

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Danusa Bender

A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DO
JEANS COMO PROPOSTA PARA ABORDAGEM
DE CIÊNCIAS NO 9º ANO

Passo Fundo

2021

Danusa Bender

**A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DO
JEANS COMO PROPOSTA PARA ABORDAGEM
DE CIÊNCIAS NO 9º ANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM), do Instituto de Ciências Exatas e Geociências (ICEG) da Universidade de Passo Fundo (UPF), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Alana Neto Zoch.

Passo Fundo

2021

CIP – Catalogação na Publicação

B458a Bender, Danusa
Avaliação do ciclo de vida (ACV) do jeans como
proposta para abordagem de ciências no 9º ano / Danusa
Bender. – 2021
125 f. : il., color. ; 30 cm..

Orientadora: Profa. Dra. Alana Neto Zoch.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2021.

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Ensino fundamental.
3. Ciclo de vida do produto. 4. Química - Estudo e ensino.
5. Meio ambiente. I. Zoch, Alana Neto, orientadora.
II. Título.

CDU: 372.85

Danusa Bender

**A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DO
JEANS COMO PROPOSTA PARA ABORDAGEM
DE CIÊNCIAS NO 9º ANO**

A banca examinadora, aprova, em 31 de abril de 2021, a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Alana Neto Zoch – Orientadora
Universidade de Passo Fundo – UPF

Dra. Neusa Maria John Scheid
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI

Dra. Aline Locatelli
Universidade de Passo Fundo – UPF

Dra. Clóvia Marozzin Mistura
Universidade de Passo Fundo – UPF

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho algumas pessoas me ajudaram e sem as quais não teria sido fácil consegui-lo. A todas elas, que seria extenso aqui anunciar, a minha profunda gratidão.

A algumas delas, pelo apoio especial que me prestaram ao longo deste trabalho, gostaria de agradecer especialmente:

Na Universidade, seu corpo docente, direção, coordenação, professores e administração que oportunizaram estar aqui concluindo mais uma etapa muito importante de minha vida.

Um agradecimento especial à Universidade de Passo Fundo pelo apoio e incentivo através da bolsa, sem ela este sonho não seria possível.

À minha orientadora, professora Alana, pelo suporte, orientações e correções.

Aos meus pais, irmãs e irmãos, que sempre me apoiaram e me incentivaram ao longo de toda a minha vida escolar e acadêmica.

Ao meu noivo Thiago, pelo carinho, apoio, amizade e por estar ao meu lado, principalmente nestes últimos tempos.

RESUMO

O Ensino de Ciências no presente momento se encontra distante da realidade dos estudantes e percebe-se a necessidade de melhorar o aprendizado escolar promovendo um ensino contextualizado e que os envolva. Entre as possibilidades que se apresentam para romper com essa situação é trazer para a sala de aula discussões que aproximem os estudantes de situações do seu contexto de modo a propiciar uma formação integral, como a proposta pela BNCC. Nesse sentido, a presente dissertação teve como objetivo geral analisar a pertinência da temática Avaliação do ciclo de vida (ACV), com enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), enquanto proposta pedagógica que propicie estabelecer relações entre o conhecimento científico e o contexto do educando, e como potencializadora em atingir os propósitos pedagógicos formativos elencados da BNCC, da CTSA e dos 3MP. Para tanto, uma sequência didática (SD) foi elaborada como produto educacional envolvendo os seguintes conceitos: substâncias, ligações químicas, processos de separação e transformações químicas, bem como o tema transversal meio ambiente. Com isso o seguinte problema foi estabelecido: *A temática de ACV, sob o enfoque CTSA, pode favorecer o estabelecimento de relações entre o conhecimento científico e o contexto do educando e que os objetivos pedagógicos pretendidos sejam alcançados?* Por meio de um levantamento bibliográfico sobre CTSA-3MP se verificou que são propostas que permitem trabalhar os conceitos disciplinares em consonância ao desenvolvimento de competências de cidadania, por isso foram escolhidos para a elaboração da (SD). A intervenção didática ocorreu em nove encontros com uma turma do nono ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública municipal na cidade de Tapejara, RS. As aulas, devido à pandemia de Covid-19, ocorreram de forma online, via plataforma Google Meet[®]. A pesquisa foi de natureza qualitativa e do tipo pesquisa-ação, utilizando como instrumentos para coleta de dados o diário de bordo elaborado pela professora/pesquisadora, o questionário inicial aplicado aos estudantes e as atividades desenvolvidas ao longo da SD, em especial, a apresentação de trabalhos no terceiro momento pedagógico, o qual se refere a aplicação do conhecimento. A análise dos dados obtidos se baseou em dois blocos: a temática enquanto proposta de trabalho em uma SD e a temática como promotora em alcançar os objetivos pedagógicos pretendidos nos trabalhos, os quais foram elencados da tríade BNCC-CTSA-3MP. Como resultados foi possível identificar que a temática abordada em seus aspectos qualitativos foi pertinente, uma vez que os estudantes não conheciam essa técnica de análise de impacto ambiental. Além disso, se considerou acertada a escolha dos assuntos relacionados à temática e os recursos didáticos (textos e vídeos) para compor a SD, pois permitiram uma participação efetiva dos estudantes, o que era uma preocupação uma vez que as aulas mudaram para o modelo virtual, síncrono. Em termos de conceitos mais específicos observou-se que os alunos não os priorizaram nas discussões dos seus trabalhos, entretanto, focaram nas relações CTSA na ACV dos produtos selecionados por eles, contemplando os objetivos formativos no que tange ao seu viés de formação para a cidadania. Assim, a temática propiciou uma visão mais sistêmica em relação ao impacto dos produtos que são consumidos pela população, e a relação de duas vias entre a ciência e a tecnologia, e destas com a sociedade e o ambiente. O produto educacional proveniente desta pesquisa está disponibilizado no site da EduCapes, com acesso através do endereço <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/599848>>.

Palavras-chave: CTSA. Ensino de Ciências. Química.

ABSTRACT

In the present times, the science teaching is far from the students' reality and the need to improve the school learning by promoting a contextualized teaching approach, which may involve them in the educational process, is recognisable. The presented possibilities to break this situation it's bring together the classroom discussions with students' context events in a way to promote a full formation, as proposed by BNCC. In this way, the present master's dissertation had the aim to analyse the pertinence of Life Cycle Assessment (LCA) theme, focusing Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach, as pedagogical proposal which promote to establish relationship between scientific knowledge and student context, and as driving force to achieve the formative pedagogical purposes arising from BNCC, STSE and three pedagogical moments (3PM). For this, a didactical sequence (DS) was elaborated as educacional product involving the following concepts: substances, chemical bonding, separation process and chemical transformations, as well the natural environment cross-cutting theme. Thus, the following problem was established: *"The jeans' LCA thematic", by STSE approach, could favour the relationship building between the scientific knowledge and the students context and to achieve the intended pedagogical goals?* Through bibliographical survey about STSE-3PM it was noted that these proposals allow to work concepts in line with development skills of citizenship, that's why both were chosen to elaborate the DS. The didactical intervention took place in nine meetings, with ninth year class of basic education, in a municipal school from Tapera-RS city. The classes, due to Covid-19 pandemic, took place in online mode, by Google Meet® platform. The research was developed following the qualitative approach and is characterized as research-action, employing as data collection tools the logbook elaborated by the teacher, the previous questionnaire applied to students, and the activities developed a long the DS, specially the works in the third pedagogical moment, which refers to the knowledge appliance. The analysis of obtained data was based on two blocks: the thematic as a work proposal in a DS, and the thematic as sponsoring to reach the intended pedagogical purpose, which are listed from the triad BNCC-STSE-3PM. As results, it was possible identified that thematic adressed, in its qualitative aspects, was appropriate since the students didn't know this analysis technique of environment impact. In addition, the choice of topics related to the thematic and resources (texts and videos) to compose the DS was considered adequate because allowed a effective participate of students, which was a concern since the classes changes to virtual and synchronous model. In terms of specific concepts, it was observed that students didn't focus them whitin their works discussions, however, they focusing the relations between STSE in the selected products LCA, contemplating the pedagogical objectives with regards its bias of citizenship formation. Thus, the thematic provided a systemic view concerning the impact of products consumed for population and the two-way relation between science and technology, and with society and environment. The educational product arising from this research is available in the site of EduCapes, with access through the address <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/599848>>.

Keywords: STSE. Science Teaching. Chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do ciclo de vida de produtos.....	35
Figura 2 - Gráfico representando os estágios do CV de um produto em relação às vendas e lucros.....	36
Figura 3 - Capa do produto educacional.....	52
Figura 4 - Página inicial do vídeo 1 “Avaliação do Ciclo de vida”	58
Figura 5 - Página inicial do vídeo 2 “Conheça mais sobre o cultivo de algodão - AgroJornal”	61
Figura 6 - Representação da fórmula estrutural da molécula de celulose	63
Figura 7 - Página de início do simulador.....	64
Figura 8 - Átomos presentes para possível ligação	65
Figura 9 - Modelo de Molécula de água (H ₂ O)	65
Figura 10 - Modelo de Molécula de oxigênio (O ₂)	65
Figura 11 - Modelo de Molécula de hidrogênio (H ₂)	66
Figura 12 - Modelo de Molécula de gás carbônico (CO ₂).....	66
Figura 13 - Modelo de molécula de nitrogênio (N ₂)	66
Figura 14 - Modelo de Moléculas construídas no simulador	67
Figura 15 - Página inicial do vídeo 3 “Processo de fabricação do jeans”	69
Figura 16 - Página inicial do vídeo 4: “Como tingir roupas sem manchar - renove seu guarda-roupas”	71
Figura 17 - Página inicial do vídeo “Conheça os processos de fabricação do jeans”	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os seis aspectos da abordagem CTS	23
Quadro 2 - Aspectos comparativos no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS.....	23
Quadro 3 - Categorias de ensino CTS	25
Quadro 4 - Trabalhos que constituem o <i>corpus</i> da pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes.....	40
Quadro 5 - Resumo da sequência didática da proposta	53
Quadro 6 - Descrição dos encontros	56
Quadro 7 - Atividades do 1º momento	56
Quadro 8 - Atividades do 2º momento pedagógico.....	60
Quadro 9 - Atividades de revisão	68
Quadro 10 - Processo de tratamento do efluente da fábrica de jeans	75
Quadro 11 - Produtos selecionados pelos estudantes e abordagens apresentadas.....	77
Quadro 12 - Instrumentos de coleta e caracterização <i>a priori</i>	80
Quadro 13 - Resumo dos Trabalhos	88

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

3MP	Três momentos pedagógicos
AC	Aplicação do Conhecimento
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ACVS	Análise do Ciclo de Vida Sustentável
ASCV	Avaliação Sustentável do Ciclo de Vida
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCV	Custo do Ciclo de Vida
CPM	Círculo de Pais e Mestres
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ICEG	Instituto de Ciências Exatas e Geociências
ISO	Organização Internacional de Normatização (do inglês: International Organization Standartization)
OC	Organização do Conhecimento
PI	Problematização Inicial
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
PPP	Projeto Político Pedagógico
SD	Sequência didática
UPF	Universidade de Passo Fundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	APORTE TEÓRICO	19
2.1	Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)	19
2.2	Os três momentos pedagógicos (3MP).....	29
2.3	Avaliação do ciclo de vida de um produto (ACV)	34
2.4	Estudos relacionados.....	39
3	PRODUTO EDUCACIONAL.....	49
3.1	Lócus da aplicação da sequência didática	49
3.2	Elaboração do produto educacional	50
3.3	Descrição dos encontros.....	53
<i>3.3.1</i>	<i>Situações iniciais.....</i>	<i>54</i>
<i>3.3.2</i>	<i>Primeiro encontro: 1º momento pedagógico</i>	<i>56</i>
<i>3.3.3</i>	<i>Segundo encontro: 2º momento pedagógico.....</i>	<i>60</i>
<i>3.3.4</i>	<i>Terceiro encontro: 2º momento pedagógico.....</i>	<i>62</i>
<i>3.3.5</i>	<i>Quarto encontro: 2º momento pedagógico.....</i>	<i>63</i>
<i>3.3.6</i>	<i>Quinto encontro: 2º momento pedagógico.....</i>	<i>68</i>
<i>3.3.7</i>	<i>Sexto encontro: 2º momento pedagógico.....</i>	<i>71</i>
<i>3.3.8</i>	<i>Sétimo encontro: 2º momento pedagógico.....</i>	<i>73</i>
<i>3.3.9</i>	<i>Oitavo encontro: 3º momento pedagógico.....</i>	<i>75</i>
<i>3.3.10</i>	<i>Nono encontro: 3º momento pedagógico.....</i>	<i>77</i>
4	PESQUISA	78
4.1	Caracterização da pesquisa	78
4.2	Os instrumentos para coleta de dados.....	79
4.3	Análise dos resultados	80
<i>4.3.1</i>	<i>A temática ACV como base para a construção da SD.....</i>	<i>81</i>
<i>4.3.2</i>	<i>A temática e os objetivos pedagógicos.....</i>	<i>88</i>
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
	REFERÊNCIAS	97
	APÊNDICE A - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	106
	APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	108
	APÊNDICE C - Questionário Inicial.....	109

APÊNDICE D - Slides I: Produção do algodão e transporte até a chegada na indústria	110
APÊNDICE E - Slides II: Ligações químicas.....	111
APÊNDICE F - Atividade de revisão.....	113
ANEXO A - Autorização da Escola	114
ANEXO B - Texto 1: O que é um ciclo de vida de um produto e sua avaliação (ACV)	115
ANEXO C - Texto 2: Jeans o Vilão da história!	116
ANEXO D - Texto 3: Cultivos e processo do algodão até chegar na indústria.....	118
ANEXO E - Texto 4: Como é possível a construção do tecido com tão poucos elementos químicos?	119
ANEXO F - Texto 5: Substâncias e misturas	120
ANEXO G - Texto 6: De onde vem o índigo que garante o azul do nosso jeans?.....	121
ANEXO H - Texto 7: Calça Jeans - Vilão do Meio Ambiente.....	122
ANEXO I - Transcrição dos trabalhos elaborados pelos estudantes.....	123

1 INTRODUÇÃO

A educação vem sendo discutida e sofrendo mudanças no século XXI, tanto no que concerne às metodologias quanto ao tratamento de informações e o uso da tecnologia no ensino, circunstâncias que cada vez mais fazem parte da vida acadêmica (RODRIGUES; SOUSA, 2019). Mas como formar cidadãos participativos na sociedade e formá-los para esta finalidade? Santos e Schnetzler (2000, p. 47) comentam sobre a participação dos cidadãos em sociedade:

Considerando que cidadania se refere à participação dos indivíduos na sociedade, torna-se evidente que, para o cidadão efetivar a sua participação comunitária, é necessário que ele disponha de informações. Tais informações são aquelas que estão diretamente vinculadas aos problemas sociais que afetam o cidadão, os quais exigem um posicionamento quanto ao encaminhamento de suas soluções.

Para que um cidadão atuante na sociedade seja formado na escola, o professor precisa repensar a sua prática docente, investigar o quanto está contribuindo para que essa formação aconteça. Quando o acadêmico finaliza o curso de graduação na universidade, surgem incertezas relacionadas em como aplicar na prática todos os conhecimentos adquiridos teoricamente e conseguir formar cidadãos atuantes em uma sociedade. É necessário mostrar sua competência e trabalhar muito para ganhar experiência, além do mais importante: vencer os desafios existentes nas escolas públicas.

Pensando nestas mudanças, em vencer os desafios existentes na educação, iniciei minha¹ formação na docência na Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro (EENAV), no ensino médio, modalidade normal (magistério), na cidade de Passo Fundo no ano de 2009. Durante três anos e meio tive a experiência de ir para sala de aula, ter práticas como docente, ministrar aulas no ensino fundamental I e educação infantil. Para concluir o magistério realizei o estágio obrigatório de 400 horas em uma turma de segundo ano do ensino fundamental I.

Iniciei a graduação em 2012 na Universidade de Passo Fundo (UPF) no curso de Química Licenciatura. Durante o percurso da graduação tive professores que me incentivaram a escrever sobre assuntos pertinentes a educação. Nessa etapa estive envolvida em diversos projetos, alguns artigos publicados, trabalhos e pôsteres apresentados em eventos, os quais abrangeram temas como Educação Inclusiva; Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS) e seu

¹ A fim de tornar o tom da escrita mais pessoal, opto, em algumas partes do texto, pelo emprego da primeira pessoa do singular.

desdobramento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e Formação de professores. Estes trabalhos agregaram experiência na área da educação, pois, por meio deles, estive envolvida em discussões e estudos relacionados a mudanças no ensino.

Assim, durante o desenvolvimento da graduação tive a oportunidade de ter o primeiro contato com a abordagem CTS/CTSA, já me interessando pelo assunto, e compreendendo sua importância no ensino de ciências, destacando o significado que Santos e Schnetzler (2000, p. 59) colocam sobre esta abordagem no ensino “significa o ensino do conteúdo de ciência no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social”.

Ao finalizar a graduação, em 2016, busquei uma formação em que eu pudesse olhar a ciência em diferentes aspectos e iniciei uma especialização na cidade de Getúlio Vargas, no Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai (IDEAU), concluída em 2017. Durante o período de um ano e meio tive aulas presenciais no curso de Especialização em Educação Interdisciplinar que me possibilitaram a troca de experiências entre colegas de diferentes áreas de conhecimento e me auxiliaram a pensar não apenas em uma disciplina isoladamente, mas sim, na educação em um âmbito interdisciplinar e contextualizado, que são parâmetros destacados constantemente nos documentos legais e demandam um diálogo entre os docentes das diferentes áreas.

Além disso, acredito ser fundamental que o professor aja de forma responsável no processo de ensino e aprendizagem buscando um planejamento da sua ação docente que se alinhe às demandas vigentes. Por meio deste planejamento, o professor pode indagar aos estudantes a forma como veem o mundo e expandi-la utilizando estratégias e metodologias que favoreçam uma aprendizagem que tenha significado para eles. Como comenta Fonseca (1998, p. 315) “O professor tem o dever de preparar os estudantes para pensar, para aprender a serem flexíveis, ou seja, para serem aptos a sobreviver na nossa aldeia de informação acelerada”. Trazendo a abordagem CTS/CTSA² para essa discussão, os autores Andrade e Vasconcelos (2014, p. 2) colocam para o professor “[...] o papel de estabelecer relações entre o conteúdo da disciplina com aspectos científicos e tecnológicos que envolvem a sociedade e de alguma forma interferem no ambiente, preparando os estudantes para a ação crítico-reflexiva perante as problemáticas sociais”.

O docente deve sempre estar disposto a ensinar e por mais que sua aula não ocorra conforme o planejado, ele deve seguir em frente e sempre procurar melhorar, avaliando sua

² Na introdução recorro ao uso dessa combinação quando me referir a generalizações deste enfoque, pois a CTSA é entendida como um desdobramento da CTS, sendo que toda a fundamentação teórica básica desse enfoque parte dessa última.

prática, sempre estando disposto às novas ideias e ideais. Chassot (1990, p. 14) coloca que vê “na ação do educador muito mais do que um transmissor de conteúdo ou até um reprodutor de conhecimento, mas alguém que educa a ciência, isto é, faz com que a ciência seja também um instrumento para as pessoas crescerem”. E é nesse sentido que ministro as minhas aulas, sempre buscando novas ideias, almejando inovar e aprender com as experiências que adquiro em sala de aula.

Tenho experiência nos diferentes níveis de ensino, aprendendo com os erros e colocando em prática todas as aprendizagens da vida acadêmica e sempre procurei me aperfeiçoar e não cair na acomodação. Atualmente, trabalho como professora em duas escolas na cidade de Tapejara/RS. De 2015 a 2017 ministrei aulas de química e, a partir de 2018 comecei a trabalhar com ensino interdisciplinar, no ensino fundamental I. Desde 2019, por meio de processo seletivo, atuo como professora de ciências no ensino fundamental II na Escola Municipal de Educação Básica Giocondo Canali.

Durante um ano ministrando aulas na escola municipal tirei várias conclusões relacionadas ao ensino-aprendizagem dos estudantes que lá frequentavam, e por isso percebi o quanto eu precisava agir para melhorar a realidade que eu estava frequentando, uma vez que entendo o papel importante da minha profissão na vida destes estudantes, especialmente em virtude das oportunidades de formação que tive na academia e nas experiências vivenciadas na prática docente.

Foi pensando em contribuir com a educação do município e com o ensino de ciências que o presente trabalho foi desenvolvido na escola citada anteriormente. Por se tratar de uma instituição que atende uma população de baixa renda, com poucos recursos e falta de informações básicas, surgiu a ideia de trabalhar com uma temática socioambiental, visando facilitar o processo de ensino aprendizagem, instigando os estudantes no desenvolvimento de uma postura mais participativa e crítica sobre assuntos que envolvam a Ciência e, com isso, propiciar um maior interesse pela Ciência.

É nessa perspectiva de trabalho que a CTSA foi o enfoque escolhido como orientativo para a construção da proposta, pois, como comentam Fernandes, Pires e Delgado-Iglesias (2018, p. 877), é necessário que o ensino de ciências

possibilite o desenvolvimento nos alunos não só de competências cognitivas, mas também de competências de cidadania, de atitudes e normas de conduta responsáveis, que lhes permitam tornarem-se cidadãos intervenientes ativos no mundo que os rodeia, conscientes e conhecedores dos seus direitos e deveres, e isso pode ser alcançado através da abordagem de ensino das Ciências com orientação CTSA.

Ou seja, se faz necessário viabilizar o acesso aos conhecimentos escolares e as informações sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, mas, também, propiciar que este seja discutido, problematizado e avaliado pela sociedade sujeita a ele, de forma que ela possa tomar parte das decisões que afetam o seu meio e atuar de forma consistente (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007), pois como comenta Dalbosco (2015, p. 124) “a ciência só se torna realmente emancipadora quando associada a processos dialógicos, solidários e cooperativos”.

Nesse contexto entra a escola, a qual sabidamente tem como principal papel a formação integral do aluno, partindo da universalização dos conhecimentos construídos pela humanidade e a formação para a cidadania. Seguindo essa linha de pensamento, Paro (2007, p. 39) já comentava:

[...] o que muitos estranham é que hoje a escola não deve mais se restringir à mera veiculação de informações a que ela se dedicava no passado. As chamadas “novas” funções da escola são necessárias e importantes não apenas porque os tempos mudaram, mas porque se supõe que a educação é formação do cidadão em sua integralidade, não apenas na dotação de informações.

Lima e Leite (2008, p. 2) também vão nesse sentido quando afirmam que a função da escola pública é “formar pessoas críticas e reflexivas, que assumam seu espaço na sociedade como sujeitos históricos, que refletem sobre a contemporaneidade histórica da escola, compreendem o mundo e escolhem o modo de atuar na sociedade” e essa necessidade ainda está presente nos processos educativos uma vez que é reforçada nos documentos legais recentes (BRASIL, 2017).

Entretanto, sabe-se dos problemas que as escolas enfrentam e que acabam interferindo na formação plena cidadã, como a evasão, a reprovação, a exclusão promovida por uma pedagogia que impede o acesso ao conhecimento real e significativo, além da falta de investimento, da valorização do profissional, de ações coletivas que identifiquem os problemas da comunidade e que os levem para serem discutidos no espaço escolar, entre outros (AGNES, 2013).

Com isso, observa-se a importância de que mudanças devem ser implementadas de forma que a escola, especialmente a pública, assuma de fato o seu papel, o qual, concordando com Lima (2007, p. 42), se resume em dois objetivos principais: “educar e instruir, socializar e formar”.

Nessa linha Paro (2007, p. 33- 34) destaca:

[...] a escola fundamental é entendida como agência educativa em seu sentido mais radical, tomada a educação como apropriação da cultura, e entendida esta como o conjunto de conhecimentos, valores, crenças, arte, filosofia, ciência, tudo, enfim, que é produzido pelo homem em sua transcendência da natureza e que constitui como ser histórico. No contexto de uma sociedade democrática, a função da escola sintetiza-se na formação do cidadão em sua dupla dimensão: individual e social.

Emergem destas discussões, como possíveis alternativas, a adoção de novas metodologias para o ensino, ou retomadas de metodologias já existentes, mas com perspectivas atualizadas, em que diferentes abordagens/métodos/ferramentas são propostas para serem desenvolvidos dentro das práticas educativas (ARAÚJO; MÜNCHEN, 2016).

E uma dessas abordagens que possibilita a formação de cidadãos atuantes na sociedade em que vivem, como citado anteriormente, é a da CTS/CTSA, uma vez que ela vê o desenvolvimento científico e tecnológico e sua influência na sociedade como propulsor para trabalhar os conhecimentos científicos, pois, como mencionam Santos e Auler (2011, p. 49):

Um dos aspectos marcantes de muitas das sociedades contemporâneas é o papel transformador do progresso científico-tecnológico sobre a sociedade. Isso mesmo nos aponta a Unesco na conferência mundial sobre a ciência para o século XXI ao considerar o papel estratégico do conhecimento no atual processo de globalização ou ainda a necessidade cada vez maior do conhecimento científico nas decisões públicas e privadas.

Uma sociedade atuante é transformada por cidadãos ativos que conseguem utilizar seus conhecimentos adquiridos, tanto científicos quando sociais, para melhorar a qualidade de vida. Acredito que formamos cidadãos ativos em sociedade quando os ensinamos a ver e utilizar os conteúdos para além dos muros da escola.

Nesse contexto, surge a avaliação do ciclo de vida de um produto (ACV ou LCA, do inglês: *Life Cycle Assessment*) a qual é definida por Ribeiro, Gianetti e Almeida (2008, s.p) como sendo “a história do produto, desde a fase de extração das matérias primas, passando pela fase de produção, distribuição, consumo, uso e até sua transformação em lixo ou resíduo”. Pela sua definição se observa que ela apresenta elementos que se alinham à CTSA, mais especificamente, por abarcar o impacto dos materiais produzidos/consumidos pela população, ou seja, a influência do desenvolvimento tecnológico na sociedade em que vivemos, com ênfase no ambiente.

Como método, Auler (2003) caracteriza a CTS, e me permito estender para a CTSA pelo já exposto de que entendo este enfoque como um desdobramento do primeiro, como uma abordagem temática que envolve questões mais amplas e de cunho social. Desta maneira, foi adotada nesta dissertação a palavra “temática” para classificar ACV; também por ter

observado, no levantamento de estudos relacionados (item 2.4), que é um termo em geral utilizado no enfoque CTS/CTSA, embora a palavra “tema” isolada (não “tema gerador”) apareça em trabalhos, sem distinção entre elas.

A partir do que foi mencionado até aqui, se apresenta o questionamento que guiou a presente pesquisa: **A temática de ACV, sob o enfoque CTSA, pode favorecer o estabelecimento de relações entre o conhecimento científico e o contexto do educando e que os objetivos pedagógicos pretendidos sejam alcançados?**

Assim, no intuito de atender ao questionamento, o objetivo geral consiste em analisar a pertinência da temática ACV, com enfoque CTSA, enquanto proposta pedagógica que propicie estabelecer relações entre o conhecimento científico e o contexto do educando, e como potencializadora em atingir os propósitos pedagógicos formativos elencados da BNCC e da CTSA e 3MP que são comuns entre si.

De forma mais específica pretende-se:

- Discorrer sobre CTS/CTSA.
- Realizar um levantamento bibliográfico de teses e dissertações para identificar trabalhos envolvendo CTS/CTSA e os 3MP.
- Elaborar um produto educacional na forma de uma sequência didática estruturada nos três momentos pedagógicos, com base no enfoque CTSA, a partir da temática da “avaliação do ciclo de vida do jeans”.
- Desenvolver o produto educacional com alunos do 9º ano do ensino fundamental II, com relação à contemplação dos objetivos educacionais.

Justifica-se a intenção de investigar esta proposta de intervenção didática, baseada na CTSA e tendo a ACV como “fio condutor” para a seleção dos conteúdos e das estratégias didáticas a serem adotadas, pois observo que os estudantes têm grandes dificuldades em relacionar, no seu cotidiano, os conceitos adquiridos; muitas vezes até compreendem o conteúdo estudado, mas não fazem relações com suas situações diárias, o que se afasta da ideia de possibilitar a ele uma leitura crítica de mundo. Acredito que o professor pode trazer informações do mundo para sua aula, contextualizando sua abordagem, e possibilitar, desta maneira, o acesso a novas formas de conhecer e interagir com o contexto.

Nesse ponto é importante destacar a contextualização como estratégia para o ensino de Ciências. Marcondes et al., (2009) apoiados nas ideias de Santos e Schnetzler (2000) pontuam que ela teve sua origem no movimento CTS, sendo apoiada por pesquisadores e professores “como um meio de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania concomitantemente à

aprendizagem significativa de conhecimentos científicos” (MARCONDES et al., 2009, p. 284), repercutindo no enfoque CTSA, conseqüentemente.

Como anunciado nos objetivos específicos, selecionei a sistemática dos 3MP (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990) para a organização das atividades didáticas no produto educacional e condução do trabalho pedagógico em sala de aula, isto por identificar articulação com a CTSA no que tange a buscar situações do contexto a fim de promover discussões que auxiliem na reflexão e posicionamento críticos, por parte do educando, acerca da ciência e sua relação com os diferentes aspectos que envolvem a sociedade em que vive.

Com o exposto até aqui fica evidenciado que o ensino de Ciências, em uma perspectiva que envolva a ciência e a tecnologia e suas implicações sociais, contribui para fomentar discussões que envolvam vários aspectos do contexto da sociedade contemporânea, como os ambientais, os de natureza ética, entre outros, e, com isso, instigar o estudante a emitir opinião, propor soluções, tomar decisões e até se engajar em ações sociais responsáveis (AULER, 2003; SANTOS; SCHNETZLER, 2000), sem deixar de tratar dos conhecimentos específicos, mas envolvê-los de forma não fragmentada na ação didática.

Desta forma, a seqüência didática proposta neste trabalho selecionou o jeans como material para trabalhar a ACV, pois ele está presente no cotidiano de qualquer brasileiro e possibilita diversas abordagens no ensino, como já destacaram München et.al. (2015). Em relação aos conteúdos escolares, por meio desta proposta será possível discutir: substâncias químicas, ligações químicas, processos de separação e transformações químicas, os quais estão previstos na BNCC para o período indicado na aplicação da seqüência didática, com o viés da CTSA.

Com esse pensamento, acredita-se que a intervenção didática proposta possa favorecer o desenvolvimento de competências pontuadas na BNCC (BRASIL, 2017) e que tem ressonância no enfoque CTSA e nos 3MP, a tríade BNCC-CTSA-3MP, como uma participação mais ativa no processo educativo, a análise crítica, a externalização de opiniões, todas convergindo em fomentar o protagonismo do estudante e sua formação cidadania por meio da aproximação com as situações do contexto.

Para a análise da proposta foram elencados objetivos educacionais, sistematizados em categorias retiradas da BNCC e que tem ressonância com a CTSA e os 3MP, como já mencionado no parágrafo anterior, e que vão estar especificados no item metodologia da pesquisa.

Esta dissertação de mestrado foi estruturada tendo como itens, após esta introdução, os aportes teóricos que fundamentam a pesquisa. Ele se inicia com o enfoque CTS/CTSA,

destacando os principais pontos que são vistos como potencializadores para a construção de uma aprendizagem envolvendo a ciência, tecnologia e a sociedade. Também se descreve sobre os 3MP, detalhando os seus passos e o que cabe ser feito em cada um deles. Outros itens do referencial versam sobre a avaliação do ciclo de vida de um material e o levantamento de estudos relacionados à pesquisa pretendida neste trabalho. Logo após, se descreve a proposta do produto educacional, sua elaboração e a descrição dos momentos na prática. Em seguida, descreve-se a metodologia da pesquisa, destacando os instrumentos de coleta de dados e a análise dos resultados; finalizo com as considerações sobre o trabalho.

2 APORTE TEÓRICO

Nesta etapa do trabalho será apresentado o referencial teórico que serviu de base para a pesquisa que foi desenvolvida, este traz estudos que comentam sobre o enfoque CTS/CTSA, os 3MP e o que é um ACV. O último subitem apresenta descrição de trabalhos encontrados na literatura, por meio de um levantamento realizado no catálogo de teses e dissertações da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), correlacionados a esta pesquisa no que tange a CTS/CTSA e os 3MP.

2.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Nas palavras dos autores Pinheiro, Matos e Bazzo (2007, p. 148), “a atual sociedade, marcada pela revolução tecnológica, vem exigir da escola que esta possa criar oportunidades para a formação de competências básicas, tanto no exercício da cidadania como no desempenho de atividades profissionais”. Deste trecho é possível extrair que à escola é atribuído um papel importante no que concerne a proporcionar ao estudante uma formação que vai muito além de tratar tão somente os conhecimentos disciplinares. Emerge uma necessidade de reformulação da metodologia de ensino tradicional, marcada pela centralização nos conhecimentos específicos sem preocupação de vinculação com o contexto mais amplo do estudante.

Chassot (2003, p. 89) já apontava que as rápidas modificações que o mundo vem sofrendo atingem a educação, em especial a sala de aula, em duas direções: “Primeira, o quanto são diferentes as múltiplas entradas do mundo exterior na sala de aula; e a outra direção, o quanto essa sala de aula se exterioriza, atualmente, de uma maneira diferenciada”. Trazendo como exemplos dessas duas direções, a diferença da escola na época dos avós, “enclausuradas às invasões externas” e a quantidade de informações que os estudantes hoje em dia trazem para a escola devido ao acesso à conexão com o mundo tecnológico, respectivamente. E, ainda, o autor sinaliza “Se antes o sentido era da escola para a comunidade, hoje é o mundo exterior que invade a escola” (p. 90). E, nesse fluxo, notadamente a escola pode perder seu papel importante, destacado no início desse texto, ao desvincular sua atuação do contexto ativo que envolve a sociedade e, por conseguinte, de seus estudantes.

