculares” e a assistir a um vídeo sobre a “Estrutura de Sistemas Cristalinos - Me Salva! Engenharia” disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=HUhvE2Pe-Ig&ab_channel=MeSalva%21Engenharia-Refor%C3%A7oUniversit%C3%A1rio .
	Momento V
Encontro Síncrono	Contou com questionamentos a respeito dos conteúdos abordados no texto e no vídeo disponibilizados na atividade assíncrona do Momento IV, visando identificar se os alunos compreendiam como as interações intermoleculares e a estrutura cristalina poderiam influenciar nas propriedades físicas e químicas do material escolhido.
Atividade Assíncrona	Para relacionar as atividades já desenvolvidas e as discussões propostas, a atividade assíncrona desse momento sugeriu que os estudantes pesquisassem um material de construção civil que pudesse substituir aquele que eles elencaram como prejudicial ao meio ambiente, no momento II. Para isso precisavam ser considerados o viés químico de composição do material, bem como, as demandas da área de construção civil; justificando o porquê de o material ser mais viável que o anteriormente escolhido, considerando os fatores financeiros, a disponibilidade do recurso no mercado e as questões ambientais.
	Momento VI
Encontro Síncrono	Apresentação do material de construção substitutivo daquele escolhido inicialmente. Para isso, foi proposta uma discussão a respeito das conclusões que os alunos alcançaram e das relações que fizeram acerca das propriedades químicas dos materiais e suas ligações com a construção civil. A partir disso, foi retomada a problemática norteadora da atividade: “Por que alguns materiais utilizados na construção civil são considerados sustentáveis enquanto outros são prejudiciais ao meio ambiente? De que forma é possível minimizar tais impactos ambientais considerando a química presente nesse contexto?”.
Atividade Assíncrona	Para conclusão da proposta, os alunos, em grupo ou individualmente, precisaram elaborar uma apresentação para

	o último encontro (Momento VII) mostrando uma solução adequada para a problemática geral da atividade, considerando o conhecimento químico estudado ao longo dos encontros, as questões relacionadas a área da construção civil e a preocupação com a preservação do meio ambiente. Eles puderam fazer uso de produções já elaboradas durante o percurso, nas demandas assíncronas, e aprimorá-las para cumprir as exigências da atividade de encerramento. A produção do trabalho e a forma de apresentação eram escolhidas pelos alunos, podendo optar por cartilha, pôster, vídeo, música, cordel, entre outros, a depender da criatividade e da abordagem que melhor se encaixava com a proposta.
	Momento VII
Encontro Síncrono	Por fim, o último momento foi de socialização das produções construídas pelos alunos para finalização da atividade, enfatizando a importância de se considerar a natureza dos materiais, a química, a construção civil e os impactos ambientais causados a partir do uso indevido de materiais de construção na área de Edificações. Ainda foram enfatizadas questões sobre o progresso dos alunos durante o processo, a perceber o domínio do conteúdo, o estímulo da criatividade, a argumentação sólida e a desenvoltura nas apresentações.

Fonte: A autora (2023).

Os materiais produzidos pelos alunos e as gravações dos encontros síncronos foram instrumentos de obtenção dos dados, em que buscou-se verificar possíveis contribuições da abordagem adotada durante o desenvolvimento da proposta. Assim, as hipóteses levantadas no início da pesquisa, no que diz respeito à utilização do contexto CTSA atrelado ao ensino de química para promover o desenvolvimento crítico-reflexivo dos alunos sobre a temática, puderam ser confirmadas ou refutadas, com base nos resultados obtidos após a análise de dados.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

Esta etapa foi norteada por categorias elaboradas com base nas competências da BNCC direcionadas à área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias para o ensino médio (Quadro 3). Para isso, as competências foram associadas a uma formação crítica dos alunos e serviram como base para a

interpretação dos dados coletados. Posteriormente, os resultados da pesquisa foram analisados de acordo com as categorias elaboradas. Ainda, os materiais produzidos pelos alunos - descritos na seção 4.3 serviram para refletir sobre a abordagem CTSA, a partir da aplicação da atividade, a justificar (ou não) suas contribuições para a aprendizagem.

Quadro 3 - Categorias-base propostas para análise dos resultados

Categoria 1	O aluno apresenta uma reflexão crítica sobre limites e riscos do uso de determinados recursos naturais e seus impactos.
Categoria 2	O aluno se posiciona de forma responsável e consciente sobre o papel humano nas questões ambientais.
Categoria 3	O aluno consegue apropriar-se dos conceitos, interpretações e controvérsias associadas ao papel do ser humano na evolução histórica do planeta.
Categoria 4	O aluno é capaz de refletir sobre a diversidade biológica; a importância de preservação dos recursos naturais e as consequências das ações antrópicas na natureza.
Categoria 5	O aluno percebe os riscos e benefícios associados à tecnologia no desenvolvimento sustentável e na preservação da vida.
Categoria 6	O aluno propõe soluções para as necessidades locais, regionais e/ou globais considerando-as com base nas Ciências da Natureza.

Fonte: A autora (2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa, como citado na seção 4.3, foram obtidos a partir das gravações dos encontros síncronos via google *meet* e das atividades produzidas pelos alunos durante o desenvolvimento da proposta. A etapa dos resultados e discussão conta com a análise dos momentos de I a VI e das atividades produzidas no momento VII, nos quais buscou-se identificar como a abordagem CTSA pode contribuir para uma visão crítico-reflexiva sobre as questões ambientais considerando as categorias-base elaboradas a partir da BNCC, presentes no Quadro 3, seção 4.4. As discussões promovidas e atividades produzidas pelos alunos também serviram para analisar como os alunos percebem os impactos socioambientais dos materiais da construção civil a partir da natureza química do material.

5.1 ANÁLISE DOS MOMENTOS

5.1.1 Momento I

O primeiro momento foi dividido em dois encontros. No primeiro deles apresentou-se o cronograma geral e a problemática que norteou o desenvolvimento da proposta, que foi: “Por que alguns materiais utilizados na construção civil são considerados sustentáveis enquanto outros são prejudiciais ao meio ambiente? De que forma é possível minimizar tais impactos ambientais considerando a química presente nesse contexto?”. Além disso, ainda na primeira parte desse momento, foram acordadas as melhores datas e horários dos encontros; os prazos de entrega das atividades e, a importância da participação e do comprometimento dos alunos em todas as etapas. Também, foram dadas orientações sobre como realizar pesquisas na internet.

Finalizados os primeiros acordos, o segundo encontro foi marcado. Para essa segunda parte do momento I, iniciamos a discussão com a citação de uma série chamada *Dark*. Um dos objetivos da atividade foi provocar uma inquietação nos alunos buscando instigar a criticidade deles, a passagem trazida no slide inicial sugeria uma reflexão sobre o que é considerado certo e errado, além de alguns questionamentos, entre eles, “Como saberemos o que é certo e o que é errado? O

que é bom e o que é mau?”. A ideia de trazer essa reflexão consistiu em instigar os alunos a pensarem nos princípios que regem a sociedade e no quanto a ética tem influência no papel do ser humano enquanto um cidadão consciente e preocupado com um bem comum.

Por se tratar de algo próximo à realidade dos alunos, como são as séries e filmes, essa proposta de trazer algo relacionado a esses programas para iniciar as discussões passou a ser adotada também em momentos posteriores, visto que gerou bons resultados na participação deles a partir de uma abordagem que permitia refletir sobre a temática em questão. A partir das questões citadas inicialmente sobre o que é bom e mau, os alunos comentaram sobre costumes, cultura, princípios, ética moral e percepções de mundo ao considerar aspectos da vida em sociedade no estabelecimento de regras e costumes para convivência.

Um dos primeiros alunos a apresentar o seu ponto de vista sobre “certo e errado” fez o seguinte comentário: “[...] *A partir do momento em que a sua liberdade de expressão interfere na vida de alguém, ou de alguma forma fere alguém, ou foge da lei, sua opinião não tem que ser exposta e muito menos aceita, sabe? [...] A gente tem que trabalhar a sensibilidade e o respeito [...]. Na própria política, na própria religião tem determinadas coisas que são entendidas como crime em certos lugares/regiões, mas não é por isso que não devem ser discutidas*”. (A1)

Outros alunos concordaram que os fatores culturais são determinantes no entendimento do que se configura como certo e errado, e que o respeito deveria ser buscado em qualquer situação. Afinal, toda discussão é útil para ensinar e aprender sobre pontos de vista diferentes.

Em seguida, apresentou-se um vídeo disponível na plataforma *You Tube* sobre “Educação ambiental na construção civil”¹ para direcionar a discussão para a temática ambiental. De maneira geral, o vídeo promovia uma reflexão sobre o papel do ser humano na preservação do meio ambiente a partir de ações cotidianas. No que se refere à construção civil, tratava da mudança de atitudes relacionadas à gestão de resíduos, às escolhas corretas dos materiais e do reaproveitamento consciente visando uma construção sustentável. Além disso, trazia a importância do profissional da construção civil se ver como um cidadão que tem responsabilidade direta na preservação do meio ambiente.

¹ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=amWF2CyNaIA&ab_channel=CETESB

Após a apresentação do vídeo, um momento de discussão foi promovido para que os alunos levantassem aspectos que consideraram relevantes. O primeiro aluno a comentar sobre o vídeo relatou: *“Achei bem interessante a parte que fala do desmatamento da floresta e tudo mais, nesse negócio de água e do ar. No começo eles começaram a expandir muito [...] sem priorizar muito essa parte e depois começaram a ligar, tentar resolver, achar alguma solução [...], mas muito antes não teve essa preocupação. Dá para ver que muito antes tinha o desperdício de água e acabou matando muitos animais e colocando vários em extinção”*. (A2)

É possível perceber que há uma percepção do aluno A2 sobre a ação tardia do ser humano em remediar os problemas ambientais, que foram emergindo desde que a tecnologia começou a ganhar destaque na sociedade. A extinção de animais e o desperdício de recursos naturais são alguns dos exemplos trazidos no vídeo, que foram destacados pelo aluno. Considerando a fala dele podemos classificá-la na categoria 1, uma vez que ele apresenta uma reflexão crítica sobre limites e riscos do uso de determinados recursos naturais e seus impactos. Outro aspecto que podemos destacar na fala do aluno é sua reflexão sobre uma exploração inicial sem preocupação por parte dos seres humanos, que interfere mais adiante na evolução histórica do planeta, podendo ainda classificar sua fala na categoria 3.

Continuando a discussão, a aluna A1 retomou sua fala e conseguiu relacionar o que foi apresentado no vídeo com a citação inicial da série e afirmou: *“Uma coisa que eu identifiquei nesse vídeo, que entra na pauta do que é certo e do que é errado, é em relação ao que é melhor para todos nós, né? Em relação ao consenso, em relação ao material utilizado [...], porque geralmente materiais biodegradáveis e recicláveis são um pouco mais caros e a gente não tem condições de investir naquilo, mas geralmente quando entramos nesse consenso, conseguimos articular. Por isso que em Edificações conseguimos trabalhar nisso, com projetos melhores que entram nessa questão do que é melhor para a sociedade, sobre o que é certo ou errado, se isso é bom ou melhor”*. (A1)

Nessa fala, a aluna A1 apresenta uma percepção sobre o papel do ser humano nas questões ambientais, fundamentalmente sobre a responsabilidade dos profissionais de Edificações na preservação da natureza, podendo sua fala ser classificada na categoria 2. De forma consciente, ela se posiciona sobre a relevância de buscar soluções ideais, a partir do que seria certo ou errado, considerando questões econômicas e ambientais como consequência dos impactos humanos.

Outro aluno, o A3, destacou a relação das ações do ser humano e o impacto delas no bem comum. Sobre isso, ele citou um conselho que recebeu sobre não ser soberbo enquanto profissional, sabendo ouvir o próximo e considerando as experiências de vida de outros profissionais da área. No seu comentário foi possível perceber elementos reflexivos sobre a prática dos profissionais da área da construção civil, enfatizando que eles podem elaborar projetos e alternativas mais viáveis para a sociedade e para o meio ambiente a partir do entendimento que possuem sobre o que seria certo ou errado de acordo com a ética e seus princípios. Sendo assim, ele se posiciona de forma consciente e responsável sobre o papel do ser humano (especificamente do profissional de edificações) nas questões ambientais, o que permite classificar sua fala na categoria 2.

Além desses alunos, os demais apresentaram contribuições similares e que concordavam com as discussões levantadas pelos seus colegas. De maneira geral, eles refletiram sobre uma percepção consciente de seus papéis enquanto futuros profissionais da área de construção, reconhecendo a responsabilidade que possuem na preservação do meio ambiente. De forma positiva, é possível perceber, a partir das reflexões promovidas nesse momento, que a postura adotada pelos alunos entra em consonância com o objetivo central do ensino CTS que

[...] é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SOLOMON, 1993; YAGER, 1993; AIKENHEAD, 1994; SANTOS; SCHNETZLER, 1997; SANTOS; MORTIMER, 2000 apud SANTOS, 2008, p. 112).

Nesse sentido, a importância de atividades que reforcem a necessidade de uma visão mais humanizada e crítica, desde o início da formação do profissional, se mostra imprescindível para promoção de uma reflexão sobre sua futura atuação na sociedade. Além disso, conseguir perceber Ciência e Tecnologia no cotidiano aproxima o conhecimento teórico de suas aplicações práticas, unindo as necessidades locais

Após a discussão sobre o vídeo, os alunos foram direcionados a refletir sobre o porquê de se estudar os materiais de construção civil. Para isso, foram apresentadas imagens de algumas construções deterioradas, justificando que o estudo dos materiais servia para conhecer os produtos mais adequados para cada

caso e para utilizá-los corretamente. Depois, outros exemplos foram mencionados para promover uma reflexão sobre porque é imprescindível a escolha de um material de qualidade para garantir um serviço com excelência; porque conhecer o tipo de material, sua composição e propriedades é importante para um manuseio correto; e, fundamentalmente, como o conhecimento sobre esses materiais pode amenizar desperdícios e resíduos na natureza.

Finalizada a discussão, as instruções sobre a atividade assíncrona referente à conclusão do momento I foram apresentadas. Para tanto, os alunos precisavam pesquisar algum material comumente utilizado na construção civil que trouxesse malefícios para o meio ambiente e para os seres vivos, e deveriam apresentá-lo no próximo encontro. Para realização da atividade os alunos tiveram um prazo de 15 dias. O modelo de apresentação não foi determinado, ficando livre para que eles escolhessem entre slides, textos, paródias, músicas, vídeos etc., a depender da preferência deles, desde que suprisse a pergunta de qual material havia sido escolhido e o porquê de tal opção.

Para ajudar na familiarização dos alunos com os materiais de construção, foi sugerido que eles assistissem um outro vídeo disponível na plataforma *YouTube*, intitulado “Aula 1 - Introdução aos Materiais Básicos de Construção Civil”². De maneira resumida, o vídeo apresentava sugestões de materiais básicos de construção com as classificações e funcionalidades de cada um e serviu para auxiliar os alunos na pesquisa referente à atividade 1.

