



Mobilização de níveis de aprendizagem CTS a partir de uma Sequência Didática com a temática Energia

STS Learning levels mobilization from a Didactic Sequence with the Energy theme

Movilización de niveles de aprendizaje CTS a partir de una Secuencia Didáctica con la temática de Energía

Vinicius Fernando de Lima (vinicius.fernando3998@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0009-0000-9668-2955>

Everton Bedin (bedin.everton@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-5636-0908>

Lucas Eduardo de Siqueira (lucas.edspf@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-5254-5991>

Rene Miguel da Silva (renets_miguel@hotmail.com)

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-6969-8409>

Leonardo José Osiecki Voitovicz (voitovicz@gmail.com)

Universidade Federal do Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0009-0000-6080-9272>

Resumo

O presente artigo objetiva analisar a mobilização dos níveis de aprendizagem CTS de alunos da Educação Básica, a partir da aplicação de uma Sequência Didática destinada às aulas de Física no Ensino Médio, tendo como viés abordar a temática energias sob a perspectiva dos princípios da Educação CTS. Metodologicamente, a pesquisa é de natureza básica, abordagem qualitativa, procedimento do tipo intervenção pedagógica e objetivo descritivo. Os dados, constituído na implementação da Sequência Didática com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola do Estado do Paraná, considerando a observação atrelada ao diário de bordo e a Técnica de Associação Livre de Palavras, foram cruzados com os níveis de aprendizagem CTS de Strieder e Kawamura (2017) e analisados de forma interpretativa-constructiva. Ao término, evidenciou-se que os alunos permeiam entre os níveis iniciais propostos pelo referencial e apresentam aspectos de níveis que exigem uma maior criticidade, sendo que a SD elaborada adquire um caráter multifuncional, servindo como recurso de apoio para outros educadores interessados em



adotar abordagens pedagógicas que integrem a tecnologia e os princípios da Educação CTS.

Palavras-chave: educação CTS; níveis de aprendizagem CTS; sequência didática.

Abstract

This article aims to analyze the mobilization of CTS learning levels among Basic Education students through the implementation of a Didactic Sequence designed for Physics classes in High School. The focus is on addressing the theme of energy from the perspective of CTS Education principles. Methodologically, the research is of a basic nature, with a qualitative approach, pedagogical intervention procedure, and descriptive objective. The data, collected during the implementation of the Didactic Sequence with third-year High School students from a school in the state of Paraná, considering observation linked to the logbook and the Free Word Association Technique, were cross-referenced with the CTS learning levels proposed by Strieder and Kawamura (2017) and analyzed in an interpretative-constructive manner. In conclusion, it was evident that students navigate between the initial levels proposed by the framework and show aspects of levels that require greater criticality. The developed Didactic Sequence takes on a multifunctional character, serving as a support resource for other educators interested in adopting pedagogical approaches that integrate technology and CTS Education principles.

Keywords: CTS education; CTS learning levels; didactic sequence.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo analizar la movilización de los niveles de aprendizaje CTS en estudiantes de Educación Básica mediante la aplicación de una Secuencia Didáctica diseñada para las clases de Física en la Educación Secundaria. El enfoque es abordar el tema de la energía desde la perspectiva de los principios de la Educación CTS. Metodológicamente, la investigación es de naturaleza básica, con un enfoque cualitativo, un procedimiento de intervención pedagógica y un objetivo descriptivo. Los datos, recopilados durante la implementación de la Secuencia Didáctica con estudiantes de tercer año de la Educación Secundaria en una escuela del estado de Paraná, considerando la observación vinculada al diario de bordo y la Técnica de Asociación Libre de Palabras, se cruzaron con los niveles de aprendizaje CTS propuestos por Strieder y Kawamura (2017) y se analizaron de manera interpretativa-constructiva. En conclusión, se evidenció que los estudiantes transitan entre los niveles iniciales propuestos por el marco de referencia y muestran aspectos de niveles que requieren una mayor criticidad. La Secuencia Didáctica desarrollada adquiere un carácter multifuncional, sirviendo como un recurso de apoyo para otros educadores interesados en adoptar enfoques pedagógicos que integren la tecnología y los principios de la Educación CTS.

Palabras clave: educación CTS; niveles de aprendizaje CTS; secuencia didáctica.



INTRODUÇÃO E APORTES TEÓRICOS

O avanço progressivo das conquistas tecnológicas em escala global tem desencadeado uma série de implicações de grande relevância no âmbito mundial. Este fenômeno, que teve início no século XX e coincidiu com conflitos bélicos de grande magnitude, demonstra que o crescimento econômico e tecnológico não necessariamente se correlaciona intrinsecamente com o bem-estar social. O curso da evolução científica e tecnológica, muitas vezes entrelaçado com cenários de hostilidades armadas e a manipulação do ambiente, instiga uma perspectiva que clama por uma análise mais aprofundada (Auler; Bazzo, 2001).

Um exemplo notório dessa dinâmica é a publicação da obra "Primavera Silenciosa" de Rachel Carson, que intensificou o debate acerca das interconexões entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), um tópico já objeto de discussões e análises. Auler e Bazzo (2001) investigaram esse processo, no qual a sociedade passa a exigir uma avaliação mais criteriosa das atividades científico-tecnológicas. Consequentemente, a Educação CTS direciona seus esforços para influenciar as decisões que impactam a sociedade de forma inclusiva, incorporando diversos atores sociais e minimizando a abordagem tecnocrática.