Com isto, dentro do processo educativo, se percebe a importância de se ter um olhar para o meio em que se vive, para as situações que se colocam nos diferentes aspectos que envolvem a sociedade, revitalizando, deste modo, o papel da escola tornando-a um “polo de disseminação de informações privilegiadas” (CHASSOT, 2003, p. 90).

Nesse contexto, o ensino de ciências se destaca, em especial pelas discussões acerca da necessidade de romper com a fragmentação em relação à ciência, a tecnologia e a sociedade, proporcionando ao educando elaborar e construir significados sobre o mundo (ANJOS; CARBO, 2019).

Com isso, passo a discutir a abordagem CTS, com uma incursão em suas origens, uma vez que ela surge de uma demanda externa que influenciou os currículos e foi se modificando à medida que a visão em termos de educação foi ampliando-se. Posteriormente, descrevo o seu desdobramento, a CTSA. É importante pontuar que inicio com as discussões sobre o enfoque CTS, porque na origem destas discussões esta é a sigla utilizada, posteriormente, outros aspectos importantes da sociedade foram adicionados, como os ambientais e culturais, gerando novas siglas como Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA (CARVALHO; PÉREZ, 2010) e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Arte - CTS-Arte (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2013).

Segundo Pinheiro, Matos e Bazzo (2007), o movimento CTS surge nos países europeus entre os anos de 1960 e 1970, devido aos “questionamentos em torno da ciência e tecnologia com relações às armas nucleares e químicas, ao agravamento dos problemas ambientais e seus impactos na vida das pessoas” (p. 152).

Entretanto, muito antes disso, durante a Guerra Fria, países como Estados Unidos e Inglaterra perceberam a necessidade e se apressaram em formar cientistas e, segundo Santos (2017), o ensino de ciências evoluía de forma branda antes da guerra fria, sem sobressaltos na comunidade educacional.

Já existiam reformas curriculares no ensino de ciências em alguns institutos, entretanto, foi o lançamento do satélite *Sputnik*, pela União Soviética, que acarretou a criação de projetos curriculares que recomendavam a vivência do método científico como um componente importante para desenvolver o anseio pelo espírito científico. Com isso, surgem diversos materiais instrucionais e projetos de reformas educativas com uma visão mais próxima à formação de “cientistas”.

Entretanto, a ciência e a tecnologia eram entendidas de forma diferente pelos autores Roehing e Camargo (2013, p. 119):

A ciência como atividade autônoma, neutra, desinteressada e de caráter cumulativo, entre outros aspectos, de modo que a sua finalidade exclusiva era a busca da verdade, independentemente de fatores externos ao campo científico. A tecnologia, por sua vez, era vista como a aplicação de teorias científicas, sem, no entanto, haver vínculo direto entre as duas áreas. Sendo a ciência uma atividade neutra, qualquer responsabilidade sobre a sua aplicação em tecnologia viria a recair sobre aqueles que dela fizessem uso, ou seja, a responsabilidade sobre questões éticas, políticas e sociais decorrentes do mau uso de determinadas tecnologias não recaiam sobre os cientistas e engenheiros, e sim a quem as consumia.

À medida que as ameaças externas da guerra fria arrefecem, surgem inovações educacionais mais amplas, que visam o entendimento do processo de cognição levando ao aparecimento de teorias de aprendizagem (Piaget, Bruner, Vygotsky, Gagné e Ausubel), as quais inspiraram diversos métodos de ensino dentre eles a CTS (SANTOS, 2017), esta última também impulsionada por questionamentos em relação ao papel da ciência e tecnologia e suas implicações na sociedade. Assim, ensinar ciências sob o enfoque CTS adquiriu o significado de “ensinar sobre os fenômenos naturais de maneira que a ciência esteja embutida no ambiente social e tecnológico do aluno” (AIKENHEAD apud ROEHING; CAMARGO, 2013, p. 874), que a ciência e a tecnologia não sejam vistas como desvinculados entre si, autônomos, destacando, também, outro aspecto importante deste enfoque que é estar orientado para o educando, de modo a permitir que o ensino tenha significado para ele.

Para Pinheiro, Matos e Bazzo (2007, p. 152) o movimento CTS “ganhou espaço no contexto educacional, visando promover o letramento científico e tecnológico que ultrapasse conteúdos isolados, incluso no currículo dos alunos, sem a devida contextualização”.

Santos e Mortimer (2002) salientam que o surgimento da CTS veio da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, de modo que ele pudesse ter participação em decisões relacionadas a diversos aspectos que o afetam, como os ambientais, como as questões éticas provenientes do desenvolvimento científico e tecnológico, entre outras. Santos e Auler (2011) corroboram com este ponto destacando que o movimento CTS foi incorporado com um entendimento de formação para a cidadania, relatado por Santos e Mortimer (2002, p. 5):

O objetivo central da educação de CTS no ensino médio é desenvolver a alfabetização 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.

Roehing e Camargo (2013) pontuam que, embora pesquisas sobre tendências no ensino de ciências apontassem para uma abordagem crítica da ciência, ainda não havia uma

ênfase na CTS, destacando dois estudos que versavam sobre o assunto, o de Carvalho e Vanucchi (1996) e o de Moreira (2000). Entretanto, embora algumas vezes a alusão à CTS não se fazia presente nas pesquisas, contata-se que era possível vislumbrar alguns de seus pressupostos em alguns estudos, como no caso de Krasilchik (1987, p. 67), que aponta como um dos objetivos para o ensino de ciências: “Analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, a natureza e importância da tecnologia, seus alcances e limitações. A propriedade ou inadequação de certas práticas e processos industriais deverão ser analisadas pelos alunos”.

Ou seja, as discussões já estavam orientadas para um ensino de ciências que levasse o estudante a refletir criticamente sobre a ciência e suas implicações. Nesse viés, Santos (2007) destaca que nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), princípios da abordagem CTS começam a aparecer explicitamente e a partir das últimas duas décadas do século XX o movimento CTS alcança uma grande projeção, com autores se tornando as principais referências deste enfoque no Brasil (ARAÚJO et al., 2009) no desenvolvimento de diversos projetos curriculares e de pesquisas relacionados ao ensino de ciências sob este enfoque, como comenta Roehing e Camargo (2013, p. 126):

É a partir do início deste século que a produção da área aumenta significativamente, com a publicação de artigos que de alguma forma abordam o movimento CTS na educação científica. [...] Dentre esses trabalhos destacamos Auler e Bazzo (2001) e Santos e Mortimer (2002), que trazem importantes reflexões sobre a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro, Angotti, Bastos e Mion (2001), que trazem resultados de uma proposta de discussão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em aulas de Física, Amorim (2001), que procura analisar os processos de produção de conhecimento escolar em aulas de Biologia nas quais um professor trabalha temáticas dentro do contexto das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, entre outros.

Cortez e Del Pino (2017) destacam diversos aspectos proclamados por autores ao discutirem a temática CTS, como os de Ziman (2003), que elenca os enfoques como: vocacional, histórico, filosófico, sociológico, interdisciplinar, problematizador e de aplicação da ciência; e, as de Aikenhead (1994, apud CORTEZ; DEL PINO, 2017): contextualização, tomada de decisões, currículo orientado para o aluno e formação crítica para o exercício da cidadania.

Na mesma perspectiva, Santos e Mortimer (2002) traduzem os esclarecimentos acerca da relação de cada aspecto que a CTS envolve (Quadro 1) de forma a facilitar a interpretação desses enfoques.

Quadro 1 - Os seis aspectos da abordagem CTS³

Aspectos CTS	Esclarecimento
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia sobremaneira o estilo de vida do grupo.
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o a maneira como as pessoas pensam sobre si próprias e sobre problemas e soluções.
Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões públicas e privadas podem influenciar a direção em que os problemas são resolvidos e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: Mckavanagh e Maher apud Santos e Mortimer, 2002, p. 121.

Já Santos e Schnetzler (2000), focando no ensino na perspectiva CTS, trazem uma comparação (Quadro 2) entre ele e o ensino tradicional de ciências, e pode-se observar que o primeiro se destaca de forma positiva ao se observar as limitações que possuem o ensino tradicional, em particular a falta de articulação com os avanços tecnológicos sob o ponto de vista de não abrir espaço para discussões a respeito da relação desses com a ciência e vice-versa, somando-se a isso a falta de tratar da influência de ambos na sociedade.

Quadro 2 - Aspectos comparativos no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS.

ENSINO CLÁSSICO DE CIÊNCIA	ENSINO DE CTS
1. Organização conceitual a ser estudada (conceitos de física, química, biologia)	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2. Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum
3. Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3. Exploração, uso de decisões são submetidas a julgamento de valor.
4. Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade	4. Prevenção de consequências a longo prazo.
5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.	6. Ênfase à prática para chegar à teoria.
7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	7. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).
8. Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.	8. Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.

Fonte: Santos e Schnetzler, 2000, p. 62. (Adaptado).

Como se pode perceber, a perspectiva CTS não atende apenas uma educação científica com conceitos, mas é mais abrangente, apresenta uma ênfase na formação do cidadão crítico,

³ Uma versão similar e complementar pode ser consultada em Santos e Schnetzler, 2000.

preparando um estudante para resolver situações dentro do meio em que vive, para tomar decisões fundamentadas e, assim, melhorar as condições de vida do seu meio social, como identificam Maestrelli e Lorenzetti (2017, p. 2):

O enfoque CTS funciona como uma força cultural que é capaz de induzir à participação mais ativa de todos os cidadãos contribuindo para uma sociedade de melhor qualidade democrática, onde o caminho da mudança e do progresso passa por um modelo misto de princípios e ações.

Na sequência Pinheiros, Matos e Bazzo (2007, p. 151) relatam que:

É necessário ultrapassar a meta de uma aprendizagem apenas de conceitos e teorias, relacionadas com conteúdos abstratos e neutros, para um ensino mais cultural que proporcione uma melhor compreensão, apreciação e aplicação da ciência e da tecnologia, levando-se em conta as questões sociais e entendendo que, tanto a ciência, quanto a tecnologia são resultados do saber humano e que, portanto, estarão presentes na nossa vida.

Em termos de currículo com vistas à abordagem CTS, López e Cerezo (1996), ao analisarem sobre as mudanças curriculares relacionadas a este enfoque, salientam que o ideal é que elas não se restrinjam à adoção de temas para serem trabalhados em uma prática que ainda não valoriza a interlocução efetiva entre os conteúdos disciplinares e o tema. As mudanças devem levar em consideração os princípios que a diferenciam de um ensino tradicional, ou seja, como comentam Santos e Mortimer (2002, p. 127), ter:

[...] a preocupação com a formação de atitudes e valores em contraposição ao ensino memorístico de pseudopreparação para o vestibular; a abordagem temática em contraposição aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno; o ensino que leve o aluno a participar em contraposição ao ensino passivo, imposto sem que haja espaço para a sua voz e suas aspirações.

Pois, como Auler (2002, p. 31) já sinalizava em relação à abrangência de propostas didáticas relacionadas à CTS,

O enfoque CTS abarca desde a ideia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade apenas como fator de motivação no ensino de Ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo em alguns projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário.

Considerando isso, vários delineamentos para a implementação dos objetivos da CTS foram estabelecidos nos currículos e nas práticas pedagógicas, gerando classificações de ensino via CTS (AULER, 2002). Uma destas apresenta oito categorias elaboradas pelo perfil

do ensino voltado para a perspectiva CTS, elencadas por Aikenhead (Quadro 3) e traduzidas por Santos e Mortimer (2002).

Quadro 3 - Categorias de ensino CTS

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

Fonte: Aikenhead apud Santos e Mortimer, 2002. (Adaptado).

Já Pinheiro, Matos e Bazzo (2007) citam três classificações de Walks, as quais foram visualizadas em pesquisas do tipo investigação-ação, utilizando esse tipo de enfoque no ensino médio: Enxerto CTS, Ciência e Tecnologia por meio de CTS e CTS puro. Dessa forma, observa-se que uma comparação entre os exemplos de projetos usados por estes autores e os usados por Aikenhead para exemplificar cada uma dessas classificações permite verificar que essas três pontuadas se enquadram nos aspectos 3, 4 e 7, do Quadro 3, respectivamente.

Pode-se observar que o enfoque CTS tem adquirido diferentes possibilidades de abordagens, ou seja, modalidades diversas, dependendo de como ele é implementado em sala de aula ou no projeto escolar.

Após essa incursão na CTS passo agora a focar na CTSA, que no entendimento adotado nesta dissertação, se caracteriza como um desdobramento da CTS, a qual vai ser discutida a seguir.

O surgimento da referência ao Ambiente (A) na sigla CTS, originando a CTSA, veio a partir da década de 90, e, como afirma Martins (2020, p. 21), em especial,

Após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Eco-92, realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro, na sequência da qual foi feito um apelo a que todos os educadores se implicassem na educação de crianças e jovens com vista à compreensão dos graves problemas planetários. Compreender e agir neste sentido serão sempre finalidades da educação CTS|CTSA, as quais não se defendem apenas para jovens e seus professores.

Gil e Vilches (2004, apud MARCONDES 2009) argumentam que explicitar o termo Ambiente pela colocação da letra “A”, gerando a designação CTSA, é uma forma de pressão junto a todos os envolvidos nos processos educativos para que as questões ambientais sejam discutidas e sua relação com os demais aspectos (CTS) seja evidenciada. Santos (2007, p. 1), ao opinar sobre essa questão, coloca que “o movimento CTSA vem resgatar o papel da educação ambiental (EA) do movimento inicial de CTS”, justificando que as discussões na CTS podem se direcionar para outros aspectos em detrimento da dimensão ambiental, por isso a importância de indicá-lo na sigla.

Outros autores também justificam essa adoção, como Marcondes e Carmo (2009, p. 34) quando comenta que “a utilização do termo CTSA em detrimento do CTS se refere ao fato de os autores considerarem a importância das questões ambientais no ensino e suas relações ciência/tecnologia/sociedade”. Ou Parreira (2012) que afirma que essa nova designação veio para reforçar a importância da ênfase nas questões ambientais. Silva e Souza (2019) interpretam que os pressupostos da CTS acabaram favorecendo que o termo fosse ampliado e incorporasse o foco no ambiente devido ao agravamento de questões relacionadas ao meio ambiente.

Entretanto, a de se pontuar que alguns autores, como Chrispino (2017), acreditam que é redundante a inclusão de ‘A’, a qual só se justificaria para indicar o foco que o trabalho vai ter, e nessa linha de pensamento outras propostas, segundo ele, aparecem, como adotar o ‘S’, gerando a designação CTSS, para indicar a Sustentabilidade.

O argumento geral para os que preferem a sigla CTS é de que “nas múltiplas inter-relações da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade estão, inequivocamente, as questões ambientais de base científico-tecnológica e de impacto sociocultural” (MARTINS, 2020, p. 21).

Ricardo (2007), ao abordar os obstáculos e possibilidades em implementar a CTSA no espaço escolar discute a questão das designações CTS/CTSA e insere nessa discussão o

questionamento em relação ao *status* que cada um dos aspectos, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, ocupam e a pertinência de ampliação desses, segundo ele sem necessidade, e coloca (RICARDO, 2007, p. 10):

Talvez fosse suficiente uma Educação em Ciência e Tecnologia. De outro modo, haveria uma ampliação das entidades conceituais sem necessidade, o que pode se transformar em obstáculo para sua compreensão e implementação. Poderiam ocorrer desvios de propósitos do tipo: para chamar a atenção dos aspectos éticos da ciência e da tecnologia será proposta uma Educação CTSAE, e assim por diante.

O autor Ricardo (2007, p. 9-10), em sua análise, ainda justifica seu foco nos aspectos ciência e tecnologia sugerindo que

O que se pretende é uma via de mão dupla: do exterior é que deveriam surgir os temas, problemas, interesses e projetos. Estes iriam buscar nos saberes disciplinares (técnico-científicos) possíveis respostas, modelos, esquemas, para voltar ao exterior já com novos recursos cognitivos, a fim de orientar melhor a análise e a compreensão. Nesse sentido, os alunos terão que saber mais e melhor acerca da ciência e da tecnologia para tomar decisões e emitir juízo de valor ultrapassando as limitações do senso comum.

Nesse viés de *status* também se pode citar o trabalho de Luz, Queiroz e Prudêncio (2019) ao fazerem uma análise de trabalhos com enfoque CTSA. Os autores comentam que a simples inclusão de temáticas ambientais nos trabalhos analisados já confere justificativa para o uso da “tétrade”, mesmo que não seja conferida uma importância a essa dimensão em relação às demais. Consideram um reducionismo situar o meio ambiente, na forma como vem sendo incluído, no mesmo patamar que a CTS, concordando com Ricardo (2007) em relação a desnecessária ampliação da tríade.

Como se pode observar existem diversas discussões sobre as designações CTS/CTSA e até CT, com isso optou-se em utilizar a designação CTSA, concordando com a ideia de destacar na tríade CTS a dimensão ambiental, por identificar que este aspecto está muito presente na temática adotada nessa dissertação e, portanto, comporta esse destaque e com os autores que colocam que este aspecto pode acabar sendo negligenciado na prática.

Desta maneira, entende-se que quando se opta na relação CTSA como referência para ensinar, encontram-se todas as contribuições que são trazidas da abordagem CTS, em especial relativas ao parâmetro sempre pontuado - a formação do aluno mais participativo, capaz de refletir criticamente, tomar decisões pertinentes, embasadas no conhecimento construído, ou seja, o desenvolvimento da cidadania, mas com ênfase no ambiente. Assim, Linsingen (2007, p. 32) afirma que:

Educar numa perspectiva CTSA é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia.

Neste sentido Fernandes, Pires e Iglesias (2018, p. 3) apontam que a:

CTSA procura compreender a dimensão social da Ciência e da Tecnologia, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou económica que influenciam a mudança científico-tecnológica, como no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança. Pretende ser uma aposta para uma educação científica orientada para a cidadania promovendo a responsabilidade social na tomada de decisões coletivas relacionadas com a Ciência e a Tecnologia, quer se trate de aspetos positivos, quer se trate de aspetos negativos.

Esses parâmetros, enunciados para a CTSA, são encontrados na BNCC, a qual sugere que o professor pode organizar situações de aprendizagem partindo de questões desafiadoras, que estimulem o interesse a curiosidade científica, aprofundando problemas, instigando o aluno a refletir criticamente e construir opiniões coerentes a respeito (BRASIL, 2019, p. 322).

Segundo a BNCC o aluno precisa ter clara a importância do seu exercício pleno de cidadania, e o ensino de ciências, por meio de um olhar articulado, pode assegurar ao aluno o acesso à diversidade de conhecimentos científicos que são produzidos ao longo da história e uma aproximação aos principais processos e procedimentos das investigações científicas que “conversam” com as unidades curriculares CTSA (BRASIL, 2019, p. 321).

Tendo em conta que a educação tem um papel de grande relevância na vida da população e o professor é um dos que concretiza esse papel na sociedade, por meio de suas aulas, ele deve se questionar em como proporcionar uma educação científica que os estudantes consigam compreender o que acontece ao seu redor. Nesse sentido, a CTSA possibilita aos estudantes “uma educação em ciências mais contextualizada e capaz de os dotar de competências para agir e interagir com o meio que os rodeia, bem como para tomarem decisões informadas e conscientes”, e, “o desenvolvimento não só de competências cognitivas, mas, também, de competências de cidadania” que contribuam para que eles se tornem “cidadãos intervenientes ativos no mundo que os rodeia, conscientes e conhecedores dos seus direitos e deveres [...]” (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018, p. 877).

Entretanto, como destacam Fernandes, Pires e Delgado-Iglesias (2018), citando diversos autores, a CTSA é pouco utilizada pelos professores, em especial, por não terem clareza sobre estas relações. E, também, ela está pouco presente nos “manuais escolares”, o que dificulta sua implementação em sala de aula.

Por todas as possibilidades anunciadas pelos autores referência nesse enfoque em relação a alcançar os objetivos pedagógicos em relação à formação do estudante, acredita-se que esse se alinha às pretensões deste trabalho de mestrado. Além disso, o que foi apontado no parágrafo anterior, reforça a ideia de construir produtos educacionais que forneçam aos professores a oportunidade de entrarem em contato com essa abordagem de uma forma mais sistemática, aplicada e explicada, como se pretendeu buscar nesta dissertação ao elaborar a proposta de produto educacional.

2.2 Os três momentos pedagógicos (3MP)

Delizoicov e Angotti (1990), em suas obras ressaltando a concepção Freiriana que relaciona a investigação temática e o diálogo entre professor e aluno no processo de educação formal, deram início a dinâmica didático pedagógica de “Momentos Pedagógicos”.

Segundo MÜNCHEN e Delizoicov (2014) essa dinâmica conhecida como os “Três Momentos Pedagógicos” (3MP) foi proposta e utilizada em dois dos livros escritos por Delizoicov e Angotti, Física (1990) e Metodologia do Ensino de Ciências (1990). E, a partir daí, os 3MP se disseminaram, passando a compor referencial teórico em diversos cursos de formação de professores, concursos para o magistério, entre outros.

O centro dessa ideia relata que a dinâmica da ação didática em sala de aula pode ser estruturada em três etapas que precisam partir da situação problematizadora criada pelo coletivo na escola. Nesse ponto de vista de abordagem o ensino não se limita a seguir os conteúdos programáticos de forma tradicional, como estão no plano de ensino, mas busca, por meio da contextualização, relacionar o conteúdo ao cotidiano dos alunos.

Essa aproximação tem sua origem em Freire (2011) que destaca que o ensino deve buscar as vivências do aluno no processo de ensino e aprendizagem, destacando que “ao trabalhar-se com temas geradores, ocorre a investigação destes temas a partir das vivências, dos anseios, das dúvidas da população e, além disso, esses temas podem ser compreendidos na relação homem-mundo”.

Nesse ponto se destaca os temas geradores, os quais são provenientes da investigação temática proposta por Freire (2011) e que “são os responsáveis pela organização dos conteúdos programáticos a serem trabalhados” (ARAÚJO, 2015, p. 44), ou seja, é uma perspectiva de ensino que se fundamenta em uma abordagem temática. E nesta abordagem, o tema é o ponto de partida para a estruturação das propostas curriculares e das ações didáticas, cuja finalidade está em construir e alcançar uma visão global da sociedade. Sobre o

entendimento, na perspectiva de educação em Paulo Freire e aproximando-se dos 3MP, Araújo (2015, p. 30) menciona que:

[...] os conteúdos abordados são elencados para que o tema abordado possa ser compreendido. Como consequência, os conteúdos tornam-se os meios para o entendimento do tema e deixam de ter o objetivo final em si próprios, como se verifica na prática de ensino que utiliza a educação bancária (FREIRE, 2011), a qual caracteriza os educandos com recipientes vazios a serem preenchidos através da transmissão do conhecimento e da memorização, proporcionando, com isso, uma educação descontextualizada que procura ensinar para um futuro próximo, porém distante de uma presente em que se encontram os educandos.

A de se comentar que a seleção de uma abordagem temática a partir de um tema gerador não estava presente na obra original “Física”, como apontado por Muenchen e Delizoicov (2014) em dois trechos do artigo

Ainda que o livro “Física” já apresentasse a temática central “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” como estruturadora, tanto da organização da conceituação física como do desenvolvimento das atividades, estando em sintonia com a perspectiva de uma abordagem temática (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), o tema escolhido, [...], não teve o caráter de um tema gerador, de acordo como o conceitua Freire (1975), e nem foi oriundo dos procedimentos analisados por Delizoicov (2008) e envolvidos na concepção de programas e currículos que tinham como meta o desafio da implementação da concepção curricular numa perspectiva freireana na educação escolar (p. 619-620).

Mesmo que o tema “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” não tenha sido eleito a partir de uma investigação temática (DELIZOICOV, 2008; FREIRE, 1975) e, portanto, não possa ser confundido com um tema gerador, foi o que possibilitou a seleção e a estruturação da conceituação física desenvolvida no livro para sua compreensão (p. 630).

Isto porque a proposição de um tema gerador vem de uma sistemática mais ampla, a investigação temática (FREIRE, 2011), envolvendo várias etapas, entre elas a inicial que envolve o levantamento da realidade local pelo grupo de educadores, por meio de análise documental e/ou trabalho de grupo (visitas, entrevistas, entre outras) e escuta/observação da comunidade escolar, da comunidade local e do aluno, para, ao final das demais etapas, originar o tema gerador que, por sua vez, gerará as unidades temáticas que vão ser trabalhadas em cada disciplina em sala de aula (DELIZOICOV, 1991)⁴.

O trabalho de Araújo é um exemplo que contempla estas fases com o objetivo de reestruturação curricular de uma escola em Santa Maria/RS e apresenta um breve histórico em relação ao desenvolvimento do que veio a se constituir nos 3MP. Nessa dissertação não se

⁴ Uma síntese dessa sistemática foi elaborada por Rodrigues (2000) e está disponível em: <<http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/Sintesetemagerador.pdf>>.

pretendeu avançar nessa discussão e, sim, trazer alguns elementos básicos que envolvem esse tipo de organização, que aqui tomou o perfil de uma sequência didática para ser desenvolvida em uma disciplina em específico.

Retornando ao pensamento de levar em conta as situações reais dos alunos como propostas para o processo educativo, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 153) destacam a relevância de o educador estar dedicado à fala do estudante e a realidade que ele frequenta como forma de procurar temáticas para a discussão de conteúdos. Além disso, os autores relatam:

Tornar a aprendizagem dos conhecimentos científicos em sala de aula num desafio prazeroso é conseguir que seja significativa para todos, tanto para o professor quanto para o conjunto de alunos que compõem a turma. É transformá-los em um projeto coletivo, em uma aventura da busca do novo, do desconhecido, de sua potencialidade, de seus riscos e limites, seja a oportunidade para o exercício e o aprendizado das relações sociais e valores.

Nessa perspectiva, a sala de aula passa a ser espaço de trocas reais entre os alunos e entre eles e o professor, diálogo que é construído entre o conhecimento sobre o mundo onde se vive e que, ao ser um projeto coletivo, estabelece a mediação entre as demandas afetivas de cada um dos participantes.

Como se percebe, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) buscam que os conhecimentos científicos sejam abordados de forma agradável aos estudantes em sala de aula, transformando esta, em um espaço de trocas que favorecem o conhecimento e uma aprendizagem que tenha significado para os estudantes.

Em relação à estruturação da dinâmica dos 3MP, os autores dividem cada momento a partir da função pedagógica, em: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

O primeiro momento se refere à problematização inicial (PI), nesta primeira etapa os autores sugerem que o professor levante questionamentos ou apresente situações para discussão em sala de aula. Para tanto, é importante que sejam da realidade do estudante de tal modo que ele possa efetivamente participar das discussões com suas ideias, mesmo que ainda sem o conhecimento científico necessário para responder o questionamento ou interpretar de forma correta a situação apresentada. Nas palavras dos autores Delizoicov e Angotti (1990, p. 29):

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes.

Como se pode verificar, esta etapa não tem como objetivo apenas motivar ou capturar a atenção do estudante sobre o assunto que se pretende trabalhar e, sim, permitir a ele identificar na sua vivência em situações reais como relata o autor que “apresenta-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidos nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 200).

Segundo Bachelard (1996, p. 148) é imprescindível a utilização da problematização em sala de aula para a construção do conhecimento e sua apropriação; em uma de suas citações, comenta essa real e notória importância:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for me digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houver questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído.

Pode-se perceber a importância da problematização e que, no caso, tenha consonância com a temática selecionada, de modo a auxiliar os estudantes a construir o conhecimento científico. A problematização vem ao encontro da abordagem CTSA que favorece aos estudantes um conhecimento amplo, não fragmentado, sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e que poderá instigar o aluno a sentir necessidade de buscar outros conhecimentos que ainda não possui, ou seja, ele estará diante de um problema a ser pensado, discutido, com vistas a resolvê-lo.

O segundo momento se refere à organização do conhecimento (OC), em que o professor desenvolverá o conteúdo relacionado à problematização inicial de maneira a fornecer subsídios ao estudante para, agora, refletir de forma consistente e fundamentada cientificamente sobre a problematização inicial. O objetivo, desta maneira, é a aquisição de conhecimento que advém da interação necessária do estudante com seu meio, ou seja, que está dentro do contexto de vida do aluno. Redirecionando, assim, a perspectiva da origem de estruturação da ação pedagógica que foca tradicionalmente na abordagem conceitual de forma independente de um contexto que poderia ser acessado/problematizado para dar significado ao que é ensinado ao educando.

Na organização do conhecimento são selecionados os conteúdos disciplinares e conceitos envolvidos, os quais deverão ser abordados nesse momento para que o aluno tenha a

compreensão do tema trabalhado, em sua fala Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011 p. 202) relatam:

São selecionados conhecimentos necessários para a compreensão do tema. As variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas.

Além de ter conhecimentos necessários para a compreensão da temática trabalhada, o professor precisa definir atividades para que seja construída uma conceituação adequada em relação às situações que foram problematizadas no primeiro momento, no qual é fundamental a participação do professor neste processo, pois a seleção prévia do educador definirá uma maior compreensão de conceitos envolvidos.

No terceiro momento ocorrerá a aplicação do conhecimento (AC) este processo é destinado a avaliação da capacidade de aplicar não só o conhecimento adquirido, mas a analisar a capacidade de utilizar os conhecimentos, como comentam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011 p. 203)

Destina-se, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas a motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais.

Desta maneira, o terceiro momento traz uma articulação da estrutura de conhecimento científico com as situações vivenciais. Busca-se que os estudantes em seu cotidiano consigam aplicar o conhecimento adquirido através da aplicação da sequência didática. Nesse momento o professor pode perceber de forma mais efetiva o desenvolvimento de competências e habilidades almejadas no processo educativo, ou seja, a realização dos objetivos pedagógicos pretendidos com a intervenção didática proposta.

Assim, percebe-se que a dinâmica dos 3MP aplicados em sala de aula tem a prerrogativa de auxiliar na construção do conhecimento, possibilitando a problematização de situações que partem da vivência do estudante, e, assim tornando o processo de ensino e aprendizado mais agradável e significativo para ele. E, pode-se perceber que tem consonância com o enfoque CTSA, uma vez que se identifica em ambas o foco no estudante e no contexto em que ele vive para a adoção de práticas pedagógicas que rompam com um ensino que limita

a percepção do aluno em relação ao mundo ao seu redor, e, assim, possam oferecer uma alternativa que o integre ao seu coletivo.

2.3 Avaliação do ciclo de vida de um produto (ACV)

A sociedade nem sempre pensou no meio ambiente, na importância de preservar a natureza e os efeitos sobre a fabricação e atuação dos setores produtivos ao longo das últimas quatro décadas. Em meados da década de 1960 começou-se a tomar consciência de que os produtos e os serviços ofertados afetam diretamente os recursos naturais e a qualidade do meio ambiente (SEO; KULAY, 2006).

Um breve histórico dos eventos e das discussões que se desenrolavam na sociedade, os quais levaram a um olhar sobre a questão da responsabilidade social, está descrito página do Inmetro. Essa visão de responsabilidade promoveu uma revisão em vários setores da sociedade, entre eles o setor produtivo (indústria/empresa), com isso, surge várias ferramentas que pudessem dar conta das demandas exigidas pelos órgãos governamentais, não só no Brasil, mas em diversos países, concernentes a esse aspecto. Uma delas foi o ciclo de vida de um produto, e mais adiante a ACV.

Essa tomada de consciência fez surgir o que passou a se denominar avaliação do ciclo de vida de um produto ou *Life Cycle Design*, o qual é baseado nas cadeias e ciclos de energia da natureza, trazendo uma visão do processo em questão, integrando todas as fases do produto, visando minimizar os possíveis efeitos do produto no ambiente (SANTOS et al., 2011).

Assim, durante todas as fases pelas quais o produto é elaborado, desde a extração dos recursos naturais, chamada de “nascimento”, o processo de produção, a utilização, etapa denominada “vida”, até o tratamento deste material quando é descartado, etapa chamada de “morte” (SANTOS et al., 2011).

Nesse ponto é importante comentar que na literatura sobre esse assunto é possível encontrar uma vertente que foca no “ciclo de vida” (CV) com uma visão mais mercadológica. Esta tem um sentido mais imediato que é o de acompanhar o percurso do produto, em especial sua atuação no mercado, com vistas a verificar a necessidade de tomada de medidas para sua revitalização ou sua retirada do mercado, como se pode perceber na colocação de Naveiro (2008, p. 112).

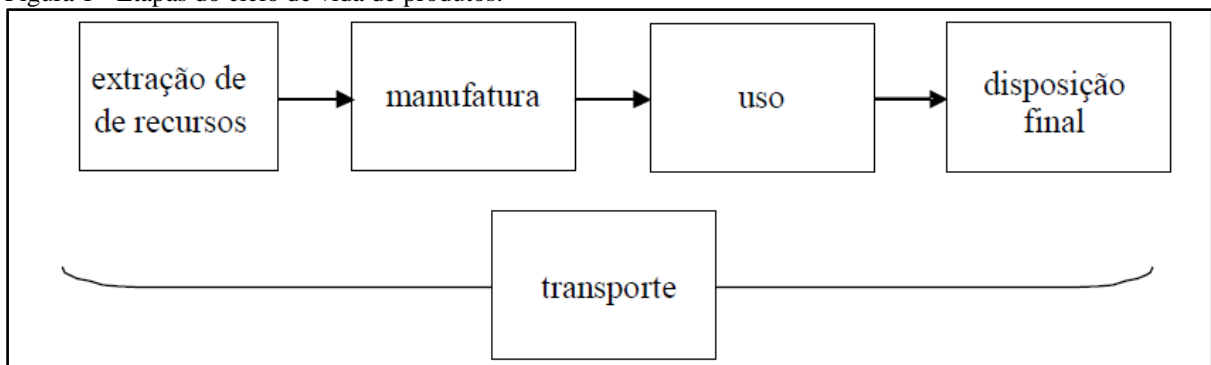
Ao longo de sua vida, os produtos geralmente passam por quatro estágios: a introdução, caracterizada pelo lançamento do produto e percepção do mesmo pelo mercado; o crescimento, que se trata da ascensão das vendas e maior conhecimento do produto; a maturidade, que se caracteriza pela estabilização das vendas; e o declínio, em que há decréscimo das vendas, sendo está a fase mais delicada, pois pode extinguir o produto definitivamente.