5.1.2 Momento II

Assim como no momento anterior, esse segundo momento iniciou com uma citação. Apresentamos uma frase do filósofo Heráclito de Éfeso que teve o objetivo de levar os alunos a uma reflexão sobre a importância de se concentrar e esperar o melhor do momento presente, sem ansiedade para as questões do futuro. Por se tratar do primeiro encontro em que os estudantes iriam apresentar suas pesquisas, alguns deles haviam comentado que estavam inseguros e nervosos. Por isso, buscou-se acalmá-los antes que eles iniciassem as apresentações.

² Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=s4DWuWnF0BI&ab_channel=BrunoToniolo

Em seguida, para uma visualização geral do que seria exposto ao longo das apresentações, sugerimos que os alunos criassem uma nuvem de palavras (Figura 1), a partir da plataforma *Mentimeter*, com o nome dos materiais de construção escolhidos por eles. O link da plataforma foi disponibilizado no *chat* do Google *Meet* e, em paralelo, a ordem de apresentação foi organizada.

Figura 1: Nuvem de palavras construída pelos alunos na plataforma *Mentimeter*



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Alguns dos materiais escolhidos pelos alunos foram repetidos, por isso a quantidade de palavras na Figura 1 foi menor do que a quantidade de participantes na atividade. Os materiais mais citados por eles foram cimento e policloreto de vinila (PVC). No Quadro 4 estão apresentados todos os materiais que foram escolhidos pelos alunos e as justificativas dadas por eles para explicar os malefícios que eles podem causar ao ser humano e ao meio ambiente.

Quadro 4: Materiais escolhidos pelos alunos e seus malefícios

Material de construção	Malefícios para o ser humano e o meio ambiente
Amianto/asbesto	<ul style="list-style-type: none"> - A inalação da fibra do amianto pode causar graves doenças pulmonares como asbestose, câncer de pulmão, mesotelioma; - Algumas outras doenças que podem ser causados pelo contato com o amianto são câncer de laringe, ovário e trato digestivo, espessamento da pleura e diafragma, além de derrames pleurais; - Ocorre a liberação de feixes de fibras minerais na natureza a partir da extração do amianto, contaminando rios, lagos, lençóis freáticos, além de serem absorvidas

	pela vegetação e ingeridas pelos animais.
Argila	<ul style="list-style-type: none"> - Trata-se de um recurso não renovável; - Remove a cobertura vegetal do solo; - Causa erosão do solo devido à grande extração.
Cimento	<ul style="list-style-type: none"> - Geração de muito dióxido de carbônico (CO₂) durante a sua produção (formação do clínquer); - Lesões, irritações e vermelhidão após contato prolongado.
Concreto	<ul style="list-style-type: none"> - Alta emissão de CO₂ devido à presença do cimento na sua composição.
Ferro	<ul style="list-style-type: none"> - Rejeito com poucas alternativas para o tratamento: a lama com resquícios de minérios; - A lama altera a composição do solo devido à saturação com os compostos que restam; - O resíduo torna o solo infértil e turva as águas de rios impactando negativamente os organismos que realizam fotossíntese.
Policloreto de vinila	<ul style="list-style-type: none"> - Substâncias tóxicas como dioxinas e bifenil policlorado geradas na produção do PVC; - Pouco sustentável energeticamente devido à alta demanda de energia para sua obtenção; - Doenças respiratórias.
Pó de pedra (brita)	<ul style="list-style-type: none"> - Pode causar silicose pulmonar (petrificação dos pulmões) nas pessoas que têm contato prolongado com o material; - Rejeito do processo de extração das britas, sem destinação definida; - Obstrução dos canais de drenagem devido ao acúmulo.
Tijolo	<ul style="list-style-type: none"> - Destruição do habitat de alguns animais; - Utilização da madeira como combustível; - Grande emissão de gás carbônico durante a produção.

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

De forma geral, as apresentações foram analisadas com base nas categorias elaboradas a partir da BNCC. O Quadro 5 apresenta o quantitativo de alunos que elaboraram apresentações que podem ser classificadas de acordo com pelo menos uma das seis categorias. Do total de categorias propostas, quatro foram contempladas, sendo a primeira categoria a mais evidente, percebida durante as apresentações de todos os 19 alunos que participaram desse encontro. Somente as categorias 3 e 5 não foram identificadas nas produções/apresentações. Para as

demais, alguns alunos chegaram a contemplar mais de uma e, por isso, o número total de alunos no Quadro é maior que o número total de participantes. Em seguida, serão apresentadas algumas das produções dos alunos, buscando exemplificar as categorias contempladas por eles durante as discussões.

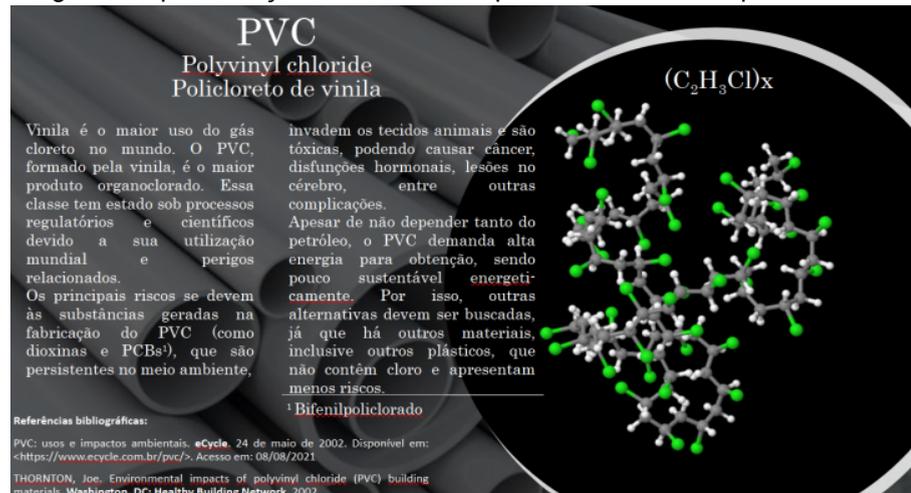
Quadro 5: Categorização das atividades dos alunos de acordo com as categorias propostas

Categorias	Quantitativo de alunos
1. O aluno apresenta uma reflexão crítica sobre limites e riscos do uso de determinados recursos naturais e seus impactos.	19
2. O aluno se posiciona de forma responsável e consciente sobre o papel humano nas questões ambientais.	6
4. O aluno é capaz de refletir sobre a diversidade biológica; a importância de preservação dos recursos naturais e as consequências das ações antrópicas na natureza.	12
6. O aluno propõe soluções para as necessidades locais, regionais e/ou globais considerando-as com base nas Ciências da Natureza.	5

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Como o formato de apresentação dos trabalhos foi livre, alguns alunos optaram por slides, outros por vídeo, um por música e outros por pôsteres. A ideia de não restringir a um modelo único de apresentação partiu da necessidade de explorar as mais diversas formas de expressão dos alunos, deixando-os confortáveis para trabalhar com o modelo preferido por cada um deles. Além disso, a diversidade na apresentação contribuiu para uma explanação mais dinâmica e pluralizada. Mesmo alguns alunos tratando do mesmo material, as abordagens foram diferentes e se complementaram a partir das particularidades de cada apresentação. A Figura 2 mostra um pôster elaborado por um dos alunos. Nele, o aluno A4 abordou os principais riscos advindos do Policloreto de vinila (PVC) e, de maneira sucinta, conseguiu responder à atividade justificando alguns malefícios do material de acordo com a classificação da substância e com o seu processo de produção.

Figura 2: Apresentação em formato de pôster desenvolvida pelo aluno A4

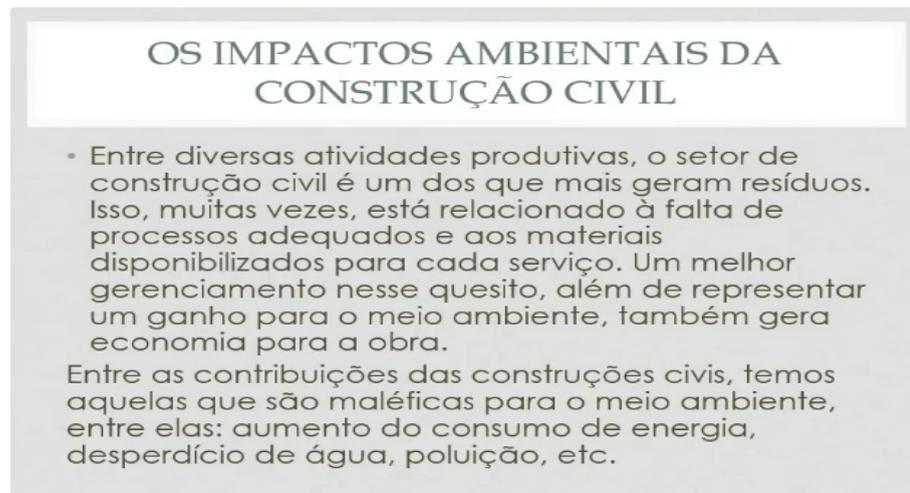


Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Como pode ser visto acima, o aluno se preocupou em expor os riscos associados ao PVC, tanto para o ser humano quanto para o meio ambiente. Ainda, se atentou para a opção de substituir o material por outro que mantivesse sua funcionalidade, mas que provocasse menos malefícios. Dessa forma, sua apresentação pode ser classificada de acordo com a categoria 1, ao apresentar uma reflexão crítica sobre limites e riscos do uso de determinados recursos naturais e seus impactos.

Para além do que foi solicitado na atividade, algumas apresentações retomaram a ideia da questão problema como um todo e enfatizaram a importância de se entender os impactos da construção civil no meio ambiente. A Figura 3 é o recorte de um slide apresentado por uma aluna que discutiu sobre a quantidade de resíduos gerados no setor da construção, relacionando economia e preservação do meio ambiente.

Figura 3: Slide da aluna A5 sobre os impactos da construção civil



OS IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

- Entre diversas atividades produtivas, o setor de construção civil é um dos que mais geram resíduos. Isso, muitas vezes, está relacionado à falta de processos adequados e aos materiais disponibilizados para cada serviço. Um melhor gerenciamento nesse quesito, além de representar um ganho para o meio ambiente, também gera economia para a obra.

Entre as contribuições das construções civis, temos aquelas que são malélicas para o meio ambiente, entre elas: aumento do consumo de energia, desperdício de água, poluição, etc.

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

A aluna escolheu a argila e, além de comentar sobre os impactos deste material como os demais alunos, ela contextualizou e trouxe o setor da construção civil como um dos maiores responsáveis pela geração de resíduos devido à falta de gerenciamento por profissionais da área. Para além do solicitado, a aluna demonstrou possuir uma preocupação com as questões sociais e reconheceu a importância de ser responsável e consciente sobre o seu papel e o dos demais profissionais da área civil nas questões ambientais, se enquadrando assim na categoria 2.

Outras apresentações que foram além do solicitado na atividade relacionaram os malefícios do cimento com seus constituintes químicos. Essa relação com as substâncias químicas presentes no material seria solicitada posteriormente, mas houve um adiantamento por parte de alguns estudantes que se propuseram a explicar como os componentes do cimento produziam impactos negativos no meio ambiente.

A Figura 4 foi apresentada pela aluna A6 que pesquisou a composição do cimento e enfatizou a importância de conhecer os constituintes que dão origem a cada material, durante sua apresentação ela destacou que era imprescindível se atentar à composição química para perceber limites e riscos associados ao seu uso, dessa forma a atividade enquadrou-se na categoria 1.

Figura 4: Slide com os componentes do cimento apresentado pela aluna A6

M A T É R I A S P R I M A S :

<p>Ca1 (CaO):</p> <p>Componente essencial dos cimentos, estando presente em torno de 60 a 67% na composição do cimento.</p>	<p>Sílica (SiO₂)</p> <p>Principal componente da areia e um dos óxidos mais abundantes na crosta terrestre.</p>
<p>Alumina (Al₂O₃)</p> <p>Provinha da argila, seu teor no cimento pode variar em uma média de 3 a 8%. Ela reage com a cal, formando <i>aluminatos de cálcio</i>.</p>	<p>Óxido de ferro (Fe₂O₃),</p> <p>É proveniente da argamassa utilizada na fabricação e está presente no cimento Portland em cerca de 0,5 a 6%.</p>

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Além da necessidade de o profissional conhecer a composição dos materiais, alguns alunos destacaram não somente o impacto do material nas construções, mas, principalmente, as possíveis agressões ao meio ambiente ainda nas etapas de produção de cada material. As Figuras 5 e 6 foram elaborações dos alunos A7 e A8, respectivamente, em que a primeira descreve o processo de produção do cimento e a segunda a produção do tijolo.

Figura 5: Slide da aluna A7 mencionando o processo de produção do cimento

<p style="text-align: center;"><i>Formação</i></p> <ul style="list-style-type: none"> → Argila + Calcário → Aquecida a 1450°C → Tornam-se bolotas de clínquer. → Essas bolotas são acrescidas de gipsita e, depois, são moídas. 	<p style="text-align: center;"><i>Malefícios</i></p> <p>Calcinação → Óxido de cálcio + CO₂</p> <ul style="list-style-type: none"> → A formação do clínquer libera altas taxas de CO₂ no meio ambiente. → Corresponde a 5% de todas as emissões globais. → Aumenta o efeito estufa. → Causa irritações conjuntivas → Pode provocar lesões na camada córnea da pele 	<p style="text-align: center;"><i>Clínquer</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Cimento</i></p> 
---	--	--

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Figura 6: Slide do aluno A8 sobre as etapas de produção do tijolo



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Ao olharem para as etapas de produção, esses alunos apresentaram reflexões sobre os impactos de alguns materiais antes de serem utilizados e comentaram sobre o superaquecimento, a liberação de gases e a toxicidade dos componentes que impactam negativamente o meio ambiente desde o início da sua produção industrial. Ao apresentar uma crítica sobre os processos de produção, esses alunos demonstraram refletir sobre os problemas ambientais antes de eles emergirem. Associando o avanço da tecnologia à necessidade de um desenvolvimento sustentável, as produções desenvolvidas pelos alunos foram identificadas de acordo com a categoria 5, percebendo os riscos associados à tecnologia e relacionando-os com CTSA na identificação de problemas.

Como uma alternativa para solucionar os problemas ambientais dos materiais de construção escolhidos, alguns alunos se adiantaram e apresentaram possíveis substitutos. A Figura 7 apresenta o tijolo ecológico como alternativa para o tijolo tradicional.

Figura 7: Slide apresentado pelo aluno A8 trazendo uma proposta para substituição do tijolo tradicional



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Mesmo essa não sendo uma solicitação da atividade, foi possível perceber como a abordagem CTSA associada a um contexto real pode estimular os alunos a buscar por soluções para os problemas propostos visando transformar a realidade encontrada. Sobre isso, Santos *et al.* (2011, p. 79) afirmam que

O ensino da Química, bem como os das demais ciências, requer uma ação pedagógica voltada para o desenvolvimento integral do aluno, procurando construir cidadãos críticos que têm possibilidades de apropriar-se de sua realidade e transformá-la construtivamente.