Na obra de Bazzo *et al.* (2014), é feita uma análise detalhada da essência da Educação CTS, destacando-se que essa abordagem tem uma presença relativamente limitada no contexto do Ensino Superior, sendo mais frequentemente associada ao Ensino Médio. Os autores enfatizam o papel crucial das instituições educacionais nesse contexto, ressaltando sua responsabilidade fundamental em estimular a reflexão sobre as implicações sociais da ciência e tecnologia. Além disso, Bazzo *et al.* (2014) sublinham a importância de vincular o conteúdo curricular à realidade cotidiana dos estudantes, facilitando, assim, a compreensão das complexas interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Portanto, a ênfase recai sobre a promoção da Educação CTS no cenário educacional do Ensino Médio, com o objetivo de torná-la uma presença mais significativa na rotina dos alunos e das instituições de ensino.

Isso é preciso porque o Ensino Médio no Brasil está passando por transformações em sua organização, com a Lei 13.415/2017 alterando a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Essa mudança introduziu uma nova estrutura curricular, composta



por uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e itinerários formativos. O Ministério da Educação (MEC) justifica essa reestruturação com o objetivo de criar um ensino mais atrativo, assegurando a entrega de uma educação de qualidade. Nesse viés, trabalhar com CTS é uma forma de aproximar a escola da realidade dos alunos, considerando as novas demandas e as complexidades do mundo do trabalho e da vida em sociedade.

Afinal, a educação CTS é vista como um dos meios para formar cidadãos atuantes em sociedade, pois visa à formação voltada para o senso crítico que se preocupa com as modificações que ocorrem ao seu redor, entendendo, questionando e interferindo ativamente nesse processo (Kist; München, 2021). O objetivo da educação CTS dentro da sala de aula é preparar os alunos para discernirem a respeito das tecnologias, sendo capazes de compreender a necessidade destes equipamentos, atuando perante a sociedade, e não apenas consumindo-os sem questionamentos a respeito dos benefícios e prejuízos que podem surgir (Kist; München, 2021).

O ensino de ciências na visão da Ciência atrelada a Educação CTS, presente nas Diretrizes Curriculares Nacional para o Ensino Médio (DCNEM), está conectada ao entendimento sobre o mundo. O principal enfoque voltado para o Ensino Médio neste contexto é a construção de um letramento científico e tecnológico, pois ele permite que o aluno tome ações responsáveis sobre questões relacionadas a esta problemática. Nessa abordagem, almeja-se que a estrutura curricular desempenhe um papel significativo na integração do aluno no âmbito científico e tecnológico, criando condições que favoreçam a expansão do conhecimento no processo de aquisição do código escrito, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de sua cultura científica e tecnológica (Kurz; Bedin; Groenwald, 2020).

Isto pois, de acordo com Corrêa e Large (2024), com a globalização das informações e os avanços tecnológicos, a educação tem enfrentado inúmeros desafios, incluído o desafio de conduzir o estudante ao pensamento crítico sobre situações do seu cotidiano, possibilitando o uso de conceitos na resolução de problemas e na tomada de decisões. Portanto, a alfabetização científica pode ser alcançada por meio de metodologias de ensino que valorizem a investigação e o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento, sendo a educação CTS uma dessas vertentes.



Um conhecimento científico relativo a um tema que venha a ser contextualizado é indispensável, entretanto não é suficiente, sendo necessário romper a barreira da mera alfabetização de conhecimentos científicos. O letramento científico à luz da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) pode ser um passo inicial para uma transformação dessas ações, pois ele pode auxiliar na concretização desse “modelo democrático de sociedade ao levar os alunos a compreenderem a dinâmica de funcionamento da prática tecnológica, nos seus aspectos organizacional, cultural e técnico, de modo que eles se tornassem capazes de avaliar as suas implicações na sociedade” (Mortimer; Santos, 2001, p. 8). Afinal, a ACT “é uma perspectiva da educação científica que objetiva formar cidadãos que sejam capazes de resolver problemas cotidianos, compreendendo a ciência pelo viés cultural e não apenas pragmático” (Novais; Bedin, 2023, p. 11).

Nessa perspectiva, Fernandes e Sobrinho (2018) defendem que o professor desempenha o papel crucial de conectar o indivíduo ao conhecimento científico, assumindo um compromisso ético e moral à luz da Alfabetização Científica (AC). No contexto escolar, cabe a ele a responsabilidade de atuar como intermediador e facilitador do conhecimento, buscando efetivamente promover a compreensão e a integração do aprendizado. Afinal, segundo Ramos, Carminatti e Bedin (2021), a abordagem da prática da AC pressupõe um ambiente educacional de elevada qualidade, no qual o docente, para além de orientar e estimular o discente a desenvolver pensamento científico, promove a capacidade do sujeito em contextualizar suas concepções, avaliá-las de maneira crítica e refletir sobre elas.

Assim, para efetivar a implementação da abordagem da AC na sala de aula, é imperativo o engajamento do professor, que deve buscar inovações metodológicas para abordar temas consonantes com a realidade social e cultural dos estudantes. Todavia, Krasilchik (2000) afirma que há uma carência de diálogos que capacitem os educadores, nas atuais condições de trabalho, a estabelecer um ambiente propício à liberdade intelectual. Isso implica não restringir suas práticas apenas a exposições, leituras ou reprodução de textos, possibilitando uma abordagem pedagógica dinâmica e participativa.

Libâneo (2004) argumenta que a escola atual deve direcionar sua atenção de maneira proativa para as novas realidades, estabelecendo conexões substanciais com os domínios econômico, político e cultural. Ele destaca a urgente necessidade de a instituição



desempenhar um papel ativo na contraposição à exclusão social, objetivando a construção de uma sociedade justa. Nesse campo, defende-se a implementação de um currículo que seja intencionalmente orientado para a formação abrangente e contínua de indivíduos dotados de pensamento crítico, capacitando-os para enfrentar os desafios de uma sociedade crescentemente técnica, científica e informacional (Pereira *et al.*, 2018).