A outra vertente, “avaliação do ciclo de vida”, engloba uma visão mais ampla, que eleva a preocupação em relação especialmente às questões ambientais. Como comenta Blumenschein e Miller (2010, s.p) em sua apresentação no Fórum Governamental de Responsabilidade social “A ACV é uma poderosa ferramenta do pensamento sistêmico⁵ de apoio à tomada de decisões que: gera informações; avalia impactos e compara desempenhos ambientais de produtos”.

Com isso, é pertinente abordar brevemente a primeira CV, no sentido de fornecer uma ideia do que se visa com ela e, posteriormente, comentar a que originou a temática selecionada nesta dissertação, a ACV, que é uma ampliação da primeira. Destaca-se que não se pretende esgotar esse conteúdo, que é estudado, principalmente, nas áreas de engenharia de produto e de administração, tendo todo um aporte teórico dentro das definições concernentes a estas áreas e uma abordagem quantitativa. Portanto, a ideia aqui é trazer os aspectos considerados mais importantes que as caracterizam de modo a permitir o entendimento que me levou a escolher essa temática para explorar os seus aspectos qualitativos no ensino.

O conceito de CV é capaz de ser entendido como um conjunto de processos necessários para que um produto cumpra sua função, passando desde a obtenção dos recursos naturais até sua disposição final, logo após haver se esgotado o cumprimento da função (SEO; KULAY, 2006). A Figura 1 apresenta alguns processos que constituem, de forma geral, o CV de qualquer produto.

Figura 1 - Etapas do ciclo de vida de produtos.



Fonte: Seo e Kulay, 2006, p. 5.

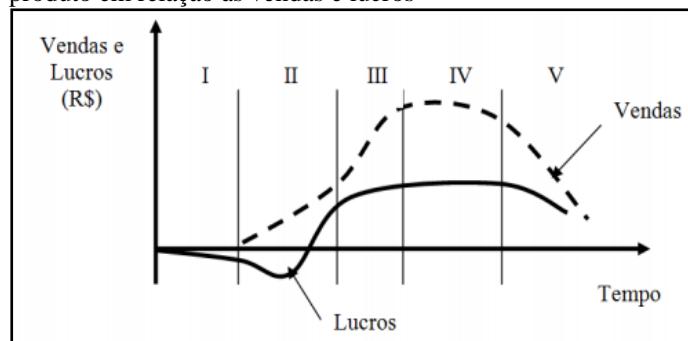
⁵ As autoras definem o pensamento sistêmico como sendo a forma de pensar de modo multidimensional, focalizando o “todo”, “as partes” e, em especial, a interação entre as partes do sistema.

Segundo Anastácio et al., (2016), a ferramenta CV de um produto está inserida na atividade do engenheiro de produto, podendo inclusive ser considerada uma subárea desta profissão, pois, como já citado ela trabalha com o histórico deste material, desde “sua criação até a sua retirada do mercado” (NAVEIRO, 2008, p. 138).

A elaboração desse “histórico”, ou acompanhamento, é importante na área industrial/empresarial uma vez que a concorrência, a obsolescência e outros fatores, implicam em rever a estratégia de organização/inserção de um produto ou de uma marca, buscando evitar a estagnação do setor ou mesmo a falência (KOTLER et al., 2012).

Para fazer esse acompanhamento um modelo foi proposto qual apresenta cinco estágios básicos: o desenvolvimento, a introdução, o crescimento, a maturidade e o declínio (NAVEIRO, 2008). Segundo Moreira (2014), o estudo de cada estágio deste modelo pode ser útil no direcionamento de estratégias de marketing e de produção. Na Figura 2 está delineado o gráfico que representa esta trajetória e sua relação com as vendas/lucros.

Figura 2 - Gráfico representando os estágios do CV de um produto em relação às vendas e lucros



Fonte: Barbosa, Sales e Nichioka, 2016, p. 30.

Observa-se que no primeiro estágio (I) tem a etapa de desenvolvimento do produto/marca, mas não envolve vendas e por isso algumas referências não o consideram como um estágio. No estágio de introdução (II) ocorre a fabricação e lançamento do produto, e a curva mostra, em geral, baixa adesão no mercado devido aos consumidores ainda não conhecerem o produto, mas já possibilita uma percepção do mercado (NAVEIRO, 2008). No estágio III, crescimento, o produto começa a ser conhecido pelo público e ascende em vendas. No IV, a maturidade, ocorre estabilização devido à maior integração do produto no mercado, é uma fase delicada, onde o ideal é que a empresa melhore o processo de produção, aumente a produtividade e mantenha a competitividade para não perder espaço. Finalmente, há o estágio de declínio (V) nas vendas, que pode ser ocasionado por obsolescência devido ao rápido avanço tecnológico, ou surgimento de concorrentes, entre outros (KOTLER et al., 2012).

O comportamento da curva pode ser diferente dependendo do produto, do marketing, dos modismos da época, do interesse do consumidor, entre outros, como afirmam Kotler et al. (2012). Por exemplo, algumas marcas de produto, como de celulares, já tem uma estratégia de lançamento que promove muita procura, fomentando as vendas logo de início, na etapa de lançamento (II), podendo levar a lucros altos. Outras marcas, como as Havaianas, se reestruturaram, depois de muitos anos no mercado com apenas uma linha de produto, para alavancar e se tornar mais competitiva. Segundo Barbosa, Sales e Nichioka (2016) esse é um dos exemplos brasileiros mais estudados no mundo. O produto, as Sandálias Havaianas, foi elaborado na década de 60 para classes C, D e E, a preço popular e altamente competitivo. Na fase de declínio a empresa mudou de estratégia ampliando a linha de produtos, fazendo um marketing mais elaborado, focando em outras classes sociais (A e B), reposicionando o produto. Depois de várias fases de reestruturação chegaram à internacionalização, com um produto de alto valor agregado, passando a custar de US\$ 100 e US\$ 160 (BARBOSA; SALES; NICHIOKA, 2016).

A CV se prestava muito bem para essas análises de reposicionamento ou retirada de produto, entretanto, o foco se situava na parte mercadológica da empresa. Com as discussões sobre o agravamento dos problemas ambientais, como citado anteriormente, surgiu a questão da “responsabilidade social” e várias ferramentas de análise sobre a ação de diversos setores da sociedade foram instigadas a melhorar seus processos.

Nessa esteira de modificações as empresas/indústrias tiveram que voltar os olhos ao impacto ambiental que sua ação produzia. Assim, depois de várias discussões e pesquisas, a concepção de ciclo de vida foi ampliada em termos de visão surgindo o termo ACV, sendo padronizada na série ISO14040 (2009) como eficiente ferramenta com potencialidade de auxiliar as empresas na gestão ambiental, visando ao “desenvolvimento de novos materiais, processos e produtos com melhor performance ambiental” (PIRES, 2004, p. 3).

Segundo a norma ISO14040 a ACV é uma técnica de gestão ambiental que

Estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto (isto é, do “berço ao túmulo”), desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. As categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas.

No Brasil, a ACV começou a ter alguma evidência em meados dos anos 90, em especial devido à emergência dos problemas em relacionados à gestão de resíduos sólidos. Ela passou a ser uma ferramenta excelente, debatendo com clareza e objetividade as questões

ambientais relacionadas ao gerenciamento de recursos ambientais, à identificação de pontos críticos de processos e produtos, o aperfeiçoamento de sistemas e materiais e ao desenvolvimento de novas tecnologias (HANSEN; SEO; KULAY, 2010).

Essa objetividade proporcionada pela ACV veio da elaboração de critérios quantitativos que possibilitavam uma análise real dos impactos ambientais, o que levou ao surgimento de fórmulas, bancos de dados, etc. (ARAÚJO, 2013), e uma definição que incorpora esse viés quantitativo, voltado notadamente à determinação dos impactos ambientais associados a um produto, um processo ou um serviço (VILELA JÚNIOR; DEMAJOROVIC, 2006).

Como técnica normativa, a ACV apresenta quatro fases (ARAÚJO, 2013): 1) Definição do Objetivo e Escopo; 2) Inventário do Ciclo de Vida; 3) Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida; e 4) Interpretação. Na fase 1, o objetivo deve esclarecer o motivo do estudo, por exemplo, se o alvo é a substituição de um produto de longa durabilidade por produtos descartáveis. O escopo, por sua vez, fornece a abrangência do estudo, ou seja, a extensão e a profundidade.

A fase 2 envolve a coleta de dados e os procedimentos para quantificar as entradas e saídas de um sistema de produto. A fase 3 assume um caráter qualitativo e quantitativo, em que os dados obtidos na fase 2 são avaliados para verificar a significância em termos de impactos ambientais, tendo como categorias para esses o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas. Essas categorias têm métodos de cálculo e indicadores específicos. Na fase 4, interpretação reúne os dados anteriores para tirar conclusões e recomendações.

Apesar de ser vista como uma ferramenta poderosa, Araújo (2016) cita que a mesma apresenta limitações, como por exemplo, a seleção das fronteiras do estudo (extensão), o método de coleta, entre outras. Mais recentemente, a questão da sustentabilidade tem sido discutida o que tem levantado, para Laguns, a necessidade de ampliar as dimensões da ACV, incluindo os problemas sociais e os custos dos mesmos. Com isso, novos termos aparecem, como comenta Visentin (2019, p. 41).

A Análise da Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV) surge como uma ferramenta mais ampla e holística que busca incorporar os pilares da sustentabilidade nesta análise, por meio de uma abordagem conjunta da Análise do Ciclo de Vida (ACV), Custo do Ciclo de Vida (CCV) e Análise do Ciclo de Vida Social (ACVS).

Entretanto, a autora comenta que a aplicação da ACVS na prática, por meio de uma análise integrada, ainda não foi desenvolvida. Nesse sentido, considerando a ACV relacionada

ao jeans, Morita et al., (2017, p. 3) comentam que “o Brasil é o segundo maior produtor e o terceiro maior consumidor de tecido denim do mundo. A principal matéria-prima do tecido denim é o algodão, que é a fibra têxtil natural mais produzida no mundo”. Os mesmos autores buscando avaliar e identificar o(s) setor(es) de maior impacto ambiental na produção de calça jeans no Brasil selecionaram a ACV e apresentam como conclusão que:

A etapa de cultivo de algodão aportou contribuições importantes para todas as categorias de impacto avaliadas. A etapa de transporte do fio de algodão desde MT até SP proporcionou também efeitos adversos significativos, sobretudo em termos de Mudanças Climáticas (MC) e Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF). No caso de Depleção de recursos hídricos (DA), as contribuições se concentraram no acabamento da calça-jeans. Finalmente, em termos de Demanda de Energia Primária (PED) os consumos de óleo cru e principalmente, de gás natural trouxeram as principais penalizações.

Os autores ainda sugerem alternativas para uma produção mais limpa, como a substituição do algodão natural por sintético, alteração da tecnologia de lavagem, entre outras, mas, apontando que a implementação destas também deve ser avaliada.

Como se pode observar, a ferramenta ACV é importante para a análise dos impactos ambientais e, embora não sejam identificados impactos sociais e de sustentabilidade em termos de norma técnica, na visão sistêmica (BLUMENSCHNEIN; MILLER, 2010; MORITA et al., 2017) que é atribuída a ela se pode ter uma ideia destes impactos. Desta maneira, se considerou trabalhar a ACV do jeans, em uma abordagem qualitativa, como uma oportunidade de propiciar aos estudantes conhecer esta ferramenta e desenvolver uma visão mais ampla em relação a tudo que envolve a produção de um determinado produto e, como consumidores, possam apostar em um consumo consciente balizado por este conhecimento.

2.4 Estudos relacionados

Para compor o estudo proposto, selecionou-se como base de dados o catálogo de teses e dissertações da CAPES, disponibilizado eletronicamente e de acesso público. Neste catálogo foi utilizado o descritor “CTS” AND “Momentos pedagógicos” AND “ciências” para identificar os estudos relacionados à proposta. Foram encontrados vinte e oito trabalhos os quais tiveram seus resumos lidos para selecionar apenas os que envolviam a combinação de CTS, 3MP e ensino de ciências. Assim, oito trabalhos foram identificados e destes, apenas dissertações. Em uma segunda pesquisa, em 2021, após a qualificação e buscando identificar os trabalhos relacionados à CTSA, foram utilizados os descritores “CTSA” AND “Momentos

pedagógicos” AND “ciências”. Nesta, dezesseis títulos constavam na lista do site, todas dissertações. Após a leitura do título e do resumo foram selecionados sete que apresentavam a mesma combinação citada anteriormente, apenas um deles já havia aparecido na primeira pesquisa. Assim, no total quatorze trabalhos foram selecionados. No Quadro 4 estão apresentadas as informações que compõem estruturalmente esses trabalhos, como o título, o autor, o ano da defesa e a localidade em que foi realizado o estudo.

Quadro 4 - Trabalhos que constituem o *corpus* da pesquisa no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes.

	Título	Autor	Temática	Ano	Local
1	Eletrônica e Cidadania: Uma Abordagem CTS para o Ensino Médio	Paulo Ricardo Alcântara Goulart	Cercas Elétricas	2008	Pelotas
2	Os Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Computação Quântica: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade	Andiara Pereira dos Santos	Computação Quântica	2012	Goiânia
3	Atividades investigativas no ensino de ciências: uma sequência didática sobre o tema fungos para o ensino fundamental	Helania Mara Grippa Rui	Reino Fungi	2013	Vitória
4	Agrotóxicos: Uma Proposta Socioambiental Reflexiva para Desenvolver Conhecimentos Químicos Numa Perspectiva CTS	Andréia Cristina Cunha Buffolo	Agrotóxicos	2014	Maringá
5	“Arroio Cadena: Cartão Postal de Santa Maria?”: Possibilidades e Desafios em uma reorientação curricular na Perspectiva da Abordagem Temática	Fernanda Gall Centa	Ambiental	2015	Santa Maria
6	Limites e potencialidades do enfoque cts no ensino de química utilizando a temática qualidade do ar interior	Silvaney de Oliveira	Qualidade do Ar Interior (QAI)	2015	Curitiba
7	Momentos pedagógicos sobre destilação da cachaça: da contextualização histórica ao compromisso social	Celante, Gisele Xavier Malheiros	Cachaça	2016	Vitória
8	Poluição como temática para construção do conhecimento químico de reações redox sob uma perspectiva CTSA	Sabrina Gabriela Klein	Poluição	2016	Santa Maria
9	A água para o consumo humano: ensino por meio de temas com abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	Dayane Negrão Carvalho Ribeiro	Água para Consumo Humano	2016	Belém
10	Sequência Didática de Ciências para as Séries Iniciais: A água no ambiente	Alessandra Dias Costa e Silva	Ambiental	2017	Uberlândia
11	Abordagem do Conteúdo “Ondas” no Ensino Médio na Perspectiva CTS Estruturada a partir dos Três Momentos Pedagógicos	Helena da Gloria Pieri	Ondas	2017	Passo Fundo
12	Potencialidades e Limitações do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Eletricidade nos Anos Finais do Ensino Fundamental	Ricardo Goulart Caporal Filho	Eletricidade	2017	Passo Fundo
13	Estudo de caso: produção de conhecimento escolar a partir dos debates sobre poluição no rio doce numa perspectiva CTS/CTSA	Sergio Martins dos Santos	Escassez de água	2017	Vitória
14	Aulas Experimentais no Ensino de Eletroquímica com a Perspectiva CTS/CTSA	Paola Angélica Dias dos Santos	Pilhas e eletrólise	2018	Vitória

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

A seguir, os trabalhos são descritos, apontando um resumo das estratégias, fundamentação teórica, conceitos e nível de ensino em que foram desenvolvidos os estudos identificados no levantamento.

1) Eletrônica e Cidadania: Uma Abordagem CTS para o Ensino Médio (GOULART, 2008)

O primeiro trabalho utilizou estratégias como atividades experimentais, debates, pesquisas na internet, textos didáticos, vídeos, animações interativas e atividades de sistematização. Os conteúdos estudados foram relacionados a eletromagnetismo e as Leis de Newton, trazendo, inclusive, uma discussão dos problemas para a introdução da Física moderna no ensino de física no Brasil como parte da fundamentação teórica. O tema gerador escolhido pelo autor foi “Segurança e Cercas Energizadas”, utilizado para problematizar o modelo de condução elétrica, alicerçado a Física Quântica e usar o conhecimento científico como um meio para interpretar de forma crítica as leis relacionadas ao assunto. A proposta foi aplicada no 3º ano do ensino médio do CEFET-RS e teve como instrumentos de coleta de dados questionário com uso da escala Likert e entrevistas. Segundo os autores os estudantes apresentaram melhor rendimento em termos do conteúdo de física trabalhado bem como uma alteração de percepção no que concerne às relações entre CTS, sinalizando um apoio ao debate de assuntos dessa natureza em sala de aula. Além disso, observa uma melhora no rendimento dos estudantes em relação ao funcionamento das cercas elétricas e sobre as leis e normas que regem o uso desse tipo de proteção.

2) Os Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Computação Quântica: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade (SANTOS, 2012)

Os conteúdos abordados neste segundo trabalho foram computação quântica e física quântica, e o estudo foi aplicado em uma turma do 1º ano do ensino médio. Foram utilizadas como estratégias didáticas a pesquisa na internet, atividades experimentais, debates, trabalhos em grupos e confecção de cartazes. A fundamentação contou com a alfabetização científica e tecnológica (ACT) e os dados da pesquisa foram coletados por meio de questionários abertos e gravação. Por ser um tema que necessita abstração e grande assimilação de conhecimento a sequência teve algumas dificuldades, mas consideráveis resultados nos quais os participantes conseguiram desenvolver um olhar crítico sobre a utilização do computador clássico confrontando-o com o computador quântico. Ao final, se considerou que a problemática do computador do futuro contribuiu para a discussão dos malefícios e benefícios do computador

atual. A abordagem temática envolvida no trabalho é relacionada Computação Quântica discutindo as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

3) Atividades investigativas no ensino de ciências: uma sequência didática sobre o tema fungos para o ensino fundamental (RUI, 2013)

Esta pesquisa buscou trabalhar o tema “Fungos” por meio do estudo de caso e foi desenvolvida com três turmas do 7º ano (6ª série) do ensino fundamental municipal. A autora usou como fundamentação teórica para a construção da SD o ensino de ciências por investigação e a educação dialógica de Freire, além da CTSA. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários, registros por meio de filmagem, diário de bordo e relatório de atividades dos estudantes. Como recursos pedagógicos foram utilizadas atividades investigativas, leitura de livros paradidáticos, atividades experimentais, visita técnica e atividades lúdicas. A autora destaca que a SD levou à alfabetização científica dos estudantes ao proporcionar que eles estabelecessem relação entre os saberes científicos com os cotidianos, refletindo de forma crítica em relação a assuntos envolvendo o tema, como higiene, saúde, segurança, hábitos alimentares e desenvolvimento de tecnologias na produção de alimentos. Também, que as atividades investigativas se constituem em um recurso de grande importância no processo de ensino e aprendizagem especialmente quando tem a perspectiva de formação de cidadãos críticos e participativos. A SD resultou na elaboração de um livro para auxiliar o docente na problematização dos conteúdos.

4) Agrotóxicos: Uma Proposta Socioambiental Reflexiva para Desenvolver Conhecimentos Químicos Numa Perspectiva CTS (BUFFOLO, 2014)

O quarto trabalho trouxe estratégias como imagens, questionários, leitura dirigida, atividade experimental, vídeos, seminários, análise de rótulos e pesquisa de campo. Os conteúdos trabalhados por meio do tema ‘agrotóxicos’ foram concentração e diluição de soluções e o estudo foi aplicado no 2º ano do ensino médio. A fundamentação versou no movimento CTS e sua associação com a questão ambiental e sua relação com o ensino de química. Questionário, gravações das aulas, o diário de campo e a produção dos estudantes se constituíram nos recursos para a coleta de dados. A autora concluiu que o tema com enfoque CTS proporcionou a reflexão por parte do aluno sobre questões reais do seu contexto social e ambiental, tornando-se comprometido e transformador de sua realidade.

5) *Arroio Cadena: Cartão Postal de Santa Maria: Possibilidades e Desafios em uma reorientação curricular na Perspectiva da Abordagem Temática* (CENTA, 2015)

O quinto trabalho presente neste estudo trouxe vídeos, visitas ao rio, imagens, mapa conceitual, atividades experimentais, texto dirigido, diálogo sobre reportagem e construção de panfletos como estratégias didáticas a serem utilizadas no desenvolvimento da temática. O conteúdo desenvolvido contou com os tipos de poluição, tais como o lixo, o esgoto, a contaminação do solo e da água, o odor e a aparência da vegetação do local. Foi aplicado para três professores da área de Ciências Naturais, como curso de formação (os participantes foram da matemática, de química e de biologia). Na pesquisa, em uma primeira fase foi obtido o tema gerador, partindo do estudo da realidade (ER) realizado em uma disciplina do curso de Licenciatura em Física da qual a pesquisadora fazia parte, e na segunda fase se desenvolveu a abordagem temática selecionada, “Arroio Cadena: Cartão Postal de Santa Maria?”, a qual foi utilizada para realizar uma reorientação curricular. A fundamentação teórica contou com a abordagem temática freiriana (ATF) pautada no enfoque CTS. Segundo a autora, a pesquisa contribuiu para que contradições, problemas, necessidades vivenciadas pela comunidade fizessem parte do debate da escola e ponto de partida para a construção curricular crítica, que buscou a compreensão da realidade.

6) *Limites e potencialidades do enfoque CTS no ensino de química utilizando a temática qualidade do ar interior* (OLIVEIRA, 2015)

Neste trabalho o autor, preocupado com a pouca atenção sobre a qualidade dos gases no interior dos ambientes, buscou desenvolver uma sequência didática para o estudo dos gases e de cinética química na perspectiva de ACT por meio do enfoque CTS. Novamente, diferentes estratégias didáticas foram adotadas tais como: experimentação, vídeos, textos de livros didáticos, de revistas de divulgação científica, trabalhos acadêmicos e notícias da internet. A pesquisa, tendo como temática “qualidade do ar interno (QAI)”, foi realizada com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública. Pela análise dos dados, obtidos por meio de questionários e do diário de bordo, o autor concluiu que a CTS contribuiu para que os estudantes se apropriem dos conceitos químicos e, além disso, permitiu verificar que eles apresentaram uma mudança de percepção em relação à ciência e tecnologia, mudança está advinda das discussões que tomaram lugar na sala de aula em relação à temática. Ainda destaca que para que os objetivos educacionais de uma proposta embasada na CTS sejam alcançados se faz necessário selecionar uma temática adequada e utilizar estratégias diferenciadas.

7) *Momentos pedagógicos sobre destilação da cachaça: da contextualização histórica ao compromisso social* (CELANTE, 2016)

O trabalho de Celante (2016) buscou resgatar a história da ciência e tecnologia no período colonial brasileiro, mais especificamente sobre o aperfeiçoamento do processo de produção da cachaça, o que permitiu abordar fenômenos químicos, biológicos, tecnológicos e os impactos ambientais relacionados a este processo, caracterizando o enfoque CTSA escolhido. A SD foi desenvolvida com 24 estudantes do 2º ano do ensino médio, e se baseou, para o levantamento histórico, nos registros de um químico prático da época. Como estratégias didáticas foram usadas apresentação de vídeos, discussão de artigos de jornal, atividades experimentais, visita técnica e apresentação de trabalhos. Da pesquisa originou-se um guia didático para os professores. Segundo a autora (p. 75) “aliar a história com os aspectos sociais e as vivências dos alunos possibilitou uma perspectiva melhor de aprendizagem”. Além disso, uma SD baseada nos 3MP possibilita estruturar melhor o do tema selecionado, definir objetivos claros e identificar falhas e acertos ao longo da sua implementação.

8) *Poluição como temática para construção do conhecimento químico de reações redox sob uma perspectiva CTSA* (KLEIN, 2016)

Esta dissertação teve como objetivo investigar se a temática “Poluição”, baseada no enfoque CTSA, pode favorecer a aprendizagem de reações de oxirredução no ensino médio. A pesquisa foi desenvolvida com estudantes do 2º de uma escola estadual. A autora fez um levantamento sobre uso da temática na revista Química Nova na Escola (Qnesc). O trabalho tratou de reações de oxirredução em compostos inorgânicos e em compostos orgânicos, focando diferentes tipos de poluição. Com os inorgânicos o foco foi na poluição do solo por pilhas e baterias, e para o segundo tipo de compostos foi discutida a poluição da água por meio do tratamento de efluentes. Como estratégias didáticas foram utilizadas atividades em grupo, apresentação de imagens, discussão de notícias, pesquisa em sites, resolução de exercícios, confecção de cartazes. E para a coleta de dados os recursos usados foram questionários e produções textuais dos estudantes. Por meio da análise desses recursos a autora pode concluir, após análise, que a temática poluição desenvolvida sob o enfoque CTSA favorece o ensino e a aprendizagem de reações redox, destacando que observou um avanço na construção do conhecimento e uma evolução conceitual por parte dos estudantes, bem como uma mudança de comportamento em relação à cidadania.

9) *A água para o consumo humano: ensino por meio de temas com abordagem em ciência, tecnologia, sociedade e ambiente* (RIBEIRO, 2016)

Nesta pesquisa o autor teve como objetivo verificar se a temática “A Água para Consumo Humano” pode influenciar na formação para a cidadania. O trabalho foi desenvolvido na forma de um minicurso ministrado para onze estudantes do 6º ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública estadual. A fundamentação teórica versou sobre CTSA e a temática água e a coleta de dados se deu por meio de diário de campo, registro fotográfico, entrevista semiestruturada, anotações das discussões efetuadas em grupo e das atividades realizadas pelos estudantes (apresentação de palestra e feira de Ciências), leitura de texto, atividades de desenhos e pintura, uso de projeção de slides. A autora destaca que o ensino estruturado via 3MP e com enfoque CTSA propicia “a construção do conhecimento pela compreensão dos problemas da realidade dos alunos, permitindo a interação com essa realidade pela aquisição de conhecimento científico e desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão” (p. 117). Também destacou a importância de uma prática reflexiva para o desenvolvimento das atividades.

10) *Sequência Didática de Ciências para as Séries Iniciais: A água no ambiente* (SILVA, 2017)

O trabalho, focando a interdisciplinaridade, traz como estratégias de ensino o uso de figuras, vídeos, atividades experimentais, atividades de sistematização, objeto digital de aprendizagem, visita técnica e histórias em quadrinhos desenvolvidos por meio do aplicativo Pixton. O conteúdo que foi desenvolvido se relaciona a temática água, em especial sobre os recursos híbridos do nosso planeta, e foi aplicado como formação continuada para professores dos anos iniciais. A fundamentação teórica também contou com o teórico Vygotsky. O estudo possibilitou aos professores participantes a refletirem sobre os diversos usos da água e sua importância para a vida no planeta.

11) *Abordagem do Conteúdo “Ondas” no Ensino Médio na Perspectiva CTS Estruturada a partir dos Três Momentos Pedagógicos* (PIERI, 2017)

O décimo primeiro trabalho utilizou estratégias como vídeos, imagens, blog, textos dirigidos, atividades experimentais, atividades de sistematização e teatro para trabalhar um conteúdo da área de física, as ondas, o qual se constituiu no tema do estudo. O estudo foi desenvolvido no 2º ano do ensino médio e a fundamentação teve como base Paulo Freire, tendo como coleta de dados o diário de bordo da pesquisadora e a atividade de teatro

elaborada pelos alunos. O estudo ofereceu a oportunidade de discussões partindo de situações-problemas próximas ao mundo de vivência do estudante, no contexto da sala de aula, possibilitando a eles utilizarem o conhecimento adquirido para buscar alternativas para solução dos problemas. Além disso, se observou uma evolução dos estudantes no que tange à participação nas aulas e à interação com os demais colegas, importantes aspectos de socialização fomentados pelo conhecimento científico compartilhado e o respeito a diferentes opiniões externalizadas ao longo do processo.

12) Potencialidades e Limitações do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Eletricidade nos Anos Finais do Ensino Fundamental (CAPORAL FILHO, 2017)

O décimo segundo trabalho abordou com algumas estratégias que foram: questionários, atividades experimentais, elaboração de folders, vídeos, simuladores online, pesquisa, jogos didáticos. Os conteúdos abordados foram eletricidade estática, atração e repulsão de cargas, corrente elétrica, diferença de potencial e as transformações de diferentes formas de energia (mecânica, solar, eólica, térmica, nuclear e biomassa) em energia elétrica, aplicados no ensino fundamental. A fundamentação envolveu CTS com base freiriana e para o levantamento de dados elencou questionários e ficha de registros diários do professor. A sequência didática, com metodologias diversificadas, proporcionou aos estudantes uma aprendizagem dialógica e crítica, estimulada pela busca de respostas novas, ao invés da memorização.

13) Estudo de caso: produção de conhecimento escolar a partir dos debates sobre poluição no rio doce numa perspectiva CTS/CTSA (SANTOS, 2017)

Este trabalho foi desenvolvido com uma turma de segundo ano do ensino médio e trouxe como tema a “As Ciências às margens do Rio Doce”, a qual foi desenvolvida na forma de um estudo de caso. O objetivo da intervenção didática foi discutir a problemática da escassez da água e poluição do Rio Doce por meio de atividades investigativas, para tanto o autor recorreu ao uso de diversas estratégias como vídeos, debates em sala de aula, *datashow*, questionários, materiais alternativos, apresentação de trabalhos e visita técnica em estação tratamento. A fundamentação trouxe as discussões sobre alfabetização científica e educação dialógica problematizadora e a coleta de dados foi realizada por meio de gravação das aulas, uso do diário de bordo, fotografias, aplicação de questionários e análise dos registros escritos dos alunos. Segundo o autor, o enfoque CTS/CTSA potencializou uma visão crítica por parte dos estudantes em relação às questões ambientais, econômicas, sociais e tecnológicas e,

portanto, acredita que avançaram na leitura crítica do mundo. Além disso, a SD baseada nos 3MP propiciou um ensino contextualizado, em que os conhecimentos prévios dos estudantes foram levados em conta e fomentaram sua participação em aula.

14) *Aulas Experimentais no Ensino de Eletroquímica com a Perspectiva CTS/CTSA* (SANTOS, 2018)

O décimo quarto trabalho, por meio do uso de estratégias como atividades experimentais, leitura de textos dirigidos, rodas de conversa e questionários, abordou os conteúdos de eletrólise e pilhas, os quais foram desenvolvidos no segundo ano do ensino médio técnico. A temática envolvida neste trabalho foi “Eletroquímica na nossa vida” e contou com Paulo Freire na fundamentação teórica sobre CTS/CTSA, além de tópico sobre a experimentação como estratégia. O trabalho procurou construir uma atividade experimental em um formato que os alunos tivessem liberdade em opinar e participar de maneira protagonista durante os procedimentos e pudessem perceber que os conceitos científicos estudados estão próximos à realidade deles, assim problematizando o conhecimento adquirido com o seu cotidiano. A coleta de dados teve como instrumentos questionário, e o diário de bordo que descreveu as observações feitas nas aulas experimentais e na roda de conversa. A autora acredita que essa estratégia adquiriu um papel de maior relevância para a aprendizagem dos estudantes uma vez que eles tiveram uma participação nas discussões, trazendo outros aspectos que não só os científicos, mas, também, aspectos históricos, culturais, tecnológicos e ambientais, ou seja, promoveu discussões em um contexto transdisciplinar.

Como se pode verificar, os trabalhos apresentados foram desenvolvidos principalmente voltados para o ensino médio (nove trabalhos, 64,2%), apenas três são direcionados ao ensino fundamental. Duas dissertações são para curso de formação de professores. Dos trabalhos para o ensino médio a maioria são para a área de química, com seis trabalhos; três na área de física, cinco para a disciplina de ciências.

Todos trazem sequências didáticas que utilizam diversas estratégias didáticas como leitura de textos, atividades experimentais, apresentação de vídeos, entre outros, mostrando que a diversificação de recursos didáticos é uma opção pedagógica recorrente. A maioria usa os termos “tema” e “temática” para identificação da base que orientou as escolhas pedagógicas do trabalho.

Eles identificam a CTS e/ou CTSA como uma abordagem motivadora que favorece a aprendizagem do estudante para além dos muros da escola, possibilitando que ele identifique o papel da ciência, relacionada a tecnologia e sociedade em sua vivência. Verifica-se nos

trabalhos que este enfoque proporciona uma reflexão por parte do estudante sobre questões reais do seu contexto social e ambiental, instigada também pelo viés que a sequência didática dos três momentos pedagógicos oferece, promovendo um maior comprometimento do discente em ser um transformador de sua realidade.

Verificou-se que as questões ambientais se apresentam mais nas discussões desenvolvidas quando comparado com os outros aspectos que a CTS/CTSA. Não se identificou o uso do tema ACV, proposto nesta dissertação, em nenhuma das dissertações, além disso, pode-se verificar que o enfoque CTS/CTSA em um arranjo didático fundamentado nos 3MP foi menos voltado para o ensino fundamental, com apenas 21% dos trabalhos encontrados segundo os descritores usados no levantamento, sendo que apenas um deles foi desenvolvido no 9º ano e na área de física (trabalho de número 12), o que reforça a proposta desta dissertação.