Além disso, foi possível notar a preocupação que muitos deles evidenciaram ao mencionar a necessidade em repensar a prática dos profissionais da área para reparar os danos já causados e evitar posteriores agravamentos. Nesse ponto, as propostas dos alunos que apresentaram tais sugestões podem ser classificadas de acordo com a Categoria 6 que menciona a proposição de soluções, a partir da observação de um problema real, considerando o conhecimento adquirido através de suas pesquisas na área de ciências.

Após a apresentação dos alunos, o planejamento era que houvesse uma socialização dos conhecimentos adquiridos ao longo do encontro, criando um mural no *Jamboard* com um resumo dos principais tópicos apresentados por eles. Porém, como o tempo de apresentação excedeu o esperado, sugerimos que os alunos realizassem essa atividade individualmente, adicionando as notas através de um link disponibilizado por nós, socializando o que foi exposto por ele ou algo novo que ele aprendeu naquele encontro.

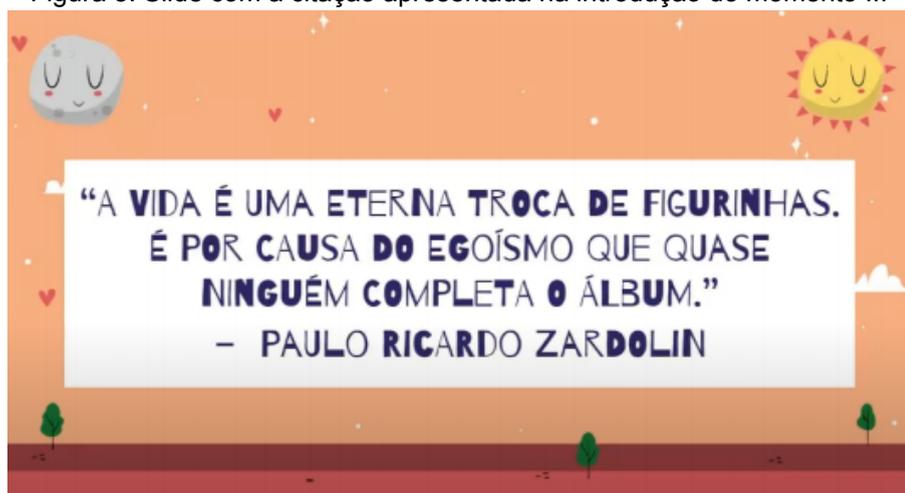
Após isso, a atividade assíncrona referente a esse momento foi explicada. Agora que os alunos tinham conhecimento sobre os malefícios de alguns materiais, eles precisavam explicar com mais detalhes, o porquê do material escolhido ser maléfico do ponto de vista químico. Para ajudar na orientação, uma tabela de descrição das propriedades dos materiais (APÊNDICE B) foi disponibilizada visando facilitar a identificação dos tópicos que deveriam ser abordados pelos alunos, relacionando a natureza e as propriedades do material escolhido. Ela contava com breves descrições das características físicas e químicas que poderiam servir como base na classificação do material após a pesquisa.

Como uma parte dos alunos escolheu o mesmo material, sugerimos que eles realizassem a atividade em grupos com até 4 participantes, visando uma socialização dos conhecimentos e uma maior interação e discussão nos momentos de busca. Também foi permitida, unicamente nesse momento, a troca do material escolhido, visto que após a apresentação de todos os alunos, alguns demonstraram interesse em outras opções. Assim como no momento anterior, a forma de apresentação dos alunos era livre para que eles buscassem o meio mais confortável de explicar os resultados obtidos com a sua pesquisa.

5.1.3 Momento III

Para iniciar o momento III, a citação escolhida foi de Paulo Ricardo Zargolin, que trazia uma metáfora entre um álbum de figurinhas e as relações sociais (Figura 8). No trecho, a dificuldade em completar um álbum de figurinhas foi justificada pelo egoísmo das pessoas que não ajudam umas às outras. Da mesma forma em que, para completar um álbum, é importante haver ajuda e compartilhamento de terceiros, na vida isso se repete com as relações sociais.

Figura 8: Slide com a citação apresentada na introdução do momento III



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Essa discussão foi proposta com o intuito de reforçar a necessidade de os alunos aprenderem a trabalhar de forma colaborativa, buscando evoluir juntos à medida em que se ajudam e compartilham experiências. Para além do âmbito escolar, as relações que são estabelecidas, ainda nessa fase, são fundamentais para moldar um futuro profissional que, também, irá se preocupar com o mundo. Sendo assim, estando atento aos impactos das nossas ações na vida do outro é possível minimizar os efeitos negativos de práticas individualistas que prejudicam relações interpessoais.

Finalizada a discussão, os alunos iniciaram as apresentações referentes à atividade solicitada no momento anterior. Eles ficaram responsáveis por abordar as propriedades dos materiais escolhidos a partir da tabela de classificação disponibilizada, relacionando as propriedades com as características das substâncias presentes neles. Assim como nas demais solicitações, a forma de construção de cada apresentação não foi estabelecida, ficando livre para que cada aluno optasse pela maneira mais confortável de se expressar. Alguns escolheram texto, uma dupla de alunas escolheu vídeo e a maioria optou por slides.

Como a tabela de descrição das propriedades dos materiais havia sido disponibilizada, muitos alunos seguiram os tópicos indicados nela, preenchendo as informações pertinentes ao material escolhido, após a realização da pesquisa. A Figura 9 exemplifica a apresentação de um dos alunos sobre as características do tijolo, que optou por apresentar seu trabalho respondendo aos tópicos previamente sugeridos.

Figura 9: Modelo de apresentação adotado pelo aluno A8

Material:	Tijolo
Características físicas	
Durabilidade:	Possui alta durabilidade, aproximadamente 100 anos.
Resistência:	De 4,5 a 18,20 MPa, podendo variar de acordo com o formato do tijolo.
Capacidade térmica:	Consegue absorver temperaturas de até 1500 graus Celsius
Isolamento acústico:	Possui diferentes níveis de isolamento acústico, podendo variar de acordo com as condições e o tipo de tijolo utilizado
Características Químicas	
Ciclo de vida	Indeterminado
Tempo de decomposição	Indeterminado
Capacidade de reutilização	Pode ser usado pra diversos itens decorativos e usuais, em churrasqueiras e outras coisas
Capacidade de reciclagem	Pode se transformar em matéria prima para outros materiais

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na apresentação, o aluno discutiu sobre as características físicas do tijolo e deu ênfase à capacidade de reutilização e de reciclagem, trazendo exemplos decorativos do material. Do total de alunos que apresentaram nesse momento, somente uma aluna não chegou a apresentar de acordo com a tabela, desviando a pesquisa das propriedades e características do material para os efeitos colaterais que o ser humano pode sofrer quando em contato prolongado com o cimento, material escolhido por ela.

Outro ponto a considerar é o número de alunos presentes nesse encontro. Como a proposta se tratava de uma atividade extraclasse, alguns dos momentos, inclusive esse, acabou acontecendo durante o período de férias escolares, o que reduziu a participação dos alunos significativamente.

Voltando às apresentações, um aluno identificado como A3 foi além das informações solicitadas na tabela e se propôs a pesquisar sobre a capacidade de reciclagem do concreto, apresentando dados relevantes: *“Só reciclamos cerca de 5% do entulho [...]. Já temos registros de edifícios que utilizam concreto reciclado em lugares como Belo Horizonte, São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba. Essa iniciativa ainda pode evoluir muito, atingindo cada vez mais usuários, pessoas, construções [...] Para isso, devemos nos conscientizar sobre o impacto dos resíduos nas construções e demolições”*. (A3)

Em seguida, informou que segundo as pesquisas realizadas por ele, o concreto reciclado pode chegar a ser 30% mais barato do que o concreto convencional. Ele explicou sucintamente como a coleta desse material poderia ser

feita e complementou com o processo de produção para que o concreto usado voltasse ao mercado como um novo produto.

Ele, ainda, elencou vantagens associadas a essa escolha, como sua contribuição para o meio ambiente ao minimizar a poluição gerada pelo entulho e suas consequências negativas, como enchentes e assoreamento de rios e córregos. Por fim, exemplificou: *“O concreto reciclado tem sido muito utilizado na execução de aterros, concretos estruturais, pavimentação, confecções de argamassa, cascalhamento de estradas, preenchimento de vazios e valas”*. (A3)

É importante perceber como os alunos vão refinando os conhecimentos a cada pesquisa realizada. Nessa apresentação, por exemplo, o aluno A3 se preocupou em buscar alternativas de reaproveitamento, indo além da identificação dos problemas e propondo soluções viáveis social, ambiental e economicamente.

Na perspectiva da abordagem CTSA essa configuração reforça a importância de oferecer, aos alunos, alternativas capazes de unir o cotidiano com a sala de aula. Quando o aluno percebe que é parte do meio e que suas decisões podem contribuir para uma melhora significativa no ambiente em que vive, ele fica mais propenso a se perceber como influente, o que o faz mais responsável por suas ações. Essa visão é ainda mais relevante quando se trata de alunos que conseguem perceber sua importância enquanto cidadãos, e reconhecem o seu papel desde cedo como um futuro profissional comprometido com as questões sociais e ambientais, no caso dos estudantes de Edificações.

Outro trabalho que se destacou foi o de duas alunas que escolheram mudar de material e substituíram o pó de pedra pelo tijolo. A Figura 10 é um recorte da apresentação desenvolvida pelas alunas A9 e A10 que buscaram alternativas simples de reutilização do material escolhido.

Figura 10: Recorte do vídeo produzido pelas alunas A9 e A10



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Elas refizeram as atividades dos momentos anteriores, falando sobre os malefícios associados ao novo material escolhido, relacionando-os às suas propriedades físicas e químicas, com ênfase na reciclagem e na reutilização do tijolo. Como referência no processo de reciclagem, apresentaram *“Nzambi, engenheira de materiais que criou tijolos feitos de resíduos plásticos e areia que são até 7 vezes mais fortes que o concreto. Ela também desenvolveu todo o maquinário usado na fabricação dos tijolos e fundou a Gjenge Makers, startup que reaproveita resíduos que antes poluíam o planeta”*. (A9 e A10)

Além delas, outros alunos chegaram a sugerir soluções que atendessem às necessidades locais, exemplificando, com base nas pesquisas realizadas, uma postura que os alunos estavam adquirindo ao olhar para o meio externo com mais consciência das suas ações.

Por fim, visando identificar a percepção dos alunos sobre a abordagem desenvolvida, solicitamos um *feedback* deles. Como já estávamos no terceiro encontro, perguntamos como eles estavam se sentindo em relação à desenvoltura de apresentação, nervosismo, realização de pesquisas e outras questões que gostariam de comentar. Um dos alunos respondeu: *“Eu estou achando que está desenvolvendo bastante em tudo. Em questão de pesquisa, na hora de falar, tentar que você fale e a pessoa que tá do outro lado, consiga absorver alguma coisa. [...] E a gente tá sempre querendo se inovar, por exemplo, na minha primeira foi uma música, na segunda foi um pouco mais falando e na terceira: surpresa. Então cada vez mais a gente vai evoluindo e trabalhando para melhorar”*. (A3)

Outros alunos chegaram a pontuar que estavam desenvolvendo habilidades que antes não eram percebidas. Eles também pontuaram que o medo de errar e o nervosismo acabavam criando barreiras imaginárias que os limitavam. Mas, segundo eles, a frequência com que passaram a assumir o papel de protagonistas foi importante para trazer mais confiança a cada apresentação. Nesse sentido, um ambiente tranquilo e receptivo fez diferença e tranquilizou os alunos para que compartilhassem informações e aprendessem em conjunto.

Para encerrar, na orientação da atividade assíncrona os alunos foram direcionados a realizar uma pesquisa, para explicar no encontro seguinte, os tipos de ligações químicas (covalente, iônica e metálica), existentes nos materiais de construção que eles haviam escolhido previamente. O objetivo consistiu em proporcionar um maior entendimento sobre as propriedades dos materiais à medida em que as ligações químicas são estudadas e relacionadas à composição deles. Como havia um acompanhamento dessa turma, devido à participação no Programa de Residência Pedagógica, sabíamos que o conteúdo de ligações químicas já havia sido estudado pelos alunos com o professor preceptor. Ainda assim, nos colocamos à disposição para ajudar em qualquer dúvida que surgisse ao realizarem a pesquisa.

5.1.4 Momento IV

Diferentemente dos demais momentos, esse não iniciou com uma citação. Para começar o momento de discussão, dessa vez, perguntamos aos alunos qual o significado da palavra “ligação” e cada um deles foi falando sinônimos que faziam referência ao termo. Depois, foi apresentado no primeiro slide (Figura 11), o significado de “ligação” segundo o dicionário, buscando partir do sentido geral da palavra para chegar ao seu significado na área química.

Figura 11: Slide inicial sobre o significado da palavra “ligação”



Fonte: Elaboração própria, 2022.

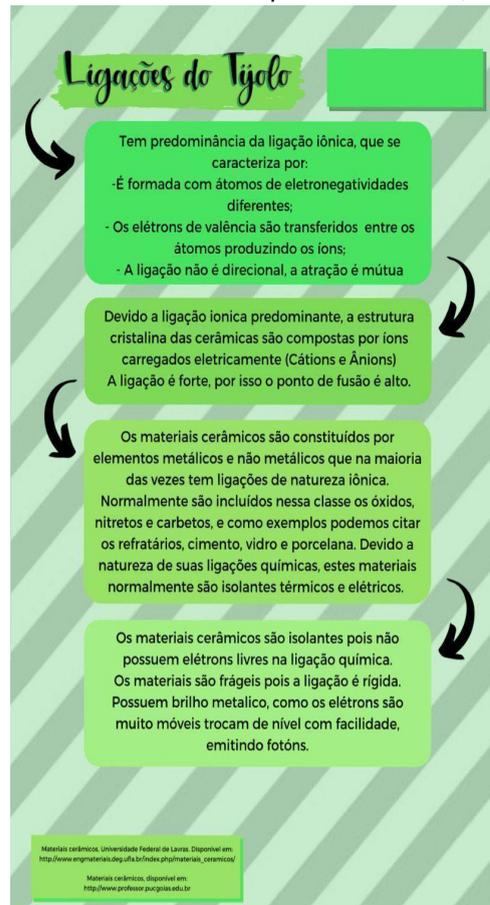
Em sequência, os alunos iniciaram as apresentações da atividade III, em que deveriam identificar, no material escolhido, os tipos de ligações químicas presentes em sua estrutura, e como elas podem interferir nas propriedades da substância. Para isso, os alunos pesquisaram sobre a composição das substâncias, identificando quais eram os átomos constituintes do material e qual a sua organização estrutural.

Como suporte foi apresentado um vídeo³ intitulado "Química: Metais e Ligações Metálicas" sobre os metais e as ligações metálicas, antes dos alunos iniciarem suas apresentações. Nele foi abordada a estrutura dos metais e a natureza das ligações metálicas que são responsáveis pelas propriedades atribuídas a esses elementos, tais como brilho, maleabilidade, ductilidade, condução de calor e eletricidade. O vídeo apresentava, ainda, informações sobre atração eletrostática, o modelo de mar de elétrons, tipo de interação e força das ligações.