Destarte, considerando a necessidade de enfatizar a importância de a escola promover a formação crítico-participativa do aluno para a cidadania, estimulando-o a participação ativa na esfera democrática, preconizando uma abordagem educacional que priorize a formação ética, cultivando valores essenciais para o convívio social, Strieder e Kawamura (2017) realizaram um estudo que teve como objetivo a elaboração de uma matriz de referência voltada para a compreensão das abordagens da Educação CTS. Este esforço buscou estruturar as diversas discussões que existem nesse campo. Para atingir esse intento, a pesquisa analisou obras recentes relacionadas ao CTS no contexto do ensino de ciências no Brasil, investigou os fundamentos teóricos subjacentes e empreendeu a formulação de um instrumento de referência.

Inicialmente, as análises efetuadas pelas autoras supracitadas permitem a identificação de duas dimensões cruciais. A primeira dimensão abarca a maneira pela qual as interconexões entre Ciência, Tecnologia e Sociedade são abordadas, sendo representadas como Parâmetros da Educação CTS, que compreendem diversas concepções acerca da Educação CTS. Esses parâmetros contribuem para a integração das discussões CTS no contexto da educação em ciências. A segunda dimensão está relacionada às distintas perspectivas educacionais envolvidas, denominadas como Propósitos da Educação CTS, que refletem abordagens educacionais variadas e suas manifestações no ambiente escolar.

A partir da compreensão que a Educação CTS advém de um campo polissêmico (Silva *et al.*, 2022), a primeira dimensão de Strieder e Kawamura (2017) corrobora para lastrar esses significados e interrelações. Esta foi caracterizada por três elementos: Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social. Assim, em linhas gerais, apesar da diversidade de abordagens, pode-se afirmar que há, no âmbito da educação CTS, uma preocupação com a democratização das decisões envolvendo ciência e tecnologia. O movimento CTS tem como um dos seus propósitos centrais a busca por



processos ampliados de participação em temas sociais de ciência-tecnologia (Rosa; Strieder, 2018).

Sobre a Racionalidade Científica (RC), Strieder e Kawamura (2017) discernem a existência de diferentes racionalidades presente no desenvolvimento científico e, embora a natureza essencialmente racional da ciência, a Educação CTS se contrapõe as concepções distorcidas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, como a neutralidade, racionalidade e linearidade, num movimento de superioridade da ciência, sendo este um movimento denominado de cientificismo (Aikenhead, 2003). Afinal, a ciência representando uma conduta racional, muitas vezes é associada a um sistema de garantia de verdade, desvinculada de quaisquer interferências social (Strieder, 2012).

Em seu trabalho, as diferentes abordagens na Educação CTS são: (1R) explicitar a presença da ciência no mundo; (2R) discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência; (3R) analisar a condução das investigações científicas; (4R) questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos; e, (5R) abordar as insuficiências da ciência. Desse modo, é reconhecida a presença de uma racionalidade científica, representando um saber que exhibe características distintivas, conferindo-lhe um valor em relação a outras formas de conhecimento. Contudo, é importante salientar que, por si só, esse conhecimento não ostenta a capacidade intrínseca de proporcionar uma compreensão complexa e completa na contemporaneidade (Bedin *et al.*, 2023).

O segundo elemento, o Desenvolvimento Tecnológico (DT), foi constituído de diferentes abordagens, com foco em: (1D) abordar questões técnicas; (2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade; (3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico; (4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias; e, (5D) discutir a necessidade de adequações sociais.

Ao final, o terceiro elemento, sendo Participação Social (PS), as abordagens associadas foram: (1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia; (2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas; (3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões



coletivas; (4P) identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão; e, (5P) compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas.

A segunda dimensão, na perspectiva de Strieder e Kawamura (2017), sendo Propósitos da Educação CTS, é agrupado em: percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania e compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.

Nesse contexto, este trabalho visa analisar a mobilização dos níveis de aprendizagem CTS de alunos da Educação Básica, a partir da aplicação de uma Sequência Didática destinada às aulas de Física no Ensino Médio, tendo como viés abordar a temática energias sob a perspectiva dos princípios da Educação CTS. Esse trabalho se justifica na viabilização de uma imersão do aluno em um ambiente educacional que explorou profundamente as interconexões entre Ciência, Tecnologia e Sociedade por meio da Sequência Didática (SD), buscando não apenas a compreensão dos conceitos físicos relacionados às energias, mas a apreciação das implicações sociais, éticas e tecnológicas intrínsecas a esse conhecimento, colocando os alunos como protagonistas nas discussões CTS.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste estudo de natureza básica, adotou-se uma abordagem qualitativa, destacando-se que a pesquisa se configura como intervenção pedagógica. Conforme Tripp (2005) destaca, intervenções pedagógicas são pesquisas aplicadas que surgem a partir da intenção de promover mudanças ou inovações, sendo práticas que estão sendo desenvolvidas e analisadas de maneira aprofundada. No contexto dessa intervenção, foi elaborada e implementada uma SD centrada na temática da energia, com o objetivo de abranger os conteúdos de física junto aos 28 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública em Curitiba, Estado do Paraná, Brasil.

A organização dos conteúdos contemplou um total de 5 aulas (Quadro 1), e a escolha da turma de alunos foi realizada por conveniência. A opção por abordar os conteúdos de física, especialmente relacionados à temática da energia, justifica-se pelo propósito de abordar os conhecimentos de forma contextualizada, integrando a perspectiva da Educação CTS. A ênfase na contextualização visa promover uma



compreensão mais ampla e significativa dos conceitos, proporcionando aos alunos uma conexão mais direta entre o conteúdo estudado e sua aplicação prática no mundo real.