3 PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo é dedicado a descrição da elaboração da intervenção didática, ou seja, da proposta do produto educacional, do local e do público-alvo da aplicação. Para tal, o capítulo está organizado da seguinte forma: o *lócus* e a turma para a aplicação da sequência didática, público-alvo, elaboração do produto educacional e a descrição dos encontros.

3.1 *Lócus* da aplicação da sequência didática

A intervenção didática foi realizada na Escola Municipal Ângelo Posser localizada no interior do município de Tapejara, RS. Segundo o Projeto Político Pedagógico da escola (PPP), a escola iniciou as atividades no ano de 1977, com o nome de Visconde de Cairu e no ano de 1997 passou a denominar-se Escola Municipal de Ensino Fundamental Ângelo Posser, localizada na comunidade de Paiol Novo, Interior do Município de Tapejara/RS.

A escola atende, neste ano de 2020, 49 alunos no turno da manhã, de educação infantil até o nono ano. A faixa etária dos alunos é de 04 a 15 anos. É uma escola nucleada, distante 8 km da sede e atende alunos das seguintes comunidades: Paiol Novo, Cachoeira Alta, Cachoeira Média, Cachoeira Baixa, Linha Nova, Santo Antônio do Carreteiro, Santa Rita, Caravágio e São Domingos. Os alunos dependem de transporte para chegar à escola, pois a mesma é de difícil acesso.

De acordo com o PPP da escola, a estrutura organizacional básica atende aos objetivos a que a escola se propõe. Destacam-se aqui alguns dos principais elementos, que são: conselho escolar, representantes de turmas, CPM (Círculo de Pais e Mestres), secretaria, cozinha e refeitório.

A estrutura física da escola é composta por uma biblioteca, refeitório, sala de informática, cozinha, sala dos professores, parquinho e possui como empréstimo o salão da comunidade para realizar as atividades físicas.

As salas de aula da escola possuem tamanhos parecidos, sendo que podem receber de, em média, 20 alunos em cada. Todas possuem quadros brancos, ar condicionado e projetor multimídia. Também estão disponíveis para a utilização do professor caixas de som, três computadores, notebooks e a internet via *wireless*. Entretanto, o *lócus* teve de ser modificado devido à pandemia, neste caso as aulas ocorreram via síncrona, os estudantes assistiram de suas casas.

As turmas da escola em sua maioria são multisseriadas, compostas por alunos de dois anos escolares diferentes; a turma de aplicação da sequência didática é o 9º ano, composta por 5 alunos, sendo 3 meninas e 2 meninos, todos oriundos do meio rural. Na mesma sala de aula também frequentam os alunos do 6º ano, o que leva a um total de nove alunos. A faixa etária dos estudantes do 9º ano é de 14 a 15 anos. A intervenção didática seria aplicada no turno da manhã, porém devido à pandemia de Covid-19, as aulas transcorreram nos turnos da manhã e da noite.

3.2 Elaboração do produto educacional

Como citado anteriormente, a sequência didática proposta neste trabalho (produto educacional) selecionou a temática ACV do jeans, com o viés da CTSA e organizados na dinâmica dos 3MP. Com ela, pretendeu-se abordar algumas competências gerais e específicas da BNCC. Segundo a BNCC (2019, p. 323), “a finalidade de aprender ciências é o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania”.

Nesse sentido, as competências gerais “[...] visam à formação humana integral e a construção de uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva” (BRASIL, 2017, p. 4). Com este foco, destaca-se que as competências gerais que se pretendeu desenvolver mais especificamente ao longo da aplicação da sequência didática, segundo a BNCC (BRASIL, 2019, p. 326) foram:

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

Já nas competências específicas da BNCC (BRASIL, 2019, p. 326), o foco esteve direcionado em: “Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho”. Em termos de conteúdo disciplinar, por sua vez, foram selecionados os seguintes conceitos: substâncias, misturas, ligações químicas,

métodos de separação e transformações químicas, previstos na BNCC para o ensino fundamental.

Nessa perspectiva, para a elaboração do produto educacional, visualizou-se a utilização da temática ACV de um produto por identificar seu alinhamento com o enfoque CTSA pretendido, podendo assim, propiciar o desenvolvimento das aprendizagens dos estudantes em um contexto integrado entre a ciência e a tecnologia de maneira a demonstrar também seus impactos na sociedade. O termo ACV, em geral, não é conhecido, porém, o que ele abrange é da vivência da sociedade e pode fomentar a problematização necessária nesta proposta e conduzir as demais atividades propostas no produto.

Com isso, busca-se proporcionar uma compreensão desta relação de duas vias entre ciência e tecnologia, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que influenciam a mudança científico-tecnológica, como as preocupações no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança, é o que afirmam os autores Fernandes, Pires e Delgado-Iglesias (2018, p. 3):

A grande finalidade da educação em Ciências numa perspectiva CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) é dar a Ciência uma visão integrada, relacionando-a com a Tecnologia e evidenciando os impactos que estas têm na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

Para a sistematização da SD, foi utilizada a dinâmica proposta pelos 3MP de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 200). Os momentos pedagógicos oportunizam que o diálogo problematizador esteja presente em cada um dos três momentos, fomentando a participação do estudante no processo de apropriação do conhecimento (ARAÚJO, 2015). Nessa dinâmica, a ideia é partir do conhecimento vivencial do aluno para introdução de conceitos, o que é um caminho relevante, pois propicia que o estudante se envolva de forma mais ativa em sala de aula (FERREIRA; PANIZ; MUENCHEN, 2016).

Desta maneira, espera-se que a SD proposta possa atingir os objetivos pedagógicos pretendidos, ou seja, favorecer o desenvolvimento de competências elencadas da BNCC (BRASIL, 2017) que se alinham ao enfoque CTSA e aos 3MP, a tríade BNCC-CTSA-3MP, como: participação mais ativa no processo educativo, análise crítica, externalização de opiniões, formulação de ideias, a consciência socioambiental, entre outros, todas convergindo em fomentar o **protagonismo** do estudante e sua **formação cidadania**.

Assim, o produto educacional elaborado consta de uma sequência didática com o enfoque na CTSA e sistematizada na dinâmica dos 3MP. Nele, atividades variadas são

propostas, utilizando como recursos didáticos, principalmente, textos e vídeos. Na Figura 3 pode-se visualizar a capa do produto⁶ vinculado a esta dissertação.

Figura 3 - Capa do produto educacional



Fonte: Autora, 2021.

⁶ O produto educacional está disponível para acesso livre na página do PPGECEM (<https://www.upf.br/ppgecm/dissertacoes-e-teses>), no site que hospeda os produtos educacionais desenvolvidos no programa (<https://www.upf.br/produtoseducacionais>), bem como no Portal EduCapes <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/599848>>.

Para a aplicação da sequência didática na escola com os alunos, foram previstos inicialmente sete encontros (treze períodos de cinquenta e cinco minutos cada um). Dessa forma, a seguir, no Quadro 5, são ilustradas as atividades propostas no planejamento em cada encontro previsto.

Quadro 5 - Resumo da sequência didática da proposta

MP	Encontros	P*	Atividades propostas
1° PI	1°	1	Vídeo 1: Avaliação de Ciclo de Vida Texto 1: O que é um ciclo de vida de um produto e sua avaliação (ACV).
2° OC	2°	2	Texto 2: Jeans o vilão da história! Slides I: Produção do algodão e transporte até a chegada na indústria – Vídeo 2: Como ocorre a plantação e cultivo do algodão. Texto 3: Cultivos e processo do algodão até chegar na indústria
	3°	4	Texto 4: Como é possível a construção do tecido com tão poucos elementos químicos? Slides II: Ligações químicas Simulador “monte uma molécula” Quadro 2: Atividade de revisão
	4°	3	Vídeo 3: Processo de fabricação do tecido de jeans Texto 5: Substâncias e misturas (adaptado de CARNEVALLE, 2018) Vídeo 4: “Atividade prática – tingimento do tecido”. Texto 6: Leitura da Reportagem (adaptada) - De onde vem o índigo que garante o azul do nosso jeans?
	5°	1	Vídeo 5: Processo de fabricação do jeans na fábrica Imagem I: Tratamento físico – Químico do efluente da fábrica de jeans
	6°	1	Texto 7: Adaptado da reportagem: Calça Jeans – Vilão do Meio Ambiente
3° AC	7°	1	Trabalho 1: Construindo o tapete ecológico de jeans usado Vídeo 6: Três tapetes fáceis de calça jeans velha Trabalho 2: Construção de uma ACV de um produto

Fonte: Autora, 2021.

A seguir, serão descritos os encontros realizados para a implementação da proposta planejada.

3.3 Descrição dos encontros

Nesta seção, serão descritos os encontros realizados para o desenvolvimento da sequência didática, que compõe o produto educacional. O propósito é informar como eles ocorreram efetivamente, pontuando características que tomaram lugar nos encontros projetados quando da sua realização efetiva, ou seja, quando da sua aplicação junto aos estudantes. Salienta-se que, para facilitar o acompanhamento, as atividades descritas estão contidas no produto educacional denominado de “*A avaliação do ciclo de vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de ciências no 9º ano*” que acompanha esta dissertação.

3.3.1 Situações iniciais

É relevante considerar, neste momento, que na época da elaboração da sequência didática o objetivo era que acontecesse a aplicação no modo presencial. Porém, em virtude da pandemia da Covid-19 mudanças tiveram que ser feitas para que a aplicação do produto educacional fosse possível em meio virtual, remoto e síncrono. Neste item pontua-se estes arranjos.

Uma das alterações foi em relação à turma prevista para o desenvolvimento do produto. Inicialmente, seria uma turma do tipo multisseriada, constituída de estudantes do 9º e do 6º anos, porém, com a situação da pandemia do covid-19, se verificou que os estudantes do 6º ano não tinham possibilidade de participar das aulas de forma síncrona, desta maneira, inviabilizou a proposta inicial e decidiu-se aplicar apenas para a turma do 9º ano, que era constituída de cinco estudantes.

Outra alteração relaciona-se ao turno em que as aulas ocorreram. Normalmente as aulas eram matutinas, mas tiveram que ocorrer também no turno da noite; a cada aula os horários eram adaptados e combinados com os estudantes. Essas adaptações de horário tiveram que ser efetivadas em virtude dos estudantes, estando agora em suas casas, terem outras atividades a realizar além das aulas. Por exemplo, o aluno A2⁷ teve dificuldades em alguns momentos para acompanhar a aula de forma síncrona no período da manhã, pois tinha que trabalhar no campo com animais que demandavam bastante esforço e em horários específicos, por se tratar da ordenha de leite. Em um determinado momento teve alguns animais que adoeceram e ele precisou auxiliar a sua família por mais tempo ainda, ocasionando sua ausência em algumas aulas.

Também, com as aulas no modo virtual, surgiu o problema do acesso à internet por parte dos estudantes. Para que a aplicação da SD acontecesse de forma online e síncrona (por meio da plataforma Google Meet[®]), a internet era essencial, porém os estudantes residiam no meio rural, em que a internet nem sempre ou na maioria das vezes não possui a qualidade ideal, o que acarretava algumas dificuldades, como, por exemplo, em dias de mau tempo ou no momento de assistir a um vídeo, ocorria o travamento da internet. Alguns alunos, inclusive, não tinham acesso à internet. Para citar um problema mais específico, a estudante A5 precisava deslocar-se até a casa de sua avó, no meio urbano, para acompanhar a aula de

⁷ Para me referir individualmente aos estudantes e preservar a identidade dos mesmos utilizo a denominação de A1, A2, A3, A4 e A5.

forma síncrona, em virtude da região em que ela morava não ter disponibilidade de instalação de internet.

Além desses problemas relacionados à internet, os recursos que os estudantes tinham eram poucos, em sua maioria utilizavam os seus celulares para assistirem as aulas e apenas uma aluna (A1) tinha um computador.

Em virtude destas mudanças no contexto de aplicação do produto, houve a necessidade e algumas alternativas foram buscadas pela professora para que todos os estudantes tivessem a oportunidade de acompanhar as aulas e, dessa forma, realizar as atividades propostas. Dessa forma, foi criado um grupo específico da turma via aplicativo Whatsapp® no qual os estudantes recebiam todas as orientações das atividades, links de acesso para participarem da aula síncrona, horários das aulas e também foram disponibilizadas as gravações. Quando algum estudante precisava ausentar-se da aula síncrona, a professora, além de disponibilizar a gravação, realizava uma conversa individual com ele para fazer as devidas orientações e explicações, às vezes por meio de ligações de áudio ou vídeos e conversas no aplicativo Whatsapp®, de modo a que todos acompanhassem as atividades e permanecessem com elas em dia.

Feita a explanação dos problemas encontrados na aplicação do produto, os quais tinham que ser resolvidos para que não se tornassem um entrave nesta etapa, segue-se o relato dos encontros.

Previamente à aplicação do produto foi realizada uma reunião com os estudantes para explicar sobre a pesquisa a ser realizada e sobre os Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para eles assinarem e recolherem a assinatura de seus responsáveis (APÊNDICE A e B, respectivamente), os quais ficaram disponíveis para a retirada na secretaria da escola, onde os estudantes, semanalmente, iam buscar as atividades impressas. Vale ressaltar que a implementação do produto já havia sido autorizada pela direção da escola (ANEXO A).

Nesta reunião, foi realizada também a apresentação da proposta de trabalho, explicando a metodologia que seria abordada durante as aulas e como seria a avaliação dela. Além disso, foi ressaltada a importância da realização dos estudos, assiduidade e comprometimento durante a realização das aulas e também com as tarefas de casa, pois elas sempre seriam retomadas nas aulas seguintes.

O Quadro 6 demonstra o cronograma dos encontros realizados com a turma e as atividades executadas em cada dia de aplicação.

Quadro 6 - Descrição dos encontros

Encontros	Data	Descrição das Atividades
Primeiro (1h30min)	03/11/2020	Termos de assentimento e consentimento Questionário inicial Vídeo 1: Avaliação de Ciclo de Vida Texto 1: O que é um ciclo de vida de um produto e sua avaliação (ACV).
Segundo (1h30min)	09/11/2020	Texto 2: Jeans o Vilão da história! Slides I: Produção do algodão e transporte até a chegada na indústria Vídeo 2: Como ocorre a plantação e cultivo do algodão.
Terceiro (1 hora)	17/11/2020	Texto 3: Cultivos e processo do algodão até chegar na indústria Texto 4: Como é possível a construção do tecido com tão poucos elementos químicos?
Quarto (2 horas)	24/11/2020	Slides II: Ligações químicas Simulador “monte uma molécula” Quadro 2: Atividade de revisão
Quinto (1h30min)	30/11/2020	Vídeo 3: Processos de fabricação do tecido de jeans Texto 5: Substâncias e misturas (adaptado de CARNEVALLE, 2018)
Sexto (1h30min)	02/12/2020	Vídeo 4: “Atividade prática – tingimento do tecido”. Texto 6: Leitura da Reportagem (adaptada): De onde vem o índigo que garante o azul do nosso jeans?
Sétimo (1h30min)	04/12/2020	Vídeo 5: Processo de fabricação do jeans na fábrica Imagem I: Tratamento físico – Químico do efluente da fábrica de jeans
Oitavo (1h30min)	07/12/2020	Texto 7: Adaptado da reportagem: Jeans o Vilão da História - Consumo Exigente
Nono (1 hora)	09/12/2020	Trabalho final: Apresentação da construção de uma ACV de um produto.

Fonte: Autora, 2021.

Pode-se verificar que o produto originalmente previa sete encontros, porém algumas atividades demandaram um tempo maior o que levou a um maior número de encontros.

3.3.2 Primeiro encontro: 1^o momento pedagógico

Aula de 90 minutos – 03 de novembro de 2020 - terça-feira

O primeiro momento pedagógico caracteriza-se pela Problematização Inicial (PI), no qual deve-se problematizar a temática (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990) a ser abordada no PE. Foi previsto um encontro para este momento e com as atividades (Quadro 7).

Quadro 7 - Atividades do 1^o momento

Vídeo 1: Avaliação de Ciclo de Vida. Texto 1: O que é um ciclo de vida de um produto e sua avaliação (ACV).
--

Fonte: Autora, 2021.

Neste dia, apenas dois estudantes estavam presentes na aula, o encontro ocorreu de forma presencial, pois nesta semana a escola estava com um processo de retomada das aulas no modo presencial. O objetivo deste encontro foi trazer o assunto do ciclo de vida por meio

de uma problematização, para que os estudantes colocassem suas ideias sobre e, posteriormente, já se familiarizassem com ele.

Foi aplicado o questionário inicial (APÊNDICE C) que visou identificar o conhecimento e concepções da vivência dos estudantes acerca de alguns assuntos que serão abordados no decorrer da sequência didática. Os estudantes que não estavam presentes retiraram o questionário na escola, em outro momento, assim todos os estudantes responderam o mesmo. As perguntas foram:

1. O que você entende por Ciclo de Vida?
2. Quais as relações que você vê entre ROUPA X MEIO AMBIENTE? Comente sobre isso!
3. O que você faz com as roupas que não tem utilidade para você? Quanto tempo você acha que o tecido leva para se decompor no ambiente?
4. Você acha que a Ciência e a Tecnologia têm relação com a indústria da moda? Comente sobre sua resposta.

Após, as respostas foram socializadas com o grupo e a professora mediu a problematização, a partir das respostas. Elas foram colocadas na discussão dos resultados por permitir identificar a pertinência da temática, mas, pode-se identificar que em relação ao ciclo de vida os estudantes tinham uma concepção relacionada ao ciclo humano (nascimento, vida e morte).

Em seguida, foi apresentado aos estudantes o vídeo 1 (Figura 4)⁸ com o título: “Avaliação de Ciclo de Vida”. Este vídeo foi escolhido, pois apresenta, por meio de situações vivenciais de uma pessoa, como é o ciclo de vida de produtos que utilizamos, no caso usa o iogurte. O vídeo leva a uma reflexão sobre um futuro mais sustentável para o nosso planeta, comentando sobre os recursos naturais, o abastecimento, o consumo diário dos seres humanos. É interessante verificar que os autores usam figurinhas que representam o consumo energético, a produção de gás carbônico (CO₂) e o planeta Terra em todos os momentos da apresentação. E o planeta Terra tem uma linha envolta que diminui ou aumenta dependendo da ação executada.

Assim, o vídeo proporciona aos estudantes um olhar para além do que é observado no dia a dia nas prateleiras das mercearias, dos supermercados entre outros estabelecimentos de comércio, usando um exemplo claro e presente no cotidiano das pessoas, que permite ver um produto e pensar em todos os processos que podem estar envolvidos na sua produção e o que se pode fazer para reduzir o seu impacto no ambiente.

⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SkHE2clxv0U>>.

Figura 4 - Página inicial do vídeo 1 “Avaliação do Ciclo de Vida”



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=SkHE2clxv0U>>.

O vídeo foi um dos recursos didáticos selecionados para serem utilizados ao longo do desenvolvimento do produto educacional por ser um recurso didático que propicia algo mais concreto para o aluno (MORAN, 2009). Segundo este autor, o professor tem algumas etapas para levar em consideração antes de introduzir um vídeo e essas sugestões de Moran foram seguidas nos momentos em que os vídeos forem utilizados.

- Antes da exibição do vídeo: Orientar os alunos a anotarem as palavras chaves que o vídeo apresenta, as imagens mais significativas, as transformações evidenciadas.
- Após a exibição do vídeo: Questionar os alunos sobre o que mais chamou atenção, quais as ideias principais, quais os modelos apresentados, situações do cotidiano que podem ser relacionadas ao vídeo.
- Sistematizar, no quadro, as falas dos alunos.

Assim, logo após o vídeo realizou-se um diálogo com os participantes por meio de alguns questionamentos sobre ele. Neste diálogo a professora perguntou aos estudantes de onde que achavam que vinham os produtos que são comercializados, e obteve os seguintes relatos:

- A1: Vem do campo, depois da indústria, até chegar no mercado.
 A2: Eles vêm do campo, de fazendas, de indústrias.

Em seguida, questionou-os sobre quanto tempo esses produtos permaneciam no meio ambiente, no qual os seguintes comentários foram realizados:

A1: Depende do produto, um salgadinho alguns minutos, já a roupa até anos.
 A2: Até que os produtos não servem mais para mim.

Em seguida, foi entregue aos estudantes o texto 1 (ANEXO B) “O que é um ciclo de vida de um produto e sua avaliação ACV”⁹, o qual é uma adaptação de um artigo. O objetivo com este texto foi auxiliar na compreensão em relação ao que é o ciclo de vida e quais são as etapas da ACV. Assim, o artigo traz o seu conceito, tudo que a compõe e qual a sua importância nos tempos atuais, introduzindo os termos do “berço à cova” e do “berço ao berço”. Com isto, os estudantes puderam, em formato de leitura, ter novas informações sobre a ACV.

A leitura foi realizada individualmente e os estudantes foram orientados a destacarem o que mais chamou a sua atenção. Em seguida, foi feita a leitura coletiva. Após, a professora questionou o grupo sobre como eles definiriam o ciclo de vida e como ela é feita, obtendo-se as seguintes respostas, respectivamente:

A1: eu definiria o ciclo de vida em etapas, onde temos produção, distribuição, consumo, uso até sua transformação em lixo.

A2: é o histórico de vida de seres e objetos, seu ciclo de “vida” até a “morte”.

A1: ela considera não só a poluição, mas também danos causados pelo funcionamento, danos causados por seu processo de fabricação, energia utilizada.

A2: ela ocorre não só da vida até a morte de um objeto, mas a sua duração após uma reutilização.

Pode-se observar, através dos relatos, que o vídeo já auxiliou os estudantes se familiarizar-se com o assunto. Além destes comentários mencionados, a professora-pesquisadora discutiu a relação destes produtos com os custos de produção, como se pode observar pelo relato da professora no diário de bordo:

O custo de uma garrafinha de água comercializada levou a uma reflexão sobre todo o processo que envolve esse produto: do tratamento da água, da utilização pelo ser humano, e também do que fazemos com a garrafinha após consumir o produto, relatando todo o ciclo de vida. Os estudantes estavam curiosos e instigados a responder os questionamentos, comentando deste o processo de perfuração dos poços artesianos, os quais compararam com os que possuem em suas casas (DIÁRIO DE BORDO, registro de 3/11/2020).

Como forma de dar sequência as atividades, os estudantes tiveram como tarefa de casa realizar a primeira leitura do texto 2 “Jeans o Vilão da história!” para ser comentado na próxima aula.

⁹ Disponível em: <<http://www.hottopos.com/regeq12/art4.htm>>.

3.3.3 Segundo encontro: 2º momento pedagógico

Aula de 1 hora e 30 minutos - 09 de novembro de 2020 (segunda-feira).

Neste segundo encontro, iniciou-se o 2º momento pedagógico (OC), no qual os conteúdos disciplinares devem ser trabalhados. Para este momento, o mais longo, foram estabelecidos seis encontros, nos quais buscou-se tratar aspectos históricos, econômicos e socioambientais associados à produção do jeans, bem como trabalhar com os conceitos específicos de forma dinâmica, ou seja, fazendo com que a oportunidade de os abordar se apresentasse dentro das atividades mais próximas da realidade do aluno, evitando a fragmentação (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018).

As atividades previstas para o 2º momento estão indicadas no

Quadro 8.

Quadro 8 - Atividades do 2º momento pedagógico

<p>Texto 2: Jeans o vilão da história! Slides I: Produção do algodão e transporte até a chegada na indústria. Vídeo 2: Conheça mais sobre o cultivo de algodão - AgroJornal. Texto 3: Cultivos e processo do algodão até chegar na indústria. Texto 4: Como é possível a construção do tecido com tão poucos elementos químicos? Slides II: Ligações químicas Simulador “monte uma molécula” Quadro 2: Atividade de revisão. Vídeo 3: Processos de fabricação do jeans Texto 5: Substâncias e misturas (adaptado de Carnevalle, 2018) Vídeo 4: Como tingir roupas sem manchar - renove seu guarda roupas. Texto 6: De onde vem o índigo que garante o azul do nosso jeans? Vídeo 5: Conheça os processos de fabricação do jeans. Texto 7: Calça Jeans – Vilão do Meio Ambiente</p>

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Este segundo encontro teve como objetivo analisar a produção do algodão desde o plantio até a produção do tecido do jeans na indústria, dando o início a ACV específica do jeans com a produção da matéria prima, o algodão.

No início deste encontro, foi realizada a retomada do texto (ANEXO C) “Texto 2 - Jeans o Vilão da história!”¹⁰ que a professora solicitou que fosse lido antes da aula. Este recorte traz a história do jeans, da sua criação e a finalidade do seu uso, além de abordar aspectos socioambientais relatando os impactos ambientais causados pela produção e poluentes emitidos ao longo do ciclo de vida deste produto, o texto identifica a calça jeans como uma inimiga da natureza.

¹⁰ Disponível em: <<https://www.revistaplaneta.com.br/velha-azul-desbotada-e-poluente/>>.

Os estudantes foram questionados sobre o que mais chamou a atenção na leitura, e observou-se que eles se apresentaram bastante instigados com o texto, fizeram comparações relacionadas à mudança de hábito em relação à finalidade do uso do jeans. Em seu relato do diário de bordo a professora destaca o que os estudantes relataram em suas conversas:

O que mais chamou a atenção dos estudantes foi que a primeira calça jeans costurada foi feita para o trabalho braçal e depois, com o tempo, começou a ser usada em momentos casuais e hoje eles utilizam para um momento especial, para ir a festas, jantares, encontros com amigos, não tendo mais a mesma finalidade (DIÁRIO DE BORDO, registro de 9/11/2020).

Em seguida, foi realizada uma nova leitura, agora em sala de aula, a estratégia adotada para a leitura foi fazer com que cada estudante, e também a professora, lessem uma parte, de modo a todos participarem. Pode-se perceber que os estudantes mudaram a sua atenção no texto, como relata no diário de bordo:

Ao final da leitura coletiva e realizada a indagação da professora em relação ao meio ambiente, os estudantes demonstraram-se impressionados com a quantidade de água utilizada na indústria de jeans, observando aqui conhecimentos que antes não foram mencionados por eles, através do relato mencionado anteriormente (DIÁRIO DE BORDO, registro de 9/11/2020).

Após realizar o diálogo e a leitura do texto, a proposta foi trabalhar com o primeiro processo do ciclo de vida do jeans, que é o cultivo do algodão. Para esta atividade foi realizada uma apresentação em slides (APÊNDICE D) sobre como ocorre este cultivo e foi utilizado o vídeo 2 com o título: “Conheça mais sobre o cultivo de algodão - AgroJornal”¹¹ para possibilitar a visualização das etapas do processo em que o algodão passa (Figura 5), apresentando custos, tempo de produção, formas de colher, tudo o que é necessário para que o algodão se desenvolva, seja colhido, siga para a produção do fio e forme o tecido do jeans.

Figura 5 - Página inicial do vídeo 2 “Conheça mais sobre o cultivo de algodão - AgroJornal”.



Fonte: <<https://bit.ly/2UZsjVC>>.

¹¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZmetIsZODB4>>.

Durante esta atividade, os alunos mostraram-se envolvidos, provavelmente, por tratar-se de algo do seu conhecimento. Como citado anteriormente, eles são do meio rural e possuem conhecimentos de plantio e colheitas de algumas matérias primas como a soja, milho, trigo. A aluna A3, por exemplo, fez um relato para os colegas mencionando que conhecia de perto um pé de algodão, pois em sua casa sua mãe cultivava dois pés de algodão, o qual era regado e cuidado até a chegada da colheita, em outro momento, enviou fotos para a turma visualizar os pés de algodão presentes na sua casa. Além disso, ela comentou que a finalidade de sua família tê-los em sua casa era para consumo próprio, usado em diversas situações, como por exemplo, retirar o esmalte da unha com acetona.

Esta atividade sobre o cultivo do algodão foi bastante dialogada pelos estudantes, o qual esteve presente em outro relato da professora no diário de bordo:

Ao final do vídeo eles realizaram comparações do cultivo do algodão com os cultivos que eles realizam com seus pais em suas propriedades, comentando sobre gastos de agrotóxicos para essa cultura em relação aos outros cultivos (DIÁRIO DE BORDO, registro de 9/11/2020).

Os estudantes fizeram relações com seu cotidiano, sobre a rotação de plantas no plantio, valores de cultivos, experiências que trazem de seus pais sobre as plantações, foi um momento bastante rico e que despertou o interesse dos estudantes sobre o assunto. Encerramos a aula com este diálogo e o texto do processo do cultivo do algodão, será tema de início da próxima aula (DIÁRIO DE BORDO, registro de 9/11/2020).

3.3.4 Terceiro encontro: 2^o momento pedagógico.

Aula de 2 horas -17 de novembro de 2020 (terça-feira).

Neste encontro, o objetivo foi trabalhar com ligação química, átomos, moléculas, representação estrutural. Vale ressaltar que a ideia inicial era que neste encontro fosse abordado todo o conteúdo das ligações químicas, porém, ao longo do desenvolvimento da aula observou-se a necessidade de mais tempo para esta abordagem, o que resultou na adição de mais encontros no resultado final da aplicação. Quatro estudantes estavam presentes na aula.

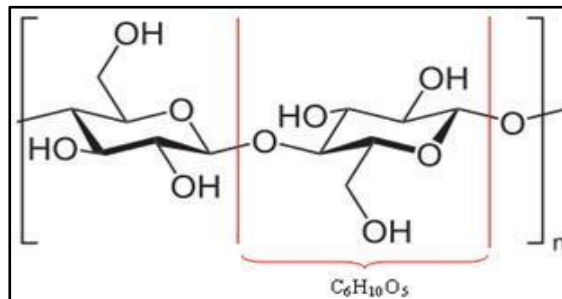
O encontro iniciou com uma retomada da aula anterior, com a leitura do texto 3 (ANEXO D) “Cultivos e processo do algodão até chegar na indústria”¹², que menciona todos os processos do cultivo do algodão, agora com um fluxograma esquematizando os processos discutidos nos slides e vídeo da aula anterior.

¹² Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_236_373_30246.pdf>.

Após, a proposta foi a leitura do Texto 4 (adaptado de Carnevalle, 2018) (ANEXO E): “Como é possível a construção do tecido com tão poucos elementos químicos?”¹³, que auxilia o professor na abordagem inicial dos conceitos de forma contextualizada, pois comenta sobre ligações químicas, associando, ao final, à celulose, para mostrar a relação com as ciências. Inicialmente a professora-pesquisadora questionou: Vocês acham que o que nós estudamos sobre o cultivo de algodão tem uma relação com a disciplina de ciências? As respostas variaram em dois não e dois sim, e sem justificativa para ambos.

Após, deu-se início a leitura do texto e, ao final, a professora mostrou a relação e explanou sobre os conceitos científicos que podem ser retirados da produção do algodão, utilizando a molécula da celulose. Explicou que o algodão é constituído da celulose, que é uma macromolécula representada pela fórmula química $(C_6H_{10}O_5)^n$ (Figura 6), que esse polímero natural tem como monômero a β -glicose e mostrou suas representações estruturais para trabalhar a ideia de como ocorre a união (ligação) dos átomos para que se forme a molécula, ou seja, chegando nas ligações químicas de uma forma mais geral, deixando para o próximo encontro tratar dos demais conceitos envolvidos.

Figura 6 - Representação da fórmula estrutural da molécula de celulose



Fonte: <<https://bit.ly/3hS6q3A>>.

3.3.5 Quarto encontro: 2^o momento pedagógico.

Aula de 2 horas – 23 de novembro de 2020.

Este encontro teve como objetivo dar continuidade ao conteúdo das ligações químicas, adentrando no tipo de ligação que ocorre em moléculas como a da celulose, relacionando o conteúdo científico com o algodão. Todos os estudantes participaram deste encontro.

A professora, como de praxe, iniciou a aula retomando o que foi visto na aula anterior, o texto sobre ligações químicas e a celulose e, a partir desta introdução, deu sequência às ligações químicas usando como recurso a apresentação em slides II (APÊNDICE E).

¹³ Carnevalle, 2018.

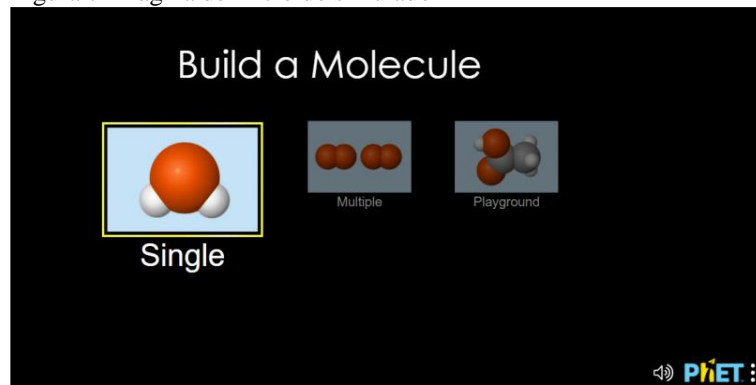
A abordagem, agora, tomou um viés submicroscópico versando sobre os tipos de ligações, a camada de valência, a diferença entre as ligações, átomos, íons, etc, ou seja, os diversos conceitos envolvidos neste conteúdo, utilizando também como recurso a tabela periódica.

Os slides iniciaram com as ligações iônicas abordando a camada de valência, a estabilidade dos átomos e, em seguida, foi explicado que neste tipo de ligação ocorre doação de elétrons, usando como exemplo o composto iônico cloreto de sódio (NaCl), mostrando a representação da doação e destacando que os agregados iônicos são formados por ligações iônicas. Os estudantes foram acompanhando os slides e anotando em seus cadernos (eles já haviam retirado na escola os slides impressos).