Em sequência os alunos deram início a apresentação de seus trabalhos. Como foi sugerida a junção de alunos que estivessem estudando sobre o mesmo material, caso eles quisessem, alguns optaram por se unir em grupos. O aluno A8, que havia apresentado sua atividade sozinho anteriormente, se juntou às alunas A9 e A10, que haviam elaborado um vídeo sobre o tijolo, após a mudança de material citada no momento anterior. Juntos, os três produziram um pôster (Figura 12) explicando as características do material que têm relação com o tipo de ligação predominante no tijolo.

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZFnEdCpEU6E>

Figura 12: Pôster elaborado pelos alunos A8, A9 e A10



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Nesse momento, é importante ressaltar, ainda, que os alunos conseguiram relacionar as atividades anteriores com a do presente momento. O aluno A8 havia apresentado as etapas de produção do tijolo e justificou o alto ponto de fusão do material à ligação química forte presente nas substâncias que o constituem, relacionando o tipo de ligação com a estabilidade do material em relação às altas temperaturas.

Ainda sobre o material elaborado, um ponto observado no final do pôster apresentado pelos alunos foi que eles informaram que os tijolos possuem brilho metálico com elétrons fluindo facilmente em sua estrutura, o que permite emissão de fótons na troca de níveis entre as camadas. Porém, essas características são predominantes em materiais metálicos. Acreditamos que como os materiais iônicos são constituídos por íons de metais e não metais, eles confundiram as características do material, constituído predominantemente por ligações iônicas com as de um material com ligações metálicas. Ainda assim, o trabalho atendeu ao objetivo da atividade que consistia em apresentar o tipo de ligação predominante no material

estudado.

Diante disso, é possível inferir que os alunos conseguiram compreender o objetivo da proposta e relacionaram as características inerentes ao material com a sua composição e estrutura. De forma prática, o conteúdo e o dia a dia foram interligados para promover uma percepção de mundo em que sala de aula e cotidiano trabalham em conjunto.

Sob essa visão, a abordagem CTSA pode ser uma estratégia para relacionar as questões envolvendo o meio ambiente, ciência, tecnologia e sociedade com os conceitos químicos, a partir da contextualização, que “tem sido utilizada no ensino para relacionar os conhecimentos escolares com o contexto real do aluno” (MARCONDES *et al.*, 2009, p. 284).

Ainda nesse cenário, o aluno A3 comentou que no desenvolvimento da atividade havia surgido uma dúvida sobre qual era a diferença entre ligação e reação química. A partir disso, foi desenvolvida uma rica discussão sobre os dois conceitos, diferenciando seus significados com base em exemplos cotidianos. Para isso, foi explicada a diferença entre os dois termos e adicionadas informações sobre como eles são responsáveis por interferir nas características/propriedades do material.

Como um dos tópicos englobados pela abordagem CTSA consiste na relação entre cotidiano e conteúdo, foi comparado o comportamento do tijolo e de uma panela de alumínio quando expostos à uma força exercida sobre cada um deles, buscando refletir sobre a estrutura e composição de cada material com exemplos práticos e reais. Depois, trabalhamos a proporção de reagentes na composição do concreto, refletindo sobre como as quantidades de cada substância interferem no todo. Alguns alunos aproveitaram para compartilhar experiências pessoais e acrescentaram positivamente com seus comentários.

Ainda sobre o tijolo, um outro aluno, A11, apresentou o tipo de ligação predominante em cada componente do material e, como informação adicional, indicou um vídeo que descrevia todas as etapas de produção em uma fábrica de tijolos. Para além do que havia sido solicitado, esse aluno foi o único a sugerir uma proposta adicional, que contou com informações relevantes sobre os processos aos quais o material é submetido, demonstrando a importância de um conhecimento aprofundado sobre as etapas de produção no entendimento geral das características e propriedades da substância.

Outros alunos optaram por destrinchar os componentes do material estudado

para determinar o tipo de ligação separadamente e depois definir qual delas era predominante no todo. As alunas A6 e A12 se uniram para estudar sobre o cimento e apresentaram o tipo de ligação presente em sete de seus componentes que eram cal, sílica, alumina, óxido de ferro, magnésia, álcalis e sulfatos. Para auxiliar na classificação, as alunas usaram a tabela periódica para indicar os grupos aos quais cada elemento pertencia (Figura 13).

Figura 13: Identificação dos elementos pertencentes a cada grupo da Tabela Periódica

Tabela periódica

Óxido de ferro

Fe₂O₃

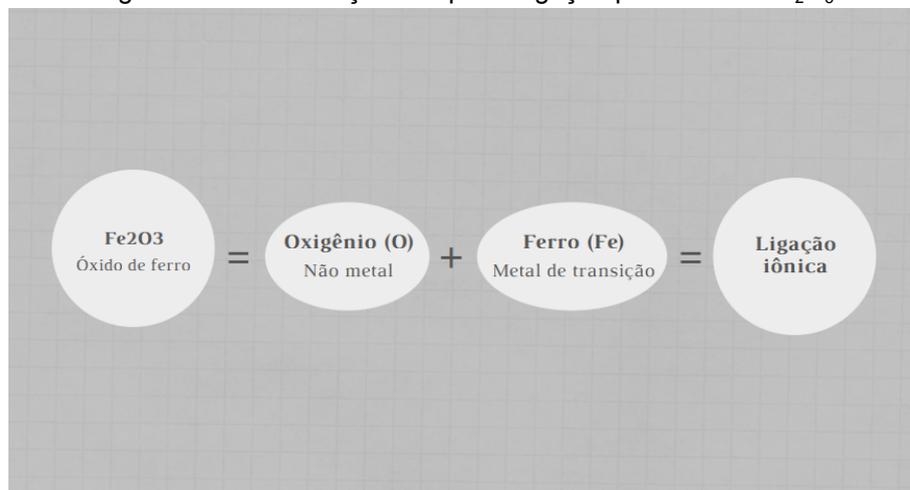
Legenda:

- Metais Alcalinos
- Metais Alcalinos-Terrosos
- Metais de Transição
- Lantanídeos
- Actinídeos
- Semi Metais
- Outros Metais
- Não Metais
- Gases Nobres
- Halogênios

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Após essa identificação, as alunas identificaram o tipo de ligação considerando as características comumente associadas aos metais, ametais ou semimetais. Na Figura 14 essa análise está demonstrada para o Fe₂O₃.

Figura 14: Determinação do tipo de ligação presente no Fe₂O₃



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Além dessa dupla, outros alunos optaram por identificar as substâncias constituintes do material para facilitar na determinação do tipo de ligação predominante nele. Esse tipo de análise se repetiu para outros alunos, o que permite inferir que eles percebiam mais de uma possibilidade de ligação entre os átomos e que as propriedades poderiam mudar de acordo com o tipo de ligação para cada material.

Como a atividade apresentada tinha um foco diferente das demais, as produções dos alunos estavam mais voltadas para a explicação das características químicas. Por isso, o foco foi no conceito de ligações e nas interações presentes entre as substâncias. Sendo assim, a análise desse momento não foi classificada de acordo com as categorias-base da BNCC, mas contou com aspectos correlacionados entre as áreas de química e edificações.

Ao final das apresentações, os alunos precisavam responder se conseguiram, depois da pesquisa, aprimorar o conhecimento relativo à natureza química do seu material de construção. A maioria comentou que aprenderam informações, que antes eram desconhecidas, sobre os tipos de ligações presentes nos materiais e afirmaram perceber uma relação entre a natureza química deles e os impactos ambientais que eles são capazes de causar.

Por fim, para realizar a atividade assíncrona do momento IV, os alunos precisaram ler um artigo⁴ intitulado “Interações Intermoleculares” e assistir a um vídeo⁵ “Estrutura de Sistemas Cristalinos - Ciência dos Materiais”. Feito isso, eles deveriam anotar os pontos que consideraram mais relevantes para discutir coletivamente no momento seguinte.

5.1.5 Momento V

A frase inicial desse momento, apresentada na Figura 15, envolvia uma reflexão sobre a importância de valorizar o processo e as estratégias adotadas ao longo do caminho até conseguir atingir um objetivo final. A citação utilizada, além de reforçar a importância do conhecimento construído durante as atividades para a

⁴ Disponível em:

<https://www.yumpu.com/pt/document/read/12644988/interacoes-intermoleculares-quimica-nova-na-escola>

⁵ Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=HUhvE2Pe-Ig&ab_channel=MeSalva%21Engenharia-Refor%C3%A7oUniver%21sit%C3%A1rio

elaboração da atividade final, também tinha relação com a atividade assíncrona que seria explicada no fim desse momento.

Figura 15: Slide usado para promover a reflexão inicial do quinto momento



Fonte: Elaboração própria, 2022.

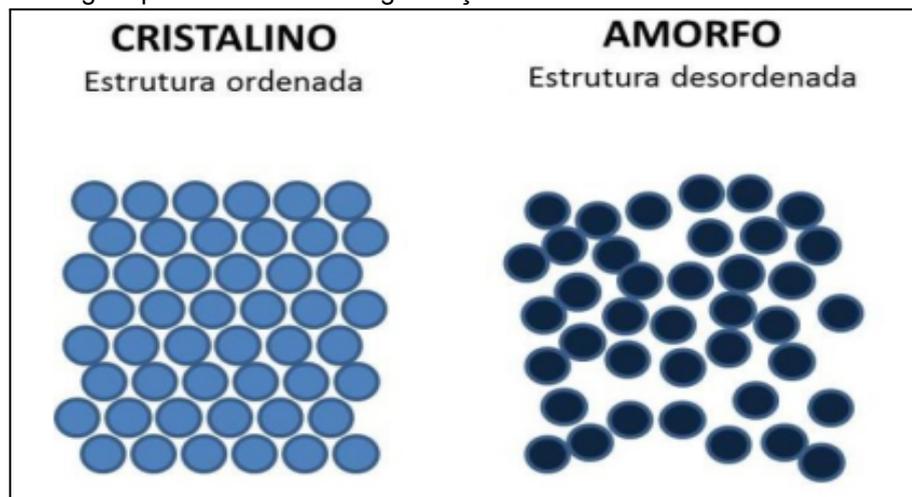
O objetivo de trazer essa citação consistiu em promover uma reflexão sobre a futura profissão dos alunos. Quando eles são levados a pensar sobre suas ações ainda enquanto estudantes, iniciam o exercício de refletir sobre os benefícios que são capazes de oferecer ao mundo quando estiverem formados em uma das áreas que mais gera impactos negativos ao meio ambiente.

Depois, o vídeo sugerido na atividade assíncrona do momento IV foi reproduzido, para que os alunos começassem a discutir sobre os tópicos que eles haviam destacado ao realizar a atividade. Como o conteúdo do vídeo apresentava uma relação com a estrutura dos materiais e esse se tratava de um conteúdo que não era aprofundado no ensino médio e nem os alunos tinham estudado até então, consideramos importante esclarecer que eles não precisavam dominar tudo que o vídeo apresentava. Pelo fato de se tratar do primeiro contato deles com o assunto, explicamos que se tratava de uma introdução sobre a estrutura cristalina e sobre como a organização espacial dos átomos pode impactar nas propriedades e características de um material.

O vídeo, de maneira geral, abordava alguns conceitos básicos fundamentais no estudo da Cristalografia. No início do vídeo foi apresentada a diferença entre os materiais cristalinos e os amorfos (não-cristalinos) a partir da ideia de ordenamento atômico. Enquanto os cristalinos contam com um arranjo periódico sob longas

distâncias atômicas formando uma estrutura tridimensional, os amorfos não seguem um padrão na organização de seus átomos. Sendo assim, segundo o vídeo, o estudo da estrutura cristalina considera o átomo como uma esfera rígida e é responsável por analisar o ordenamento dos átomos no espaço. Por fim, foi abordado o que seria uma célula unitária a partir da unidade estrutural básica da rede cristalina. Adiante, para reforçar o conceito, questionamos os alunos sobre as diferenças entre os dois tipos de sólidos mencionados e utilizamos a Figura 16 como suporte visual para a explicação.

Figura 16: Imagem para diferenciar a organização atômica entre os sólidos cristalino e amorfo



Fonte: Adaptada de Magmattec.

Depois, solicitamos aos alunos que citassem alguns exemplos de materiais que poderiam ser identificados como sólidos cristalinos e eles se complementaram para citar os materiais cerâmicos, polímeros e os metais.

Em seguida, a aluna A15 perguntou: “*Os materiais amorfos tendem a ser mais ‘sensíveis’ do que os cristalinos por causa da desordem das moléculas e do espaço desordenado entre uma e outra?*”. Na resposta, mencionamos que essa ‘sensibilidade’ pode estar relacionada à estabilidade do composto que vai depender da forma como os átomos estão dispostos na estrutura. Então, a depender do arranjo, a atração/repulsão pode aumentar ou diminuir, o que tem relação com as características do material.

Para finalizar as discussões sobre esse vídeo, perguntamos o que seria uma célula unitária e os alunos concordaram em dizer que se tratava de uma parte que representava o todo; uma célula que podia ser entendida como uma identidade.

Como a atividade envolvia leitura e vídeos, os alunos não precisaram elaborar

um material de apresentação. Para essa atividade bastava anotar tópicos em algum documento de texto e anexar à sala de aula. Ainda assim, um dos alunos, o A3, elaborou um slide com os tópicos que ele considerou fundamentais no vídeo.

Em sequência, antes de discutir sobre o artigo a respeito das Interações Intermoleculares, houve a apresentação de mais um vídeo para introduzir alguns conceitos mencionados no artigo, visando complementar o conteúdo e auxiliar no entendimento dos alunos. Para isso, nesse momento, utilizamos o vídeo intitulado Forças intermoleculares/Interações intermoleculares (Fácil), disponível no Youtube, visando complementar o conteúdo e auxiliá-los no entendimento do que foi abordado, uma vez, que alguns alunos demonstraram pouca familiaridade com o texto do artigo disponibilizado.

Após assistir ao vídeo, fizemos uso de um trecho do artigo para retomar a explicação sobre reação química, um conceito que havia gerado dúvidas no momento anterior e que foi retomado por um dos alunos. Nas palavras do autor,

Uma reação química por definição requer que ligações químicas sejam quebradas e/ ou formadas. Uma interação química significa que as moléculas se atraem ou se repelem entre si, sem que ocorra a quebra ou formação de novas ligações químicas. Estas interações são frequentemente chamadas de interações não covalentes ou interações intermoleculares (ROCHA, 2001, p. 1)

Finalizadas as discussões, propomos um momento para compartilhar notas mentais em um mural previamente criado no *Jamboard*. Para isso, os alunos deveriam adicionar notas com os pontos que julgaram mais relevantes ao longo do estudo referente ao momento V (Figura 17).