Quadro 1 - Proposta de Sequência Didática para a promoção da Educação CTS

Aula	Atividade Proposta	Ações discentes
1	Utilizar o contexto histórico e filosófico da ciência, para desenvolver um paradoxo entre a ideia de Aristóteles e as ideias de Galileu, perante à Gravidade e suas aplicações.	Discutir a aplicação da gravidade e como ela se aplica em díspares corpos. Usar um experimento para assimilar e questionar os resultados de forma problematizadora.
2	Ampliar as discussões, enfatizando a ideia de força e gravitação universal. Questiona-se: Mas que força é essa que puxa as coisas para a Terra? Por que a aceleração é igual para corpos de massas diferentes? Trazer a histórica da lenda da maçã que envolve Newton para buscar a sua lei da Gravitação universal.	Promover discussão sobre possíveis ações da gravidade no contexto apresentado, como ela pode se aplicar e trazer exemplos da gravidade e ação de força gravitacional no cotidiano.
3	Utilizar os elementos de CTS iniciando com uma pergunta simples “O que é energia?” e, logo a discussão, questionar sobre: Qual a diferença entre matriz energética da matriz elétrica? Propor motivações cotidianas do uso da palavra energia como sinônimo de alegria, disposição, vigor, vontade, pensamento, planejamento ou capacidade de executar tarefas.	Averiguar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática energia, comentar e discutir suas aplicações no cotidiano, colocando o aluno como centro do processo de discussões. Instigar o pensamento crítico e a tomada de decisão ao associar energia à sociedade e a ciência.
4	Trabalhar energia no viés CTS propondo a ideia de que se um sistema possui energia, ele pode realizar trabalho, ou seja, há relações.	Aplicar uma atividade em formato de mapa mental para o aluno associar e aplicar o uso da energia em seu contexto.
5	Associar energia mecânica (cinética e potencial) com a capacidade de se transformar em modalidades distintas, principalmente para a elétrica. Retomar a segunda pergunta feita no início da aula, buscando enfatizar a importância das usinas hidrelétricas	Dividir alunos em grupos para discussão sobre matrizes de energias do Brasil e os impactos que desenvolvem, dando ênfase ao desenvolvimento científico e social. Analisar as políticas sobre o tema, e os impactos da/na sociedade na



	para o Brasil.	construção de usinas de energias.
--	----------------	-----------------------------------

Fonte: os autores, 2023.

Ressalva-se que antes da implementação efetiva da SD, foi essencial conduzir uma atividade preliminar destinada a avaliar os conhecimentos prévios e pressupostos da Educação CTS já presentes nos alunos, bem como averiguar como eles articulavam suas argumentações relacionadas a essa abordagem. Nessa pesquisa, adotou-se o formato da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), desenvolvida por Carl Jung em 1905, que realiza um diagnóstico psicológico da estrutura de personalidade dos indivíduos, sendo frequentemente empregada em pesquisas que abordam a Teoria das Representações Sociais (Coutinho, 2005). Na descrição do teste, baseando-se em conceitos indutores, os participantes são instruídos a associar, de maneira livre, palavras que remetam a ele, utilizando a primeira que lhes vem à mente (Abric, 1998). Vale ressaltar que as palavras associadas não estão restritas ao âmbito científico, permitindo a formação de um campo abrangente de associações.

Essa atividade preliminar mapeou o entendimento dos estudantes sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, identificando suas percepções e concepções prévias. Afinal, na descrição do teste, baseando-se em conceitos indutores, os alunos são instruídos a associar, de maneira livre, palavras que remetam a ele, utilizando a primeira que lhes vem à mente, sendo que as palavras associadas não estão restritas ao âmbito científico, permitindo a formação de um campo abrangente de associações (Mazzotti, 2002). Assim, foi possível adaptar adequadamente a SD às necessidades e aos níveis de compreensão dos alunos, além de criar uma base sólida para a avaliação dos impactos da implementação posterior da Educação CTS.

Durante a execução da SD, todas as atividades foram meticulosamente registradas no diário de bordo do pesquisador, utilizando a observação como principal meio de constituição de dados. A interpretação desses dados, registrados no diário de bordo, seguiu uma abordagem interpretativa-constructiva, um processo dinâmico e complexo voltado para a geração de conhecimento, conforme González-Rey (2002). Embora os elementos construtivos e interpretativos estejam entrelaçados no mesmo processo, cada um possui características distintas que demandam atenção específica (González-Rey, 2005). O



processo interpretativo consiste em atribuir novos significados a informações e eventos que, em si mesmos, carecem de significados preexistentes. Essa interpretação é contínua ao longo da pesquisa, impulsionando a criação de construções conceituais inovadoras. O caráter construtivo desafia o pesquisador a desenvolver compreensões coerentes com base na fundamentação teórica, gerando indicadores que representam significados elaborados pelo pesquisador, não explicitamente encontrados nos dados empíricos.

Nesse contexto, a articulação desses indicadores, quando convergentes, contribui para a formulação de hipóteses que, ao longo da investigação, culminaram na construção de um modelo teórico como resultado da pesquisa. Contudo, neste texto, priorizou-se a abordagem dos níveis de aprendizagem CTS presentes no Quadro 2, integrando os propósitos educacionais com os parâmetros da Educação CTS na interpretação dos dados no diário de bordo e na organização dos níveis de aprendizagem de CTS.

Quadro 2 - Matriz de referência dos níveis de aprendizagem CTS.