Em seguida passou-se para as ligações covalentes, em que há o compartilhamento de elétrons, mostrando as representações por meio de exemplos do compartilhamento dos elétrons nas moléculas de hidrogênio (H_2) e de oxigênio (O_2). Nesta, a celulose e a β -glicose foram trazidas novamente para permitir que os estudantes observassem a relação deste conhecimento específico com o assunto que lhe deu origem. Por fim, no último slide, foi apresentada a ligação metálica a qual ocorre entre metais, resultando no modelo “mar de elétrons”; para associar com o jeans se citou os acessórios metálicos: zíper e tachas existentes nele.

Para sistematizar o conteúdo, mas explorando outro recurso, foi utilizado o simulador “build a molecule” (Figura 7) do *PhEt interactive simulations*¹⁴, que simula a construção de moléculas de forma demonstrativa. Neste programa não aparecem os traços de ligação ou os elétrons na camada de valência. Assim, a cada nova molécula que era construída, os elétrons, a camada de valência e a ocorrência de ligações iam sendo mencionados pela professora.

Figura 7 - Página de início do simulador

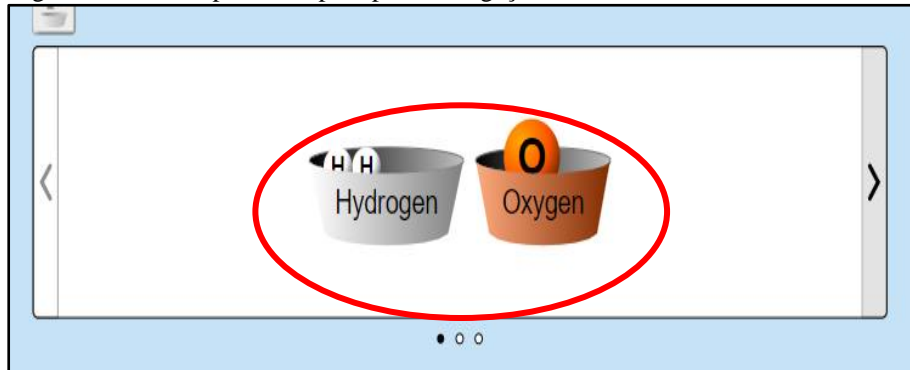


Fonte: <<https://bit.ly/3xQKT0J>>.

¹⁴ Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/build-a-molecule?aria=true>>.

Inicialmente, a professora-pesquisadora foi mostrando aos estudantes os átomos presentes para a possível ligação (Figura 8), comentando sobre a quantidade de elétrons na camada de valência de cada átomo de elemento químico diferente e que tipo de modelo de ligação seria possível acontecer.

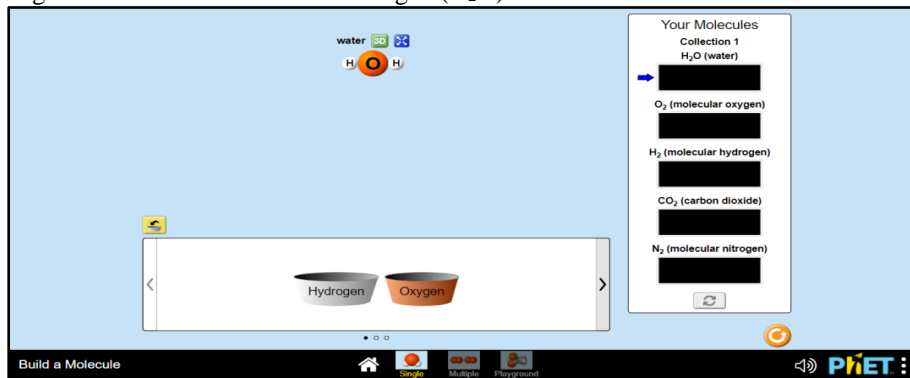
Figura 8 - Átomos presentes para possível ligação



Fonte: <<https://bit.ly/3z6sgWK>>.

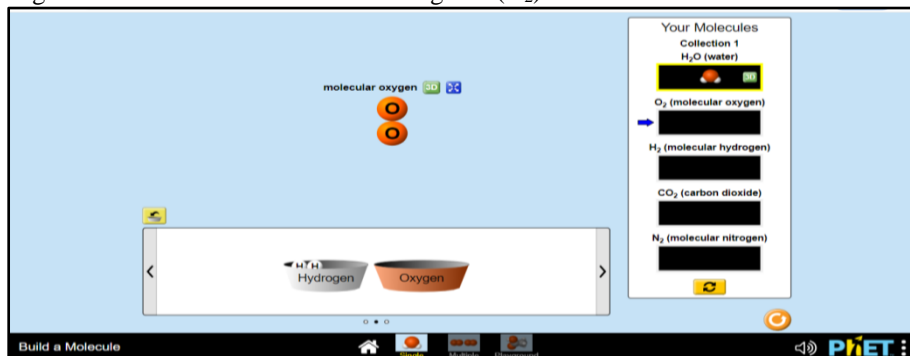
A seguir, são demonstrados os exemplos de modelos de moléculas através das Figuras 9, 10, 11, 12 e 13, que foram abordadas com os estudantes por meio do simulador.

Figura 9 - Modelo de Molécula de água (H₂O)

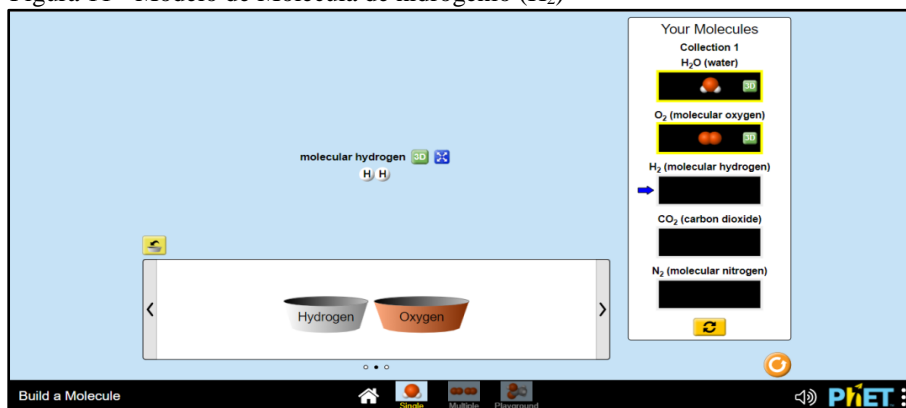


Fonte: <<https://bit.ly/36P7Bdw>>.

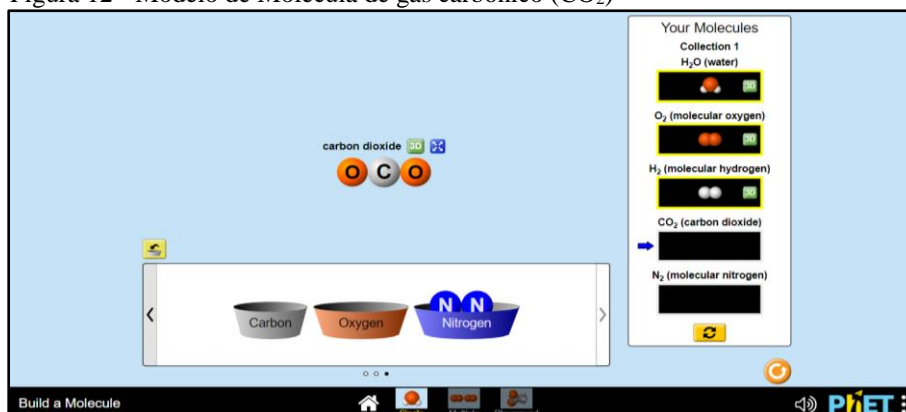
Figura 10 - Modelo de Molécula de oxigênio (O₂)



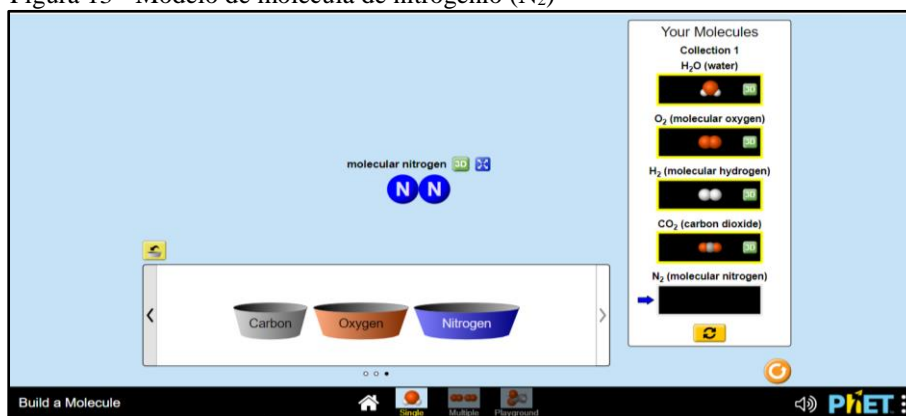
Fonte: <<https://bit.ly/2V1eLIU>>.

Figura 11 - Modelo de Molécula de hidrogênio (H_2)

Fonte: <<https://bit.ly/3hS7eFi>>.

Figura 12 - Modelo de Molécula de gás carbônico (CO_2)

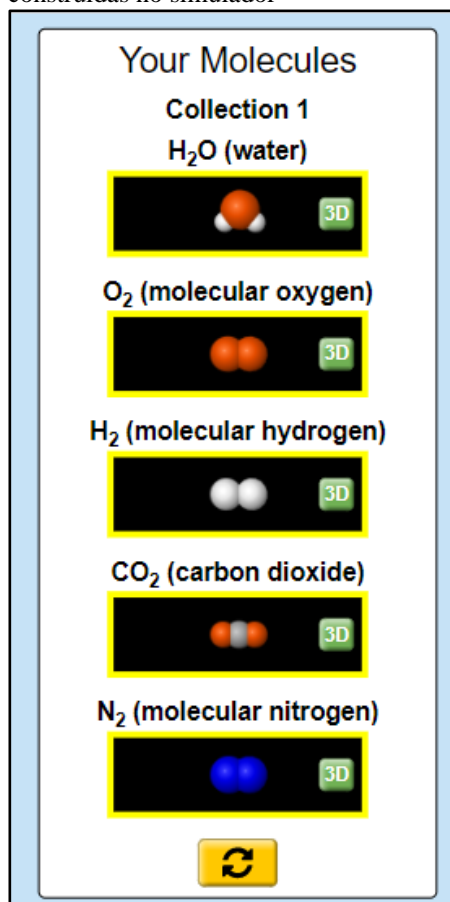
Fonte: <<https://bit.ly/3xQkFLO>>.

Figura 13 - Modelo de molécula de nitrogênio (N_2)

Fonte: <<https://bit.ly/2USFHL4>>.

Ao final de toda a abordagem no simulador, os estudantes utilizaram as moléculas “montadas” na atividade para desenhá-las em seus cadernos, representando a fórmula de Lewis, a fórmula com os traços de ligação, indicando a ocorrência das ligações químicas de cada uma delas. Na Figura 14, estão delineadas as moléculas que os estudantes representaram em seus cadernos estudadas no simulador.

Figura 14 - Modelo de Moléculas construídas no simulador



Fonte: <<https://bit.ly/2Ujjrdv>>.

Por fim, encerrando as atividades de sistematização sobre as ligações químicas, a professora solicitou aos estudantes executarem a atividade de revisão proposta (Quadro 9), a qual foi deixada, de forma impressa, na secretaria da escola. Essa rotina de retirar as atividades impressas semanalmente na escola já tinha sido estabelecida anteriormente.

Estas atividades de sistematização (APÊNDICE F) foram resolvidas individualmente pelos estudantes e corrigidas no final da aula pela professora com a participação deles.

O primeiro exercício tinha como estratégia fazer com que os estudantes relacionassem a ocorrência de que tipo de ligação a partir da combinação dos átomos fornecidos e no final realizar a representação estrutural e a fórmula da substância. Nesta atividade, os estudantes não demonstraram dúvidas, pois as respostas dos alunos estavam corretas.

Em seguida, foi realizado o exercício dois. A proposta foi identificar o número de ligações que cada átomo dos diferentes elementos químicos realizava por meio da análise da representação estrutural fornecida. Esta atividade foi importante para os estudantes compararem as diferentes representações para as substâncias químicas (fórmulas estruturais, fórmulas moleculares e fórmulas unitárias).

Quadro 9 - Atividades de revisão

1. Faça a correspondência correta entre as espécies da coluna I e o tipo de ligação que se estabelece entre elas na coluna II.

Coluna I	Coluna II
(A) Na (sódio)	1. Ligação covalente simples
(B) Cl (cloro)	2. Ligação covalente dupla
(C) O (oxigênio)	3. Ligação metálica
(D) N (nitrogênio)	4. Ligação iônica
(E) Cl (cloro) e Na (sódio)	5. Ligação covalente tripla

Em seguida represente os compostos formados com suas fórmulas e representação estrutural

2. O metano, a amônia, a água e o fluoreto de hidrogênio são substâncias moleculares cujas fórmulas estruturais estão representadas no quadro a seguir. Explique, para cada átomo de elemento químico diferente, porque ele faz o número de ligação observado na estrutura.

Metano, CH ₄	Amônia, NH ₃	Água, H ₂ O	Fluoreto de hidrogênio, HF
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}-\ddot{\text{N}}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \cdot\ddot{\text{O}}\cdot \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\ddot{\text{F}}-\text{H} \\ \cdot\cdot \end{array}$

Fonte: Autora, 2021.

Nesta atividade os estudantes em todos os momentos tiveram de comentar qual tipo de ligação estava ocorrendo e em alguns momentos surgiram dúvidas, como segue o relato do diário de bordo:

Pude perceber que quando os estudantes necessitavam dizer que tipo de ligação ocorria entre os átomos eles não consultavam a tabela periódica para identificar se os átomos eram metais, não metais e isso dificultou a atividade. Foi então que intervi e mostrei a eles a importância de consultarem a tabela periódica como auxílio. Não identifiquei mais relatos desta dificuldade a partir deste momento (DIÁRIO DE BORDO, registro de 23/11/2020).

No final da aula, a professora comentou o que seria desenvolvido no próximo encontro.

3.3.6 Quinto encontro: 2^o momento pedagógico.

Aula de 1 hora e 30 minutos – 30 de novembro de 2020.

O objetivo deste encontro foi promover o conhecimento sobre substâncias e misturas por meio do estudo da fabricação do tecido do jeans e seus impactos ambientais, dando continuidade à relação do conhecimento científico com a temática trabalhada. Neste dia, quatro estudantes estavam presentes.

O encontro iniciou-se com as instruções para a realização do trabalho final (para o momento da aplicação do conhecimento). Os estudantes mencionaram quais os produtos que eles possuíam interesse prévio em fazer sua ACV. Foram citados: o papel (A1), o leite (A2), o feijão (A3) e o arroz (A4).

Depois, deu-se início ao estudo das substâncias e misturas a partir do vídeo 3 (Figura 15) com o título: “Processo de fabricação do jeans”¹⁵. Este vídeo relata todas as etapas da produção do tecido propriamente dito a partir da matéria prima que é o algodão. A professora solicitou que prestassem atenção para posterior discussão. Foi possível observar a influência da ciência no processo de fabricação, a modernização das máquinas que produzem o fio e também o processo de tingimento do tecido.

Figura 15 - Página inicial do vídeo 3 “Processo de fabricação do jeans”



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=3voHjN5981c>>.

Após a visualização do vídeo, foi proporcionado um tempo para o estabelecimento do diálogo guiado pelas indagações feitas pela professora.

De onde vem a cor escura do tecido final, sendo que o algodão é branco?

- A1: Vem do tingimento do fio.
- A2: Do processo de tingimento.
- A3: Da tintura do índigo.
- A4: Das cores dos corantes.

O que possibilitou que a indústria de tecidos hoje seja automatizada e não artesanal?

- A1: A tecnologia.
- A2: A tecnologia vinda dos cientistas.
- A3: A tecnologia que vem da ciência.
- A4: A tecnologia.

Na sequência, buscando abordar os conceitos de substâncias e misturas relacionadas à formação do tecido, a professora convidou os estudantes para realizarem a leitura do texto 5

¹⁵ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3voHjN5981c>>.

(adaptado de CARNEVALLE, 2018) (ANEXO F) “Substâncias e misturas”¹⁶, de forma coletiva com a participação da turma e da professora. O texto faz a diferenciação entre substâncias simples e compostas, entre substâncias e misturas, utilizando majoritariamente exemplos da vivência do estudante. Para misturas, o autor cita como um dos exemplos o tingimento do jeans, em que estão presentes o índigo ($C_{16}H_{10}N_2O_2$), a água (H_2O) e a celulose ($C_6H_{10}O_5$), possibilitando ao professor retornar a temática. Para substâncias compostas foram usados o ácido clorídrico (HCl), o cloreto de sódio (NaCl), o gás carbônico (CO_2) e a água (H_2O), e para as simples os exemplos foram: hidrogênio (H_2), oxigênio (O_2), nitrogênio (N_2) e ozônio (O_3).

Em seguida, a professora fez questionamentos sobre o conteúdo do texto com o objetivo de identificar se os estudantes estavam relacionando os conceitos adquiridos com a explicação e leitura. As questões que guiaram o diálogo foram:

O que são substâncias e quais os tipos?

- A1: É formada por um tipo ou mais de componentes, pode ser simples ou composta.
 A2: É um composto formado por um único tipo de componente, substância composta é um composto formado por dois ou mais elementos químicos.
 A3: É um material formado por um único tipo de componente.
 A4: Uma substância de dois ou mais átomos, existe a simples e composta.

O que ocorre na formação do tecido quando tingido? Explique.

- A1: No tingimento do tecido ocorre a formação de uma mistura, pois adicionamos o Índigo, a água e a celulose.
 A2: No tingimento do tecido ocorre uma mistura. Uma mistura com o índigo, a água e a celulose.
 A3: Ocorre uma mistura, pois adicionamos o índigo, a água e a celulose.
 A4: Uma mistura entre o corante índigo, a celulose e a água.

O que constitui uma mistura?

- (Nesta pergunta, uma estudante ficou com dúvida no significado da palavra “constitui”).
 A1: É a adição de uma substância com a outra, podem ser simples ou compostas esta substância.
 A2: É uma mistura constituída de dois ou mais substâncias diferentes, simples e compostas.
 A3: Substâncias simples e compostas juntas.
 A4: De duas ou mais substâncias, simples e compostas.

Em cada questionamento, a professora foi ouvindo as respostas e fazendo as mediações necessárias para sistematizar os conceitos. Dessa forma, observou-se que eles participaram, tentando formular definições, ainda com certa confusão, mas essa foi a oportunidade para o professor identificar entendimentos errôneos para poder retomar os conceitos.

¹⁶ Carnevalle, 2018.

3.3.7 Sexto encontro: 2^o momento pedagógico.

Aula de 1 hora e 30 minutos – 02 de dezembro de 2020.

Neste encontro, o objetivo foi abordar o tingimento do jeans, envolvendo as relações científicas e tecnológicas deste processo; três estudantes estavam presentes. A proposta inicial foi estudar o tópico “concentração de soluções” por meio de uma atividade experimental demonstrativa usando o tingimento, retomando o conceito de mistura ao manipular os reagentes, realizando tingimentos com cores e concentrações diferentes e, ao selecionar o corante, identificar a sua representação estrutural retomando alguns conceitos. Porém, devido a pandemia e a ocorrência das aulas no modo online e síncrona, a atividade prática foi substituída pela utilização do vídeo.

Para dar início ao conteúdo, a professora pediu aos estudantes se eles tinham conhecimento sobre o tingimento dos tecidos, se já haviam realizado em casa com seus familiares e observou-se que eles ficaram surpresos, pois não sabiam que este processo podia ser realizado em casa não tendo o conhecimento de como era realizado.

A partir deste diálogo, a professora orientou os estudantes para assistirem o vídeo 4 (Figura 16)¹⁷, com duração de 5 minutos e 48 segundos, que apresenta uma prática de tingimento do tecido. Ele traz a ideia de tingimento de uma forma simples, em casa com o uso de um corante, panela e água quente, as etapas de tingimento foram mostradas no vídeo com a preparação da peça (umedecendo), o aquecimento da água, a mistura do corante na água, o tingimento e, ao final, a colocação da peça tingida na água fria salgada. O resultado foi uma peça tingida com sucesso.

Figura 16 - Página inicial do vídeo 4: “Como tingir roupas sem manchar - renove seu guarda-roupas”



Fonte: <<https://bit.ly/3wQCOHY>>.

¹⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Wb7kxFRIxbE&ab_channel=ReceitasdoNoca>.

Este processo caseiro foi escolhido, pois a partir dele foi possível realizar relações com a produção em grande escala na indústria. Foram feitas comparações entre o tingimento de uma peça e o de várias peças, proporcionando ao professor abordar o conteúdo de concentração. Com este intuito, a professora realizou alguns questionamentos aos estudantes. Este relato foi pessoal, não era necessário responder da forma que estava no vídeo e sim com suas palavras o que haviam compreendido:

Explique como ocorre o processo do tingimento.

A1: É necessário dissolver o corante na panela fervendo com a peça de roupa. por 45 minutos cozinhar, depois tirar e colocar na água com sal e depois sem espremer colocar secar no varal.

A2: Começa pondo o corante na água fervente, adiciona a roupa e aguardar 40 minutos, em seguida por 3 colheres de sopa de sal na água fria e passar a roupa para o recipiente e aguardar por mais meia hora.

A3: Água quente e corante tinge a peça e adiciona na água fria salgada.

Comente o que mais chamou a sua atenção no tingimento:

A1: Cozinhar a roupa na água fervendo.

A2: O fato de pôr sal na água fria.

A3: O fato de ser utilizado o sal no processo para fixar a cor.

Como você acha que ocorre o tingimento do tecido do jeans na indústria?

A1: Eu acho que é totalmente diferente, pois lá eles usam a tecnologia e não utilizam panelas, por exemplo, e nem o sal, usam um fixador próprio e máquinas grandes.

A2: Eu acho que deve ser parecido, mas não deve ser feito da mesma forma. Não é tingida a peça de roupa, em muitos casos são tingidos os fios.

A3: Eu acho que deve ser parecido o processo de tingimento no jeans, mas em maiores quantidades.

A professora foi mediando a discussão, sanando dúvidas e, ao final, foi retomada toda a atividade relacionada ao tingimento para dar um fechamento da mesma. Na sequência, a professora apresentou aos estudantes o texto adaptado 6 (ANEXO G) “De onde vem o índigo que garante o azul do nosso jeans?”¹⁸. O texto traz a história do corante índigo, sua origem e também a descoberta da sua síntese, um grande passo da ciência, em que não foi mais necessário o cultivo do índigo e do trabalho artesanal.

A leitura foi feita em conjunto, onde cada aluno leu um parágrafo e, no final, a professora iniciou um diálogo sobre as relações do corante sintético e natural, relatou a influência da ciência e da tecnologia na descoberta do corante sintético através dos estudos e experimentos, destacou a produção em grande escala e mais rápida do corante sintético em relação ao natural, introduziu a questão das transformações químicas e sua importância.

Foram retomados os conceitos de molécula, ligação química que ocorre entre os átomos do corante índigo, de forma a auxiliar que os conceitos fossem internalizados pelo aluno. Também se destacou os aspectos históricos relacionados ao corante. Após cada

¹⁸ Disponível em: <<https://eze.com.br/2018/07/02/de-onde-vem-o-índigo-que-garante-o-azul-do-nosso-jeans/>>.

questionamento, a professora iniciou um diálogo, ouvindo as respostas dos estudantes e relacionando com o texto estudado.

Você sabia como se chamava a cor do jeans? Explique.

A1: Não sabia.

A2: Não, eu não tinha nenhum conhecimento sobre o assunto.

A3: Não.

O que mais chamou a sua atenção no texto? Escreva com suas palavras:

A1: Foi que na natureza se encontra 200 tipos desse vegetal, para produzir o índigo.

A2: A corrida louca pelo corante azul.

A3: Que tinha 200 tipos da planta que produzia o índigo.

De onde vem o azul índigo do jeans?

A1: vem através das plantas anileiras e também do índigo sintético.

A2: Inicialmente de uma planta um corante natural, depois foi produzido um corante em laboratório por um cientista.

A3: De uma planta e da descoberta de um cientista, o corante sintético.

3.3.8 Sétimo encontro: 2º momento pedagógico.

Aula de 90 minutos – 04 de dezembro de 2020.

O objetivo deste encontro foi problematizar os impactos ambientais causados pela indústria do jeans abordando o papel do tratamento de efluente dentro de uma fábrica, relatando os problemas causados se não realização desta etapa, além de trabalhar os conceitos de separação de misturas. A ideia foi propiciar que os estudantes visualizassem quais mudanças podem ocorrer nos processos para diminuir os impactos e, também, qual o papel da sociedade, em relação a estes aspectos, ou seja, como ela identifica a importância da ACV e como ela vê e posiciona-se. Desta maneira, o professor também poderia identificar o conhecimento já construído pelos estudantes para introduzir o tratamento de efluentes. Neste encontro, quatro estudantes participaram.

A ideia inicial deste encontro foi realizar uma visita a uma empresa de produção de jeans, situada na cidade, na qual os estudantes teriam a oportunidade de observar todos os processos e a estação de tratamento, possibilitando a participação deles por meio da observação e realização de questionamentos. Esta proposta inicial foi modificada por conta da pandemia e a visita passou a ser virtual, a partir do vídeo 5 (.

Figura 17)¹⁹, com duração de 12 minutos e 24 segundos, o qual apresenta uma visita a indústria de produção do jeans. Nele, os estudantes puderam observar todas as etapas do processo da fabricação das peças do jeans até a chegada ao consumidor.

¹⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8yT5fg6CsJE&t=1s>>.

Figura 17 - Página inicial do vídeo “Conheça os processos de fabricação do jeans”



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=8yT5fg6CsJE&t=1s>>.

Após os alunos terem assistido ao vídeo 5, a professora indagou aos estudantes sobre a importância de não descartar o efluente da fábrica direto para os rios, pois causa consequências sérias aos seres vivos e ao ecossistema das águas e seguiu com algumas perguntas:

O que devemos fazer com esse efluente gerado?

A1: Essa água vai ir para um lugar para tratar.

A2: É utilizado como tinta.

A3: Acho que é reaproveitável.

A4: Devemos pensar em retirar o tom escuro do índigo antes de reutilizar ou colocar nos rios.

O que mais chamou a sua atenção do processo de produção do jeans? Você já sabia como funcionava?

A1: A impressora gigante, o laser, não sabia como funcionava.

A2: O processo na indústria, eu não sabia.

A3: A estonagem ser a mão. Não tinha conhecimento de como funcionava.

A4: Não sabia, achei legal a parte de estonagem, onde faz os detalhes das calças.

O que devemos fazer com esse efluente gerado?

A1: A indústria tem que tratar esse efluente.

A2: Não tinha a menor ideia, fazer um tratamento.

A3: Devemos reutilizar.

A4: Acho que é importante reutilizar, mas deve ser “tirado” a cor escura, pois mancharia as peças.

Quantos processos ocorreram na produção do jeans?

A1: São 9 processos.

A2: Desenho, modelagem, corte, costura, laser, lavanderia e estonagem.

A3: Desenho, modelagem, impressão, corte, etiquetagem, costura, laser, lavagem e estonagem.

A4: Depois de escolher o tecido vai pro desenho, é impresso a modelagem de calças, carimbam cada parte tem sua colaboração, costura, passa pelo laser, tem a lavanderia que lava 100 peças em 30 a 40 minutos, a estonagem e sai pronta.

Após o diálogo, iniciou-se uma explicação realizada pela professora sobre o tratamento do efluente da fábrica do jeans, por meio de um fluxograma que demonstrava todas as etapas deste processo, o qual consiste de cinco etapas descritas no Quadro 10.

Quadro 10 - Processo de tratamento do efluente da fábrica de jeans

Etapa	Processos de separação	Explicação
1	Coagulação	Processo de neutralização, onde é adicionado substâncias para que ocorra a formação de flocos.
2º	Floculação	Após a adição do coagulante as partículas suspensas na água, se transformam em flocos para realizar o próximo processo.
3º	Sedimentação	Esse processo é chamado de decantação, as partículas floculentas se depositam no fundo do tanque e a água está pronta para passar para o próximo tanque.
4º	Filtração	Remove as impurezas presentes na água bruta, as partículas presentes na água vão sendo retiradas rapidamente.
5º	Tratamento biológico	No corpo da água a matéria orgânica é convertida em produtos mineralizados inertes puramente naturais, caracterizando assim o fenômeno chamado de autodepuração. É a capacidade de redução da matéria orgânica.

Fonte: Gondim, 2008.

Através destes processos, foi possível relembrar os conceitos de substâncias e misturas e abordar os processos de separação que ocorreram durante o tratamento, propiciando ao professor discutir esse último conteúdo (processos de separação) de forma, também, contextualizada.

3.3.9 Oitavo encontro: 3º momento pedagógico.

Aula de 1 hora e 30 minutos – 07 de dezembro de 2020.

Nesta aula foi retomada toda a avaliação do ciclo de vida do jeans, reforçando os impactos ambientais porque o objetivo agora foi tratar do consumo consciente, neste dia três estudantes participaram.

A proposta da aula foi realizar uma leitura, de forma coletiva, do texto 7 (ANEXO H), com o título: “Calça Jeans – vilão do meio ambiente”²⁰. O texto traz os valores de emissão de gás carbônico, de consumo de energia e de água durante a fabricação do jeans e, o mais importante, pontua o impacto desses parâmetros na utilização da peça de jeans pelo consumidor. Esse viés permitiu ao professor focar no papel do cidadão perante o compromisso de diminuir estes impactos por meio do consumo consciente.

A ideia principal do diálogo com os estudantes, após a leitura da reportagem, foi demonstrar a eles que quando se fala em ACV ela também envolve o consumidor que adquire

²⁰ Disponível em: <<https://www.revistaplaneta.com.br/velha-azul-desbotada-e-poluente/>>.

o produto, ou seja, não estamos falando apenas da indústria, mas sim, da responsabilidade com o meio ambiente transferida para os consumidores após a compra do produto e que a utilização e descarte dele também causa impactos no meio ambiente, refletindo quais as atitudes que devemos tomar após essa aquisição, uma etapa importante da ACV a qual nós cidadãos fazemos parte.

Nesta aula foi possível observar o crescimento dos estudantes por meio de suas respostas aos questionamentos feitos pela professora:

Ao avaliarmos a ACV do jeans, o que podemos concluir através da leitura do texto?

A1: Podemos concluir que o ciclo de vida de um produto não acaba quando chega nas mãos do consumidor, ele tem uma trajetória bem grande mesmo depois de ser descartado.

A3: Que os produtos usados no jeans causam impactos no meio ambiente e pode ser diminuído através da ACV.

A4: Que ela é importante para o meio ambiente.

Fale com suas palavras sobre o ciclo de vida do jeans e sua avaliação, comente o que você aprendeu, etapas, o ciclo e sua avaliação, o que mais chamou a sua atenção.

A1: O que mais me chamou atenção em todo o ciclo de vida do jeans foi que é muito mais complexo do que eu imaginava, possui todas as etapas que eu nunca tinha parado para pensar em como funcionava e o meu papel em relação ao consumo dos produtos.

A3: Eu aprendi a tingir roupa, aprendi que a avaliação do ciclo de vida é muito importante para que o meio ambiente não seja atingido, que é importante pensarmos no nosso papel como consumidor consciente.

A4: Eu aprendi a tingir roupas e também que devemos pensar na hora de consumir um produto, pensar em todos os processos e todo seu ciclo de vida para sabermos qual o nosso papel e o que devemos fazer com ele após utilizá-lo. Devemos ter um consumo consciente.

Você considera o uso da tecnologia importante quando falamos dos impactos com o meio ambiente? Após ler o texto você acredita que o uso consciente do jeans levaria a um impacto menor ao meio ambiente? Em relação às outras empresas a ACV auxilia nesse processo?

A1: Sim, quando é realizado uma ACV e os processos todos são avaliados é possível que os impactos ambientais sejam reduzidos pela empresa e quando abordado ao cliente e a empresa se empenhar a conscientizá-lo também.

A3: A tecnologia é importante, pois através dela muitos processos podem ser realizados e com esse auxílio diminuir os impactos ambientais, já a ACV é importante porque ela auxilia na avaliação dos processos e produz uma solução para os impactos do meio ambiente e custos da empresa.

A4: Sim, a tecnologia influencia nos processos das empresas e ao mesmo tempo interfere diretamente no que a empresa vai causar no meio ambiente, eu aprendi que a ACV é importante para pensar no meio ambiente e que todos nós devemos pensar nesses processos quando adquirimos um produto e avaliar se vale a pena o comprar.

A professora mediou o diálogo complementando as respostas dos alunos, ou seja, utilizou as respostas dos alunos para conversar sobre os temas abordados nos questionamentos e realizar um fechamento da aula sobre a ACV.

3.3.10 Nono encontro: 3º momento pedagógico.

Aula de 1 hora – 09 de dezembro de 2020 – Apresentações do trabalho final.

Este encontro teve como objetivo verificar o conhecimento adquirido pelos estudantes ao longo de toda a aplicação dos conceitos, por meio da apresentação do trabalho final (ANEXO H). O Quadro 11 apresenta os produtos escolhidos pelos estudantes (borracha, lápis, papel, leite e arroz) e quais os pontos que foram abordados por eles.

Quadro 11 - Produtos selecionados pelos estudantes e abordagens apresentadas

Aluno	Produto	Itens abordados no trabalho
A1	Papel	História do papel, etapas de produção, impacto ambiental causado pelo papel e ACV.
A2	Leite	Cultivo no animal, etapas de produção, impacto ambiental causado pelo leite e ACV.
A3	Lápis	História do lápis, etapas de produção, impacto ambiental causado pelo lápis e ACV.
A4	Arroz	Cultivo do arroz, etapas de produção, impacto ambiental causado pelo arroz e ACV.
A5	Borracha	História da borracha, cultivo, etapas de produção, impacto ambiental causado pela borracha e ACV.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Nas apresentações, buscou-se identificar as competências pontuadas na BNCC (2017) e que tem ressonância no enfoque CTSA e nos 3MP, e pontos de vista que respeitem e promovam a consciência socioambiental e o consumo responsável (mais explicitados na BNCC), verificando a utilização dos conhecimentos adquiridos ao longo das aulas.

Foi reservado um tempo, ao final de cada apresentação, para os colegas fazerem questionamentos ou tirarem dúvidas do trabalho, como não houve manifestação a professora complementou cada apresentação quando julgou necessário.

A análise dos resultados obtidos na aplicação do produto educacional desta dissertação será explanada no item seguinte.

4 PESQUISA

Este capítulo direciona-se a apresentar a pesquisa realizada, os resultados alcançados. Apresentam-se os aspectos, objetivando responder ao questionamento inicial deste estudo de modo a analisar a viabilidade da proposta enquanto estratégia didática. O capítulo tem início com a caracterização da pesquisa, seguem os instrumentos utilizados para coleta dos dados e a análise dos dados.

4.1 Caracterização da pesquisa

Para Gil (2008, p. 26), a pesquisa tem um caráter prático e objetivo e é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Partindo-se dessa sistemática, inicialmente caracteriza-se como qualitativa a pesquisa que guiou esse trabalho, a qual é recorrente na área de ensino. Na abordagem qualitativa, mencionada por Bogdan e Biklen (2010, p. 50), “foca-se no modo como as definições (as definições que os professores têm dos alunos, as definições que os alunos têm de si próprios e dos outros) se formam”, com ela leva-se em conta resultados além do quantitativo.

Como também pontua Minayo (1994, 2000), a pesquisa qualitativa foca uma realidade que não fica bem representada quantitativamente, pois o processo educacional se desenrola em um determinado contexto histórico-social, no qual os sujeitos participantes estão imersos e são por ele afetados. Com isso, as motivações, os valores, as crenças dos sujeitos, ou seja, os múltiplos aspectos subjetivos são partes integrantes do processo educativo o que leva à necessidade de uma abordagem que contemple esses aspectos subjacentes (MINAYO, 1994, 2000).

Desta maneira, na pesquisa qualitativa não há preocupação com a representatividade numérica, mas com uma ênfase na compreensão de um grupo social envolvido (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Os autores pontuam que (p. 32):

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências.

Quanto à natureza da pesquisa, na qual a proposta identifica-se como uma pesquisa-ação, considerando-a como sendo um processo que “aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela” (TRIPP, 2005, p. 446). Nesta, o professor tem participação profunda, interagindo de forma mais efetiva com os estudantes e com o desenvolvimento de sua intervenção didática (MINAYO, 2002).

Para Moreira (2011), na pesquisa-ação os docentes são incitados a questionar suas próprias ideias e teorias educativas, suas próprias práticas e seus próprios contextos como objetos de análise e crítica, enriquecendo sua ação.

Portanto, as características da pesquisa-ação alinham-se tanto no que tange ao objetivo formativo da própria docente pesquisadora, que busca aprimorar sua prática por meio da intervenção didática proposta nesta dissertação, pois a experiência prática quando vivência da de forma ativa e reflexiva apresenta um valor formativo importante (ALARCÃO, 2003) quanto no que diz respeito aos objetivos educativos de uma forma geral, ou seja, àqueles que buscam a melhoria na aprendizagem dos educandos a qual é influenciada pela ação do docente.

4.2 Os instrumentos para coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados selecionados foram um questionário diagnóstico para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes (APÊNDICE C), o diário de bordo do professor (auxiliado pelas gravações das aulas no Google Meet®) e as atividades específicas elencadas para a análise da proposta quanto ao aprendizado, em especial o trabalho final elencado como atividade para o momento de aplicação do conhecimento (AC).

Os relatos dos acontecimentos que foram registrados no diário de bordo (ZABALZA, 2004) seguem os critérios gerais de observação, de acordo com Minayo (2002, p. 295): “anotações do que se observa, resultados de conversas informais, observações de comportamentos contraditórios com as falas, manifestações dos interlocutores quanto aos vários pontos investigados, dentre outros aspectos”.

A respeito dessa ferramenta, Zabalza (2004, p. 10) discute que ao escrever sobre a prática, o professor aprende e (re)constrói seus saberes, uma vez que:

[...] escrever sobre o que estamos fazendo como profissional (em aula ou em outros contextos) é um procedimento excelente para nos conscientizarmos de nossos padrões de trabalho. É uma forma de “distanciamento” reflexivo que nos permite ver em perspectiva nosso modo particular de atuar. É, além disso, uma forma de aprender.

Desta maneira, a utilização do diário de bordo permite uma posterior reflexão e diálogo sobre as atividades que foram desenvolvidas, se constituindo em um importante instrumento para uma prática docente reflexiva. Destaca-se que com as aulas online sendo gravadas foi possível retomar essa reflexão, enriquecendo-a.

Desta maneira, para a análise dos resultados foi definida uma categorização *a priori* proveniente de competências e habilidades indicadas pela BNCC (BRASIL, 2019) para o ensino fundamental, considerando o grupo participante da intervenção didática e a importância deste documento legal como norteador dos processos educativos. Além disso, considerando-se que a proposta baseia-se no enfoque CTSA, instrumentalizada via os 3MP, buscou-se objetivos que encontram ressonância nestas orientações da BNCC, de modo a estabelecer categorias de forma mais específica e facilitar a condução da análise dos dados obtidos.

Um resumo dos instrumentos de coleta e o critério que se utilizou para analisá-los estão indicados no

Quadro 12.

Quadro 12 - Instrumentos de coleta e caracterização *a priori*

Instrumentos de coleta	Crítérios	Caracterização <i>a priori</i>
Questionário inicial	Analisar os conhecimentos prévios dos estudantes e compará-los com os relatos do diário de bordo ao longo do processo.	Participação ativa no processo educativo, Análise crítica, Externalização de opiniões, Formulação de ideias, consciência socioambiental ↓ Fomentar o protagonismo do estudante e sua formação cidadania
Diário de bordo	Reflexão sobre as atividades aplicadas e de conhecimentos compreendidos	
Atividades e trabalhos	Análise da compreensão da temática e conteúdos desenvolvidos, ou seja, os objetivos pedagógicos buscados pela intervenção didática.	

Fonte: Autora, 2021.

4.3 Análise dos resultados

No capítulo presente, descreve-se a análise e discussão dos resultados obtidos com a aplicação do produto educacional, com estudantes do 9º ano do ensino fundamental II, conforme descrito no capítulo anterior. A análise de dados foi fundamentada nos registros do diário de bordo da pesquisadora, questionário inicial, atividades desenvolvidas pelos estudantes durante os encontros e a apresentação do trabalho final. A discussão foi dividida em dois blocos considerando a pergunta problema da pesquisa: **A temática de ACV, sob o enfoque CTSA, pode favorecer o estabelecimento de relações entre o conhecimento**

científico e o contexto do educando e que os objetivos pedagógicos pretendidos sejam alcançados?

Tomando-se como referência o trabalho de Pieri (2017) em relação à sistemática de análise, do questionamento visualizou-se dois blocos de análise: 1) a temática ACV como base para a construção da SD; 2) a temática ACV e os objetivos pedagógicos pretendidos. Estes serão discutidos a seguir.

4.3.1 A temática ACV como base para a construção da SD

Esse item foi estabelecido, pois, como a SD é um produto educacional que se pretende que seja usado por mais professores, julgou-se importante destacar como a temática comportou-se enquanto estratégia para o trabalho docente visualizado. Neste sentido, foram incluídas nesse item questões relacionadas à efetivação da transposição didática, a pertinência da temática e a participação dos estudantes nas atividades, como forma de colocar as impressões da professora-pesquisadora em termos de identificar a potencialidade da ACV como temática para ser trabalhada em uma SD e em auxiliar o trabalho docente.

Transposição didática

Como observado em itens anteriores, o enfoque CTSA aponta para um ensino de ciências mais contextualizado, atento as mudanças que ocorrem no mundo, especialmente na Ciência e Tecnologia, e que se refletem no meio ambiente e na sociedade inserida nesse contexto (LINSINGEN, 2007). Por meio deste enfoque, é possível alcançar competências de cidadania, além das cognitivas, no intuito de auxiliar o estudante a entrar no processo de interagir no mundo e com o mundo de forma ativa, balizada pelo aprendizado construído na escola (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018).

Para tanto, a escola também deve estar aberta a essa interação, de modo a trazer para o seu espaço avanços na construção curricular e discussões variadas, que permitam ao estudante um “olhar” para o seu contexto de forma crítica consistente e, assim, poder atuar para melhorá-lo (CHASSOT, 2003; MAESTRELLI; LORENZETTI, 2017). E o professor, dentro do grupo escolar, tem um papel fundamental nesta formação, uma vez que ele tem maior aproximação com o aluno, será ele que irá escolher metodologias e recursos didáticos para desenvolver sua prática docente.

Nesse sentido, a formação do professor, além de outros fatores de ordem subjetiva, pode influenciar nessas escolhas; um professor cristalizado em sua ação tradicional, fechado

para o exterior, não tem como prática uma reflexão crítica sobre sua prática e, portanto, não contribui para as mudanças necessárias no ensino de ciências (RICARDO, 2007).

Nesse sentido, quando se aposta na CTSA, é necessário que o professor esteja constantemente atento as contribuições da CT que são veiculadas nos mais diversos meios de comunicação para encontrar possibilidades de inserção de temáticas contemporâneas dentro do seu fazer pedagógico.

Não é fácil responder perguntas como “quais saberes oriundos da ciência, da tecnologia, da sociedade, do ambiente seriam transpostos, e como o seriam, para a sala de aula?” ou “quais saberes devem/podem ser transpostos ou transferidos para a sala de aula em uma Educação CTSA?” (RICARDO, 2007, p. 4). Aí entra a questão da transposição didática que transforma os saberes de referência em saberes ensinados e que, dependendo de como isso é feito, pode levar a criar obstáculos e até entendimentos não consistentes com o proveniente das referências (CHEVALLARD, 1991 apud RICARDO, 2007).

Neste sentido, quando foi decidido adotar a abordagem CTSA para a elaboração do produto educacional dessa dissertação, essas preocupações emergiram. Ricardo (RICARDO, 2007, p. 7) mesmo aponta que com a CTSA “haverá necessidade de uma reorientação tanto nos saberes a ensinar como nas estratégias metodológicas adotadas”.

Nos livros didáticos, em geral, não aparece esta abordagem, ou quando se alude a ela, o perfil é mais como um exemplo a se destacar para abordar o conteúdo (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018). Portanto, o professor precisa elaborar sua proposta e, para isso, se aprofundar na temática selecionada.

Ao entrar em contato com a ACV observou-se a sua complexidade, mas, ao mesmo tempo, seu enfoque no meio ambiente, tema transversal que consta na BNCC (BRASIL, 2017), abriu a possibilidade de selecioná-lo como temática do produto educacional e, assim, foi necessário “enxergar” os conteúdos dentro dela. Porém, por se tratar de uma técnica normatizada e quantitativa, que em sua maioria analisa processos e rendimentos, foi necessário buscar os aspectos mais qualitativos para trabalhar em sala de aula, considerando o nível escolar alvo da intervenção didática pretendida.

Com estes pensamentos, a SD procurou explorar diferentes recursos para envolver o estudante e instigá-lo a enxergar seu contexto de forma ampla, valorizando e oferecendo o diálogo entre o professor e o aluno, com o intuito que a construção de conceitos se faça de forma não fragmentada e contextualizada. Assim, foram escolhidos textos e vídeos que abordassem aspectos variados (ambientais, históricos, éticos, econômicos) e que permitissem o estabelecimento desse diálogo e de reflexões por parte dos estudantes, mesmo quando

algum aspecto quantitativo aparecia, ele era de mais fácil entendimento. E isto foi observado ao longo de toda a intervenção didática como pode ser identificado na descrição dos encontros, e coloca-se um apontamento destes aqui, quando tratamos o cultivo de algodão (no final do 2º encontro), a título de ilustração.

Ao final do vídeo, eles realizaram comparações do cultivo do algodão com os cultivos que eles realizam com seus pais em suas propriedades, comentando sobre gastos de agrotóxicos para essa cultura em relação aos outros cultivos (DIÁRIO DE BORDO, registro de 9/11/2020).

O que chamou a atenção de vocês no texto?

A1: O valor para o cultivo e processo do algodão são caros.

A2: O custo por hectares por plantação, pois precisa de bastante agrotóxicos, além do problema dos agrotóxicos nas lavouras.

A3: O tratamento ser maior do que os produtos comuns como soja e o gasto com os agrotóxicos.

Há de destacar-se que, por conta da pandemia de covid-19, uma preocupação se somou à questão comentada anteriormente, de transformar os saberes científico-tecnológicos em saberes a ensinar, e foi o da viabilização da aplicação da SD, pois, ao se concretizar que as aulas ocorreriam via online, pensou-se que alterações teriam que ser efetivadas nas atividades para se adaptarem a esse modo virtual, entretanto, poucas estratégias tiveram que ser efetivamente modificadas, como a aula experimental e a visita técnica à fábrica de jeans.

Assim, considerou-se que a temática comporta uma abordagem qualitativa que permite ao professor contextualizar os assuntos relacionados à mesma, e, também, que apresenta uma riqueza em termos de conceitos que podem ser abordados, mostrando o seu potencial pedagógico. Isto favoreceu a sua compreensão, por parte dos alunos de forma sistêmica, permitindo ao aluno, ao conhecê-la, refletir sobre seus apontamentos e externalizar suas opiniões, estabelecendo a interação dialógica que os 3MP buscam favorecer, auxiliando a concretização do trabalho docente.

Pertinência

Antes de desenvolver a sequência didática, um questionário inicial foi aplicado para identificar o conhecimento trazido pelos estudantes acerca do assunto que seria abordado no desenvolvimento da SD e poder verificar, ao longo do processo, avanços alcançados em relação aos objetivos. Por conseguinte, ele tem relação com outros instrumentos de coleta (o diário de bordo e o trabalho final), mas, também, pode concorrer para justificar a temática escolhida, ou seja, identificar sua pertinência enquanto proposta didática. E essa primeira abordagem do questionário inicial terá esse o viés.

Assim, na primeira pergunta realizada aos estudantes: O que você entende sobre o ciclo de vida? As respostas foram as seguintes:

- A1: eu entendo o ciclo de vida como nascer, crescer, reproduzir e morrer.
- A2: ciclo de vida seria o ciclo de adubação de animais, objetos, plantas, etc. Qualquer objeto, animal ou planta irá durar até acabar seu ciclo de vida.
- A3: É o início e o fim de algo.
- A4: Reprodução, nascimento, crescimento e morte.
- A5: Nascer, crescer, reproduzir, envelhecer e morrer.

Estas respostas demonstram que eles relacionam, em geral, ao ciclo de vida biológico, com o que vivenciam, ou mesmo com conteúdos que estudam em outros anos nas disciplinas de ciências. O aluno A2 ainda expande para objetos e A3 é mais genérico, não se restringindo ao ciclo “nascer, crescer, reproduzir, envelhecer e morrer”. O que interpretamos como uma oportunidade da temática em propiciar uma visão maior deste conceito.

O segundo questionamento foi: Quais as relações que você vê entre ROUPA X MEIO AMBIENTE? Comente sobre isso.

- A1: A relação é que a roupa vem do meio ambiente.
- A2: Esses termos se relacionam muito, o meio ambiente, pois ao ter variações de temperaturas as roupas são nossa salvação para termos uma vida mais longa.
- A3: As roupas são tóxicas para o meio ambiente.
- A4: Como todo produto as roupas também passam por processo que podem prejudicar o meio ambiente.
- A5: As roupas não se relacionam com o meio ambiente.

Como se verifica, em sua maioria, os estudantes fazem uma relação, mas com focos diferentes. Por exemplo, A2 vê o vestuário como um aliado na proteção do indivíduo contra as condições climáticas, trazendo um aspecto que remete a qualidade de vida, o que é consistente uma vez que a roupa tem essa função básica, ou seja, já apontou um aspecto tecnológico. Já A3 e A4 associam problemas nessa relação, sendo que A4 é mais consistente na sua colocação, identificando a necessidade de processamento que cada produto exige e que, por conseguinte pode acarretar danos ambientais.

O terceiro questionamento foi: O que você faz com as roupas que não tem utilidade para você? Quanto tempo você acha que o tecido leva para se decompor no ambiente?

- A1: Faço doações. Eu acho que o tecido demora 50 anos para se decompor.
- A2: Doação, uns 100 anos.
- A3: Eu doo as roupas quando não servem mais. Uns 10 a 20 anos.
- A4: Para pra frente. Um tecido deve demorar uns 5 anos para se decompor no meio ambiente.
- A5: Eu dou para outras pessoas. Eu acho que bastante tempo.

É possível observar que os estudantes têm o hábito de doação, o que é positivo, e reconhecem que pode demorar a se degradar no ambiente, mas com projeção de tempos bem variáveis. Além disso, sobre a atitude do consumo de roupas dos estudantes, vale ressaltar o relato do diário de bordo da professora:

Após a aplicação do questionário, resolvi voltar ao assunto sobre a utilidade das roupas. Achei necessário em virtude das respostas que eles colocaram que em sua maioria doam suas roupas, foi então que fiz o seguinte questionamento: Com que frequência vocês compram roupa? Os estudantes com unanimidade colocaram que a compra de roupas é esporádica apenas quando realmente necessitam. Na minha reflexão, é uma cultura que eu penso que vem das famílias que moram no meio rural, levando em conta a minha experiência com os alunos da cidade que geralmente estão com roupas novas e de marcas da moda. Após este diálogo, busquei mostrar aos estudantes a valorizarem esse tipo de atitude que seus pais e eles têm, uma atitude consciente que influencia positivamente o meio ambiente (DIÁRIO DE BORDO, registro de 9/11/2020).

Sabe-se que as roupas que o indivíduo usa tanto podem ser por escolhas quanto por imposições e, segundo Debom (2019, p. 16), “se constituem em discursos que formam seu visual e, ao mesmo tempo, dialogam com os outros” e, prosseguindo, complementa “forja o sujeito através da construção de uma marca identitária que o relaciona com todos àqueles que o cercam”. Assim, enquanto imposição, pode se constituir em um aspecto emocional negativo para o aluno e, com isto se apresentou uma oportunidade de exercer o papel do professor no sentido de realizar um reforço positivo sobre as atitudes dos estudantes, pois, às vezes, a influência tanto dos meios de comunicação quanto do próprio meio social levam a um consumo considerado desnecessário. Assim, observei nesse grupo indícios de uma conscientização a respeito de dar um destino melhor para esse tipo de produto, mesmo que não esteja atrelado à ideia de que, de outro modo, conseqüentemente, ele seria um resíduo sólido, então elogiou-se a atitude.

O último questionamento foi: Você acha que a ciência e tecnologia têm relação com a indústria da moda? Comente.

A1: Sim, porque encontramos a tecnologia em todos os setores.

A2: Não, talvez isso não se relacione com moda.

A3: Sim, ciência é o produto utilizado na fabricação do tecido-algodão. Tecnologia são as máquinas e a mudança de estilo durante os anos.

A4: Sim. Não sei comentar.

A5: Não, acho que não tem relação.

Como se observa, as opiniões não são unânimes. Dois alunos (A2 e A5) acreditam não haver relação entre CT e a indústria da moda, enquanto os demais (A1, A3 e A4) acreditam

que existe, mas sem muita clareza, ainda que A3 busque distinguir em que aspectos a relação se constitui.

Pelas respostas ao questionário inicial, concluiu-se que os estudantes tinham uma percepção mais restrita em relação ao ciclo de vida; não tinham clareza quanto aos aspectos que a CTSA envolve, em relação a produtos que utilizamos em nosso dia a dia.

No final do segundo momento pedagógico, ao buscar identificar o que os alunos realizaram sobre a temática pode-se perceber que ela cumpriu com a função de trazer uma visão mais ampla, como se pode depreender em algumas colocações que fizeram após a leitura do texto 7 (ANEXO H) (mais específico sobre o ciclo de vida do jeans):

Fale com suas palavras sobre o ciclo de vida do jeans e sua avaliação, comente o que você aprendeu, etapas, o ciclo e sua avaliação, o que mais chamou a sua atenção.

A1: “O que mais me chamou atenção em todo o ciclo de vida do jeans foi que é muito mais complexo do que eu imaginava, possui todas as etapas que eu nunca tinha parado para pensar em como funcionava e o meu papel em relação ao consumo dos produtos”.

Você considera o uso da tecnologia importante quando falamos dos impactos com o meio ambiente? Após ler o texto você acredita que o uso consciente do jeans levaria a um impacto menor ao meio ambiente? Em relação as outras empresas a ACV auxilia nesse processo?

A1: “Sim, quando é realizado uma ACV e os processos todos são avaliados é possível que os impactos ambientais sejam reduzidos pela empresa e quando abordado ao cliente e a empresa se empenhar a conscientizá-lo também”.

A4: “Sim, a tecnologia influencia nos processos das empresas e ao mesmo tempo interfere diretamente no que a empresa vai causar no meio ambiente, eu aprendi que a ACV é importante para pensar no meio ambiente e que todos nós devemos pensar nesses processos quando adquirimos um produto e avaliar se vale a pena o comprar”.

Nas respostas dadas, os estudantes descrevem pontos abordados ao longo das aulas, mostrando um olhar diferente sobre o ciclo de vida, se observando uma ampliação do conhecimento sobre o assunto, com isso se considerou que a escolha da ACV foi pertinente.

Participação nas atividades

A participação efetiva do aluno no processo educativo é fundamental para sua formação integral, afinal, o processo existe para que fomentar esta formação. Portanto, se o aluno não o vivencia de fato, se colocando a parte das atividades e discussões promovidas em sala de aula, sua aprendizagem pode ficar comprometida. Pode-se perceber, trazendo os autores dos trabalhos levantados para esta dissertação, Pieri (2017), Santos (2019), que este parâmetro é comumente destacado nas pesquisas em ensino, deixando clara a importância de ser considerado para avaliar estratégias didáticas.

Além disso, a abordagem CTSA e os 3MP, como evidenciado no item dos aportes teóricos, aludem a uma formação voltada para a cidadania, o que remete ao desenvolvimento da capacidade de comunicação para a externalização de ideias, de opiniões, de formulação de ideias, orientadas à tomada de decisões informadas (FERNANDES; PIRES; IGLESIAS, 2018; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Sendo assim, destaca-se que a participação dos estudantes nas atividades propostas foi uma categoria usada para analisar a SD elaborada.

Nesse sentido, em todas as atividades propostas o professor buscou incentivar o estabelecimento do diálogo por meio de questionamentos e foi possível perceber que houve envolvimento dos estudantes; o diálogo entre professor e aluno e entre os estudantes, se fez presente em todas as aulas.

As estratégias usadas na elaboração da SD favoreceram a interação e participação dos estudantes, sempre após a leitura de um texto ou depois de assistir um vídeo. Por exemplo, a professora lançava questionamentos a eles e, em sua maioria, todos os presentes na aula colocavam as suas opiniões acerca do assunto, como pode-se notar ao longo do processo. Aí se denota a atenção que se deve dar ao escolher os recursos didáticos a serem utilizados para dinamizar a aula.

Os tópicos propostos dentro da temática escolhida também contribuíram na participação, eles fizeram com os estudantes, algumas vezes, olhassem para suas vidas e relacionassem com seu cotidiano, como observou-se quando foi abordado o cultivo do algodão, no 2º e 3º encontros, em que realizaram comparações com os cultivos que realizam em suas propriedades; pode-se perceber que quanto mais o assunto relaciona-se com o cotidiano do estudante, mais envolvidos eles estarão. Isto também foi percebido quando eles tiveram contato com processos novos, mas que despertaram o interesse em conhecer, a seguir destaco um trecho para ilustrar essa afirmação: o vídeo 5:

O que mais chamou a sua atenção do processo de produção do jeans? Você já sabia como funcionava?

A1: *A impressora gigante, o laser, não sabia como funcionava.*

A2: *O processo na indústria, eu não sabia.*

A3: *A estonagem ser a mão. Não tinha conhecimento de como funcionava.*

A4: *Não sabia, achei legal a parte de estonagem, onde faz os detalhes das calças (DIÁRIO DE BORDO, registro de 2/12/2020 - diálogos após o vídeo 5).*

Esse aspecto de participação já deve ser incentivado na problematização inicial, que embora não deve ser vista apenas como motivacional, como destacam Santos e Auler (2011), tem em si esse caráter, pois a motivação é um fator emocional que tem influência na

aprendizagem. Como comenta Piletti (1991), pode ocorrer aprendizagem na ausência de vários recursos (livro, professor, escola, entre outros), mas sem motivação, não. Para Lourenço e Paiva (2010, p. 133), “no contexto educacional, a motivação dos alunos é um importante desafio com que nós devemos confrontar, pois tem implicações diretas na qualidade do envolvimento do aluno com o processo de ensino e aprendizagem”. Portanto, considera-se que é um parâmetro que não pode ser negligenciado.

4.3.2 A temática e os objetivos pedagógicos

Neste item, a análise direciona-se em identificar como a temática comportou-se no que tange em auxiliar que os objetivos pedagógicos pretendidos fossem alcançados. Nesse sentido, aqui foi incluída a análise dos trabalhos finais apresentados pelo aluno no terceiro momento pedagógico, que é o momento da AC. Retomando, os objetivos pedagógicos: participação ativa no processo educativo, análise crítica, externalização de opiniões, centralizados no protagonismo do estudante e sua formação para a cidadania.

Assim, os trabalhos finais (ANEXO I) foram apresentados por meio de uma roda de conversa, no qual os alunos foram explanando o que haviam pesquisado em relação ao produto escolhido por eles. No Quadro 13, alguns recortes feitos desses trabalhos podem ser observados.

Quadro 13 - Resumo dos Trabalhos

Aluno/ Produto/ Justificativa	Impacto ambiental	Relações ciência e tecnologia
<p>A1 Papel “Eu escolhi o papel porque ele está presente em quase tudo o que fazemos em nosso dia a dia (livro, embalagem, desenho, escrever, jornal...)”.</p>	<p>“O impacto ambiental está relacionado no: Transporte da celulose do papel até o comércio é realizado por caminhões, que liberam gases poluentes na atmosfera. Cloração do papel, que é feito um processo de clareamento químico que é muito poluente. Carbono que é liberado quando as árvores são cortadas. Eu acho que para diminuir o impacto ambiental do produto, pensando na ACV, seria necessário que depois que o consumidor utilizar o papel faça um descarte correto”.</p>	<p>“Eu acho que a ciência tem a ver com a natureza, a planta, o eucalipto, o estudo que foi utilizado para a produção do papel e até a sua reciclagem. A tecnologia auxiliou a produção do papel, as máquinas que hoje realizam os processos”.</p>
<p>A2 Leite “Escolhi o leite pelo fato de que reconheço sobre o produto, facilitando meu trabalho”.</p>	<p>“Os impactos causados pelo leite no ambiente tais como: desmatamento e queimada, a poluição por dejetos animais, agrotóxicos, erosão, compactação do solo, a contaminação da água... O que pode ser diminuído o ciclo de vida do leite são as queimadas e desmatamento, que são feitos para expandir a propriedade aumentando a produção, tendo como produzir e ter lucros nas terras sem muito, não tem necessidade de desmatar”.</p>	<p>“Todos os processos do leite têm ligação com a atos científicos como, por exemplo: o uso de agrotóxicos na lavoura, o bem estar animal, a adubação entre outros”.</p>

<p>A3 Lápis</p> <p>“É algo que usamos no nosso dia a dia, achei interessante e resolvi apresentar para toda a turma”.</p>	<p>“Reajuste: ao derrubar as árvores deve-se replantar outras árvores no lugar desta que for retirada”.</p>	<p>“Tecnologia: nas máquinas utilizadas no processo de fabricação do lápis. Ciências: as árvores”.</p>
<p>A4 Arroz</p> <p>“Escolhi o arroz, pois está presente sempre no meu dia a dia e queria aprender mais sobre ele”.</p>	<p>“Para diminuir o impacto ambiental causado pelo arroz seria possível reutilizar a água nos processos”.</p>	<p>“Eu acho que a ciência tem a ver com o plantio, uso dos agrotóxicos, melhoria do cultivo com o passar do tempo”.</p>
<p>A5 Borracha</p> <p>“Eu escolhi a borracha porque eu sempre uso ela durante as aulas”.</p>	<p>“O descarte inadequado de pneus, feitos a partir da borracha, é um problema atualmente. Devido a suas características de longa duração e resistência a impactos, tornam-se difíceis de eliminar, então os aterros sanitários não podem nem ao menos recebê-los inteiros, gerando assim, custos para a desintegração dos pneus. Analisando a ACV: uma alternativa para diminuir os impactos ambientais da borracha é a reciclagem. A borracha reciclada possui um grande mercado, podendo ser voltada para materiais de revestimentos em áreas de recreação, gramados e quintal, tornando-se um tipo de revestimento mais econômico e duradouro, com cerca de 20 anos de vida. Mesmo da borracha já reciclado, é possível obter uma nova borracha”.</p>	<p>“Ciência está relacionada na produção química da borracha, depois que retira a matéria prima. A tecnologia auxilia em todos os processos da fabricação da borracha, inclusive na reciclagem e estudos para sínteses da borracha”.</p>

Fonte: Diário de bordo, registro de 9/12/2020.

Pelo quadro 13 pode-se observar que os alunos buscaram por produtos que faziam parte da sua rotina, como observou-se nas suas justificativas. Entendemos que a temática despertou a curiosidade deles em pesquisar sobre um produto que utilizavam visando conhecer os processos os quais aquele produto passa para chegar até eles, ou seja, conhecer ao seu redor o que vai ao encontro das competências elaboradas pela BNCC (BRASIL, 2017, p. 326), a segunda, em que se destaca “exercitar a curiosidade intelectual...”.

Em linhas gerais, a evolução do conhecimento dos estudantes em relação à temática foi perceptível, realizando uma pequena comparação entre as respostas que os estudantes trouxeram no questionário inicial, antes da aplicação do produto, e ao observado nos trabalhos apresentados. Pode-se observar que os estudantes estabeleceram as relações estudadas e aplicaram em seus trabalhos, no geral.

Os alunos A1, A2, A4 e A5, em suas pesquisas, buscaram mais informações necessárias para explicar e avaliar o produto, como pode ser observado por meio dos recortes dos trabalhos a seguir. Já o aluno A3 não trouxe as informações necessárias para explicar a ACV que envolve a produção do lápis.

A1: *O papel foi inventado na China a 105 anos depois de Cristo por Cai Lun. O papel é um produto natural obtido a partir de recursos renováveis, sua matéria-prima é a celulose. O ciclo de vida do papel consiste-se nas seguintes etapas. 1 – Inicia-se com o plantio do eucalipto que leva de 6 a 7 anos para atingir a idade de corte. 2 – As árvores após serem colhidas e cortadas, passam por um processo no qual são descascadas e estilhaçadas para serem cozidas e passem por um processo de branqueamento. 3- Nesta etapa será feita uma pasta que vai ser misturada em grandes quantidades de água, formando uma solução aquosa que será introduzida em máquinas e cilindros que formarão a folha de papel. 4 – Aqui o papel é cortado, impresso e também embalado. 5 – Aqui é feito o transporte da indústria até o comércio. 6 – O papel sendo utilizado (cadernos, folhas, cartas). 7 – O processo de reciclagem fecha o ciclo.*

A2: *O ciclo de vida do leite lá no alimento das vacas se deve cultivar para alimentar as vacas leiteiras. A partir do momento que uma vaca se alimenta de acordo com a quantidade de proteínas e nutrientes de seu alimento, ela conseqüentemente irá produzir leite. O leite é retirado da vaca por uma ordenhadeira, sendo manuseada por uma pessoa, e posteriormente o leite vai para um resfriador, onde um leiteiro passa recolher esse leite que é levado para a indústria, onde é fabricados vários derivados do leite. Em seguida, vai para o comércio onde é utilizado por todas as pessoas que vieram comprar o produto.*

A4: *Processo: os dois tipos mais comuns de arroz beneficiado vendidos no mercado são o branco e o parboilizado. O processo de beneficiamento de ambos é o mesmo: primeiro a casca é retirada, depois os grãos inteiros são separados dos quebrados. Por conta desse polimento é que o arroz não precisa ser lavado antes do cozimento. Matéria prima: é inexistente, já que o próprio arroz é uma matéria prima. Por exemplo: o café tem como matéria prima o grão de café, a pipoca tem como matéria prima e o arroz é cultivado de forma natural. Cultivo: O arroz irrigado na região subtropical do Brasil vem sendo cultivado, atualmente, em sistemas de cultivo: sistema convencional (SC), cultivo mínimo (CM), plantio direto (PD), pré-germinado (PG) e transplantes de mudas (TM). Agrotóxicos: Duas doses de fipronil, tiamotoxam, fenitrotianocarbofurano. Ciclo de vida: o desenvolvimento do arroz pode ser dividido em três fases principais: plântula, vegetativa e reprodutiva. A duração de cada fase é a função cultivar, época de semeadura, região do cultivo e das condições de fertilidade do solo. As cultivares de arroz de sequeiro têm duração de ciclo entre 110 e 155 dias. As distâncias variedades diferem no tamanho dos grãos e na altura da planta.*

A5: *Existem diferentes tipos de borracha. A seringueira é a principal fonte utilizada para extração da matéria prima da borracha, o látex. Ela é utilizada na fabricação de pneus de automóveis e aviões, borracha de apagar, artigos médicos, bolas, pavimentos, preservativos, entre outras aplicações. Processos: extração na seringueira – coagulação – processo e transformação química. Existe a borracha sintética e natural. Natural: as borrachas de apagar grafite, cabos elétricos, pneus, entre outros. A borracha natural possui vantagens ecológicas, como a valorização e preservação das florestas pelas comunidades. Entretanto, sua exposição ao calor pode ocasionar problemas de durabilidade. Sintético: possui maior durabilidade, resistência à rachaduras e à abrasão, porém sua resistência e flexibilidade são inferiores à natural, o que faz com que em algumas aplicações haja uma mistura entre as borrachas dos dois tipos. É utilizada na indústria de cabos, pneus, entre outros. Sua resistência térmica à abrasão, a prova d'água, qualidade superior (DIÁRIO DE BORDO, registro de 9/12/2020).*

Ao se solicitar uma especificidade maior sobre a qual eles veem a ciência dos trabalhos, A3 não expressou clareza, só comentou “árvores”; já A5 colocou “Ciência está relacionada na produção química da borracha, depois que retira a matéria prima” e na

tecnologia “[...] estudos para sínteses da borracha”, inverteu as atribuições, mas, de qualquer modo citou estudos de síntese provavelmente associando quando foi comentado sobre a síntese do anil, que foi um avanço para a época. Por outro lado, a tecnologia aparece nas máquinas, processos e produção, como também observado por Andrade e Vasconcelos (2014), o que fez sentido porque ao longo das discussões foi pontuado que o conhecimento científico que a Ciência vai construindo auxilia no desenvolvimento tecnológico de produtos e processos.

Em relação aos conceitos disciplinares mais específicos, pode-se observar que os estudantes não os pontuaram de forma clara nas suas apresentações. Por exemplo, A1 quando cita “pasta que vai ser misturada em grandes quantidades de água, formando uma solução aquosa que será introduzida em máquinas...” poderia ter lembrado sobre “misturas”; A4 comentando sobre o arroz “O processo de beneficiamento de ambos é o mesmo: primeiro a casca é retirada, depois os grãos inteiros são separados dos quebrados” poderia ter destacado o que vimos sobre separação de sistemas. Pode-se inferir que eles procuram comentar o que eles se sentem mais seguros em compartilhar, em falar sobre, e em aspectos mais palpáveis, mais concretos, que efetivamente atraíram mais seu interesse, como os impactos ambientais. Estes foram bem trabalhados porque a própria temática, a ACV, tem este foco e os alunos realmente se envolveram com ela.

Todos eles avaliaram os impactos ambientais causados pelo produto selecionado, e este recorte está presente no quadro 13, na coluna dos impactos ambientais, além disso, propuseram soluções para diminuí-los, demonstrando que fizeram uma análise crítica em relação aos respectivos processos, emitiram sua opinião em relação a possíveis soluções para resolver os impactos identificados por eles. Para ilustrar essas sugestões destaco recortes das falas de alguns alunos: A3: *“O que pode ser diminuído no ciclo de vida do leite são as queimadas e desmatamento, [...] não tem necessidade de desmatar”*; A4: *“Para diminuir o impacto ambiental causado pelo arroz seria possível reutilizar a água nos processos”*. A5: *“para diminuir os impactos ambientais da borracha é a reciclagem. A borracha reciclada possui um grande mercado, [...]. Mesmo da borracha já reciclada, é possível obter uma nova borracha”*.

Assim, verificou-se que ressaltaram seu posicionamento crítico em relação a diferentes aspectos (ambientais, tecnológicos, econômicos, sociais) envolvidos na produção e utilização do produto selecionado, “conversando” com os princípios da CTSA, que incentiva a formação de uma visão crítica do mundo, fundamentada, com vistas à formação para a cidadania (VAZ;

FAGUNDES; PINHEIRO, 2009), o que leva ao entendimento de que “avançaram na leitura crítica do mundo” (SANTOS, 2017).

Como visto no item dos aportes teóricos, a abordagem CTSA, bem como a BNCC (BRASIL, 2017) busca fazer com que os estudantes pensem na vida real, na solução de problemas que envolvem aspectos sociais, tecnológicos e econômicos e políticos, para assim compreender e realizar as relações necessárias para se tornar um cidadão consciente socialmente e cientificamente (ANDRADE; VASCONCELOS, 2014). Quando os estudantes explanaram suas alternativas, eles deixam transparecer uma atitude de tomada de decisão e uma atitude consciente.

Vale ressaltar que no 9º ano o estudante inicia o contato com conceitos estudados como ligações químicas, substâncias e misturas e separação de sistemas, os quais serão tratados novamente no primeiro ano do ensino médio. Assim, essa primeira abordagem o professor deve compreender que a incorporação dos termos mais técnicos, de uma visão menos macroscópica não é rápida, vai sendo construída e se aprofundando à medida que avança nos níveis escolares.

Penso que a possibilidade de auxiliar o estudante a adquirir um olhar de forma integrada da ciência faz-se mais relevante para esta faixa etária e o momento em que eles vivem, pois quando oportunizamos ao estudante a busca pelo conhecimento e damos a ele a chance de ser o protagonista abrimos para ele uma oportunidade de reflexão que dificilmente ele irá esquecer. Como coloca Chassot (2000, p. 27),

a nossa responsabilidade maior no ensinar Ciência é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que com o nosso fazer Educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações— para melhor – do mundo em que vivemos.

Penso que ao enfatizarem as relações ambientais, sociais e econômicas em seus trabalhos, e sua análise crítica em relação aos processos, com sugestões de mitigação dos problemas identificados, eles tornam-se potenciais agentes de transformação. Vejo que a temática da ACV propiciou o despertar dessa potencialidade, instigou a análise crítica, a externalização de opiniões, a formulação de ideias, a consciência socioambiental, a participação ativa no processo educativo, portanto, acredito que se adequa para conduzir o trabalho docente dentro de uma SD.

A busca por um ensino que é capaz de ultrapassar a meta de aprendizagem de conceitos e teorias, para um ensino que visa uma formação integral, construindo uma visão

ampla da sociedade, da ciência, da tecnologia e do ambiente favorece uma aprendizagem que tenha significado para o aluno (CRUZ, 2001), e a temática proposta permitiu essa que essa formação se desenvolva.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escola tem como principal papel a formação integral do aluno, nos termos delineados pela BNCC, de forma a se tornar um cidadão atuante na sociedade. Nessa perspectiva, é fundamental que o professor aja de forma responsável no processo de ensino e aprendizagem buscando um planejamento da sua ação docente que se alinhe às demandas vigentes. Em especial, no ensino de ciências tem se debatido constantemente o seu distanciamento com a realidade do estudante, o que se reflete na aprendizagem, pois o estudante acaba não atribuindo significado a ele. Assim, para que o ensino de ciências tenha um papel importante na formação um cidadão ativo, o professor precisa repensar a sua prática docente, investigar o quanto está contribuindo para que essa formação aconteça e se reinventar. Como escreve Chassot (1990, p. 14), “vejo na ação do educador muito mais do que um transmissor de conteúdo ou até um reproduzidor de conhecimento, mas alguém que educa a ciência, isto é, faz com que a ciência seja também um instrumento para as pessoas crescerem”.

Foi pensando em contribuir com a melhoria da educação e do ensino de ciências, em uma perspectiva de formação integral, que o presente trabalho foi desenvolvido. Ele envolveu a elaboração, aplicação e análise de uma SD, produto educacional dessa dissertação, e teve como fio condutor para a abordagem dos conceitos e para a escolha das atividades e recursos didáticos inseridos na proposta a temática “Avaliação do ciclo de vida (ACV) do jeans”. A SD foi fundamentada no enfoque CTSA por identificar a possibilidade do desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes em um contexto integrado entre a ciência e a tecnologia de maneira a demonstrar também seus impactos na sociedade. Ela foi estruturada na dinâmica dos 3MP e abarca o trabalho com os conceitos de ligações químicas, processos de separação e transformações químicas, bem como o tema transversal meio ambiente.

A problemática que emergiu dessa proposta foi: *A temática de ACV, sob o enfoque CTSA, pode favorecer o estabelecimento de relações entre o conhecimento científico e o contexto do educando e que os objetivos pedagógicos pretendidos sejam alcançados?*

Para atender ao questionamento, a análise dos resultados pretendeu identificar a temática da SD enquanto proposta pedagógica que propicie estabelecer relações entre o conhecimento científico e o contexto do educando, e a temática como promotora em alcançar os objetivos pedagógicos pretendidos, elencados da BNCC-CTSA-3MP e que são comuns entre si.

Nesse sentido, foi possível perceber que a temática da ACV do jeans, por meio da seleção de textos e vídeos sobre os assuntos relacionados a ela, permitiu uma correlação com a vivência dos estudantes, possibilitando a contextualização dos conceitos em sala de aula. Foi possível, também, identificar sua pertinência, uma vez que os estudantes não conheciam essa técnica de análise de impacto ambiental. E, ao final, quando buscou-se identificar a visão que os alunos realizaram sobre a temática foi positiva, pois traziam relações e conceitos sobre a ACV que antes eles não tinham.

Dentro da SD, buscou-se trabalhar os conceitos atrelando-os à temática de uma forma não fragmentada, ou seja, que eles emergissem nas discussões e, a partir dessa oportunidade que se apresentava, eram abordados. Isso proporcionou que os estudantes relacionassem os conteúdos e refletissem sobre os assuntos trazidos para a sala de aula, fomentando, principalmente, um trabalho em que o diálogo foi constante.

Neste sentido, observou-se a importância do planejamento do professor, em analisar e buscar uma temática que favoreça ao estudante uma contextualização dos conceitos, favorecendo a sua aprendizagem que tenha significado. Esse papel do professor, ativo na relação do ensinar e aprender, é trabalhoso, demanda uma organização e um planejamento para procurar assuntos que envolvam a ciência, visualizando a possibilidade de relacioná-la com as dimensões tecnologia, sociedade e ambiente avaliar, chegar a uma conclusão do que pode ser trabalhado em sala e como fazer esse alinhamento.

Ressalta-se que algumas dificuldades foram encontradas quando a aplicação do produto educacional foi realizada de forma online. Pode-se observar que algumas vezes os estudantes ficavam mais tímidos em ligar o microfone e expor suas ideias, talvez por estarem em suas casas, com seus familiares ou outras pessoas próximas podendo ouvi-los, situação diferente da que eles se acostumaram, ou seja, de quando estão na escola em que outros são os colegas e a professora. Percebi que tinha sido formada para lidar com situações adversas como essa mencionada, aprendizados estes que se constroem com a prática na sala de aula, juntamente com o estudante. Assim, a professora-pesquisadora conseguiu superar essa dificuldade quando se apresentava, não prejudicando o estabelecimento do diálogo necessário.

Na aplicação do conhecimento, no terceiro momento pedagógico, pode-se observar, além do envolvimento dos estudantes, as suas construções em relação aos trabalhos que apresentaram. Eles buscaram conhecimento, trazendo em suas apresentações uma reflexão sobre os produtos que eles mesmos selecionaram para pesquisar, relacionando os aspectos que os envolveram e que foram tratados ao longo do desenvolvimento da SD, focando nas relações da ACV dos seus produtos com a CTSA. Neste sentido, considerou-se que este

momento proporcionou à professora-pesquisadora identificar que os objetivos pedagógicos pretendidos para essa intervenção didática foram atingidos, os estudantes tornaram-se protagonistas da aprendizagem mostrando que são capazes, se estimulados, em fazer uma análise crítica e pensar em soluções e alternativas para melhorar o processo pesquisado, no caso para reduzir os impactos ambientais que identificaram em relação ao seu produto.

Em termos de conceitos mais específicos, observou-se que os alunos não os priorizaram nas discussões dos seus trabalhos, isso pode mostrar que eles procuram comentar o que eles se sentem mais seguros em compartilhar, em falar sobre. É compreensível, os termos científicos demandam uma vivência maior para serem incorporados, além disso, como citou-se antes, mesmo para o professor que já tem um conhecimento amplo sobre a área, visualizá-los em situações reais de forma a transportá-los para o trabalho didático é trabalhoso. Entretanto, como comentado anteriormente, os estudantes focaram em aspectos mais palpáveis, mais concretos, mostrando um olhar integrado em relação às dimensões CTSA.

Com isso, considerou-se que a SD auxiliou o estudante a desenvolver uma visão mais sistêmica em relação ao impacto dos produtos que são consumidos pela população, abrindo para ele uma oportunidade de reflexão que, acredito, dificilmente ele irá esquecer, possibilitando que ele pratique desde já atitudes conscientes, favorecendo a construção de uma identidade crítica e positiva na sociedade.

Assim, a temática proporcionou que os objetivos pedagógicos, resumidos no protagonismo do estudante e sua formação para a cidadania, fossem alcançados na proposta. Há de se levar em conta que os são de natureza ampla e remetem a um desenvolvimento paulatino, não começam e se encerram em uma intervenção didática específica, entretanto, o professor em cada uma delas deve propiciar essa formação contínua para que ela se expresse nas interações do aluno com o mundo ao seu redor, ao longo da sua vida.

REFERÊNCIAS

- AGNES, Cláudia. Cidadania no contexto escolar: alguns elementos para reflexão. In: TULLIO, Mírian Izabel (Org.). *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE - Artigos*. 2013. Disponível: <encurtador.com.br/osBD3>. Acesso em: 17 jan. 2021.
- ALARCÃO, Isabel. *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. São Paulo, Cortez, 2003.
- ANASTÁCIO, Gleice Kelli de Alcântara; AGUIAR, Larissa Brito Santos de; GOMES, Pedro Paulo Liberato; OLIVO, Andréia de Menezes. Uma reflexão sobre a importância do ciclo de vida do produto aplicada à engenharia do produto. *Colloquium Exactarum*, v. 8, n. especial, jul./dez., 2016.
- ANDRADE, Bruno dos Santos, VASCONCELOS, Carlos Alberto de. O enfoque CTSA no Ensino Médio: um relato de experiência no ensino de Biologia. *Scientia Plena*, v. 10, n. 4, p. 1-9, 2014. Disponível em: <www.scientiaplena.org.br>. Acesso em: 4 fev. 2021.
- ANJOS, Miriam Silva dos; CARBO, Leandro. Enfoque CTS e a atuação de professores de Ciências. *ACTIO: Docência em Ciência*, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 35-57, set./dez. 2019. Disponível em: <encurtador.com.br/ltDOX>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- ARAÚJO, Laís Baldissarelli de; MUENCHEN, Cristiane. O Tema Infraestrutura a partir do Estudo da Realidade. *Revista Contexto & Educação*, v. 31, n. 100, p. 156-186, set./dez. 2016. Disponível em: <encurtador.com.br/CPY89>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- ARAÚJO, Laís Baldissarelli. *Os três momentos pedagógicos como estruturantes de currículo*. 2015. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- ARAÚJO, Marcelo Guimarães. *Modelo de avaliação do ciclo de vida para a gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil*. 2013, 232 p. Tese (Doutorado em Planejamento Estratégico) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <encurtador.com.br/oBIT8>. Acesso em: 1 fev. 2021.
- ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de; GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MEZALIRA, Sandra Mara; SCHEID, Neusa Maria John. Enfoque CTS na pesquisa em Educação em Ciências: extensão e disseminação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 3, 2009. Disponível em: <encurtador.com.br/bDG69>. Acesso em: 14 out. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR ISO 14040: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. Disponível em: <encurtador.com.br/cfiFN>. Acesso em: 14 jan. 2020.
- AULER, Décio. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? *Ensaio, Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 3, n. 5, p. 17-29, 2003. Disponível em: <encurtador.com.br/jpCR0>. Acesso em: 22 out. 2020.

AULER, Décio. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências*. 257 f. 2002. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, Décio. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira; AULER, Décio. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 73-98.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. (Título original: *La Formarion de Pesprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance la formation de l'éspritscientifique*. Paris: J. Vrin, 1947).

BARBOSA, Carolina Damasceno; SALES, Thaís Sabino Moreira; NICHIOKA, Julio. Avaliação do ciclo de vida dos produtos como ferramenta empresarial para a gestão de negócios e inovações verdes. *Revista de Gestão e Operações Produtivas*, v. 1, n. 11, 2016. Disponível em: <encurtador.com.br/vCDGU>. Acesso em: 11 fev. 2021.

BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves; MILLER, Kátia Broeto. Análise de Ciclo de Vida: conceitos e função. In: FÓRUM GOVERNAMENTAL DE RESPONSABILIDADE SOCIAL, 2010. Disponível em: <encurtador.com.br/gwEIX>. Acesso em: 19 jan. 2021.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 2010.

BRASIL, Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base*, 2019. Disponível em: <encurtador.com.br/iHJR6>. Acesso em: 25 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Fundamentos pedagógicos e estrutura geral da BNCC*. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/bzMOV>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BUFFOLO, Andréia Cristina Cunha. *Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva para desenvolver conhecimentos químicos numa perspectiva CTS*. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014. Disponível em: <encurtador.com.br/fhkuT>. Acesso em: 3 mar. 2021.

CAPORAL FILHO, Ricardo Goulart. *Potencialidades e Limitações do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Eletricidade nos Anos Finais do Ensino Fundamental*. 2017. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/vAM27>. Acesso em: 3 mar. 2021.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PÉREZ, Daniel Gil. *Formação de professores de Ciências*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VANNUCCHI, Andréa. O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 3-19, 1996.

CELANTE, Gisele Xavier Malheiros. *Momentos pedagógicos sobre destilação da cachaça: da contextualização histórica ao compromisso social*. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: <encurtador.com.br/wHY57>. Acesso em: 7 mar. 2021.

CENTA, Fernanda Gall. *Arroio Cadena: Cartão Postal de Santa Maria: possibilidades e desafios em uma reorientação curricular na perspectiva da abordagem temática*. 2015. 201 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <encurtador.com.br/etOW5>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CHASSOT, Áttico. *A Educação no Ensino de Química*. Ijuí: Unijuí, 1990.

CHASSOT, Áttico. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

CHASSOT, Áttico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100, jan./fev./mar./abr., 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2021.

CHRISPINO, Álvaro. Introdução aos enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na educação e no ensino. *Iberciencia*, n. 4, p. 1-177, 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/fMSWY>. Acesso em: 30 jan. 2020.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DO NÍVEL SUPERIOR (Capes). Ministério da Educação. *Catálogo de Teses e Dissertações*. Disponível em: <<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>>. Acesso em: 1 mar. 2020 a 21 fev. 2021.

CORTEZ, Jucelino; DEL PINO, José Claudio. A abordagem CTS e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: implicações para uma Nova Educação Básica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 125-144, set./dez. 2017.

CRUZ, Carlos Henrique Carrilho. *Competências e habilidades: da proposta à prática*. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

DALBOSCO, Cláudio Almir. *Kant & a Educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

DEBOM, Paulo. A moda e o vestuário como objetos de estudo na história. *Ensinar moda*, v. 3, n. 3, p. 13-26, out. 2019 - jan. 2020.

DELIZOICOV, Demétrio. *Conhecimento, tensões e transições*. 1991. 214 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. *Física*. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

FERNANDES, Isabel Marília Borges; PIRES, Delmina Maria; DELGADO-IGLESIAS, Jaime. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. *Ciência & Educação*, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018. Disponível em: <encurtador.com.br/kxW36>. Acesso em: 27 jan. 2021.

FERREIRA, Marines Verônica; PANIZ, Catiane Mazocco; MUENCHEN, Cristiane. Os três momentos pedagógicos em consonância com a abordagem temática ou conceitual: uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o ensino de ciências da natureza. *Ciência e Natura*, v. 38, n. 1, p. 513-525, jan./abr., 2016.

FONSECA, Vitor da. *Aprender a aprender: a educabilidade cognitiva*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

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

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

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

GOULART, Paulo Ricardo Alcântara. *Eletrônica e Cidadania: uma abordagem CTS para o Ensino Médio*. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <encurtador.com.br/kpNTW>. Acesso em: 20 jan. 2021.

HANSEN, Adriana Petrella; SEO, Emilia Satoshi Miyamaru; KULAY, Luiz. Identificação de oportunidades de melhoria de desempenho ambiental em processo de produção de materiais cerâmicos via aplicação da técnica de avaliação de Ciclo de Vida (ACV). *Revista Produção*, v. 10, n. 4, p. 912-936, dez., 2010. Disponível em <encurtador.com.br/ANW19>. Acesso em: 10 dez. 2020.

KLEIN, Sabrina Gabriela. *Poluição como temática para construção do conhecimento químico de reações redox sob uma perspectiva CTSA*. 2016. 219 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <encurtador.com.br/npAJ>. Acesso em: 24 mar. 2021.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane; CRESCITELLI, Edson; BARRETO, Iná Futino; IKEDA, Ana Akemi (Coord.). *Administração de marketing*. 14. ed. São Paulo: Pearson Education, 2012.

KRASILCHIK, Myriam. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU, 1987.

LIMA, Vanda Moreira Machado. *Formação do professor polivalente e saberes docentes: um estudo a partir de escolas públicas*. 2007. 280 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <encurtador.com.br/fuIQ2>. Acesso em: 24 ago. 2020.

LIMA, Vanda Moreira Machado; LEITE, Yoshie Ussami Ferrari. Saberes de professores críticos-reflexivos no curso de Pedagogia. *Série – Estudos – Periódico do Mestrado em Educação da UCDB*, Campo Grande-MS, n. 26, p. 215-232, jul./dez. 2008. Disponível em: <encurtador.com.br/hyJPZ>. Acesso em: 19 abr. 2020.

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

LÓPEZ, José L. Luján; CERREZO, José Antônio Lopez. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCIA, Marta I. Gonzales; CERREZO, José Antônio López; LÓPEZ, José L. Luján (Orgs.). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos S.A, 1996.

LOURENÇO, Abílio Afonso; PAIVA, Maria Olímpia Almeida de. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. *Ciência & Cognição*, v. 15, n. 2, p. 132-141, 2010.

LUZ, Rodrigo; QUEIROZ, Marcelo Bruno; PRUDÊNCIO, Christiana Andréa Vianna. CTS ou CTSA? O que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente. *Alexandria- Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 1, p. 31-54, 2019.

MAESTRELLI, Sandra Godoi; LORENZETTI, Leonir. As relações CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental: analisando a produção acadêmica e os livros didáticos. *Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 13, n. 26, p. 05-21, jan./jun., 2017.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; CARMO, Miriam P. do; SUART Rita C.; SILVA, Erivanildo L. da; SOUZA, Fábio L.; SANTOS JUNIOR, João B.; AKAHOSHI, Luciane H. 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.

MARTINS, Isabel P. Revisitando orientações CTS|CTSA na educação e no ensino das ciências. *Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 13-29, 2020.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Apresentação. In: GOMES, Romeu (Org.). *Pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Instituto Sírio Libanês de Ensino e Pesquisa, 2014. p. 5-7.

- MINAYO, Maria Cecília de Souza. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 9-29.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 7. ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 2000.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.
- MORAN, José Manoel. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Campinas: Papirus, 2009.
- MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da produção e operações*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- MOREIRA, Marco Antonio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.
- MORITA, Amélia Masae; MOORE, Claudia Cristina Sanchez; KULAY, Luiz Alexandre; RAVAGNANI, Mauro Antônio da Silva Sá. Avaliação do Ciclo de Vida da produção de calça jeans. In: INTERNATIONAL WORKSHOP - ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 6, 2017, São Paulo. *Anais...* São Paulo: 2017. p. 1-9. Disponível em: <encurtador.com.br/twBH7>. Acesso em: 6 dez. 2020.
- MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.
- MÜNCHEN, Sinara; ADAIME, Martha Bohrer; PERAZOLLI, Leining Antonio; AMANTÉA, Bruno Estevam e ZAGHETE, Maria Aparecida. Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 3, p. 172-179, ago. 2015.
- NAVEIRO, Ricardo Manfredi. Engenharia do Produto. In: BATALHA, Mário Otávio (Org.). *Introdução à engenharia de produção*. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2008, p. 135-156.
- OLIVEIRA, Roberto Dalmo Varallo Lima de; QUEIROZ, Glória Regina Pessôa Campello. CTS-Arte: uma possibilidade de utilização da arte em aulas de Ciências. *Conhecimento & Diversidade*, Niterói, n. 9, p. 90-98, jan./jun. 2013.
- OLIVEIRA, Silvaney. *Limites e potencialidades do enfoque CTS no ensino de química utilizando a temática qualidade do ar interior*. 2015. 362 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <encurtador.com.br/osuy2>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- PARO, Vitor Henrique. As funções da escola, a estrutura didática e a qualidade do ensino. In: PARO, Vitor Henrique. *Gestão escolar, democracia e qualidade do ensino*. São Paulo: Ática, 2007. p. 33-81.

PARREIRA, Sofia Alexandra Nunes. *Perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no Ensino de Ciências*. 2012. Dissertação (Mestrado no Ensino de Ciências) – Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação, Bragança, 2012.

PÉREZ, Leonardo Fábio Martínez. A perspectiva ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) no ensino de Ciências e as questões sociocientíficas (QSC). In: PÉREZ, Leonardo Fábio Martínez. *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora UNESP, 2012. p. 54-61.

PIERI, Helena da Gloria. *Abordagem do Conteúdo “Ondas” no Ensino Médio na Perspectiva CTS Estruturada a partir dos Três Momentos Pedagógicos*. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/nyKM6>. Acesso em: 1 mar. 2021.

PILETTI, Claudino. *Didática geral*. 14. ed. São Paulo: Ática Editora, 1991.

PINHEIRO, Nilceia Aparecida Maciel; MATOS, Eloiza Aparecida Silva Ávila de; BAZZO, Walter Antonio. Refletindo a cerca da Ciência, Tecnologia, Sociedade: enfocando o ensino médio. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 44, p. 147-165, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PIRES, Armando Caldeira. Engenharia do ciclo de vida: a importância do conceito “ecologia industrial” na formação do engenheiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 42, 2014, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: ABENGE, 2004. Disponível em: <encurtador.com.br/gwIJR>. Acesso em: 19 jan. 2021.

RIBEIRO, Celso; GIANNETTI, Baggio; ALMEIDA, Cecília. Inventário de ciclo de vida da manufatura de seringas odontológicas. *Produção*, v. 18, n. 1, p. 155-169, jan./abr. 2008.

RIBEIRO, Daniel Negrão Carvalho. *A água para o consumo humano: ensino por meio de temas com abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*. 2016. 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Docência Educação em Ciências e Matemáticas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016. Disponível em: <encurtador.com.br/ftHY9>. Acesso em: 15 mar. 2021.

RICARDO, Elio Carlos. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, nov. 2007. Disponível em: <encurtador.com.br/GIY23>. Acesso em: 14 jan. 2021.

RODRIGUES, Adenir Carvalho; SOUSA, Nilcélio Sacramento. Escola, passado e presente: mudanças sociais e novas exigências para os professores. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 14, 2019, Curitiba. *Anais...* Curitiba: PUCPR, 2019. p. 15818-15834.

ROEHRIG, Silmara Alessi Guebur; CAMARGO, Sérgio. A educação com enfoque CTS no quadro das tendências de pesquisa em ensino de ciências: algumas reflexões sobre o contexto

brasileiro atual. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 6, n. 2, p. 117-131, maio/ago. 2013.

RUI, Helena Maria Grippa. *Atividades investigativas no ensino de ciências: uma sequência didática sobre o tema fungos para o ensino fundamental*. 2013. 177 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013. Disponível em: <encurtador.com.br/dmEX3>. Acesso em: 30 mar. 2021.

SANTOS, Andiará Pereira dos. *Os Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Computação Quântica: discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade*. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás. 2012. Disponível em: <encurtador.com.br/nBJSW>. Acesso em: 13 fev. 2021.

SANTOS, Carlos Alberto dos. *A reforma no ensino de Ciências*. Publicado em: 20 jan. 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/mAFM6>. Acesso em: 22 fev. 2021.

SANTOS, Maria Fernanda Nóbrega dos; BATTISTELLE, Rosane Aparecida Gomes; HORI, Clara Yoshiko; JULIOTI, Plínio Silvío. Importância da avaliação do ciclo de vida na análise de produtos: possíveis aplicações na construção civil. *GEPROS – Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, Bauru, a. 6, n. 2, p. 57-73, abr./jun., 2011.

SANTOS, Milton. Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos, SP. *Atas...* Valinhos, SP: 1999.

SANTOS, Paola Angélica Dias dos. *Aulas experimentais no Ensino de Eletroquímica com perspectiva CTS/CTSA*. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

SANTOS, Sérgio Martins dos. *Estudo de caso: produção de conhecimento escolar a partir dos debates sobre poluição no Rio Doce numa perspectiva CTS/CTSA*. 2017. 204 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/fisx7>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Revista Ciência & Ensino*, Piracicaba, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; AULER, Décio (Orgs.). *CTS e educação científica: desafios e tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 2. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio*, v. 2, n. 2, p. 110-132, jul./dez., 2002.

SEO, Emília Satoshi Miyamaru; KULAY, Luiz Alexandre. Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão. *InterfacEHS - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, v. 1, n. 1, p. 1-23, 2006.

SILVA, Alessandra Dias Costa e. *Sequência Didática de Ciências para as Séries Iniciais: a água no ambiente*. 2017. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemáticas - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SILVA, Cristine Santos de Souza da; SOUZA, Denise Santos de. O enfoque CTSA e uso de metodologias ativas no Ensino Superior: uma análise baseada na discussão de notícias sobre acidentes ambientais envolvendo produtos químicos. *Ensino em Revista*, v. 26, n. 3, 2019. Disponível em: <encurtador.com.br/alLQ6>. Acesso em: 11 fev. 2021.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Trad. Lólio Lourenço de Oliveira. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VAZ, Caroline Rodrigues; FAGUNDES, Alexandre Borges; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. O surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: uma revisão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, 2009, Ponta Grossa, PR. *Anais...* Ponta Grossa, PR: UTFPR, 2009. p. 1-19.

VILELA JÚNIOR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques. Avaliação do ciclo de vida. In: VILELA JÚNIOR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques (Orgs.). *Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações*. São Paulo: SENAC, 2006.

VISENTIN, Caroline. *Métodos de produção do nanoferro aplicado na remediação: análise da sustentabilidade do ciclo de vida*. 2019. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

ZABALZA, Miguel A. *O ensino universitário: seu cenário e seus protagonistas*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZIMAN, John. Non-instrumental roles of science. *Science and Engineering Ethics*, v. 9, n. 1, p. 17-27, 2003.

APÊNDICE A - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Seu filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa, de responsabilidade da pesquisadora Danusa Bender sob orientação da Dra. Alana Neto Zoch. Trata-se de uma pesquisa sem fins lucrativos, intitulada “A avaliação do ciclo de vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de ciências no 9º ano”, uma pesquisa proposta através do curso de mestrado profissional no Ensino de Ciências e Matemática.

Esta pesquisa justifica-se devido ao fato de que a possibilidade de desenvolver uma proposta didática que busca uma aprendizagem dos estudantes para além dos muros da escola, que eles possam utilizar os conhecimentos adquiridos em seu dia a dia. Os dados produzidos poderão apontar avanços significativos para o desenvolvimento da aprendizagem da disciplina.

A pesquisa apresenta como objetivo geral abordar o tema “Avaliação do ciclo de vida do jeans” no 9º ano do ensino fundamental avaliando a sua pertinência como promotora da aprendizagem, por meio das aulas de ciências.

A sua participação nesta pesquisa irá ocorrer na Escola Municipal de Ensino Fundamental Ângelo Posser (presencial ou remoto), no turno da manhã. A duração da atividade será de aproximadamente 12 horas, totalizando 12 períodos. Sua cooperação é muito importante para nós, portanto esperamos que com esta experiência consigamos colaborar para que um grande número de alunos aproveite as descobertas dela oriundas.

Durante os encontros você irá desenvolver atividades relacionadas aos conteúdos/conceitos de Ciências a partir do tema “Avaliação do Ciclo de Vida ACV do jeans”, incluindo responder um questionário diagnóstico, no início da pesquisa sobre os seus conhecimentos prévios em relação aos assuntos que serão abordados e o mesmo questionário no final para identificar os conhecimentos adquiridos durante as atividades. A pesquisa envolve registros por parte da professora, pesquisadora referente ao andamento dos encontros e registros dos alunos(as) sobre as atividades desenvolvidas.

A sua participação nesta pesquisa envolve riscos mínimos, como sentir um pouco de desconforto no que se refere ao constrangimento, cansaço, vergonha ou dificuldade na realização das tarefas. Neste caso, se for identificado pela pesquisadora, algum sinal de desconforto psicológico da sua participação na pesquisa, a mesma compromete-se em orientá-lo e encaminhá-lo para os profissionais especializados na área. Por outro lado, ao participar da pesquisa, você terá alguns benefícios, dentre eles, realizar atividades relacionadas ao conteúdo de Ciências de forma contextualizada, ou seja, utilizando um tema de vivência dos estudantes para aprender. Também irá ocorrer novas metodologias de ensino que poderão despertar o seu interesse e a curiosidade, pela busca de novo conhecimento.

Esta pesquisa não envolve um benefício direto, mas possibilita ao aluno a melhor compreensão do mundo em que vive, da disciplina de ciências, do entendimento do planeta, assim conseguindo observar em seu cotidiano o conteúdo aplicado de ciências.