Figura 17: Mural criado com notas mentais escritas pelos alunos

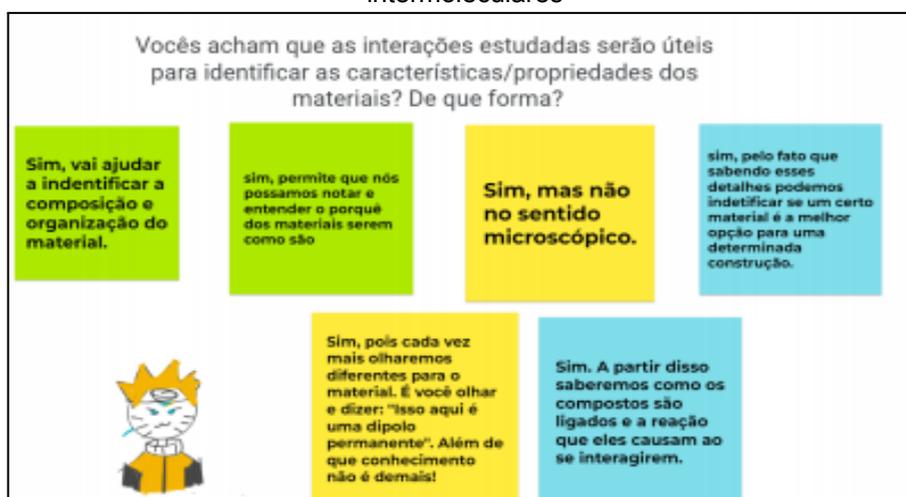


Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Como é possível perceber na figura acima, os alunos que destacaram seus tópicos focaram nos conceitos relacionados aos sólidos cristalinos. Mesmo que os materiais disponibilizados para estudo, durante o momento V, envolvessem os tipos de interação intermolecular e a organização atômica das substâncias, o foco dos alunos se restringiu ao vídeo sobre estruturas cristalinas. Um dos fatores que pode ter relação com essa preferência foi a dificuldade de entendimento que alguns alunos mencionaram sobre o artigo selecionado. Como eles não estavam habituados a ter contato com esse tipo de texto para estudo, o vídeo se mostrou uma opção mais direta e prática para a compreensão dos alunos.

Em sequência, para relacionar o assunto de interações intermoleculares com os materiais de construção, outro mural foi criado para que os alunos pudessem responder sobre a relação que conseguiam perceber após o estudo desse conteúdo, a considerar sua interferência no tipo de propriedade/característica apresentada pelo material (Figura 18).

Figura 18: Notas criadas pelos alunos para responder sobre a utilidade do estudo sobre interações intermoleculares



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Como pode ser visto acima, um dos alunos comentou sobre a composição e a organização atômica do material, o que sugere uma percepção sobre a influência da estrutura nas propriedades das substâncias. Outros dois destacaram a importância do tipo de ligação e das reações presentes e um último relacionou esses fatores com a escolha de uma opção viável para a construção civil que seria determinada após estudo.

Os alunos que adicionaram notas ao mural expuseram seus pontos de vista

afirmando que conseguiam estabelecer uma relação entre as interações e as propriedades das substâncias, como apresentado na Figura 18. Um deles, ainda, conseguiu relacionar o conteúdo com a sua aplicação e acabou fazendo uma ligação com a proposta de atividade que seria solicitada para finalizar o momento, ao comentar sobre como o estudo sobre um determinado produto pode contribuir na escolha do material mais adequado para uso.

Por fim, a atividade assíncrona teve relação com uma das atividades solicitadas inicialmente. A diferença foi que nessa os alunos precisaram pesquisar um material de construção civil que pudesse ser usado como substituto, e que fosse mais sustentável do que o que eles haviam escolhido e elencado como prejudicial ao meio ambiente no momento II. Para isso, eles precisariam justificar a escolha mais viável do ponto de vista químico e da construção civil, bem como, fatores financeiros, sociais, ambientais e a disponibilidade do recurso no mercado.

5.1.6 Momento VI

O momento VI foi dividido em duas partes. Como a proposta se encaminhava para o momento final, a primeira parte desse encontro buscou fazer os alunos refletirem sobre o percurso que trilharam até o momento atual, repensando nas relações construídas entre a química e a construção civil ao tratar dos impactos ambientais.

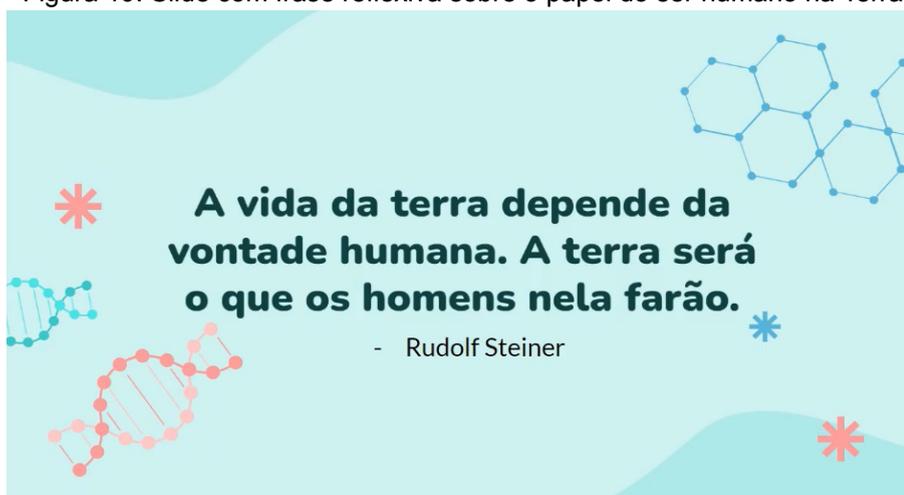
Nesse momento eles refletiram sobre a importância de repensar nossas ações, buscando substituir e reinventar nossas práticas para alcançar um estilo de vida que seja cada vez menos prejudicial ao meio ambiente. Para além da preocupação com o uso mais adequado dos materiais de construção, a ideia geral da proposta consistia em promover a formação de futuros profissionais capazes de perceber a química no dia a dia para, a partir disso, minimizar impactos negativos para a sociedade e para a natureza.

Sobre isso, o aluno A3 comentou *“no início a gente ficou mais apegado a química, mais na questão teórica. Depois a gente foi vendo na prática como usar, como substituir, o que fazer em cada caso [...]. A gente foi cada vez mais saindo da teoria para a prática e agora, principalmente, para substituir [o material] sendo mais sustentável nas escolhas [...]”*. Dessa forma, o aluno apresentou sua visão sobre os avanços que percebeu ao decorrer das atividades e enfatizou a importância de

entender a química como uma ciência presente no contexto em que estamos inseridos. Com base nas categorias, a fala do aluno pode ser associada à categoria 6 ao considerar as Ciências da Natureza nas soluções de problemas reais.

Após, apresentou-se a Figura 19 que trazia a citação utilizada para resumir e encerrar a discussão comentada acima sobre as consequências das nossas ações para o planeta.

Figura 19: Slide com frase reflexiva sobre o papel do ser humano na Terra



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Na segunda parte, o foco do encontro foi a problemática norteadora da proposta que questionava “por que alguns materiais utilizados na construção civil são considerados sustentáveis enquanto outros são prejudiciais ao meio ambiente? De que forma é possível minimizar tais impactos ambientais considerando a química presente nesse contexto?” indagações que serviram como base para o planejamento de todos os momentos.

Em sequência, os alunos começaram as apresentações que deveriam englobar, fundamentalmente, um pensamento consciente sobre o contexto local, as necessidades sociais e do meio ambiente na escolha de um material menos prejudicial. Para isso, o material substituto deveria ser sustentável e economicamente viável, visando oferecer fácil acesso aos compradores, além de ser possível analisar seus benefícios a partir de suas propriedades químicas.

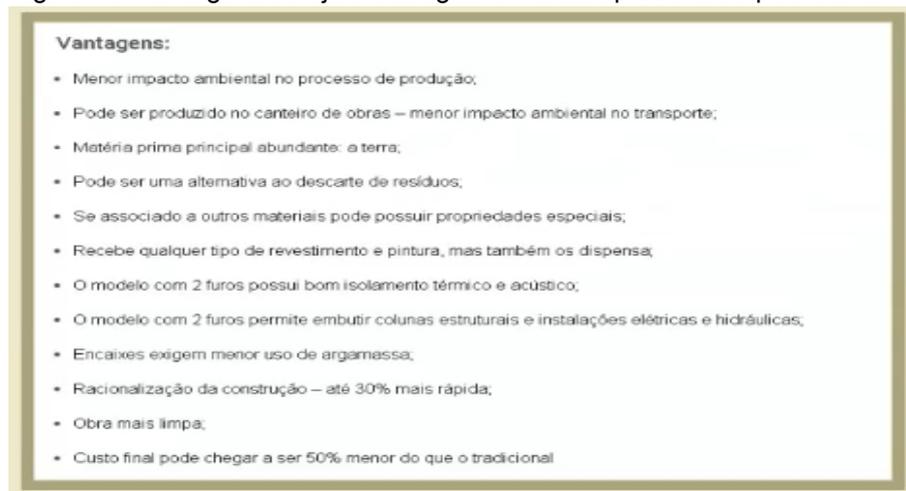
Uma das apresentações mais detalhadas foi a do aluno A11 que partiu de um fator prejudicial, a liberação de uma quantidade significativa de gás carbônico para a atmosfera, a partir da queima do tijolo durante o seu processo de cozimento. Depois, o aluno apresentou as vantagens e desvantagens associadas à escolha do tijolo

ecológico em detrimento do tijolo cerâmico convencional.

Como aspectos positivos, ele citou agilidade na construção, redução de aproximadamente 40% nos custos de uma construção que fosse feita com tijolo de alvenaria, diminuição do entulho evitando o desperdício de materiais devido ao seu design diferenciado e resistência de até 6 vezes em comparação aos blocos tradicionais. Como desvantagens o aluno apontou a dificuldade de acesso na hora da compra do tijolo ecológico, o fato de não permitir alterações em sua estrutura depois de já construída, além de uma espessura mais grossa nas paredes, inviável para construção de lugares pequenos.

Finalizada a apresentação do aluno A11, o aluno A8, que também estava estudando sobre o tijolo, apresentou o tijolo ecológico como alternativa mais sustentável e acrescentou algumas informações à apresentação do colega, o que pode ser visto na Figura 20.

Figura 20: Vantagens do tijolo ecológico em slide apresentado pelo aluno A8

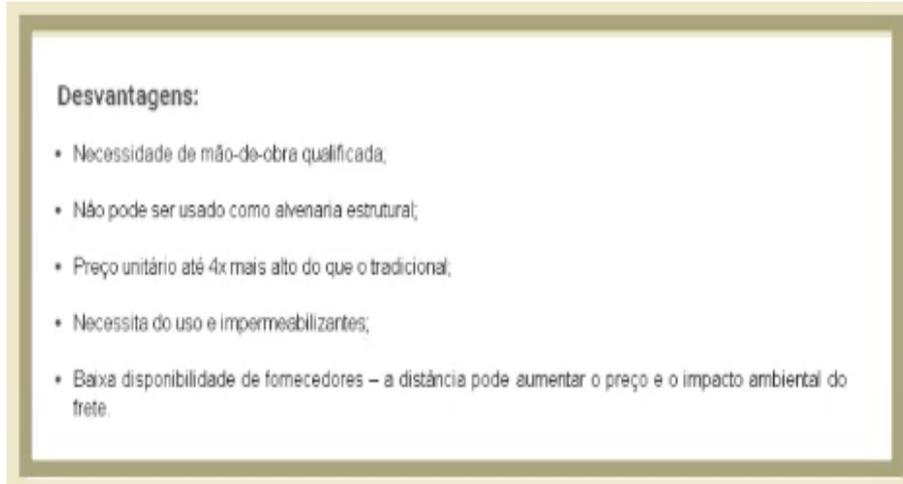


Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Analisando ambas as apresentações de acordo com as categorias-base elaboradas a partir da BNCC, os dois alunos mencionaram pontos que podem ser classificados de acordo com as categorias 1, 2 e 6. Eles demonstram uma percepção crítica em relação aos riscos associados ao uso de recursos naturais e os efeitos que podem causar, a longo prazo, na natureza. Além disso, com consciência sobre suas ações, se posicionaram de forma responsável quanto à importância da atuação do ser humano nas questões ambientais e propuseram soluções alternativas para um problema que afeta o meio ambiente, buscando substituir os materiais por opções mais viáveis e sustentáveis, considerando o conhecimento químico.

Embora os dois alunos tenham apresentado muitos pontos positivos sobre a substituição do tijolo comum pelo tijolo ecológico, o aluno A8 mencionou outras desvantagens associadas ao material substituto, não mencionadas anteriormente por A11, que estão apresentadas na Figura 21.

Figura 21: Desvantagens associadas ao uso do tijolo ecológico segundo o aluno A8



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Diferentemente dos demais, o aluno A8 teve um olhar para além dos benefícios associados ao material substituto. De forma consciente, ele se atentou para os malefícios que toda ação humana pode ocasionar, demonstrando que, mesmo com boas intenções, os materiais substitutos também podem apresentar pontos negativos que precisam ser considerados. Em sua análise, ele se atentou para os custos, disponibilidade no mercado, produtos agregados no uso e mão de obra necessária. Nesse contexto, a abordagem CTSA se mostra como uma proposta capaz de promover uma visão crítica dos alunos sobre temas envolvendo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio ambiente, uma vez que, por meio dela é possível

[...] compreender a dimensão social da ciência e tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais, ou culturais dessa mudança (BAZZO *et al.*, 2003, p. 125).

Outra apresentação que abordou o material de construção destacando seus benefícios e malefícios foi elaborada em dupla pelas alunas A6 e A12. Elas dividiram a análise do uso da argamassa em 4 etapas, comparando a argamassa cimentícia com a argamassa polimérica, substituta elencada como mais viável (Figura 22).

Figura 22: Tabela apresentada pelas alunas A6 e A12 comparando as argamassas cimentícia e polimérica

TABELA GERAL		
Item	Argamassa comum	Argamassa polimérica
Mistura de agregados (minutos)	8:47 min	---
Assentamento (minutos)	18:57 min	11:03 min
Custo da argamassa (R\$)	R\$ 23,00	R\$ 24,90
Quantidade produzida (kg)	60 kg	3 kg
Quantidade utilizada (kg)	43,38 kg	1,5 kg
Desperdício (kg)	16,62 kg	---
Desperdício (R\$)	R\$ 6,37	---
Custo para 1,24 m ² (R\$)	R\$ 16,36	R\$ 12,45
Custo por m ² (R\$)	R\$ 13,41	R\$ 10,04

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na primeira parte da apresentação as alunas destacaram os impactos ambientais causados pela argamassa cimentícia, inviabilizando seu uso, principalmente, por emitir uma grande quantidade de gás carbônico devido à queima durante a sua produção, gerando uma alta poluição do ar; além de retirar quantidades significativas de areia dos leitos dos rios, degradando o meio ambiente ao fazer uso de recursos não renováveis, o que permite classificar sua apresentação de acordo com a categoria 4.