Propósitos Educativos	Parâmetros CTS		
	Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
Desenvolvimento de percepções	(1R) Presença na sociedade	(1D) Questões técnicas	(1P) Informações
Desenvolvimento de questionamentos	(2R) Benefícios e malefícios	(2D) Organizações e relações	(2P) Decisões individuais
	(3R) Condução das investigações	(3D) Especificações e Transformações	(3P) Decisões coletivas
	(4R) Investigações e seus produtos	(4D) Propósitos das produções	(4P) Mecanismos de pressão
Desenvolvimento de compromisso sociais	(5R) Insuficiências	(5D) Adequações sociais	(5P) Esferas políticas

Fonte: Strieder e Kawamura (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao término da aplicação da SD, pode-se inferir os resultados da análise dos níveis de aprendizagem CTS mobilizados pelos alunos da Educação Básica, a partir da matriz de referência CTS, proposta por Strieder e Kawamura (2017) (Quadro 2). Nesse contexto, investigou-se, ao longo dos resultados, as frequências de ocorrência de cada nível, tendo em mente que esses não são mutuamente exclusivos. Isso implica que um estudante pode



ter manifestado elementos de um ou mais níveis ou transitar entre eles; logo, o total de ocorrências não está necessariamente relacionado ao número de alunos na turma.

Essa característica de transição entre os diferentes níveis de aprendizagem da Educação CTS e a possibilidade de um aluno poder apresentar variações ao longo dos processos de ensino e aprendizagem indica que, mesmo em um contexto educacional onde a exposição a Educação CTS não é necessariamente de longo prazo, eles desenvolveram características marcantes em relação à compreensão e à interação com questões relacionadas à Ciência, Tecnologia e Sociedade, se colocando em um papel mais ativo para essas discussões.

Esses resultados podem reforçar a importância de incorporar a Educação CTS em diferentes níveis de ensino, proporcionando aos alunos a oportunidade de desenvolver uma compreensão mais profunda e uma postura crítica em relação à ciência e à tecnologia, independentemente do período de exposição. Isso contribui para uma formação mais completa e cidadãos mais conscientes e engajados em relação aos desafios e os dilemas éticos da sociedade contemporânea.

Ademais, ao analisar a SD sobre a temática energia, proposta para desenvolver a Educação CTS com alunos da Educação Básica (Quadro 1), é possível considerar que a promoção dela não apenas capacitou os alunos com conhecimento prático, mas os ajudou a se tornarem cidadãos informados e ativos em um mundo cada vez mais dependente da energia; logo, é necessário a compreensão dessa temática à luz da Educação CTS. No Quadro 3, separou-se a quantidade de alunos de acordo com os desenvolvimentos apresentados após a aplicação da SD, onde cada aluno apresentou um ou mais níveis de aprendizagem CTS.

Quadro 3 - Quantidade de alunos e os níveis de aprendizagem CTS

Propósitos Educativos	Parâmetros CTS		
	Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
Desenvolvimento de percepções	(1R) Presença na sociedade Nº 8	(1D) Questões técnicas Nº 7	(1P) Informações Nº 9
Desenvolvimento de	(2R) Benefícios e malefícios	(2D) Organizações e relações	(2P) Decisões individuais



questionamentos	Nº 11	Nº5	Nº 7
	(3R) Condução das investigações Nº 1	(3D) Especificações e Transformações Nº 2	(3P) Decisões coletivas Nº 5
	(4R) Investigações e seus produtos Nº 0	(4D) Propósitos das produções Nº 0	(4P) Mecanismos de pressão Nº 0
Desenvolvimento de compromisso sociais	(5R) Insuficiências Nº 0	(5D) Adequações sociais Nº 0	(5P) Esferas políticas Nº 0

Fonte: os Autores (2023)

Por conseguinte, se delinea uma análise minuciosa de cada nível de aprendizagem (1, 2 e 3), onde são expostas apresentações que contemplam reflexões acerca da participação do aluno em cada um deles. Ademais, ressalva-se que a análise do movimento dos alunos nos níveis de aprendizagem CTS foi conduzida de maneira integral durante a execução da SD, abordagem baseada na observação minuciosa do pesquisador, fundamentando-se em uma metodologia indutiva-constructiva.

Por intermédio dessa metodologia, compreende-se os processos de aprendizagem dos alunos de forma holística, permitindo a identificação de padrões e tendências emergentes no coletivo dos alunos, sendo a ênfase na descrição detalhada dos diferentes níveis de aprendizagem CTS, considerando a inter-relação. Portanto, a apresentação dos resultados ocorre no contexto coletivo dos sujeitos, proporcionando uma visão ampla e contextualizada do desenvolvimento cognitivo e reflexivo deles ao longo da SD, e o enfoque descritivo visa enriquecer a compreensão dos fenômenos relacionados aos aspectos da Educação CTS.

(1R) Presença na sociedade: No que concerne ao primeiro nível sob análise, constata-se a participação de 8 alunos, cujo principal argumento fundamenta-se na presença de tecnologias na sociedade e no cotidiano. Observa-se que esses alunos percebem os avanços tecnológicos e compreendem os contextos nos quais essas tecnologias se inserem. Contudo, é notório que não efetuam uma análise mais crítica desses fenômenos, abstendo-se de realizar reflexões ou promover discussões substanciais. Em vez disso, os alunos limitam-se a mencionar as tecnologias de maneira descritiva, sem adentrar em aspectos mais analíticos ou reflexivos.



Vale ressaltar que o aluno poderia ter alcançado um patamar mais avançado de análise, pois detinha capacidade para desenvolver sua ideia com maior profundidade e apresentar reflexões mais elaboradas sobre o tema. A imersão no conteúdo, acompanhada por uma argumentação mais complexa, teria contribuído para elevar o nível de sua participação, proporcionando uma contribuição mais substancial ao debate em questão, permitindo sua inclusão em um nível de aprendizagem CTS mais avançado.

(1D) Questões técnicas: Aqui, observa-se a participação de 7 alunos, os quais se destacam por desenvolver uma argumentação mais técnica na resolução do problema apresentado. Esses alunos direcionam seus esforços para enunciar formulações e conceitos específicos da física, demonstrando uma abordagem mais aprofundada e especializada em relação à problemática em questão. A ênfase recai sobre a aplicação de conhecimentos técnicos, indicando uma compreensão mais avançada dos princípios físicos relevantes para a abordagem da situação-problema proposta.

Na situação-problema também se revelou uma quantidade expressiva de alunos, indicando um notável apreço por uma abordagem mais conceitual da física, padrão que prevaleceu por um período substancial. A transição para os parâmetros com foco na Educação CTS ocorre de maneira discreta, como evidenciado pelo exemplo do Aluno 2, que apresentou o parâmetro (1R). Nesse caso, o aluno transita entre questões conceituais relacionadas à física e alguns argumentos, embora sem promover grandes reflexões ou justificativas. A mudança para uma perspectiva mais alinhada ao enfoque da Educação CTS ocorre gradualmente, sugerindo uma adaptação progressiva por parte dos estudantes.

(1P) Informações: Representado por 9 alunos, se destaca por apresentar um caráter mais simples nas argumentações, o que torna um pouco vago seus objetivos. Embora os alunos tenham compreendido o contexto da problemática proposta, observa-se uma falta de posicionamento claro em relação a ela. Como resultado, as reflexões apresentadas pelos alunos nesse parâmetro tendem a ser menos sofisticadas, indicando uma abordagem mais superficial ou menos elaborada na análise da situação-problema em questão.

Esse posicionamento não proporciona um debate sólido, uma vez que, ao analisar o argumento, percebe-se uma considerável volatilidade e múltiplas interpretações possíveis. Os alunos nesse grupo apresentam verdades parciais, sem buscar uma



justificativa complementar que envolva de maneira mais abrangente a problemática proposta. Conseqüentemente, suas respostas tendem a inclinar-se mais para uma abordagem meramente informativa, carecendo de uma fundamentação mais robusta e de uma análise mais aprofundada da questão em pauta.

(2R) Benefícios e Malefícios: Esse nível de aprendizagem conta com a maior representação de alunos ($n = 11$), revelando uma evolução notável na construção dos argumentos e na capacidade crítica por parte dos estudantes. Elementos introduzidos ao longo da SD, os quais foram sugeridos para reflexão, começam a ser incorporados nas respostas dos alunos. Em contraste com os parâmetros anteriores, neste grupo, os alunos fundamentam suas respostas em argumentos e discussões que desenvolvem, e consideram relevantes para a resolução da problemática proposta. Destaca-se uma maior autonomia na construção das respostas, indicando uma capacidade aprimorada de análise crítica e uma compreensão mais aprofundada das questões abordadas.

Neste parâmetro, os alunos empregam diversos argumentos que abordam tanto os benefícios quanto os malefícios associados à usina hidrelétrica, demonstrando uma interação consistente com o contexto no qual foram inseridos. É notável a introdução frequente de discussões ambientais, elementos que inicialmente não eram abordados pelos alunos no início da SD. Além disso, observa-se a apresentação de algumas soluções alternativas, como usinas eólicas e solares, indicando uma ampliação do repertório dos alunos para além da questão central, evidenciando uma compreensão abrangente e uma capacidade de considerar diferentes perspectivas na abordagem do problema.

(2D) Organizações e Relações: Composto por 5 alunos, esse nível de aprendizagem CTS dialoga com a habilidade dos estudantes em estabelecer conexões entre os avanços tecnológicos e suas implicações na sociedade e no ambiente. Os alunos conseguem desenvolver argumentações acerca da tecnologia, notadamente a usina hidrelétrica, ao mesmo tempo em que identificam e elencam possíveis impactos na sociedade. É interessante observar que todos os alunos presentes nesse parâmetro também estão incluídos no parâmetro 2R, indicando que possuem a capacidade de identificar impactos sociais e apresentar tecnologias, desenvolvendo, assim, questionamentos em ambas as dimensões. Essa



abordagem mais abrangente revela uma compreensão mais profunda e integrada das relações entre ciência, tecnologia e sociedade por parte desses alunos.

(2P) Decisões individuais: Por um grupo de 7 alunos, observa-se nesse nível de aprendizagem que os alunos compreenderam a situação-problema, assimilaram o contexto associado e engajaram-se na busca por uma solução. Através de reflexões e discussões, chegaram a conclusões para suas respostas, embora a tomada de decisão tenha sido predominantemente conduzida por perspectivas individuais, deixando de analisar um aspecto mais amplo da sociedade. É notável que, ao expressar suas posições, os alunos recorrem frequentemente ao termo "Em minha opinião", indicando um caráter mais individualista. Esse aspecto diverge do propósito da problematização, no qual se espera que os alunos adotem a postura de um líder nas tomadas de decisões, apresentando argumentações centradas no coletivo e não meramente expressando opiniões pessoais.

(3R) Condução das investigações: Representado por apenas um aluno, esse nível de aprendizagem destaca-se por incorporar características observadas nos demais parâmetros, mas com o diferencial de uma análise mais aprofundada e completa. O aluno demonstra uma compreensão apurada da problemática, inserindo-se de maneira elaborada desde a identificação do problema até o desenvolvimento de uma solução proposta. Destaca-se o debate sobre a possibilidade de construir uma grande usina versus várias usinas menores, evidenciando uma reflexão mais aprofundada antes de tomar uma decisão.

Ao longo da narrativa, o aluno continua a levantar questionamentos sobre os possíveis efeitos na sociedade, mostrando uma consideração equilibrada entre a construção de um aparato tecnológico e seus impactos sociais. A análise do aluno vai além do simples enunciado de opiniões, culminando em uma decisão fundamentada. Ao afirmar que, em momentos críticos, como após uma guerra, é crucial suprir as necessidades rapidamente, o aluno demonstra uma tomada de decisão coletiva embasada em várias reflexões e discussões.

(3D) Especificidades e transformações: Neste nível de aprendizagem CTS, observa-se a contribuição destacada de dois alunos que se distinguem ao externar suas perspectivas de maneira incisiva ao fundamentar suas escolhas. Esses estudantes não se limitam à abordagem de aspectos meramente políticos e econômicos, explorando inovações



tecnológicas ainda não integralmente desenvolvidas. Sua abordagem se destaca pela consideração abrangente de diversos elementos, proporcionando uma análise mais completa e fundamentada em diferentes dimensões, incluindo não apenas o contexto tecnológico, mas implicações políticas e econômicas associadas à problemática proposta.

(3P) Decisões coletivas: Verifica-se a participação de 5 alunos nesse nível de aprendizagem CTS, sendo que as suas características se assemelham ao parâmetro 2P. Os estudantes evidenciam a compreensão da problemática proposta, buscando ativamente uma possível solução para o problema apresentado. Além disso, destacam-se por elencar discussões e reflexões pertinentes sobre as interações entre tecnologia e sociedade, incluindo considerações acerca de impactos ambientais.

O diferencial desse parâmetro reside em uma reflexão mais coletiva por parte dos alunos. Ao posicionarem-se de maneira clara perante o problema, os alunos evidenciam uma consciência mais ampla, considerando, além de aspectos individuais, questões coletivas, como impactos na população local. Essa abordagem reflete a compreensão de que a tomada de decisões não deve levar em conta apenas o lado individual, mas considerar os impactos mais amplos na sociedade, demonstrando uma visão mais abrangente e uma apreciação pelo caráter coletivo das escolhas relacionadas à tecnologia.

Sintetizando a análise, observa-se no Quadro 2 que houve apresentações nos respectivos níveis de aprendizagem 1 (R, D e P), 2 (R, D e P) e 3 (R, D e P), associados aos propósitos educacionais de Reflexão, Desenvolvimento de Percepções e Desenvolvimento de Questionamentos. No entanto, os parâmetros relacionados aos índices 4 (R, D e P) e 5 (R, D e P), sendo este último vinculado ao propósito educacional de Desenvolvimento de Compromissos Sociais, não receberam nenhuma apresentação. É relevante notar que esses dois últimos parâmetros são considerados de maior criticidade, representando avanços na representação da matriz de referência CTS. Dessa forma, o desenvolvimento desses parâmetros pode ocorrer de maneira mais lenta, refletindo a necessidade de maior progresso na incorporação de aspectos mais complexos e comprometidos socialmente por parte dos alunos.

Em suma, acredita-se que a SD possa impactar em diferentes sentidos, dentre eles:
i) *Social*, visto que a temática a ser trabalhada desempenha um papel fundamental na



sociedade e, portanto, compreender os aspectos científicos, tecnológicos e sociais relacionados à energia é crucial para o aluno tomar decisões informadas sobre políticas energéticas, conservação de energia e escolhas de consumo; ii) *Desenvolvimento crítico*, uma vez que a Educação CTS incentiva os alunos a pensarem criticamente sobre como a ciência e a tecnologia afetam a sociedade e vice-versa, capacitando-os a avaliar questões energéticas complexas, como fontes de energia renovável, mudanças climáticas e questões de segurança energética; iii) *Olhar para o futuro*, pois o mundo está enfrentando desafios globais relacionados à energia, como a transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis; logo, preparar os alunos com conhecimento sobre energia numa compreensão das implicações sociais e éticas, os tornará mais aptos a participar ativamente dessas discussões e contribuir para soluções; iv) *Alfabetização científica e tecnológica*, dado que a Educação CTS à luz da temática energia não se concentrará apenas em dialogar e exibir fatos, mas em desenvolver habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisões informadas; e, v) *Engajamento cívico*, visto que a compreensão das questões energéticas capacitará os alunos a participarem ativamente na sociedade, seja votando em questões energéticas, apoiando iniciativas sustentáveis ou desenvolvendo carreiras relacionadas à energia.

CONCLUSÃO

Ao término, entende-se que a SD elaborada adquire um caráter multifuncional, servindo como um recurso de apoio valioso para outros educadores interessados em adotar abordagens pedagógicas que integrem a tecnologia e os princípios da Educação CTS, visto que ela também pode ser desenvolvida numa perspectiva interdisciplinar. Além disso, essa SD pode servir como uma base sólida para a criação de novos materiais didáticos destinados ao campo da Física e da ciência em geral. Com a construção de dados, a promoção central apresentará elementos que fundamentarão a ideia de como essa prática contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes à luz dos princípios da Educação CTS.

Os níveis de aprendizagem CTS propostos por Strieder e Kawamura (2017) foram adotados como base orientadora para conduzir as análises, sendo que sua função primordial consiste em delinear o contexto abrangente da Educação CTS no cenário



brasileiro. No âmbito da presente pesquisa, esses níveis desempenharam um papel fundamental para viabilizar uma potencial caracterização dos alunos. Destaca-se a relevância desses níveis de aprendizagem CTS na condução de uma análise crítica mediante a agrupação dos estudantes nas referências, evidenciando uma notável proximidade nas argumentações e uma convergência para reflexões semelhantes, mesmo quando desempenhando atividades de natureza individual.

Ao conduzir as análises, observou-se que, em algum ponto de suas respostas, os alunos inclinaram-se a mencionar benefícios e malefícios associados ao uso da tecnologia em questão. Contudo, constata-se que essa menção não está intrinsecamente vinculada a uma discussão ou reflexão crítica acerca desses benefícios ou malefícios. Em outras palavras, os alunos tendem a citar esses aspectos de forma menos crítica, sugerindo uma abordagem mais superficial em relação à avaliação dos impactos da tecnologia em questão. Isto deve-se ao fato de ser o primeiro contato dos alunos com discussões dessa natureza; logo, com mais discussões e atividades similares, essa característica pode mudar.

Destaca-se que, mesmo diante de uma problemática considerada inédita para os alunos, eles conseguiram formular questionamentos e empregar argumentos de natureza física em suas respostas. Essa evidência sugere que os conteúdos de física foram assimilados de forma abstrata, estabelecendo uma correlação entre as questões Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e os princípios físicos discutidos. Este enfoque metodológico revela a capacidade de abordar reflexões e discussões relevantes para a sociedade, ao mesmo tempo que mantém uma integração coerente com os conceitos fundamentais da física.

Além disso, considera-se que essa proposta de SD traz elementos para fundamentar a formação de cidadãos ativos e envolvidos em sociedade, alinhando-se aos princípios fundamentais da Educação CTS, que visam à formação de indivíduos capazes de participar de maneira significativa e aplicada na comunidade em que estão inseridos, uma alternativa viável para educadores que almejam enriquecer discussões mais críticas e contextualizadas, incorporando temáticas que envolvam a Educação CTS de maneira integrada em suas práticas pedagógicas. Este enfoque não apenas se revela como um meio



eficaz para promover um ambiente de aprendizado mais reflexivo, como apresenta um campo vasto de debates, contendo considerável potencial para o desenvolvimento no âmbito educacional.

REFERÊNCIAS

AULER, Décio. **Interações Entre Ciência-Tecnologia-Sociedade No Contexto Da Formação De Professores De Ciências**. 2002. 257 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 01, p. 01-13, 2001.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 122-134, 2001.

AIKENHEAD, Glen. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se le llame. **Educación química**, v. 16, n. 2, p. 304-315, 2005.

BAZZO, Walter Antonio; DO VALE PEREIRA, Luiz Teixeira; DOS SANTOS BAZZO, Jilvania Lima. **Conversando sobre educação tecnológica**. Editora UFSC, 2014.

BEDIN, Everton; SILVEIRA, Dieison Prestes da; LIMA, Vinicius Fernando de; SIQUEIRA, Lucas Eduardo de. Níveis de aprendizagem CTS de estudantes do ensino médio na promoção de uma sequência didática. **Singular. Sociais e Humanidades**, v. 1, n. 5, p. 129-147, 2023.

CORRÊA, Maria Braulina Baiense de Souza; LAGE, Débora de Aguiar. Sequência de ensino investigativa sobre educação nutricional e uso integral dos alimentos: contribuições para a alfabetização científica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 7, n. 1, p. 99-118, 2024.

COUTINHO, Maria da Penha de Lima. **Depressão Infantil e Representação Social**. João Pessoa: EdUFPB, 2005.

FERNANDES-SOBRINHO, Marcos. Enunciative Texts Present in Physical Issues of Editions of a Brazilian National Exam as Possible Triggers of Socio-Scientific Discussions. **Creative Education**, v. 9, n. 2, p. 308-321, 2018.

GONZÁLEZ REY, Fernando. **Pesquisa Qualitativa em Psicologia-caminhos e desafios**. Ed. Cengage Learning Editores, 2002.

GONZÁLEZ REY, Fernando. **Pesquisa qualitativa e subjetividade: os processos de construção da informação**. Ed. Pioneira Thomson Learning, 2005.



- KIST, Daiane; MÜNCHEN, Sinara. A Prática Docente na Educação Básica e as relações com a Educação CTS. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 4, n. 3, p. 129-144, 2021.
- KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, p. 85-93, 2000.
- KURZ, Débora Luana; BEDIN, Everton; GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira. O ensino de ciências: especificidades pedagógicas entre o dizer e o fazer. **REAMEC- Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 3, p. 692-712, 2020.
- LIBÂNIO, José Carlos. Organização e gestão da escola. **Teoria e prática**, v. 5, 2004.
- MAZZOTTI, Alda Judith Alves. A abordagem estrutural das representações sociais. **Psicologia da Educação**, n. 14-15, 2002.
- NOVAIS, Leice Milla Ribeiro de; BEDIN, Everton. Analysis of Chemistry textbooks: a view on the didactic unit atomic models. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 2, p. 1-25, 2023.
- PEREIRA, Linney Chrissie Konno Piton et al. Termoquímica na perspectiva CTSA para o ensino de química por meio das TIC. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 5, p. 328-349, 2020.
- RAMOS, William Michael; CARMINATTI, Bruna; BEDIN, Everton. A metodologia Dicumba e a abordagem CTS: a busca pela alfabetização científica no ensino médio. **Revista de enseñanza de la física**, v. 33, n. 1, p. 121-130, 2021.
- ROSA, Suiane Ewerling da; STRIEDER, Roseline Beatriz. Dimensões da democratização da ciência-tecnologia no âmbito da educação CTS. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 1, n. 2, 2018.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 95-111, 2001.
- SILVA, Rene Miguel; MINETTO, João Mario Morais; SILVEIRA, Dieison Prestes da/ DOMINIANO, Tamara Dias; LORENZETTI, Leonir. Práticas de educação CTS: um panorama das pesquisas apresentadas no ENPEC no período 2013-2019. In: **Anais do Simpósio Nacional De Ensino de Ciência e Tecnologia (SINECT)**, p. 1166-1175, 2022.
- STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), University of São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/T.81.2012.tde-13062012-112417. Acesso em: 2024-01-23.
- STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.
- TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, p. 443-466, 2005.