Esclarecemos que a sua participação nesta pesquisa não é obrigatória e, portanto, você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo.

Durante o desenvolvimento dos questionários e aplicação da pesquisa você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela sua participação no estudo.

Caso você tenha dúvidas sobre o comportamento das pesquisadoras e caso se considera prejudicado (a) na sua dignidade e autonomia, você pode entrar em contato com as pesquisadoras responsáveis Danusa Bender ou Alana Neto Zoch por meio da coordenação do

programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, pelo telefone (54) 3316-8363.

Dessa forma, se você concorda que seu filho (a) participe da pesquisa como consta nas explicações e orientações acima, coloque seu nome no local indicado abaixo.

Desde já, agradecemos a sua colaboração e solicitamos a sua assinatura de autorização neste termo, que será também assinado pelo pesquisador responsável em duas vias, sendo que uma ficará com você e outra com o (a) pesquisador (a).

Passo Fundo, ____ de novembro de 2020.

Nome do (a) participante: _____

Assinatura: _____

Nome da pesquisadora: Danusa Bender.

Assinatura: _____

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA**

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “A avaliação do ciclo de vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de ciências no 9º ano” a ser desenvolvida pela pesquisadora Danusa Bender, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo conjuntamente com seu orientador professor Dra. Alana Neto Zoch. A pesquisa refere-se à aplicação de uma proposta didática para o ensino de ciências através de uma sequência didática envolvendo a abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e o estudo da Avaliação do Ciclo de Vida do Jeans envolvendo os conteúdos de moléculas, ligações químicas, substâncias e misturas, concentração dos reagentes, estados de agregação e processos de separação. Visando analisar a potencialidade aprendizagem destes estudantes através da sequência didática. Sendo que a referida pesquisa será aplicada na Escola Municipal Ângelo Posser, na cidade de Tapejara - RS. Os dados a serem coletados vinculam-se a registros da pesquisadora via diário de aula e a um pré e pós teste a serem realizados com os alunos. Sendo que todo o material será transcrito e analisado mantendo-se o anonimato dos alunos envolvidos. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações. Informamos que a sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco, físico, material, moral e/ou psicológico. Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum fim lucrativo, bem como não terá nenhum tipo de despesa. Entretanto, acreditamos que este estudo o auxilie no processo de construção do conhecimento científico. Caso você tenha dúvida sobre a pesquisa pode entrar em contato com a coordenação do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo telefone (54) 3316-8363. Dessa maneira, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelos pesquisadores responsáveis, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e outra com os pesquisadores.

Passo Fundo, ____ de _____ de 2020.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____.

Assinatura: _____

Pesquisadores: _____ e _____

Caso o participante for menor de 18 anos: Assinatura do responsável:

APÊNDICE C - Questionário Inicial

1) O que você entende por Ciclo de Vida?

2) O que você pensa sobre a relação ROUPA X MEIO AMBIENTE? Comente sobre isso!

3) O que você faz com as roupas que não tem utilidade para você? Quanto tempo você acha que o tecido leva para se decompor no ambiente?

4) Você acha que a Ciência e a Tecnologia têm relação com a indústria da moda? Comente sobre sua resposta.

APÊNDICE D - Slides I: Produção do algodão e transporte até a chegada na indústria

1

Produção do algodão e transporte até a chegada na indústria



Darusa Bender

Vídeo 2: Conheça mais sobre o cultivo de algodão.

2

Como ocorre a plantação e cultivo do algodão



https://www.youtube.com/watch?v=ZmetIsZO

No slide 2, sugere que ocorra o diálogo sobre como é o cultivo do algodão, com o vídeo.

► Link

<https://www.youtube.com/watch?v=ZmetIsZO>

3

Processos do algodão até chegar na indústria

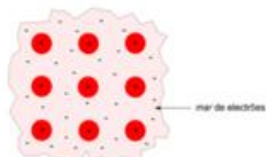


Barbosa et. al. (2016, p. 06)

Após assistir o vídeo a ideia no slide 3 é analisar o processo do algodão até chegar na indústria através de um fluxograma esquematizando os passos do vídeo.

Ligação Metálica

- ❖ A ligação metálica é formada somente por átomos de metais, que podem ser do mesmo elemento químico ou de elementos diferentes.
- ❖ Os elétrons se movimentam livremente pelo material, formando uma "nuvem de eletrônica", que é responsável pela forte atração entre os metais.



CARNEVALLE, Maira Rosa. *Araribá Mais Ciências – 9ª ano*. Moderna, São Paulo, 2018.

Referência

Acesso em 27/03/2020, disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ligacao-metalica/>

CARNEVALLE, Maira Rosa. *Araribá Mais Ciências – 9ª ano*. Moderna, São Paulo, 2018.

Imagem, acesso em 27/03/2020, disponível em: <https://akrososonline.uol.com.br/apostila/conteudo/imagens/ligacao-metalica-entre-atomos-metalicos-atomos-gal>

Imagem, acesso em 27/03/2020, disponível em: <https://v1.static.br.asfrescola.uol.com.br/0e4contendo/imagens/ligacao-metalica-entre-atomos-metalicos-atomos-gal>

Imagem, acesso em 27/03/2020, disponível em: <https://v1.static.br.asfrescola.uol.com.br/0e4/2016/05/3/letores-da-Metodologia-na-Pratica-140808.pdf>

Imagem, acesso em 27/03/2020, disponível em: https://repositorio.uol.com.br/imagens/thumb/8/865/ggNC3NA7NC3NA3o_merNC3NA1lca_Figura_1_1796/250px/ggNC3NA7NC3NA3o_merNC3NA1lca_Figura_1_1796

Explicar que nas ligações metálicas ocorre apenas entre metais, resultando no modelo “mar de elétrons”.

O jeans possui acessórios metálicos: zíper, tachas, botão...

Algumas referências utilizadas

ANEXO A - Autorização da Escola

E. M. de Ens. Fund. Ângelo Posser
Deereto criação 688 de 22/09/77
Paíol Novo - Tapejara - RS



ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL ÂNGELO POSSER

CNPJ 03.180.009/0001-10

Paíol Novo, Tapejara/ RS

E-mail: escolaangelop@prefeituratapejara.com.br

Fone: (54) 3344- 2267

DECLARAÇÃO

Por este instrumento, a Escola Municipal de Ensino Fundamental Ângelo Posser, inscrita no CNPJ sob o número 03.180.009/0001-10, com a sede em Paíol Novo no interior do município, na cidade de Tapejara -RS, declara que autoriza a professora e mestrande Danusa Bender, do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, a coletar dados referente ao desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado "*A avaliação do ciclo de vida (ACV) do jeans como proposta para abordagem de ciências no 9º ano*". A pesquisa refere-se à aplicação de uma sequência didática com estudantes da turma do 9º ano do Ensino Fundamental dos Anos Finais. Os dados a serem coletados vinculam-se a registros da pesquisadora em um diário de bordo e aplicação de questionário semiestruturados aos estudantes da turma do 9º ano do Ensino Fundamental dos Anos Finais. Todo o material será analisado mantendo-se o anonimato dos sujeitos envolvidos.

Por ser expressão da verdade, assumindo inteira responsabilidade pela declaração acima sob as penas da lei, assino para que produza seus efeitos legais.

Tapejara, 25 de agosto de 2020.


Marínês Wolff Mattei
Diretora

Marínês Wolff Mattei
Diretora
EMEF Ângelo Posser
Portaria nº 259/17 de 16/02/17

ANEXO B - Texto 1: O que é um ciclo de vida de um produto e sua avaliação (ACV)**Texto 1 (adaptado de Ribeiro): O que é um ciclo de vida de um produto e sua avaliação (ACV)**

O ciclo nada mais é que a história do produto, desde a fase de extração das matérias primas, passando pela fase de produção, distribuição, consumo, uso e até sua transformação em lixo ou resíduo. Por exemplo, quando se avalia o impacto ambiental de um carro deve-se considerar não só a poluição causada pelo funcionamento do veículo, mas, também, os possíveis danos causados por seu processo de fabricação, pela energia que utiliza, pela produção de seus diversos componentes e seu destino final.

A avaliação do ciclo de vida leva em conta as etapas “do berço à cova” ou considerando-se o aproveitamento do produto após o uso, do “berço ao berço”.

“A avaliação inclui o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade, ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição; o uso, o reemprego, a manutenção; a reciclagem, a reutilização e a disposição final”.

A ACV pode auxiliar:

- na identificação de oportunidades para melhorar aspectos ambientais dos produtos em vários pontos do seu ciclo de vida;
- na tomada de decisões na indústria, organizações governamentais e não-governamentais;
- na seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição;
- no marketing (por exemplo, uma declaração ambiental, um programa de rotulagem ecológica ou uma declaração ambiental de produto).

Fonte: <<http://www.hottopos.com/regeq12/art4.htm>>.

ANEXO C - Texto 2: Jeans o Vilão da história!

Texto 2 (adaptado de Arnt e Tavares): Jeans o Vilão da história!

Não foi apenas uma peça de roupa que dois imigrantes europeus criaram nos Estados Unidos, em 1873, ao inventar a calça de denim azul reforçada com rebites metálicos. Sem saber, o alemão Levi Strauss e o alfaiate letão Jacob David deram forma a um estilo de vida. Criada para atender à demanda de mineradores por vestimentas resistentes, a calça jeans caiu nas graças do imaginário western nos anos 1930, tornando-se uma representação de valores como masculinidade e independência. Vieram então os anos 1950, com James Dean, Marlon Brando e a rebeldia juvenil, e o jeans se consolidou como ícone da vida espontânea e confortável. Não deixa de ser irônico: um tecido de 138 anos continua firme como símbolo máximo de juventude.



Mineiros – 1873.



James Dean – Assim caminha a humanidade – 1956.

A calça jeans virou uma commodity global. Tornou-se a peça mais popular da história da moda por um motivo simples: não há nada mais democrático. Serve ao caminhoneiro e à socialite. “É um produto com grande dinâmica de uso, que atende a todas as idades e está disponível tanto em butikues como em supermercados”, afirma Fernando Pimentel, diretor-superintendente da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (Abit). Segundo a instituição, somente no Brasil, em 2009, foram confeccionados 226,7 milhões de calças jeans.

Juntos, China, Brasil, Turquia e Índia, os quatro maiores produtores de denim no mundo, têm capacidade de produção de 3,4 bilhões de metros lineares de tecido por ano, o que significa cerca de 1,5 bilhão de calças. Ao contrário do Brasil, que, além de importante polo produtor, é também um dos maiores consumidores mundiais de denim, China, Turquia e Índia atuam principalmente como centros de terceirização da produção de marcas norte-americanas e europeias.

O que poucos sabem é que esse objeto de desejo global tem um custo alto para o ambiente. O denim é feito majoritariamente de algodão, cultura que recebe 25% dos agrotóxicos consumidos no mundo, segundo o Instituto Ecotece, organização paulista dedicada ao “vestir consciente”. O índigo, corante natural responsável pelo famoso tom azulado, há muito perdeu lugar para o anil sintético e outros corantes derivados do petróleo. Para dar à calça o aspecto desgastado, são usadas substâncias químicas como amônia e soda cáustica, que, além de prejudiciais à saúde, são altamente poluentes. Somam-se a isso enormes volumes de água e de energia gastos e toneladas de CO₂ (gás carbônico) emitidas ao longo do ciclo de vida do produto. A velha calça desbotada não é amiga da natureza.

Basta imaginar que, se todos os jeans produzidos no mundo fossem calças Levis 501 de tom médio, o 1,5 bilhão de jeans confeccionados anualmente consumiria 5,2 trilhões de litros d’água – nada menos do que o equivalente a 11 horas ininterruptas da vazão média do

Rio Amazonas no mar (133.000 m³/segundo), de acordo com a Agência Nacional de Águas. É água!

Em Toritama, Pernambuco, as águas do Rio Capibaribe chegaram a mudar de cor com o despejo das lavagens de jeans. Mas, em 2005, o Ministério Público regularizou 56 lavanderias na cidade. Hoje, toda a água é reciclada e tratada, antes de ser lançada no rio.



Fábrica de jeans em Toritama: emprego duro, porém firme.

Elaborado por: tvrs.mariana@gmail.com / ricardoarnt@planetanaweb.com.br

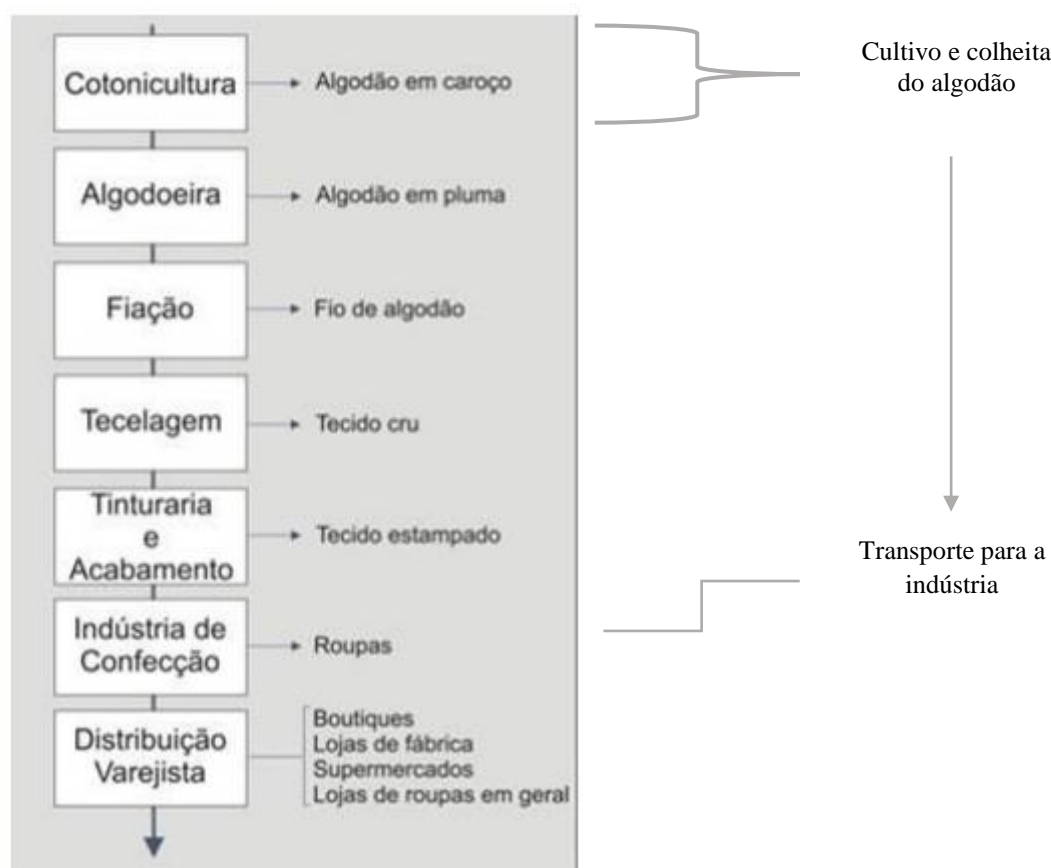
Fonte: <<https://www.revistaplaneta.com.br/velha-azul-desbotada-e-poluente/>>.

ANEXO D - Texto 3: Cultivos e processo do algodão até chegar na indústria

Texto 3 (adaptado de Barbosa): Cultivos e processo do algodão até chegar na indústria

Dentre as etapas do processo produtivo de algodão em caroço, a etapa da colheita é que determina o fator de qualidade. Essa etapa é realizada quando o algodão atinge o ponto de maturação, com as “maçãs” abertas. A qualidade do algodão em caroço depende também da variedade escolhida, do tipo de solo e da condução da cultura (EMBRAPA ALGODÃO, 2003).

Após a colheita, o algodão em caroço das propriedades cotonicultoras destina-se às algodoceiras, para o primeiro beneficiamento e transformação em fardos de algodão em pluma. O beneficiamento do algodão é dividido em três partes: preparatória (recepção, qualificação, armazenamento temporário), limpeza e descaroçamento (separação da fibra da semente) e complementar (prensagem, enfardamento e armazenamento da fibra) (EMBRAPA ALGODÃO, 2003). O beneficiamento do algodão dá origem, em média, a 5% de impurezas, 61% de caroços e 34% de pluma. Por fim, o processo de produção do fio, chamado de fiação, compreende diversas operações por meio das quais as fibras são abertas, limpas e orientadas em uma mesma direção, paralelizadas e torcidas de modo a se prenderem umas às outras por atrito.



Fonte: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_236_373_30246.pdf>.

ANEXO E - Texto 4: Como é possível a construção do tecido com tão poucos elementos químicos?

Texto 4 (adaptado de Carnevalle, 2018): Como é possível a construção do tecido com tão poucos elementos químicos?

Como é possível a construção do tecido com tão poucos elementos químicos?

Para iniciarmos nosso estudo é importante definir aos estudantes como ocorre a formação das substâncias moleculares e iônicas através das ligações químicas.

Ligações químicas: as combinações entre os átomos dos elementos químicos ocorrem por meio de ligações químicas. Para que elas sejam formadas é necessário que os átomos se aproximem. Após essa aproximação, dependendo das características dos átomos, eles podem perder ou ganhar elétrons ou, ainda, compartilhar essa partícula. É importante ressaltar que os elétrons da camada mais externa da eletrosfera, a camada de valência, são os responsáveis pela formação das ligações químicas.

Na fórmula da celulose podemos observar que é constituída apenas de carbono, hidrogênio e oxigênio. Só é possível a existência da celulose a partir da união desses átomos, ocorrendo às reações químicas.

Fonte: Carnevalle, 2018.

ANEXO F - Texto 5: Substâncias e misturas

Texto 5 (adaptado de CARNEVALLE, 2018): Substâncias e misturas

Os materiais encontrados na natureza ou produzidos pelo ser humano podem ser classificados em dois grupos, de acordo com seus constituintes:

SUBSTÂNCIAS

Substância é um material formado por um único tipo de componente, seja ele uma molécula ou um elemento químico. De acordo com sua composição, as substâncias podem ser classificadas em simples ou compostas:

Substância simples: é formada pelo mesmo elemento químico. Por exemplo, a substância hélio, um gás, é constituída de átomos isolados do elemento químico hélio (He), e a substância hidrogênio, outro gás, é formado por moléculas com dois átomos do elemento químico hidrogênio (H_2).

Substância composta: é formada por dois ou mais elementos químicos diferentes. A água (H_2O) é um exemplo de substância composta. As moléculas que compõem essa substância são formadas por átomos de dois elementos químicos diferentes: dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. Veja alguns exemplos:



Fonte: <<https://www.cienciasresumos.com.br/wp-content/uploads/2019/03/substancias-simples-e-compostas.jpg>>

As substâncias podem ser diferenciadas por suas propriedades específicas, como temperatura de fusão, temperatura de ebulição, densidade, cor, dureza, etc. Para caracterizar uma substância, podemos consultar livros e tabelas que reúnem esses valores de referência, os quais foram determinados sob condições de análise específicas (como pressão e temperatura). Se uma amostra for analisada sob essas mesmas condições e apresentar valores diferentes dos valores de referência, é um indício de que não se trata daquela substância ou de que ela está misturada a outras substâncias.

MISTURAS

Uma mistura é constituída de duas ou mais substâncias diferentes, simples ou compostas. Ela é obtida ao combinar-se substâncias em qualquer proporção sem provocar alterações na estrutura de cada uma delas, ou seja, sem que elas reajam entre si. O ar atmosférico é uma mistura de gases diferentes, como o gás oxigênio (O_2), o gás nitrogênio (N_2) e outros, em menor proporção, como o vapor de água. A proporção em volume de gás oxigênio e de gás nitrogênio praticamente não varia: 21% e 78%, respectivamente. Já a proporção de água pode variar, por exemplo, de acordo com a estação do ano. Portanto, nas misturas (como o ar), a proporção das substâncias que as compõem pode variar. No entanto, a proporção entre os átomos que formam cada substância não muda.

No tingimento do tecido ocorre a formação de uma mistura, pois adicionamos o índigo ($C_{16}H_{10}N_2O_2$), a água (H_2O) e a celulose ($C_6H_{10}O_5$) para obtermos o jeans com a cor característica que conhecemos.

Fonte: Carnevalle, 2018.

ANEXO G - Texto 6: De onde vem o índigo que garante o azul do nosso jeans?

Texto 6 (adaptado da reportagem): De onde vem o índigo que garante o azul do nosso jeans?

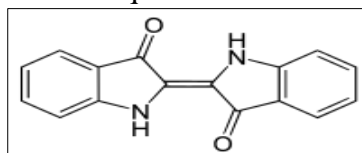
O extrato natural de índigo vegetal é obtido a partir da fermentação das folhas de várias espécies de anileiras. Na natureza, encontramos mais de 200 tipos deste vegetal (todos do mesmo gênero, o *Indigofera* spp), que, após processados, dão origem a um corante natural em tom profundo de azul. A maioria destas plantas está enraizada no continente africano, no sul da Ásia, em toda a América tropical, ao longo do continente europeu e por dentro da Austrália.

O jeans, como nós conhecemos, foi inventado, em 1792, na cidade francesa de Nîmes — saiba que o hype foi tão forte que a matéria-prima logo foi apelidada de “tecido de Nîmes”. Tempo vai, tempo vem, a expressão foi reduzida e passou a ser identificada apenas como “denim”.

Registros históricos nos levam à Índia, onde foram encontradas as mais antigas experiências entre anil e tecido. Data de 4.000 a.C. as primeiras escrituras confeccionadas com índigo vegetal pelos brâmanes, antiga casta sacerdotal hinduísta. Civilizações dos quatro cantos do mundo aderiram à técnica de colorir tecidos com azul: egípcios, mesopotâmicos, africanos, gregos, romanos, britânicos, andinos, peruanos e iranianos experimentaram a tecnologia artesanal.

No Egito Antigo, o pigmento também era utilizado como tinta para colorir murais e pasta para fixar a bandagem de múmias. Foi lá, inclusive, que foi encontrada uma tabuleta do século VII a.C. que documenta a mais remota receita para tingir lã.

Mas a louca corrida pelo corante azul iria virar em 1880, quando um químico alemão de extenso nome entrou no jogo. Foi Johann Friedrich Wilhelm Adolf von Baeyer (ufa!) o responsável por definir a síntese química do anil.



Anil (corante)

Fonte: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Anil_\(corante\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Anil_(corante))>.

Em 1905, a BASF (sigla para Badische Aniline Soda Fabrik) transformou a descoberta em produto, introduzindo no mercado o primeiro índigo sintético. Menos de 10 anos depois, o índigo natural já havia sido totalmente substituído pelo componente artificial. E vocês sabem bem o que acontece quando uma concorrência tão feroz aparece: a produção artesanal despencou, a técnica ficou no passado e a história que existia uma planta que deixava o tecido azul quase virou uma lenda urbana.

O impacto social resultante dessa substituição foi enorme. Na Índia, por exemplo, o estrago foi tão grande a ponto de fazer Mahatma Gandhi, liderança local naquela época, atravessar o país para avaliar o tamanho do prejuízo e consolar os trabalhadores rurais que ficaram em dificuldades.

Ainda hoje o índigo é cultivado naquela região do continente, mas em quantidades bem reduzidas. Como também em El Salvador e na Guatemala, no sudoeste da Ásia e no noroeste da África. É destinado, em sua maior parte, à tecelagem artesanal regional.

Fonte: <<https://eze.com.br/2018/07/02/de-onde-vem-o-índigo-que-garante-o-azul-do-nosso-jeans/>>.

ANEXO H - Texto 7: Calça Jeans - Vilão do Meio Ambiente

Texto 7 (adaptado da reportagem): Calça Jeans – Vilão do Meio Ambiente

Em 2009, a Levi's promoveu um estudo do ciclo de vida de seu produto, mapeando os principais impactos ambientais da popular jeans 501. Descobriu que são emitidos 32,5 kg de CO₂, o equivalente ao carbono sequestrado por seis árvores por ano; que se gasta energia suficiente para assistir a uma televisão de plasma por 318 horas (400,2 megajoules); e que a água consumida é suficiente para 53 banhos de sete minutos cada (3.480,6 litros).

Mas a mais importante descoberta é que grande parte do impacto da calça ocorre quando ela chega às mãos do consumidor. À mesma conclusão chegou à agência ambiental francesa BioIntelligence Service. Em 2006, na pesquisa An Environmental Product Declaration of Jeans, a agência francesa mostrou que 41% do impacto da peça no aquecimento global é produzido na fase final de uso e descarte pelo consumidor.

A maior influência sobre o ambiente é a de quem consome o produto. Se lavar seu par de jeans apenas uma vez por mês, o consumidor reduzirá em 48% o impacto na emissão de carbono, em 40% a energia gasta e em 35% o consumo de água. Além disso, se priorizar a compra de peças feitas pela indústria local, que utilizem algodão orgânico e corantes naturais, também estimulará alternativas ecológicas. Não se trata de preservar a sujeira, mas a inteligência.

Cabe à indústria, por sua vez, assumir que as externalidades econômicas – os efeitos colaterais da produção que geram impactos sociais e ambientais em terceiros – podem ser internalizados nos custos. “As pessoas estão, sim, fazendo escolhas mais pautadas na sustentabilidade”, afirma Busin. “Só que não querem pagar mais por isso. Esse é o desafio que a indústria precisa enfrentar”, constata o diretor da Levi's.

Se cada elo da cadeia fizer sua parte, a velha calça azul desbotada se tornará mais amigável.

IMPACTO DURANTE O CICLO DE VIDA			
Quanto custa à natureza um jeans Levi's 501, durante dois anos*. Um dos maiores impactos ocorre nas mãos do consumidor.			
ETAPA	Emissão de carbono (kg CO ₂)	Consumo de energia (megajoules)	Consumo de água (litros)
Produção de algodão	1,7	17,7	1.704
Produção do tecido	6,6	84,9	72,1
Manufatura da peça	3	40,8	110,8
Transporte e distribuição	2,1	29,8	18,1
Uso pelo consumidor	18,6	226,6	1.575,2
Descarte	0,5	0,4	0,4
TOTAL	32,5	400,2	3.480,6

*Um exemplar da Levi's com lavagem a pedra em tom médio, lavada uma vez por semana durante dois anos.

Fonte: <<https://www.revistaplaneta.com.br/velha-azul-desbotada-e-poluente/>>.

ANEXO I - Transcrição dos trabalhos elaborados pelos estudantes

Transcrição dos trabalhos elaborados pelos estudantes

TRABALHO DO A1 – Papel

O papel foi inventado na China a 105 nos depois de Cristo por Cai Lun. O papel é um produto natural obtido a partir de recursos renováveis, sua matéria-prima é a celulose.

O ciclo de vida do papel consiste-se nas seguintes etapas:

1 - Inicia-se com o plantio do eucalipto que leva de 6 a 7 anos para atingir a idade de corte.

2 - As árvores após serem colhidas e cortadas, passam por um processo no qual são descascadas e estilhaçadas para serem cozidas e passem por um processo de branqueamento.

3 - Nesta etapa será feita uma pasta que vai ser misturada em grandes quantidades de água, formando uma solução aquosa que será introduzida em máquinas e cilindros que formarão a folha de papel.

4 - Aqui o papel é cortado, impresso e também embalado.

5 - Aqui é feito o transporte da indústria até o comércio.

6 - O papel sendo utilizado (cadernos, folhas, cartas).

7 - O processo de reciclagem fecha o ciclo.

O impacto ambiental está relacionado no:

Transporte da celulose do papel até o comércio é realizado por caminhões, que liberam gases poluentes na atmosfera.

Cloração do papel, que é feito um processo de clareamento químico que é muito poluente.

Carbono que é liberado quando as árvores são cortadas.

Eu acho que para diminuir o impacto ambiental do produto, pensando na ACV, seria necessário que depois que o consumidor utilizar o papel faça um descarte correto.

Eu escolhi o papel porque ele está presente em quase tudo o que fazemos em nosso dia a dia (livro, embalagem, desenho, escrever, jornal...).

Eu acho que a ciência tem a ver com a natureza, a planta, o eucalipto, o estudo que foi utilizado para a produção do papel e até a sua reciclagem. A tecnologia auxiliou a produção do papel, as máquinas que hoje realizam os processos.

TRABALHO DO A2 – LEITE

O ciclo de vida do leite lá no alimento das vacas se deve cultivar para alimentar as vacas leiteiras. A partir do momento que uma vaca se alimenta de acordo com a quantidade de proteínas e nutrientes de seu alimento, ela conseqüentemente irá produzir leite. O leite é retirado da vaca por uma ordenhadeira, sendo manuseada por uma pessoa, e posteriormente o leite vai para um resfriador, onde um leiteiro passa recolher esse leite que é levado para a indústria, onde é fabricados vários derivados do leite. Em seguida, vai para o comércio onde é utilizado por todas as pessoas que vieram comprar o produto.

Os impactos causados pelo leite no ambiente tais como: desmatamento e queimada, a poluição por dejetos animais, agrotóxicos, erosão, compactação do solo, a contaminação da água...

O que pode ser diminuído o ciclo de vida do leite são as queimadas e desmatamento, que são feitos para expandir a propriedade aumentando a produção, tendo como produzir e ter lucros nas terras sem muito, não tem necessidade de desmatar.

Escolhi o leite pelo fato de que reconheço sobre o, facilitando meu trabalho.

Todos os processos do leite têm ligação com atos científicos como, por exemplo: o uso de agrotóxicos na lavoura, o bem estar animal, a adubação entre outros.

TRABALHO DO A3 – LÁPIS DE COR

Processos: Mina – Moagem – Montagem – Corte – Tintura.

Impacto ambiental: para fazer o lápis é necessário da árvore, ela absorve o gás carbônico e libera o oxigênio.

Reajuste: ao derrubar as árvores deve-se replantar outras árvores no lugar desta que for retirada.

Porque eu escolhi: é algo que usamos no nosso dia a dia, achei interessante e resolvi apresentar para toda a turma.

As relações:

Tecnologia: nas máquinas utilizadas no processo de fabricação do lápis.

Ciências: as árvores.

TRABALHO DO A4 – ARROZ

Processo: os dois tipos mais comuns de arroz beneficiado vendidos no mercado são o branco e o parboilizado. O processo de beneficiamento de ambos é o mesmo: primeiro a casca é retirada, depois os grãos inteiros são separados dos quebrados. Por conta desse polimento é que o arroz não precisa ser lavado antes do cozimento.

Matéria prima: é inexistente, já que o próprio arroz, é uma matéria prima. Por exemplo: o café tem como matéria prima o grão de café, a pipoca tem como matéria prima e o arroz é cultivado de forma natural.

Cultivo: O arroz irrigado na região subtropical do Brasil vem sendo cultivado, atualmente, em sistemas de cultivo: sistema convencional (SC), cultivo mínimo (CM), plantio direto (PD), pré-germinado (PG) e transplantes de mudas (TM).

Agrotóxicos: Duas doses de fipronil, tiamotoxam, fenitrotianocarbofurano.

Ciclo de vida: o desenvolvimento do arroz pode ser dividido em três fases principais: plântula, vegetativa e reprodutiva. A duração de cada fase é a função cultivar, época de semeadura, região do cultivo e das condições de fertilidade do solo. As cultivares de arroz de sequeiro têm duração de ciclo entre 110 e 155 dias. As distâncias variedades diferem no tamanho dos grãos e na altura da planta.

Escolhi o arroz pois está presente sempre no meu dia a dia e queria aprender mais sobre ele.

Para diminuir o impacto ambiental causado pelo arroz seria possível reutilizar a água nos processos.

Eu acho que a ciência tem a ver com o plantio, uso dos agrotóxicos, melhoria do cultivo com o passar do tempo.

TRABALHO DO A5 – BORRACHA

Existem diferentes tipos de borracha. A seringueira é a principal fonte utilizada para extração da matéria prima da borracha, o látex. Ela é utilizada na fabricação de pneus de automóveis e aviões, borracha de apagar, artigos médicos, bolas, pavimentos, preservativos, entre outras aplicações.

Processos: extração na seringueira - coagulação - processo e transformação química.

Existe a borracha sintética e natural.

Natural: as borrachas de apagar grafite, cabos elétricos, pneus, entre outro. A borracha natural possui vantagens ecológicas, como a valorização e preservação das florestas pelas comunidades. Entretanto, sua exposição ao calor pode ocasionar problemas de durabilidade.

Sintético: possui maior durabilidade, resistência às rachaduras e à abrasão, porém sua resistência e flexibilidade são inferiores à natural, o que faz com que em algumas aplicações haja uma mistura entre as borrachas dos dois tipos. É utilizada na indústria de cabos, pneus, entre outros. Sua resistência térmica à abrasão e à prova d'água lhe dá qualidade superior.

Impactos ambientais – o descarte inadequado de pneus, feitos a partir da borracha, é um problema atualmente. Devido a suas características de longa duração e resistência a impactos, tornam-se difíceis de eliminar, então os aterros sanitários não podem nem ao menos recebê-los inteiros, gerando assim, custos para a desintegração dos pneus.

Analisando a ACV: uma alternativa para diminuir os impactos ambientais da borracha é a reciclagem. A borracha reciclada possui um grande mercado, podendo ser voltada para materiais de revestimentos em áreas de recreação, gramados e quintal, tornando-se um tipo de revestimento mais econômico e duradouro, com cerca de 20 anos de vida. Mesmo da borracha já reciclado, é possível obter uma nova borracha.

Eu escolhi a borracha porque eu sempre uso ela durante as aulas.

Ciência está relacionada na produção química da borracha, depois que retira a matéria prima.

A tecnologia auxilia em todos os processos da fabricação da borracha, inclusive na reciclagem e estudos para sínteses da borracha.

PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional encontra-se disponível nos endereços:

<https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2021/Danusa_PRODUTO.pdf>
<<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/599848>>