Na segunda parte, sobre os fatores financeiros, a argamassa polimérica foi apresentada como 30% mais econômica que a argamassa cimentícia tradicional. Em seguida elas destacaram o tempo total da obra, que foi reduzido da argamassa portland para a polimérica, uma vez que essa última favorece o posicionamento dos tijolos, tornando mais prática e rápida sua aplicação. Por fim, mencionaram a disponibilidade no mercado como um fator que dificulta a escolha da argamassa polimérica.

Por se tratar de uma solução pouco conhecida, esse material não é encontrado com a mesma facilidade da argamassa comum, o que prejudica essa troca. Para resumir a análise realizada na comparação dos dois materiais, a Figura 22 foi apresentada pelas alunas, apontando valores para o estudo de cada fator determinante na escolha da argamassa mais viável.

Dessa forma, sobre o que elas apresentaram em relação à diminuição de retirada dos recursos naturais, aos fatores financeiros e ao tempo de obra, segundo as alunas, a argamassa polimérica apresenta benefícios que a tornam uma opção

mais adequada. Assim como aconteceu com os demais alunos, a apresentação abordou, de maneira reflexiva e consciente, os limites e riscos associados ao uso dos materiais de construção, atribuindo responsabilidade ao ser humano na escolha da opção mais adequada, buscando soluções sustentáveis para o meio ambiente.

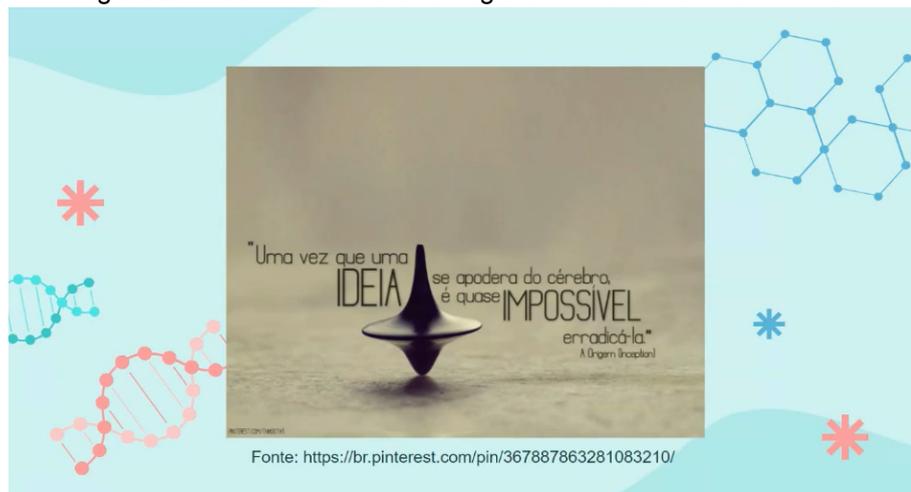
Um tópico que não foi mencionado pelas alunas, e que também não nos atentamos no momento da apresentação, foi o impacto relativo à adição de polímero nesse modelo de argamassa substituto apresentado por elas. Embora elas tenham citado alguns componentes, como o estireno acrílico, os pigmentos orgânicos e inorgânicos e os aditivos, não houve um aprofundamento sobre essas substâncias que justificassem os benefícios da argamassa polimérica em comparação a argamassa convencional, no que diz respeito aos seus componentes.

Por fim, diferentemente dos demais momentos, esse não encerrou com uma atividade assíncrona. Como o momento VI foi dividido em dois encontros, essa primeira parte foi finalizada com reflexões sobre a problemática geral. Por se tratar das etapas finais de desenvolvimento e produção de atividades, sugerimos que os alunos fizessem uma análise da atuação e produção que tiveram ao longo dos momentos. Eles deveriam pensar sobre tudo que foi vivenciado nas atividades, como as elaborações de material para apresentação, a desenvoltura na fala, a percepção da química na atuação profissional, a relação entre ciência e construção civil, entre outros. Para ajudar nessa reflexão geral, foi sugerido que eles pensassem nas suas atuações enquanto pesquisadores, estudantes de Edificações e futuros profissionais da área de construção civil.

O segundo encontro do momento VI foi voltado para refletir sobre todo o processo de desenvolvimento da proposta. A ideia era analisar a evolução dos alunos ao longo de suas trajetórias enquanto pesquisadores, buscando refletir sobre suas produções, desenvoltura de fala, elaboração de materiais e colaboração em grupo. Além disso, buscou-se também, refletir sobre as questões norteadoras da proposta, levando o olhar para o entendimento dos alunos sobre a química, o meio ambiente e a construção civil.

Para isso, a Figura 23 foi utilizada para iniciar a discussão. Como a proposta se baseou, desde o início, em discussão, reflexão e no compartilhamento de ideias, enfatizamos a importância de desenvolver ideias positivas para a propagação de um bem comum.

Figura 23: Slide de abertura do segundo encontro do momento VI



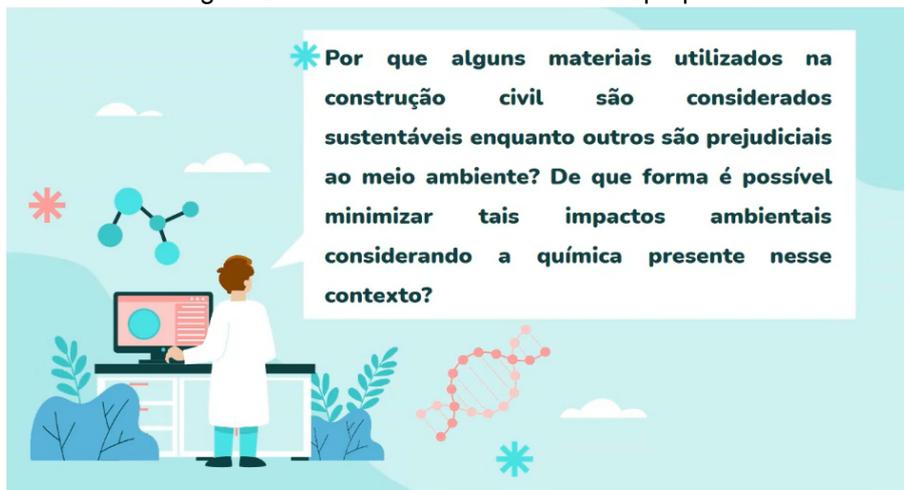
Fonte: Elaboração própria, 2022.

Como um pensamento pode se tornar resistente e contagioso, as atividades desenvolvidas na proposta foram “plantadas” para semear ideias e propostas que pudessem gerar bons frutos futuramente. Além de estudantes, os participantes da proposta se desenvolveram como pesquisadores e futuros profissionais, dispostos a analisar e refletir sobre os seus papéis na sociedade.

Sobre isso, o aluno A11 comentou sobre o poder das ideias positivas e negativas e enfatizou o interesse e a intencionalidade das ações. Segundo ele, quanto mais você se mostra empolgado e disposto a realizar uma atividade, mais aquela ideia vai ficar fixada no seu pensamento ao longo do dia. A diferenciação entre obrigação e responsabilidade também entrou na discussão e, para o aluno, o tempo, o interesse e a energia que você dispõe ao realizar uma atividade é o que a torna prazerosa ou não.

Em seguida, a discussão foi direcionada para a problemática da proposta apresentada na Figura 24.

Figura 24: Problemática norteadora da proposta



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Para responder às perguntas da problemática, o aluno A11 iniciou: *“Acredito que seja como eles interagem com o meio ambiente durante sua produção, exemplo o tijolo que emite CO_2 para o ambiente, por isso prejudica. No caso, a situação prejudicial pode ser durante a formação do material ou no final quando há o descarte [do material] na natureza”* (A11). Em sequência, propôs uma substituição do material, no exemplo dele, do tijolo comum para o tijolo ecológico; ou uma mudança no processo de produção, trocando substâncias a partir de uma análise da composição do material.

Como pode ser visto nesse e em outros momentos citados ao longo da análise, o aluno conseguiu responder às perguntas e ainda complementou as discussões, trazendo exemplos cotidianos e que se relacionam tanto com o meio ambiente quanto com a química.

Perguntamos se os demais alunos concordavam com a explicação do aluno A11 e um outro aluno, que também pesquisou sobre o tijolo, completou: *“Um material é prejudicial quando ele promove algum prejuízo ao meio ambiente. O tijolo [...] tem o processo de queima que emite gás poluente, vai para a camada de ozônio e causa o aquecimento global e o derretimento de geleiras. E o que é sustentável é o que não causa esse prejuízo ou diminui/minimiza esse prejuízo, por mais que ele possa fazer algum mal, nem que seja pequeno, em comparação ao outro, ele pode ser mais sustentável. E a forma de minimizar, seria buscando por soluções biodegradáveis que não façam tão mal ao meio ambiente, igual ao que a gente usa atualmente, como energia solar que é uma área que vem crescendo muito nos últimos tempos”* (A8).

A última fala do aluno A8, sobre o crescimento da área de energia renovável, pode ser associada à citação de Spadotto *et al.* (2011) ao mencionar a necessidade da busca por novas tecnologias que sejam capazes de promover soluções mais sustentáveis visando preservar os recursos naturais esgotáveis.

Dessa forma, assim como apresentado, a proposta sugerida com base na abordagem CTSA se desenvolveu a partir da análise de contextos reais, buscando instigar a criatividade e a criticidade dos alunos sobre os problemas cotidianos que envolvem o meio ambiente, trabalhando teoria e prática em conjunto.

Em seguida, o aluno A3 comentou sobre a dificuldade dos materiais mais sustentáveis receberem uma boa adesão no mercado. Segundo ele, fatores como a garantia de qualidade, o preço e a valorização do mercado influenciam na substituição dos materiais utilizados comumente. Sobre isso, ele comentou: *“Na construção civil, os elementos usados têm uma certa hierarquia há muito tempo. Eles têm um império, por serem muito utilizados. Como eu estava procurando um substituto para o cimento, como o bagaço da cana-de-açúcar, se usarmos o bagaço da cana-de-açúcar alguém diz ‘isso não é forte’. Também há a questão dos sustentáveis não serem tão valorizados [...] e muitas vezes são caros e com isso é muito mais difícil substituir, o que precisa ser repensado para os próximos anos”* (A3).

A fala desse aluno entra em consonância com um dos pilares da proposta geral que buscou considerar fatores históricos e sociais atrelados à construção civil. Como futuros profissionais da área é interessante que os alunos desenvolvam um olhar voltado para ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, considerando esses fatores como fundamentais na sua atuação enquanto profissional de construção civil. Na BNCC, essa relação consta na atuação de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias ao reforçar que quando os estudantes adquirem vivência e maturidade na área, eles são capazes de se aprofundar criticamente na interpretação de mundo e na tomada de decisões éticas e conscientes que serão úteis na resolução de problemas (BRASIL, 2018).

Sobre a proposta de maneira geral, o aluno A14 comentou: *“Durante toda a proposta a gente viu edificações e química juntos e isso, assim, foi bem fácil de assimilar porque a gente conseguiu ver a química sendo aplicada na vida real, coisa que, no nono ano eu não via, era o conteúdo e só isso. Aí eu não conseguia relacionar com nada da vida real, mas agora com essa proposta [...] eu consegui*

relacionar interações moleculares e essas coisas que deixou bem fácil de compreender o conteúdo” (A14).

Com essa fala recebemos um retorno positivo do aluno quanto aos benefícios que a proposta proporcionou ao longo do seu processo de aprendizagem. Isso reforça a necessidade de estabelecer relação entre sala de aula e cotidiano, assim como propõe a BNCC, ao reforçar a importância de tratar o conhecimento científico e tecnológico para além do conteúdo (BRASIL, 2018).

Por fim, a última atividade realizada pelos alunos consistiu em propor uma solução para a problemática apresentada no primeiro momento, sendo fundamental considerar o conhecimento químico estudado ao longo dos momentos, as questões relacionadas a área da construção civil e, fundamentalmente, a preservação do meio ambiente. Para isso, os alunos deveriam apresentar uma proposta que solucionasse a problemática, expondo como a construção civil pode fazer uso de um material sustentável a partir de uma solução aplicável, que vise minimizar os impactos ambientais gerados por essa área.

5.2 ANÁLISE DAS ATIVIDADES FINAIS

No momento final da proposta, baseada em uma abordagem CTSA, foram apresentados dez trabalhos, que foram elaborados pelos 13 participantes que permaneceram até o final dos momentos. O modelo de apresentação adotado pela maioria dos alunos consistiu em apresentação de slides, além de um pôster e um vídeo.

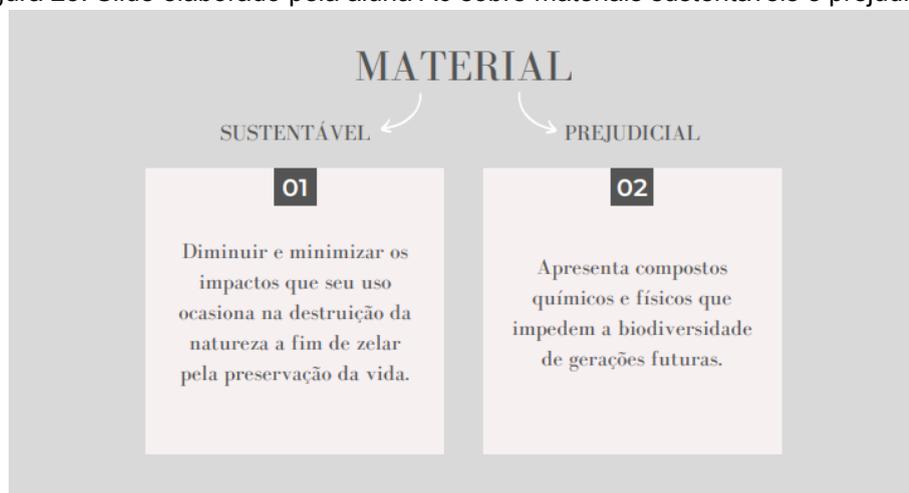
De forma geral, os materiais produzidos para apresentação contavam com informações pontuais que foram desenvolvidas e aprofundadas nas falas dos alunos durante a apresentação síncrona. Todos os trabalhos foram analisados com base nos pontos elencados para a escolha do material substituto. Para isso, os alunos precisavam considerar o meio ambiente, selecionar materiais sustentáveis e econômicos, relacionar o material com as suas propriedades químicas, além de analisar a sua disponibilidade no mercado e o seu custo.

Alguns alunos elaboraram uma apresentação mais aprofundada, refletindo sua compreensão a partir dos elementos que foram solicitados. Outros optaram por trabalhos mais resumidos e complementaram na fala, cada um com a abordagem

que mais se sentia confortável. A maioria deles propôs soluções criativas e fundamentadas, propondo soluções práticas para os problemas reais, considerando os questionamentos da problemática.

Dentre os trabalhos apresentados, um que recebeu destaque foi o da aluna A6, que havia pesquisado sobre a argamassa. Ela iniciou com a primeira pergunta da problemática “Por que alguns materiais utilizados na construção civil são considerados sustentáveis enquanto outros são prejudiciais ao meio ambiente?”. Para responder, a aluna buscou o significado das palavras sustentável e prejudicial e, depois disso, apresentou essa diferença relacionada aos materiais (Figura 25).

Figura 25: Slide elaborado pela aluna A6 sobre materiais sustentáveis e prejudiciais



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Como esses termos foram trabalhados inúmeras vezes ao longo da proposta, a aluna optou por sintetizá-los, dando ênfase ao significado com base na aplicação do material. Em seguida, ela caracterizou os benefícios da argamassa polimérica (Figura 26) e os comparou com alguns aspectos negativos da argamassa de cimento Portland (Figura 27).

Figura 26: Argamassa sustentável segundo apresentação da aluna A6



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Figura 27: Características negativas da argamassa de cimento Portland



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Para finalizar a resposta ao primeiro questionamento, a aluna definiu sustentabilidade como a *“capacidade de criar meios para suprir as necessidades básicas do presente sem que isso afete as gerações futuras”* (A6). E, para a segunda pergunta da problemática sobre de que forma é possível minimizar os impactos ambientais considerando a química presente no contexto estudado, ela sugeriu a utilização de materiais sustentáveis que *“sejam menos nocivos, mas que preservem e aperfeiçoem características mecânicas, econômicas e químicas; substâncias que não parem em aterros sanitários e que diminuam o impacto ao efeito estufa”* (A6).

De maneira geral, o trabalho elaborado pela aluna resumiu a ideia geral da proposta, além de completar as pesquisas e discussões realizadas ao longo dos

momentos. Ainda, analisando o trabalho a partir das categorias criadas com a BNCC, a aluna foi capaz de refletir sobre os riscos associados ao uso de recursos naturais essenciais para o planeta, entendendo as consequências negativas das ações humanas (categorias 1 e 4); se posicionar de maneira ética, responsável e consciente sobre o seu papel nas questões ambientais, se apropriando dos conceitos estudados e refletindo sobre suas ações (categorias 2 e 3); e, fundamentalmente, propor uma solução prática para as necessidades locais, regionais e/ou globais considerando as Ciências da Natureza como base da sua pesquisa (categoria 6).

Outro trabalho que abordou cuidadosamente os tópicos elencados para essa atividade foi o do aluno A3. Ele havia trabalhado com o cimento e, assim como a aluna acima, optou por apresentar um resumo geral das atividades realizadas, finalizando com a substituição do seu material e a resposta aos questionamentos da problemática. A Figura 28 é um recorte do slide produzido pelo aluno com a opção de material substituto escolhido por ele.

Figura 28: Possível substituição para o cimento de acordo com o aluno A3

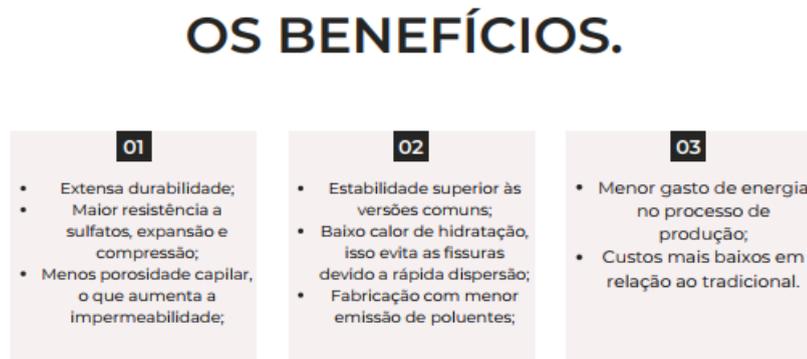


Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Esse foi mais um dos trabalhos em que foi possível perceber a evolução dos alunos quanto à elaboração dos slides, aos detalhes da pesquisa e, principalmente, aos cuidados com as referências utilizadas para fundamentar o estudo. O aluno A3 passou a citar engenheiros, professores e pesquisadores da construção civil, o que antes não era habitual em seus trabalhos. Em sequência, o aluno apresentou os benefícios de substituir o cimento convencional pela cal (Figura 29) e a importância de entender as propriedades do material, o custo de cada produto, o processo de

produção e o seu impacto ambiental no momento de decidir qual a melhor opção para uma obra.

Figura 29: Benefícios do cimento sustentável



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Com ênfase na parte química, esse aluno trouxe aspectos que refletiam a influência das propriedades do cimento considerando o seu destaque no mercado da construção civil e apresentou uma possível alternativa para substituir o material. Ele também conseguiu atender a maioria das categorias unindo as Ciências da Natureza com os materiais de construção e reforçando o papel do profissional da área na preservação do meio ambiente.

Outros alunos, porém, não chegaram a responder à pergunta da problemática, retomando o material substituto nesse momento. A aluna A15, por exemplo, embora tenha elaborado um bom trabalho sobre sustentabilidade (Figura 30), não abordou um material específico, nem mencionou aspectos químicos na sua apresentação.

Figura 30: Trabalho elaborado pela aluna A15



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

O trabalho acima se apresenta como um resumo da discussão geral realizada ao longo dos encontros e, embora aborde a sustentabilidade, não há uma relação entre o material de construção pesquisado e os aspectos químicos, sociais, ambientais e econômicos associados à substituição. Além dessa aluna, o aluno A8 também não atendeu ao que foi solicitado e apresentou um trabalho generalizado sem relacionar o material substituído com os aspectos solicitados.

Embora a maioria dos alunos tenha atendido à proposta, a dificuldade desses alunos em entregar um trabalho abordando química, materiais sustentáveis e meio ambiente pode refletir a necessidade de um acompanhamento mais direcionado partindo dos docentes orientadores. Embora estivéssemos à disposição para consultas, poucos alunos recorreram à ajuda e isso pode ter interferido na entrega final.

Cabe, ainda, refletir sobre a intencionalidade da atividade, analisando se os objetivos pensados para a proposta estavam de acordo com os questionamentos da problemática e quais pontos poderiam ser melhor apresentados. Para isso, é fundamental que haja um diálogo professor-aluno para repensar a proposta visando aprimorá-la para uma próxima aplicação.

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou analisar as contribuições da abordagem CTSA para a aprendizagem de alunos de um curso técnico em Edificações, a partir da relação construída entre a natureza química dos materiais de construção civil e os seus impactos ambientais. Para esse estudo, alguns documentos oficiais serviram como base na elaboração de categorias que foram associadas às atividades produzidas pelos alunos, sobre o que sugere a BNCC a respeito da área de Ciências da Natureza. O destaque da proposta consistiu em associar a construção civil à química por meio do estudo da estrutura e composição dos materiais.

A adesão à abordagem CTSA no contexto da futura área profissional dos estudantes foi uma escolha assertiva, que permitiu antecipar o contato deles com propostas de conscientização sobre os cuidados com o planeta. Ao longo do desenvolvimento das atividades, observou-se o aprimoramento de uma postura crítica dos alunos sobre os impactos dos materiais de construção no meio ambiente, bem como, sobre o papel do profissional de edificações na sua conservação e proteção.

No decorrer da proposta eles propuseram a substituição de materiais prejudiciais por alternativas mais sustentáveis e destacaram a importância da reciclagem de materiais que causariam impactos negativos. Sendo assim, a abordagem CTSA contribuiu para uma visão crítico-reflexiva dos alunos sobre as questões ambientais e sobre o papel dos alunos enquanto cidadãos e futuros profissionais da área.

Dessa forma, propostas envolvendo o CTSA dentro de um contexto próximo aos alunos podem desenvolver seu senso crítico e uma postura reflexiva a partir da relação baseada em ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Com as discussões promovidas nos momentos síncronos e com as pesquisas realizadas, os alunos conseguiram aprofundar seus conhecimentos sobre a química e as questões ambientais ao analisar o contexto da construção civil e seus impactos.

Ainda, o estudo da natureza química dos materiais de construção proporcionou aos alunos compreender como o tipo de ligação química, as interações entre as moléculas e as substâncias desenvolvidas durante a produção do material influenciam nos impactos socioambientais. Nessa perspectiva, é possível sugerir que a junção da construção civil com a química e meio ambiente promoveu uma

visão ampla das questões sociais, culturais e ambientais envolvidas no seu futuro campo de atuação profissional, reforçando a necessidade de considerar todas essas esferas no âmbito educacional.

Dessa forma, a proposta se mostrou relevante, por permitir abordar a química como pertencente à realidade dos alunos, relacionando o conteúdo com a vida real ao abordar conteúdos como ligações químicas, estrutura cristalina, interação intermolecular e propriedades físicas e químicas.

Em resumo, foi possível perceber que a abordagem CTSA contribuiu com o desenvolvimento criativo na elaboração dos trabalhos, o senso crítico-reflexivo sobre a preservação ambiental, maior interação nos momentos de discussão, além de atribuir um sentido para a química aplicada no dia a dia. Sendo assim, a abordagem contribuiu para promover a aprendizagem dos alunos a partir do estudo da natureza química e dos impactos ambientais associados aos materiais de construção civil.

REFERÊNCIAS

AMARAL, I. A. Educação Ambiental e ensino de Ciências: Uma história de controvérsias. **Pro-posições**, Campinas, SP. v. 12, n. 1, p. 73-93, 2016. Disponível em: <Educação ambiental e ensino de ciências: uma história de controvérsias | Pro-Posições (unicamp.br)>. Acesso em: 21 ago. 2022.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001>>. Acesso em: 13 set. 2022.

BAZZO *et al.* Introdução aos Estudos CTS. Cadernos de Ibero-América, 2003.

BOUZON *et al.* O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: Uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos. **Química Nova Escola**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018. Disponível em: <11-CP-69-17.pdf (sbq.org.br)>. Acesso em: 21 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf (mec.gov.br)>. Acesso em: 9 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. v. 3. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **PCN+**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <LAY ORIENTA.OES 2 TELA (mec.gov.br)>. Acesso em: 16 dez. 2021.

CARDOSO, S. P; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química, **Química Nova**. Ijuí: Unijuí, v.23, n.3, 2000. Disponível em: SciELO - Brasil - Lixo e reciclagem como tema motivador no ensino de química Lixo e reciclagem como tema motivador no ensino de química. Acesso em: 17 dez. 2021.

FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, p. 251-269, 2008. Disponível em: artigo 5.pmd (scielo.br). Acesso em: 17 dez. 2021.

GASQUES, A. C. F. *et al.* Impactos ambientais dos materiais da construção civil: breve revisão teórica. **Revista Tecnológica**, Maringá, v. 23, p. 13-24, 2014. Disponível em: <Vista do IMPACTOS AMBIENTAIS DOS MATERIAIS DA

CONSTRUÇÃO CIVIL: Breve revisão teórica (uem.br)>. Acesso em: 23 set. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOULET, D. “Desenvolvimento autêntico: fazendo-o sustentável”. In: Cavalcanti, Clóvis (org.) Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. 3ª Ed. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2001, p. 72-82. Disponível em: <Desenvolvimento e Natureza: Estudos para sociedade sustentável (ufba.br)>. Acesso em 04 set. 2022.

GOUVEIA, R. C. Possibilidades Pedagógicas da Física no Meio Ambiente. São Paulo: **Revista Iluminart**, v. 1, 2009.

HENDGES, A. P. B. *et al.* O enfoque CTS e a educação ambiental nas práticas educativas e nas configurações curriculares da educação básica. **X Jornada de Iniciação Científica Científica e Tecnológica da UFFS**, v. 1, n. 10, 2020.

JOHN, V. M. **Materiais de construção e o meio ambiente**. ISAIA, G. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, p. 97-121, 2010.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000. Acesso em: 04 set. 2022.

MACHADO, T. A., *et al.* Ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores em ciências biológicas: uma análise curricular. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 15, n. 35, p. 19-37, jan./abr. 2019.

MACIEL, J. S. C. **Alternativas sustentáveis de gestão ambiental na construção civil em Manaus**. Dissertação de mestrado. Manaus: Universidade Federal do Amazonas/Centro de Ciências do Ambiente, 2003.

MAGMATTEC. O que são materiais nanocristalinos. Disponível em:<<https://www.magmattec.com.br/materiais-magneticos-e-aplicacoes/o-que-sao-materiais-nanocristalinos>>. Acesso em 31 de agosto de 2023.

MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

MARCONDES, M. E. R. *et al.* Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em ensino de ciências**, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MOTOYAMA, S. Os principais marcos históricos em Ciência e Tecnologia no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, v. 1, p. 41-49, 1985. Disponível em: <download (sbhc.org.br)>. Acesso em: 25 ago. 2022.

NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (org). Fundamentos do Ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. *In*: FILHO, J. P.; NUÑEZ, I. B. e RAMALHO, B. L. **Ensino por projetos**: Uma alternativa para a construção de competências no aluno. Porto Alegre: Sulina, 2004. p. 265-282.

PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, S. Construção Sustentável: o caso dos materiais de construção. *In*: Congresso Construção, 3., 2007, Coimbra. **Resumos [...]**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2007. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7542/1/Artigo%204.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2021.

PERNAMBUCO, Secretaria da Educação e Esportes do Estado. União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação. **Currículo de Pernambuco 2021**. Pernambuco, 2021. Disponível em: <Confira o novo currículo do Ensino Médio em Pernambuco – SINEPE/PE (sinepe-pe.org.br)>. Acesso em: 29 out. 2022.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social**: Métodos e Técnicas. 1985. Reimpressão, São Paulo: Atlas, 2012.

ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, v. 31, p. 36, 2001.

SANCHES, D. G. R.; MOREIRA, A. L. O. R. CTS e a Educação Ambiental: Possibilidades nas Diretrizes Curriculares do Ensino Médio. X Congresso Internacional Investigación Didáctica de las Ciencias. Sevilla, 2017. Disponível em: <90_-_CTS_E_A_EDUCACAO_AMBIENTAL_POSSIBILIDADES_NAS_DIRETRIZES_CURRICULARES_DO_ENSINO_MEDIO.pdf (uab.cat)>. Acesso em: 21 ago. 2022.

SANTOS, P. T. A. *et al.* Lixo e reciclagem como tema motivador no ensino de química. **Eclética Química**, v. 36, p. 78-92, 2011. Disponível em: Redalyc.LIXO E RECICLAGEM COMO TEMA MOTIVADOR NO ENSINO DE QUÍMICA. Acesso em: 18 dez. 2021.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n.03, p.611-620, 2006. Disponível em: <SciELO - Brasil - Letramento em química, educação planetária e inclusão social Letramento em química, educação planetária e inclusão social>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 3. ed. Porto Alegre: UNIJUI, 2003.

SANTOS, W. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas cts em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 27-39, nov. 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2. Belo Horizonte, 2000.

SILVA, A. J. H. **Metodologia da pesquisa científica: conceitos gerais**. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Paraná: Gráfica Unicentro, 2017.

SILVA, J. E. **Concepções de Licenciandos do Curso de Química Sobre os Princípios do Movimento CTSA: Uma reflexão nos Currículos de formação Docente**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química – Licenciatura) – Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016. Disponível em: <[https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/39586/1/SILVA%2c José Ewerton da.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/39586/1/SILVA%2c%20José%20Ewerton%20da.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2021.

SPADOTTO, A. *et al.* Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência - ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, 2011.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. **Toxicidade de materiais de construção: uma questão incontornável na construção sustentável**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 10, n.3, p. 41-53, jul/set. 2010. Disponível em: <Vista do Toxicidade de materiais de construção: uma questão incontornável na construção sustentável (ufrgs.br)>. Acesso em: 04 set. 2022.

WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. (Orgs.). **Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública**. Barcelona: Anthropos, 1990. Disponível em: <Maquetación 1 (amsafe.org.ar)>. Acesso em: 22 ago. 2022.

APÊNDICE A – SLIDES DA APRESENTAÇÃO GERAL DA PROPOSTA



?

Por que propor um projeto de ensino?

- O ensino por projetos surge na educação como uma abordagem que possibilita tratar de forma contextualizada os conteúdos, que podem ser relacionados de forma interdisciplinar ou não, com base em uma temática geral que se relaciona tanto com a disciplina estudada quanto com o próprio cotidiano dos alunos.

?

01

Objetivo do projeto de ensino:

Promover a aprendizagem de forma dinâmica a partir de questões-problema presentes na vida dos estudantes;

02

Desenvolver um trabalho que proporcione uma atmosfera em que os alunos reflitam sobre um problema e possam relacionar com o dia a dia;

03

Seguir na direção de que o ensino em sala de aula não se resume a apenas aprender conteúdos.



Fonte: tyynyuk / Shutterstock.com

Nosso projeto de ensino:

É útil pois propõe discussões acerca dos impactos ambientais causados pela construção civil, possibilitando reflexões acerca do uso de certos materiais de construção aplicados em obras de edificações.



Fonte da imagem: <https://blog.maua.br/2015/06/semana-mundial-do-meio-ambiente-construcoes-ecologicas/>

Este trabalho propõe reflexões acerca da substituição de materiais de construção por outros mais sustentáveis, visando diminuir o impacto ambiental causado pela construção civil;

Tendo em vista a compreensão da natureza do material e de sua composição é possível entender o porquê de uns materiais serem mais prejudiciais para o meio ambiente do que outros.

Nosso projeto de ensino:

O projeto de ensino possibilitará que os conteúdos de Ligação Química, Interações Intermoleculares e Sólidos Cristalinos sejam trabalhados através do estudo da natureza e composição de alguns tipos de materiais utilizados na área;

Tendo como base a questão problema: "Por que alguns materiais utilizados na construção civil são considerados sustentáveis enquanto outros são prejudiciais ao meio ambiente? De que forma é possível minimizar tais impactos ambientais a partir do conhecimento químico presente nesse contexto?"

Objetivo Geral

- Proporcionar reflexões sobre a utilização de materiais de construção que sejam mais sustentáveis e econômicos para a construção civil, considerando as necessidades sociais, econômicas e ambientais.



Fonte da imagem: <https://www.catho.com.br/carreira-sucesso/carreira/dicas-emprego/objetivo-profissional/>

01

Objetivos Específicos:

Entender a evolução histórica do surgimento dos materiais de construção civil, considerando o contexto em que estavam inseridos;

02

Compreender os conteúdos de Ligação Química, Interações Intermoleculares e Sólidos Cristalinos relacionando-os com os materiais de construção;

03

Relacionar a química com os materiais utilizados na construção civil possibilitando uma compreensão geral sobre as propriedades químicas e físicas e natureza dos materiais de construção;

04

Propor ações sustentáveis e enfatizar a importância das questões socioambientais na construção civil.



Fonte: <https://www.gettyimages.com.br/imagens/uma-mao-que-cria-uma-escada-de-objetivos>

METODOLOGIA



O projeto de ensino será organizado em momentos, cada um com seu objetivo específico para o desenvolvimento.

MOMENTO I

Acontecerá em duas reuniões síncronas de 1 hora e 30 minutos cada e uma atividade assíncrona. Nesse momento, os participantes receberão orientações gerais sobre o projeto e um vídeo sobre educação ambiental na construção civil será utilizado para discussão da problemática em questão. Uma atividade assíncrona será proposta para que os alunos realizem uma pesquisa e escolham um material usado na construção civil cuja utilização possa ser maléfica para o meio ambiente e seres vivos, para ser discutido no momento II.

MOMENTO II

Para o momento II será necessário uma reunião de 2 horas e uma atividade assíncrona. A atividade proposta no momento I será retomada e discutida. O recurso de nuvem de palavras do Mentimeter será utilizado com o intuito de expor os materiais que os estudantes escolheram.

Durante as discussões, será solicitado que os estudantes coloquem notas no mural da ferramenta Google Jamboard, a respeito dos malefícios que os materiais pesquisados podem ocasionar ao meio ambiente, para uma organização geral das ideias apresentadas no encontro (síncrono).

Atividade 2 (assíncrona): Solicitação de leituras complementares, sobre as características dos materiais escolhidos, para explicar com mais detalhes do ponto de vista químico o porquê dele ser prejudicial ao meio ambiente para ser socializada no momento III.

MOMENTO III

Esse momento acontecerá em uma reunião de 2 horas e será iniciado com base no que os alunos trarão referente a atividade 2 solicitada no momento anterior. Através dessa atividade, será esperado que os estudantes consigam relacionar os malefícios dos materiais e suas propriedades. Em meio as apresentações poderão haver perguntas realizadas pelos residentes acerca do que foi pesquisado e caso não sejam respondidas, será instruído a pesquisa para promoção de reflexão em cima dos questionamentos. A atividade assíncrona terá como base a divisão de grupos para que os alunos pesquisem a respeito sobre as ligações químicas existentes.

MOMENTO IV

Acontecerá de forma síncrona, com duração de 1 hora e 30 minutos, e de forma assíncrona com duração média de 2 horas. Esse momento iniciará com uma discussão geral sobre ligações químicas, levantada pelos grupos de alunos. Como atividade assíncrona, será solicitado que os alunos leiam um artigo sobre Interações Intermoleculares e assistam a um vídeo sobre Estrutura de Sistemas Cristalinos. Depois disso, os alunos deverão destacar os pontos que eles consideram relevantes nos materiais sugeridos, para que sejam discutidos no momento V.

MOMENTO V

Terá uma reunião síncrona de 2 horas e uma atividade assíncrona. Inicialmente com questionamentos a respeito dos conteúdos interação intermolecular e sólidos cristalinos, guiando a discussão dos alunos a respeito desses assuntos. Para socialização, será solicitado que os alunos coloquem notas no Jamboard para a esquematização das ideias construídas a partir dos textos sugeridos anteriormente. Como atividade assíncrona será proposto que os estudantes pesquisem um material de construção civil que possa substituir e que seja mais sustentável do que aquele elencado por eles como prejudicial ao meio ambiente, no momento II. Eles deverão justificar porque esse material é mais viável do ponto de vista químico e da construção civil.

MOMENTO VI

Tendo duas reuniões de 1 hora e 30 minutos, esse momento irá se basear no material capaz de substituir o escolhido do momento II e será promovido reflexões acerca das conclusões que chegaram. Será retomada a questão principal do projeto com a finalidade de compreender se a caminhada do projeto até esse momento tem contribuído para a construção da solução da problemática. Como atividade assíncrona, os alunos terão de apresentar no momento VII uma solução adequada para a problemática em questão. Eles trarão como pode ser feita a utilização de um material sustentável ou mostrar um solução geral e aplicável de como minimizar os impactos ambientais gerados por esse setor.

MOMENTO VII

Esse último momento terá uma reunião assíncrona de 2 horas e uma produção assíncrona. Os alunos apresentarão suas propostas de solução da situação problema que é a atividade 6 descrita no momento VI (síncrono). Com o conteúdo desenvolvido pelos alunos durante o percurso, será proposta a produção (assíncrona) de um trabalho desenvolvido pelos alunos para socialização dos resultados obtidos em um evento do IFPE. O meio de produção do trabalho será escolhido pelos estudantes, podendo ser uma história em quadrinhos, um vídeo, um banner etc., contando com a nossa orientação.

Avaliação do projeto

Avaliação Formativa através de:

- Entrega das atividades solicitadas;
- Participação nas discussões;
- Contribuições nos encontros;
- Assiduidade.



Fonte da imagem: <http://www.concretlab.com.br/sobre/>

Avaliação do projeto: habilidades

- Saber investigar de forma autônoma;
- Desenvolver habilidades de pesquisa;
- Saber aplicar os conceitos químicos na área de estudo cursada;
- Ser capaz de refletir acerca de questões relacionadas ao bem-estar das pessoas e do meio ambiente.

Espera-se que os alunos:

- Relacionem a química com os materiais utilizados na construção civil;
- Desenvolvam um olhar crítico a respeito de como as ações na construção civil podem impactar o meio ambiente;
- Proponham ações que com ênfase nas questões socioambientais, a partir da escolha de materiais adequados e menos prejudiciais ao meio ambiente e à sociedade.

Cronograma

Etapas	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
1º momento (4 horas totais)	x			
2º momento (6 horas totais)		x		
3º momento (3.30 horas totais)		x		
4º momento (3.30 horas totais)			x	
5º momento (6 horas totais)			x	
6º momento (7.30 horas totais)				x
7º momento (2 + x horas totais)				x

Cronograma detalhado

ATIVIDADES DO MOMENTO I	MÊS DE DESENVOLVIMENTO
Orientações gerais sobre o projeto (1 hora e 30 minutos);	Julho
Vídeo sobre a educação ambiental na construção civil e discussão sobre vídeo (1 hora e 30 minutos);	Julho
Atividade assíncrona de pesquisa (1 hora).	Julho

Cronograma detalhado

ATIVIDADES DO MOMENTO II	MÊS DE DESENVOLVIMENTO
Apresentação síncrona pelos alunos proposta no Momento I (1 hora);	Agosto
Socialização síncrona utilizando o Google Jamboard como recurso (1 hora);	Agosto
Atividade assíncrona de pesquisa (4 horas).	Agosto

Cronograma detalhado

ATIVIDADES DO MOMENTO III	MÊS DE DESENVOLVIMENTO
Apresentação síncrona de tabela de propriedades dos materiais pelos alunos e discussão sobre ela (2 horas);	Agosto
Atividade assíncrona de pesquisa (1 hora e 30 minutos).	Agosto

Cronograma detalhado

ATIVIDADES DO MOMENTO IV	MÊS DE DESENVOLVIMENTO
Explicação pelos grupos sobre ligações químicas presente nos materiais escolhidos (1 hora e 30 minutos);	Setembro
Análise de textos e vídeos para discussão no momento seguinte (2 horas).	Setembro

Cronograma detalhado

ATIVIDADES DO MOMENTO V	MÊS DE DESENVOLVIMENTO
Discussão sobre o material abordado na atividade 4 e sobre os conteúdos interação intermolecular e sólidos cristalinos (2 horas);	Setembro
Momento assíncrono de pesquisa (4 horas).	Setembro

Cronograma detalhado

ATIVIDADES DO MOMENTO VI	MÊS DE DESENVOLVIMENTO
Discussão sobre o material escolhido e as conclusões que chegaram. Retomada da questão norteadora do projeto para reflexão sobre as contribuições do estudo (1 hora e 30 minutos);	Outubro
O estudante ou grupo de estudantes deverá apresentar suas propostas de solução para a problemática (6 horas).	Outubro

Cronograma detalhado

ATIVIDADES DO MOMENTO VII	MÊS DE DESENVOLVIMENTO
Apresentação síncrona das propostas de solução para a situação problema sugerida na atividade 6 (1 hora);	Outubro
Produção assíncrona de um trabalho desenvolvido pelos alunos para socialização dos resultados obtidos em um evento do IFPE (o tempo de criação vai depender dos temas e da divisão dos alunos).	Outubro

Obrigado!

Para mais informações acesse o projeto completo.

Herick Ribeiro Torres
Jucleyne Mansuella da Silva;
Vitória Régia Iria de Arruda.



Residência Pedagógica
INSTITUTO FEDERAL

REFERÊNCIAS:

- BIGELL, M. C. F. Projetos de trabalho na educação: para quê? Para quem?. Revista Educação e Cultura Contemporânea, v. 12, n.27, p. 320 - 340, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- CBIC. Indústria da construção civil. Disponível em: <https://cbic.org.br/industrias-da-construcao-civil/>. Acesso em 20 de abril de 2021.
- CARVALHO & SANTOS INCORPORADORA. Como avaliar materiais de construção de qualidade? Disponível em: <https://carvalhoesantosinc.com.br/construcao-civil/como-avaliar-materiais-de-construcao-de-qualidade/>. Acesso em 2 de julho de 2021.
- eCycle. Reciclagem: O que é e qual sua importância? Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/reciclagem/>. Acesso em 2 de julho de 2021.
- HERNÁNDEZ, Fernando. Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho. Armed Editora, 1998.
- ME SALVA. Estrutura de Sistemas Cristalinos - Gência dos Materiais. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=HUvE2Pe-Ig5&ab_channel=MeSalva%2EEngenharia -Refor%3A%70Universit%C3%AAtica. Acesso em: 25 de junho de 2021.

REFERÊNCIAS:

- NETWORK. Educação Ambiental na Construção Civil. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=amWFzCyNalA&ab_channel=CETESB. Acesso em 25 de junho de 2021.
- NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (org). Fundamentos do Ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. In: FILHO, J. P.; NUÑEZ, I. B. e RAMALHO, B. L. Ensino por projetos: Uma alternativa para a construção de competências no aluno. Porto Alegre: Sulina, 2004. p. 265-282.
- ROCHA, Willian R. Interações intermoleculares. Cadernos temáticos de Química Nova na escola, n. 4, p. 31-36, 2001. Disponível em: <http://qnescsbq.org.br/online/cadernos/04/interac.pdf>. Acesso em 12 de junho de 2021.
- SATTLER, M. A. Edificações e comunidades sustentáveis: atividades em desenvolvimento no NORIE/UFRGS. In: IV seminário ibero-americano da rede cyted XIV.C. Rio Grande do Sul, 2006.
- TONIOLLO, Bruno. Aula 1 - Introdução aos Materiais Básicos de Construção Civil. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=s4DWuWnFoBI&ab_channel=BrunoToniolo. Acesso em 25 de junho de 2021.

APÊNDICE B – TABELA DE PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

TABELA DE DESCRIÇÃO DAS PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

Nome do material:

Características Físicas	
Durabilidade - quando o material não precisa de constantes manutenções ou até mesmo substituições.	
Resistencia - o material oferece resistência à estrutura, protegendo-a contra chuvas e fogo, por exemplo	
Capacidade Térmica - o conjunto de materiais evita o calor ou frio excessivo dentro do imóvel construído.	
Isolamento Acústico - controla os ruídos da parte externa ou interna do imóvel	

Características Químicas	
Ciclo de Vida - está relacionado com o tempo que o material vai demorar para se desfazer.	
Tempo de decomposição – Tempo necessário para o material se decompor e desaparecer da natureza.	
Capacidade de Reutilização – Quantidade de vezes que o material pode ser aproveitado.	
Capacidade de Reciclagem – Processo em que há a transformação do resíduo sólido que não seria aproveitado, com mudanças em seus estados físico, físico-químico ou biológico, de modo a atribuir características ao resíduo para que ele se torne novamente matéria-prima ou produto.	

Informações adicionais: