
Níveis de aprendizagem CTS de estudantes do ensino médio na promoção de uma sequência didática

CTS learning levels of high school students in promoting a didactic sequence

Everton Bedin^a, Dieison Prestes da Silveira, Vinicius Fernando de Lima, Lucas Eduardo de Siqueira.

^aUniversidade Federal do Paraná. E-mail: bedin.everton@gmail.com

Resumo: Os debates envolvendo a Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) instigam um repensar nas questões hegemônicas, visando munir a população de conhecimento frente aos problemas sociais, ambientais, culturais, políticos, econômicos, educacionais, científicos e tecnológicos que se apresentam. Pensando nestas problemáticas, o presente artigo tem o objetivo de analisar os níveis de aprendizagem CTS de estudantes do Ensino Médio, por meio da implementação de uma Sequência Didática que aborda o funcionamento de uma usina hidrelétrica. Em se tratando de metodologia adotada, destaca-se a utilização de uma abordagem do tipo qualitativa, pautada em uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica, por meio da implementação de uma Sequência Didática com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola do Estado do Paraná. A constituição dos dados se deu por meio da observação interseccionada aos diários de bordo dos pesquisadores na Sequência Didática, cuja análise ocorreu a partir dos estudos dos níveis de aprendizagem CTS de Strieder e Kawamura (2017). As análises evidenciaram que os alunos permeiam entre os níveis iniciais propostos pelo referencial, mas também apresentam aspectos de níveis que exigem uma criticidade maior.

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

Abstract: Debates surrounding Science, Technology, and Society Education (STS) stimulate a reevaluation of hegemonic issues, aiming to equip the population with knowledge to address social, environmental, cultural, political, economic, educational, scientific, and technological problems. Considering these issues, this article aims to analyze the levels of STS learning of high school students through the implementation of a Didactic Sequence that addresses the functioning of a hydroelectric power plant. Regarding the adopted methodology, it highlights the use of a qualitative approach, based on pedagogical intervention research, through the implementation of a Didactic Sequence with third-year high school students in a school in the state of Paraná. Data were collected through observation intersected with researchers' logbooks during the Didactic Sequence, whose analysis was based on Strieder and Kawamura's (2017) STS learning levels studies. The analyses revealed that students move between the initial levels proposed by the framework but also exhibit aspects of levels that require greater criticality.

Keywords: STS education; Didactic sequence; STS Learning levels.

Submetido em: 30/09/2023.

Aceito em: 16/10/2023

1 INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e tecnológicos, em escala global, produziram diversos impactos, gerando consequências, principalmente para a população mais vulnerável economicamente (Beck, 1992). À vista disso, pensar nos problemas existentes no meio social, ambiental, econômico, político, científico e tecnológico, a partir da Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), permite entendimentos de mundo, partindo de um olhar integrador, contextualizado, interdisciplinar e crítico, almejando o processo de intervenção e tomada de decisão (Rosa; Strieder, 2018).

Em se tratando do século XX, há de se considerar o surgimento de grandes guerras, bem como a ideia de crescimento econômico, por meio do desenvolvimento científico e tecnológico. Entretanto, esta tentativa de desenvolvimento intensificou a degradação ambiental, culminando nas desigualdades sociais, principalmente devido à lógica hegemônica dominante, pautada no capitalismo e na ideia de progresso (Auler; Bazzo, 2001). Dias (1991, p. 3) comenta que “na década de 60, o homem experimentou uma abrupta queda de qualidade de vida ocasionada pela rápida degradação ambiental”. Posto isso, um marco nos debates socioambientais, que inter-relaciona com os debates envolvendo a Educação CTS, consiste na publicação do livro *Silent Springs* (Primavera Silenciosa) por Rachel Carson, em 1962, sinalizando o surgimento e o agravamento de problemas de cunho social, ambiental, político, científico e tecnológico.

Nesse sentido, Dias (1991) afirma que

o livro se tornaria um clássico dos movimentos preservacionista, ambientalista e ecologista em todo o mundo, e provocaria uma grande inquietação internacional sobre o tema (Dias, 1991, p. 3).

Atrelado a estas inquietações, sobretudo visando um bem-estar coletivo, ampliou-se os debates envolvendo a

Educação CTS em um sentido crítico, interventivo e com possibilidades de participação social e tomada de decisão frente aos problemas emergentes. Auler e Bazzo (2001) comentam que a partir destes movimentos a sociedade começa a exigir uma atenção e discussão coletiva sobre a atividade científico-tecnológica, reiterando o compromisso com os demais grupos sociais, valorizando saberes, identidades e culturas, por meio da assecuridade de direitos e deveres.

Notoriamente, os estudos envolvendo a Educação CTS surgem devido aos problemas que circundam o (con)viver social, integrando a sociedade nos debates que envolvem a Ciência e a Tecnologia, fortalecendo o exercício da democracia em prol do bem-estar coletivo. Debater a Educação CTS deve pautar-se no envolvimento direto entre os três elementos da tríade, visando entender quais implicações podem ocorrer a curto, médio e longo prazo (Oliveira; Guimarães; Lorenzetti, 2016). Sabe-se que a sociedade contemporânea está imersa na Ciência e na Tecnologia, entretanto, urge pensar se estas articulações contemplam a diversidade sociocultural existente, principalmente os grupos considerados vulneráveis economicamente.

Pensando na importância dos estudos envoltos à Educação CTS, têm-se os espaços educacionais como *lócus* de saberes, vivências e experiências, sendo importantes meios formativos. Nesse sentido, desenvolver atividades teórico-práticas pode culminar na obtenção de novos conhecimentos, visando compreensões de mundo, a partir da participação social e da tomada de decisão. Desenvolver um olhar crítico a Educação CTS com estudantes pode reverberar em uma sociedade que saiba se posicionar, argumentar e enfrentar os problemas existentes, gerando qualidade de vida e bem-estar social a todos.

À vista da relevância dos estudos da Educação CTS na contemporaneidade, nota-se que as escolas podem contribuir

com as discussões CTS, fortalecendo as premissas de formação para a cidadania dos seus estudantes. Por meio de diálogos e momentos interativos sobre a tríade CTS, alunos e professores, bem como a comunidade, pode tecer um olhar crítico acerca dos problemas existente no entorno, discutindo e buscando soluções para sanar os problemas locais, reconhecendo a pertinência das escolas como espaços para potencializar os conhecimentos dos estudantes. A Educação CTS, sendo uma temática relevante no campo educacional, explicita a importância da abordagem de temas contextualizados, visando entendimentos das situações que norteiam o dia a dia dos estudantes. Pensar na abordagem de conhecimentos que inserem a realidade dos alunos pode culminar em resoluções de problemas, principalmente quando há uma abordagem dinâmica dos conteúdos.

À vista disso, o uso de Sequências Didáticas pode ser uma importante forma de mediar o conhecimento e fortalecer o intercâmbio de saberes entre estudantes e professores. Pensando nestas proposições iniciais, implica dizer que no Estado do Paraná existe a maior Usina Hidrelétrica brasileira, a Usina de Itaipu, sendo um espaço para (re)pensar as formas de ensinar e aprender a partir da Educação CTS, principalmente quando imersa em uma proposição de Sequência Didática com estudantes no Ensino Médio e, *a posteriori*, podem iniciar no mundo do trabalho e/ou no Ensino Superior. Logo, questiona-se: Que níveis de aprendizagem CTS de alunos do Ensino Médio florescem na promoção de uma Sequência Didática centrada no funcionamento da Usina Hidrelétrica de Itaipu?

Nesse sentido, articular conhecimentos curriculares com a Educação CTS pode fortalecer as premissas de formação para a cidadania, pautadas em entendimentos contextualizados, diálogos construtivos, interações de saberes e entendimentos de mundo. Notando a pertinência da Usina

Hidrelétrica de Itaipu como espaço de debates CTS, a partir de uma Sequência Didática com estudantes do Ensino Médio, cabe dizer que o objetivo deste estudo é analisar os níveis de aprendizagem CTS de estudantes do Ensino Médio a partir da implementação de uma Sequência Didática que aborda o funcionamento de uma usina hidrelétrica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os estudos envolvendo a Educação CTS podem reverberar em compreensões de mundo, principalmente a partir do entendimento de que a Ciência e a Tecnologia fazem parte do dia a dia da sociedade. Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016) comentam que

desde o último século, a humanidade tem experimentado um avanço sem precedentes na rapidez com que os desenvolvimentos científicos e tecnológicos se incorporam ao cotidiano das pessoas (Oliveira; Guimarães; Lorenzetti, 2016, p. 121).

De maneira notória, a Ciência e a Tecnologia podem ser observadas em todos os espaços da sociedade contemporânea, entretanto, a sua distribuição e o seu acesso ainda são restritos aos grupos que apresentam maior capital.

Estas lacunas trazem implicações no modo de vida da sociedade, principalmente quando se pensa em desigualdades sociais, uma vez que se vive em uma sociedade de risco (Beck, 1992). Estes riscos são mais observados nos grupos excluídos e/ou marginalizados pela ótica capitalista, devendo haver mais debates acerca das políticas públicas inclusivas, visando mitigar o distanciamento e/ou alienação social. Auler e Bazzo (2001) explicitam que a partir da década de 1960 e 1970 o avanço científico e tecnológico, a degradação ambiental e, como consequência, as desigualdades sociais, se tornaram alvo de olhares mais críticos acerca dos problemas socioambientais.

Pensando na atualidade, pode-se dizer que

uma das principais características das sociedades contemporâneas é a presença constante da tecnologia na organização das práticas sociais, das mais complexas às mais elementares (Oliveira; Guimarães; Lorenzetti, 2016, p. 121).

Nesse contexto, é possível pensar que nos espaços educacionais a Ciência e Tecnologia permeiam o cotidiano de alunos e professores, porém, incumbe entender que a tecnologia não está disponível a todos, bem como a ciência não tem resposta a todos os problemas. Discutir a Educação CTS preconiza diálogos acerca do papel dos sujeitos frente a estas discussões; logo, o papel dos indivíduos, de modo geral, é interessante ser mais ativo e mais decisivo no contexto da evolução da Ciência e Tecnologia. Sabe-se que os impactos gerados pelo avanço científico e tecnológico afetam (in)diretamente a sociedade, requerendo estudos constantes para um (re)pensar social (Cachapuz, 1999).

Em se tratando do contexto brasileiro, o surgimento do movimento CTS, inicialmente, não se instala com força, haja vista que o país teve em sua história grande dependência de importação de tecnologias (Motoyama, 1985). Porém, aos poucos a tecnologia começou a fazer parte do cotidiano da população, tendo influência em toda a América Latina. Estes avanços das discussões no entorno da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade reverberaram no movimento denominado de Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Dagnino (2008) discute o movimento PLACTS ao perceber as diferenças sociais, políticas, econômicas, educacionais, científicas e tecnológicas existentes nos mais variados espaços globais. Na mesma perspectiva, Auler e Delizoicov (2015) afirmam que o

PLACTS surge num momento histórico em que está em pauta a denominada transferência tecnológica. Esse

pensamento empreende uma práxis que questiona este modelo de industrialização (Auler; Delizoicov, 2015, p. 277).

De forma notória, os debates CTS devem inserir a realidade de cada grupo social, o que, evidentemente, explicita que a Ciência e Tecnologia dos países desenvolvidos não comportam o contexto dos países subdesenvolvidos. Herrera (1971) entende que as desigualdades sociais, os investimentos em Ciência e Tecnologia são temáticas que necessitam de debates quando pensadas à luz da Educação CTS, pois a inserção de Ciência e Tecnologia precisa estar associada com investimentos em educação, cidadania, desenvolvimento socioeconômico, permitindo um (re)pensar no movimento PLACTS. À vista disso, o PLACTS surge com a ideia de romper com as ideias hegemônicas de desenvolvimento dos países desenvolvidos. Na visão de Herrera (1971), vê-se necessário compreender as realidades locais para pensar a Educação CTS, de forma contextualizada e dinâmica, visando um bem-estar coletivo.

Santos (2008) afirma que os debates CTS, no contexto brasileiro, surgiram a partir da “Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em ciência e tecnologia”, organizado pelo Ministério da Educação em 1990. O evento contou com a participação de pesquisadores brasileiros apresentando trabalhos científicos desenvolvidos com base no movimento CTS, vinculados ao ensino de ciências. Esta Conferência trouxe elementos para se pensar a Ciência e a Tecnologia no contexto social, abordando debates com os alunos, sobretudo almejando tomadas de decisão, para uma atuação autônoma e reflexiva.

Entendendo que a Educação CTS contempla uma diversidade de temáticas e *lôcus* sociais, Bazzo, Pereira e Bazzo (2014) discutem as pesquisas envoltas na tríade CTS, estando direcionadas ao Ensino Superior, e mais frequentemente

vinculadas ao Ensino Médio. Os autores denotam o papel da escola nesse processo, sendo ela responsável por: i) incentivar as reflexões sobre como a Ciência e a Tecnologia impactam nas questões sociais; ii) evidenciar o cotidiano dos alunos, trazendo fatos do dia a dia para sala de aula; iii) motivar as práticas democráticas; iv) estimular as tomadas de decisões e posicionamentos; v) instigar o espírito crítico; e, vi) promover a construção de valores sociais e a criatividade (Bazzo; Pereira; Bazzo, 2014). Estas situações podem reverberar em educação para a cidadania, culminando em uma sociedade que saiba se posicionar e questionar o modelo de desenvolvimento vigente.

Fourez (2003) considera que a população, de modo geral, desconhece a Ciência e, conseqüentemente, seus avanços. O mundo científico não inclui a sociedade na íntegra de suas práticas. Para o autor, a evolução científica que a população tem conhecimento está ligada diretamente à informática, à medicina e ao espaço, classificadas pelos cientistas como mais tecnológica do que científicas. Posto isso, vê-se que a Educação CTS carece de saberes e esclarecimentos, em um sentido transversal, interdisciplinar, contextualizado e dialógico, com vistas a uma tomada de decisão fundamentada em conhecimento (Strieder, 2012).

Auler e Delizoicov (2015) entendem que a Educação CTS pode ser desenvolvida em vários espaços, principalmente quando se discute as implicações da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, questionando posicionamentos hegemônicos, como, por exemplo, a Ciência dita como verdade e salvacionista, a Tecnologia como único meio de promover o desenvolvimento e a Sociedade sempre sendo beneficiada. Estas e outras provocações devem ser discutidas e, dentro dos espaços educacionais, ocorrer as trocas de saberes por meio de diálogos construtivos entre

estudantes, professores e a comunidade na totalidade.

Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2015) entendem a importância da utilização de Sequências Didáticas no contexto educacional, visando a promoção dos processos de ensino e aprendizagem à luz da Educação CTS. Para os autores, estes recursos didáticos fortalecem as premissas de interação entre estudantes e professores, em um sentido teórico e prático, movidos pelo diálogo constante de saberes. Afinal,

a discussão das interações CTS auxilia os estudantes a perceberem a ciência como uma atividade humana, carregada de valores e influências em seu processo de produção e desenvolvimento. Do mesmo modo, também apresentam uma perspectiva diferenciada em relação à tecnologia e seus questionamentos, longe de encará-la apenas como aplicação do conhecimento científico ou através da funcionalidade dos aparatos tecnológicos. Estas compreensões são imprescindíveis para perceber as relações da ciência e da tecnologia com a sociedade e vice-versa (Oliveira; Guimarães; Lorenzetti, 2015, p. 102).

As discussões da tríade CTS devem ir além da visão memorística, descontextualizada e excludente, portanto, vê-se necessário elaborar atividades em grupo, fomentando ações coletivas, por meio da cooperação, buscando uma maior tolerância às diferenças (Ricardo; Zylbersztaj, 2002). As trocas de saberes, de vivências e de experiências podem culminar em movimentos de participação, envolvimento social e tomada de decisão. Vale ressaltar que esses fatos são assegurados pela legislação educacional brasileira, sinalizando que a Educação CTS proporciona aos alunos atitudes críticas diante de acontecimentos sociais que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos.

Strieder e Kawamura (2017, p. 50) elaboraram uma matriz de referência em que “pode ser possível explicitar razões

para as escolhas, encaminhamentos, limites e potencialidades de diferentes propostas CTS”, contribuindo com o meio socioeducacional, a partir de debates envoltos a Educação CTS. Essa matriz de referência apresenta estruturação baseada nos propósitos educacionais e parâmetros CTS. No primeiro elemento tem-se três grupos de perspectivas educacionais:

i) *Desenvolvimento de percepções*: busca pelas relações e problematizações do conhecimento científico estar presente no dia-a-dia do estudante, ou seja, contextualizada para sua realidade mais próxima, despertando seu interesse; ii) *Desenvolvimento de questionamentos*: formação do cidadão crítico, enfatizando a necessidade de desenvolver nos estudantes o pensamento crítico e questionador, principalmente nas questões que envolvem a tecnologia, sociedade e o meio ambiente, obtendo a tomada de decisão individual ou coletiva; iii) *Desenvolvimento de compromissos sociais*: sinaliza a necessidade de contextualizar o conhecimento, compreender o mundo, questioná-lo e tomar decisões que impactem na vida em sociedade (Strieder; Kawamura, 2017).

Em relação aos parâmetros CTS que se referem aos diferentes olhares para a ciência, a tecnologia e a sociedade, tem-se três eixos: i) *Racionalidade científica*: Evidencia as possibilidades da ciência, sua construção e caracterização, mostra também seus impactos e limitações, impactos positivos e negativos e como ela deve ser questionada; ii) *Desenvolvimento tecnológico*: as discussões são centradas no conhecimento tecnológico técnico; no desenvolvimento social; visa entender como as relações tecnológicas impactam na sociedade, questionando seu uso e as transformações e causa; e, iii) *Participação social*: discute a importância dos valores na construção da ciência; analisa a sociedade como não sendo absoluta, tendo em vista os impactos e transformações da mesma no cotidiano; compreende e participa dos mecanismos e esferas políticas para tomada de decisões que envolvam Ciência e Tecnologia (Strieder; Kawamura, 2017). A seguir, a Figura 1 exemplifica os propósitos educacionais e parâmetros de CTS propostos por Strieder e Kawamura (2017).

Figura 1 - Relações entre os propósitos educacionais e os parâmetros CTS

Propósitos Educacionais	Parâmetros CTS		
	<i>Racionalidade Científica</i>	<i>Desenvolvimento Tecnológico</i>	<i>Participação Social</i>
<i>Desenvolvimento de percepções</i>	(1R) Presença na sociedade	(1D) Questões técnicas	(1P) Informações
<i>Desenvolvimento de questionamentos</i>	(2R) Benefícios e malefícios	(2D) Organização 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
<i>Desenvolvimentos de compromissos sociais</i>	(5R) Insuficiências	(5D) Adequações sociais	(5P) Esferas políticas

Fonte: Strieder e Kawamura (2017, p. 49).

Os propósitos educacionais e os parâmetros CTS

devem ser entendidos como complementares em termos de formação científica, correspondendo a diferentes situações, contextos escolares e possibilidades de atuação, ou mesmo, a momentos sucessivos de apropriação de intenções (Strieder; Kawamura, 2017, p. 49-50).

Posto isso, destaca-se a pertinência da atuação dos professores como mediadores, bem como o contexto em que os estudantes estão inseridos, almejando debates construtivistas, plurais e formativos.

Arelado às discussões CTS, Silveira, Silva e Lorenzetti (2023) entendem a necessidade de inserção do elemento “A”, relativo a “Ambiente”, evidenciando a importância de uma Educação CTSA na contemporaneidade. Isso vem ao encontro dos estudos de Luz, Queiroz e Prudêncio (2019), quando comentam que CTSA deve estar articulada a Educação Ambiental, em um sentido de valorizar a temática ambiental e, principalmente, reconhecer que a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade inter-relacionam com o meio ambiente. Nesta circunstância, cabe explicitar que não está sendo exposta a visão genérica e descontextualizada de Educação Ambiental, mas sim, a inserção de uma Educação Ambiental Crítica.

A Educação Ambiental Crítica (EAC), sendo uma forma de intervenção social, se apresenta como uma possibilidade de (re)significar o termo “Ambiente” na téttrade CTSA e promover debates que se inter-relacionam com outras temáticas, como por exemplo, a cultura, economia, política, desigualdades sociais, saúde, permitindo que os sujeitos compreendam de forma crítica e reflexiva as múltiplas relações existentes entre a Ciência e a Tecnologia com a Sociedade e o Ambiente (Silveira; Silva; Lorenzetti, 2023, p. 13).

Ao ampliar os entendimentos de Ciência, Tecnologia e Sociedade, deve-se

pensar nos valores necessários para que os sujeitos atuem de forma responsável e ativa na sociedade, mitigando casos de alienação social e ideológica (Sacristán, 2000). Isso vem ao encontro das Diretrizes Curriculares da Educação do Estado do Paraná – DCE/PR (2008), quando expõe que as inter-relações entre os elementos da tríade CTS, podem reverberar em sujeitos autônomos, reflexivos e engajados com os problemas sociais.

Estas discussões, centradas na Educação CTS, sinalizam a necessidade de abordar conhecimentos de forma articulada com a realidade dos grupos, construindo entendimentos de mundo sobre os problemas sociais, educacionais, políticos, econômicos, ambientais, políticas públicas, entre tantas outras temáticas que carecem de provocações. À vista disso, a Educação CTS visa romper com a cultura do silêncio, tornando a sociedade ativa e que reconheça seus direitos e deveres.

3 METODOLOGIA

Em relação a este estudo de natureza básica, utilizou-se a abordagem qualitativa. Chizzotti (2003) entende que

o termo qualitativo implica uma partilha densa com pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para extrair desse convívio os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível (Chizzotti, 2003, p. 221).

Cabe sinalizar que a presente pesquisa é do tipo intervenção pedagógica. Tripp (2005) comenta que são pesquisas aplicadas que partem de uma intenção de mudança ou inovação, sendo práticas que estão sendo desenvolvidas e analisadas de forma aprofundada. Ainda, é uma pesquisa apoiada em métodos científicos e envolve uma avaliação rigorosa e sistemática dos efeitos de tais práticas.

Para Damiani *et al.* (2013)

as pesquisas do tipo intervenção pedagógica são aplicadas, ou seja, têm como finalidade contribuir para a solução de problemas práticos (Damiani *et al.*, 2013, p. 58).

No campo da educação, elas são fundamentais, pois os professores comumente realizam atividades com seus alunos e, a metodologia de intervenção pedagógica propicia uma avaliação destas atividades, reforçando a importância das pesquisas científicas no campo educacional. De igual modo, as pesquisas de intervenção exigem do pesquisador planejamento, criatividade e diálogo com a teoria, buscando compreender a realidade e a implementação da intervenção, portanto, a metodologia de intervenção pedagógica consiste em uma forma de avaliar as atividades práticas de ensino, perfazendo processos de ensino e aprendizagem (Damiani *et al.*, 2013).

Assim, destaca-se que para essa intervenção foi construída e aplicada uma Sequência Didática envolvendo o funcionamento de uma Usina Hidrelétrica, desde a formação da represa até a distribuição de energia, visando contemplar os conteúdos de eletromagnetismo com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. A organização dos conteúdos contemplou 12 aulas, e a turma foi selecionada por conveniência. A escolha de abordar os conteúdos de Física, visando à formação da Usina Hidrelétrica, se justifica pela presença de Itaipu ser a maior usina do Brasil, estando localizada no Estado do Paraná, oportunizando trabalhar os conhecimentos de forma contextualizada, atrelados à Educação CTS.

Antes de desenvolver a Sequência Didática, foi aplicado um questionário aos estudantes, no formato da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), elaborada por Carl Jung em 1905. Essa técnica objetiva diagnosticar psicologicamente a estrutura de personalidade dos seres humanos, sendo

frequentemente usada em estudos envolvendo a Teoria das Representações Sociais (Coutinho, 2005). De acordo com Abric (1998, p. 66), o TALP permite a “atualização de elementos implícitos ou latentes que seriam perdidos ou mascarados nas produções discursivas”.

Descrevendo o teste, a partir de conceitos indutores, deve-se associar, livremente, palavras que remetem a ele (a primeira que vier em mente) (Abric, 1998). As palavras associadas não são necessariamente do universo científico, de forma que um amplo campo de associações é formado. Nesse contexto, as palavras indutoras foram: “Usinas de Energia”, “Magnetismo” e “Corrente Elétrica”. Foi exposto aos estudantes que as palavras poderiam ser expressas de forma única ou, ainda, por meio de expressão ou conceito (não necessariamente conceitos físicos). A partir do uso do teste, pode-se analisar as associações mais frequentes que os alunos fazem alusiva às palavras indutoras, diagnosticando seus conhecimentos prévios e possíveis ligações, utilizando, assim, os resultados para dar sequência ao planejamento das aulas da Sequência Didática.

Durante o desenvolvimento da Sequência Didática, os alunos receberam uma cartilha como recurso didático-pedagógico de apoio, construída pelos ministrantes da atividade, com informações sobre energia e matriz energética, enfatizando os benefícios e malefícios de uma Usina Hidrelétrica, de forma específica, a Usina de Itaipu. Assim, visando apresentar a cartilha, tem-se a Figura 2.

Figura 2 – Cartilha utilizada como recurso didático-pedagógico

O QUE VOCÊ SABE SOBRE ENERGIA?	MATRIZ ELÉTRICA	VOCÊ SABE TUDO SOBRE AS USINAS HIDRELÉTRICAS?	NEM TUDO É PERFEITO!	
<p>MATRIZ ENERGÉTICA</p> <p>O que precisamos para acender a luz, preparar nossas refeições e nos transportar de carro até a escola?</p> <p>A resposta é energia! A palavra tem origem grega "energeia" e significa "força em ação", mas de onde vem essa energia?</p> <p>Ela vem de um conjunto de fontes que formam o que chamamos de matriz energética. Ou seja, ela representa o conjunto de fontes disponíveis em um país, estado, ou no mundo, para suprir a necessidade (demanda) de energia.</p>  <p>Matriz Energética Mundial 2016 (IEA, 2018)</p>	<p>Perceba que no mundo a matriz energética vem principalmente de fontes não renováveis, como o carvão, petróleo e gás natural.</p> <p>Fontes renováveis como solar, eólica e geotérmica, por exemplo, juntas correspondem a apenas 1,60% da matriz energética mundial.</p> <p>MAS E O BRASIL?</p> <p>A matriz energética do Brasil é muito diferente da mundial. Por aqui, apesar do consumo de energia de fontes não renováveis ser maior do que o de renováveis, usamos mais fontes renováveis que no resto do mundo.</p> <p>É formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica. Por exemplo: para assistir televisão, ouvir músicas no rádio, acender a luz e carregar nosso celular.</p> <p>A geração de energia elétrica no mundo é baseada, principalmente, em combustíveis fósseis como carvão, óleo e gás natural, em termelétricas. No Brasil maior parte dessa energia elétrica é oriunda de fontes renováveis, contribuindo para que a nossa matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável.</p> <p>• Mundo: 38,3% carvão; 3,7% petróleo e derivados; 23,1% gás natural; 10,4% nuclear; 16,6% hidráulica (água); 5,6% solar, eólica, geotérmica; 2,3% biomassa.</p> <p>• Brasil: 65,5% hidráulica (água); 8,2% biomassa, 6,9% solar e eólica; 4,1% carvão; 2,5% petróleo e derivados; 2,6% nuclear.</p>  <p>Matriz Energética Brasileira 2017 (BEN, 2018)</p>	<p>BRASIL E SUA GEOGRAFIA</p> <p>A energia gerada pelas hidrelétricas vem do aproveitamento da água dos rios. Elas movem turbinas que transformam a energia potencial (da água) em energia mecânica e, por fim, em elétrica. Esta fonte é variável ao longo do ano, porque depende do quanto chove nas cabeceiras dos rios, afinal, é essa água que irá mover as turbinas.</p> <p>O Brasil tem geografia muito favorável em relação ao resto do mundo para a produção dessa energia, tendo em vista seus recursos hídricos abundantes.</p> <p>A Usina Hidrelétrica de Itaipu, localizada em Foz do Iguaçu/PR, é a maior hidrelétrica do Brasil (fornece 15% do consumo de energia elétrica nacional) e a segunda que mais gera energia elétrica no mundo, perdendo apenas para a de Três Gargantas na China. Ela é responsável por boa parte da energia elétrica utilizada na região sudeste do Brasil.</p>  <p>Usina Hidrelétrica de Itaipu</p>	<p>Para diminuir a variação na produção de energia ao longo do ano, devido as mudanças de clima, algumas usinas são construídas com os chamados reservatórios de acumulação. Eles servem para guardar a água no período chuvoso para usar durante a seca. A água guardada não só gera energia, mas também pode ajudar no abastecimento das cidades, na irrigação das lavouras, na navegação, entre outros usos.</p> <p>QUAIS SÃO OS BENEFÍCIOS?</p> <ul style="list-style-type: none"> Energia renovável; Baixo custo de produção (megawatt); Forma de energia limpa, sem poluentes; Geração de empregos; Desenvolvimento econômico e sustentável; Aumento a confiabilidade dos sistemas elétricos; A energia hídrica apresenta alta produtividade, ou seja, eficiência energética de 94%, enquanto a térmica apresenta, no máximo, 30% de eficiência; O Brasil teria que queimar 536 mil barris de petróleo por dia para obter em plantas termelétricas a mesma produção de energia da Itaipu; O pagamento de royalties (ITAIPIU) começou em março de 1985. Desde então, os governos do Brasil e do Paraguai já receberam, conjuntamente, mais de US\$ 11 bilhões. 	<p>Vários problemas são ocasionados com a construção de uma barragem. Além disso, o alagamento dessas áreas trazem danos irreparáveis.</p>  <ul style="list-style-type: none"> Desapropriação de terras produtivas pela inundação; Impactos ambientais, como as perdas de vegetação e da fauna terrestres; Impactos sociais, como relocação de moradores e desapropriações; Interferência na migração dos peixes; Perdas de heranças históricas e culturais (regiões onde se mantinha tradições); Alterações em atividades econômicas (principalmente familiar) e usos tradicionais da terra; Segundo ANA (Agência Nacional de Águas) em 2017 a evaporação das represas foi o segundo maior consumo de água no Brasil, atrás apenas das irrigações do agronegócio; Hoje se sabe que a decomposição da vegetação submersa dá origem a gases como o metano, o gás carbônico e o óxido nítrico, que causam mudanças no clima da terra.

Fonte: Os autores (2022).

O encerramento da Sequência Didática divergiu um pouco do tema central, sendo tratados assuntos de evolução da ciência, evolução da tecnologia, relações entre história e ciência, economia e tecnologia, política e ciência. Todas as atividades desenvolvidas durante a implementação da Sequência Didática foram anotadas em diário de bordo dos ministrantes, culminando na observação como meio de constituição de dados. Para tanto, a interpretação dos dados presentes nos diários de bordo ocorreu de forma interpretativa-constitutiva, cujo processo é complexo e dinâmico voltado para a produção de conhecimento (González-Rey, 2002). Embora os elementos construtivos e interpretativos estejam integrados em um mesmo processo, onde um complementa e direciona o outro, cada um possui características distintas que merecem uma atenção específica (González-Rey, 2005). O processo interpretativo consiste em gerar novos significados a partir de informações e eventos que, em si, não possuem significados preexistentes. A interpretação das informações ocorre de maneira contínua ao longo de todo o processo de pesquisa, impulsionando a criação de novas construções conceituais. O caráter construtivo desafia a habilidade do pesquisador em desenvolver compreensões coerentes em relação às

informações geradas durante a pesquisa, embasado em sua fundamentação teórica. As interpretações realizadas pelo pesquisador acerca das informações e eventos constituem o que é conhecido como indicadores, que são significados gerados pelo pesquisador e não são explicitamente encontrados nos dados empíricos (González-Rey, 2005).

Nesse campo, a articulação desses indicadores, quando convergem em uma mesma direção, contribui para a formulação de hipóteses que, ao longo do processo investigativo, culminam na construção de um modelo teórico como resultado da pesquisa. Todavia, neste texto, priorizaram-se os elementos presentes na Figura 1, interseccionando os propósitos educacionais e os parâmetros de CTS na interpretação dos dados nos diários de bordo à organização dos níveis de aprendizagens de CTS. Ademais, devido à Sequência Didática estar articulada aos conhecimentos curriculares, bem como ao final do trimestre, a professora regente permitiu a elaboração de uma avaliação final (prova), a partir dos pressupostos de uma Educação CTS, colaborando com a proposta da atividade.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Explicita-se que a presente atividade de pesquisa está vinculada a disciplina de

estágio supervisionado de um curso de Licenciatura da Universidade Federal do Paraná, almejando uma articulação entre questões didático-pedagógicas e a Educação CTS. Antes do planejamento e do desenvolvimento da Sequência Didática, buscou-se investigar as temáticas que estavam sendo discutidas pelo professor de Física, especialmente nas turmas de 2º e 3º ano noturno, do Colégio Estadual Pedro Macedo, na cidade de Curitiba, Estado do Paraná. De modo geral, os alunos do 2º ano estavam estudando a construção da Bomba Atômica, seus impactos, interesses sociopolíticos, implicações na sociedade e investimentos em Ciência e Tecnologia à luz dos pressupostos da Educação CTS. Por meio desta sondagem inicial, notou-se que os estudantes estavam imersos nos pressupostos de uma Educação CTS, o que se torna relevante para o processo formativo crítico, autônomo e interventivo dos estudantes na sociedade.

Compreendendo que os estudantes do 2º ano já estavam trabalhando conhecimentos à luz da Educação CTS, decidiu-se discutir com os alunos do 3º ano o conteúdo de energia, a partir de problemáticas, como, por exemplo, matriz elétrica e matriz energética, especialmente pautadas nas causas e consequências a partir da Educação CTS. A escolha em ampliar os conhecimentos dos alunos do 3º ano se deu pela necessidade de articulações teóricas, metodológicas, pedagógicas e epistemológicas sobre a relevância da Educação CTS nos conteúdos de energia, os quais estavam sendo trabalhados pelo professor de Física. Como já exposto, a temática energia se articula com o contexto dos estudantes do Estado do Paraná, especialmente devido à presença da Usina Hidrelétrica de Itaipu.

Sabe-se que o desenvolvimento de atividades de ensino, especialmente no contexto da sala de aula, a partir dos pressupostos de uma Educação CTS,

permite entendimentos das implicações (in)diretas da Ciência e da Tecnologia na sociedade, tendo possíveis reflexos na vida dos estudantes e da comunidade em que a escola se insere. Nessa perspectiva, Fernandes *et al.* (2021) destacam que:

um dos desafios do ensino de Ciências da Natureza na educação básica está associado ao desenvolvimento de práticas educativas que contribuam para a formação de cidadãos capazes de tomar posições críticas e responsáveis frente aos problemas sociais, científicos e tecnológicos presentes na sociedade (Fernandes *et al.*, 2021, p. 3).

Foi pensando nesses desafios, principalmente visando formar sujeitos atentos com as questões contemporâneas, que ocorreu o planejamento e o desenvolvimento da Sequência Didática, tendo a dialogicidade, a problematização e a contextualização como eixos norteadores dos debates e da execução das atividades. De igual modo, visando um direcionamento na abordagem dos conhecimentos, optou-se em construir uma cartilha, contendo discussões relativas à energia e matriz energética, de forma a explicitar o contexto nacional e internacional, sob uma perspectiva que entrelace a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. A cartilha, ao enfatizar a Usina Hidrelétrica de Itaipu, trouxe debates acerca dos benefícios diretos e indiretos, como, por exemplo, a importância da energia renovável, geração de empregos, baixo custo de produção, entre outros elementos. De igual modo, explicitou-se alguns problemas, como, por exemplo, desapropriação de terras, impactos socioambientais, perda de heranças históricas, entre outros. Assim, visando elucidar as etapas do estudo, bem como uma breve descrição dos resultados, tem-se a Figura 3.

Figura 3 – Etapas e descrição das atividades didático-pedagógicas

(continua)

Etapas	Descrição
Primeira	Por se tratar de um assunto conhecido, os alunos tiveram boa compreensão e muita participação mesmo com exemplos numéricos e algébricos, mas, assim como em todas as aulas de sexta-feira, a presença foi baixa. Este fato prejudicou o andamento do projeto e acarretou mais uma aula com o mesmo tema, desta vez, para um público maior. Havia sido planejado um momento para discussão dos equipamentos de medição elétricos, geradores e associações de resistores, mas devido ao atraso no planejamento anterior, estes pontos não foram abordados.
Segunda	Após a parte introdutória ter descrito o funcionamento básico da eletrodinâmica, a aula seguinte conectou o conceito de corrente elétrica com o campo magnético em um fio que conduz corrente elétrica, desta vez sem o uso de equações. A aplicação desta aula exigiu muito do conhecimento do estagiário e da compreensão dos alunos, mas uma vez que o conceito de campo não ficou bem claro, o entendimento de campo em um fio condutor acabou sendo prejudicado. Concluindo esta parte da sequência, houve uma aula com a proposição de entender o funcionamento do motor elétrico. Para isso foi necessário debater o funcionamento do campo magnético em um solenóide, da força magnética e a regra da mão direita, foram feitas relações matemáticas com os conceitos envolvidos, que beneficiaram o entendimento dos alunos.
Terceira	Com auxílio de desenhos, experimentos simples e simulações, foi possível consolidar um bom entendimento dos alunos sobre ímãs, campos magnéticos, polos magnéticos, regra da mão direita em uma espira e eletroímã. Houve um diálogo sobre utilização de ímãs e eletroímãs em nosso dia a dia, como retirada de metais pesados da água liberada de indústrias, os alunos reagiram muito bem e tiveram excelentes pontos sobre o assunto. O estudo da formação de campo em um fio que conduz corrente foi utilizado neste trecho da sequência para dar uma visão de que também é possível gerar corrente elétrica em um fio condutor por meio de um campo magnético, para isso basta que o seu fluxo varie por uma área que conduz corrente elétrica, para exemplificar o funcionamento de uma corrente induzida, foi apresentada a ideia de freio magnético. (Ao final da terceira parte, os três estagiários lecionaram uma aula de revisão sobre os conteúdos apresentados, a fim de melhor preparar os alunos para o trabalho que veio em seguida).
Quarta	As próximas duas aulas tiveram como objetivo sistematizar conceitos como aceleração da gravidade, força peso, energia mecânica, energia cinética, energia potencial e observar as leis de conservação de energia que regem o funcionamento das hidrelétricas. Também se frisou a degradação da energia e a importância da economia, pois a transformação da energia é fácil em alguns sentidos, mas em outros é difícil. Houve boa participação, muitos alunos já tinham bons conceitos prévios, e várias informações coerentes foram dadas durante as aulas. No início da segunda aula oferecemos uma cartilha identificando os conceitos de matriz energética, matriz elétrica, matriz elétrica brasileira e informações sobre usinas hidrelétricas.
Quinta	Utilizando da cartilha, iniciamos uma ampla discussão sobre o aspecto ambiental, econômico e social das hidrelétricas, os alunos participaram como nunca havia ocorrido antes, com grandes ideias para economia de energia elétrica e opções menos impactantes de aumentar a produção, também foi observada uma boa percepção dos problemas sociais e ambientais que cada matriz elétrica oferece, bem como seus benefícios.

Fonte: Os autores (2023).

A partir da exposição na Figura 3, de modo geral, nota-se que as atividades foram sendo aprofundadas a partir do

processo de ação-reflexão-ação, sendo uma forma de (re)pensar o êxito das atividades, criando estratégias para uma

melhor aprendizagem dos conhecimentos abordados. Schön (2000) destaca que o processo de reflexão deve ser contínuo, principalmente quando se busca o ensino e a aprendizagem, a partir de fatos e circunstâncias que condizem com a realidade dos estudantes e dos professores.

As atividades planejadas e aplicadas centraram-se nos pressupostos da Educação CTS, especialmente ao enfatizar o questionamento, o diálogo e a contextualização, visando uma tomada de decisão acerca dos desafios, problemas e obstáculos presentes, tanto em relação à Ciência, quanto a Tecnologia e a Sociedade, em um sentido de inter-relacionar os três elementos da tríade CTS. A temática energia, articulada com as questões ambientais, políticas, econômicas e culturais, instiga nos estudantes percepções interdisciplinares dos conteúdos trabalhados, reverberando em noções de cidadania, qualidade de vida e bem-estar coletivo. Strieder (2012) destaca que a Educação CTS deve permear a realidade dos sujeitos, tecendo olhares plurais e contextualizados. À vista disso, notou-se que as problematizações proferidas pelos ministrantes da Sequência Didática, de forma contextualizada e inter-relacionando questões hegemônicas e contemporâneas, ensejaram novas descobertas, sendo perceptível durante as atividades.

O uso da cartilha durante as atividades foi uma estratégia

didático-pedagógica para inserir os estudantes, de forma dinâmica e coletiva, nas discussões, servindo de *locus* investigativo e material de apoio, almejando uma maior participação dos estudantes durante os diálogos e problematizações proferidas. Notoriamente, o professor precisa instigar o pensamento crítico e reflexivo dos seus estudantes durante as aulas, entretanto, quando se insere a Educação CTS, torna-se fundamental que esse movimento possa partir da realidade dos alunos (Auler; Bazzo, 2001), visando direcionar os saberes, vivências e experiências para a compreensão de mundo. Em se tratando desta pesquisa, destaca-se a compreensão do funcionamento de uma Usina Hidrelétrica, seus impactos, discursos hegemônicos de desenvolvimento, questões culturais, sociais, ambientais, científicas, tecnológicas e educacionais, almejando romper com a cultura do silêncio, buscando, por meio do conhecimento, o processo de intervenção social e participação nos processos democráticos.

Pensando nas atividades envoltas na Sequência Didática, abordou-se, nesta pesquisa, a organização dos níveis de aprendizagens CTS, a partir dos estudos de Strieder e Kawamura (2017), enfatizando a Racionalidade Científica, o Desenvolvimento Tecnológico e a Participação Social. Visando elucidar, de forma breve, os níveis de aprendizagem CTS, tem-se a Figura 4.

Figura 4 - Demonstração dos níveis de aprendizagem CTS

Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
Presença na Sociedade (1R) 8	Questões Técnicas (1D) 7	Informações (1P) 9
Benefícios e Malefício (2R) 11	Organizações e Relações (2D) 5	Decisões individuais (2P) 7
Condução das Investigações (3R) 1	Especificidades e Transformações (3D) 2	Decisões coletivas (3P) 5

Fonte: Os autores (2023).

A Figura 4 não contempla todos os níveis de entendimento CTS propostos por Strieder e Kawamura (2017), pois os níveis mais sofisticados (4 e 5) não foram perceptíveis nas colocações dos alunos durante as atividades. Logo, tem-se o nível 3 em todos os âmbitos como mais avançado. Vale salientar que nem todos os alunos apresentaram a totalidade dos níveis e, portanto, os números de alunos sofrem uma variação. Analisando os dados, de forma descritiva e construtiva, pode-se dizer que:

4.1 Em relação à racionalidade científica

Pode-se perceber a *Presença na Sociedade (1R)*, sendo compreendidos neste nível os alunos que percebem a tecnologia presente no cotidiano e, conseqüentemente, na sociedade, porém, não desenvolveram um debate mais crítico ou não trouxeram muitos elementos para discussão dessa tecnologia, fazendo apenas uma “menção”, podendo estar fora de contexto (Strieder; Kawamura, 2017). Pensando nesta problemática, Strieder (2012) entende a importância de inter-relacionar todos os elementos da tríade, para promover entendimentos de mundo acerca das implicações, da Ciência e da Tecnologia na Sociedade, bem como as dinâmicas que podem acontecer entre todos os elementos.

Em se tratando dos meios tecnológicos, analisando os entendimentos dos estudantes, de forma notória, observou alusão às usinas de geração de energia (eólica, solar, termoelétrica entre outras). Isso pode ser ratificado nos excertos: “Uma ótima solução seria utilizar outras fontes renováveis como a luz solar, é uma fonte que está no dia a dia das pessoas” (Aluno A), bem como “Uma ideia seria energia eólica colocando cata ventos em lugares estratégicos” (Aluno B).

Foi perceptível que os alunos relacionaram as tecnologias com as

maneiras de geração de energia, o que era esperado por ser o assunto o qual vinha sendo abordado nas aulas e, quiçá, devido à problemática da prova. Noutras palavras, as discussões voltadas a energia e matriz energética, principalmente sob uma perspectiva de Educação CTS, foram abordados como avaliação final trimestral, sendo notória as compreensões dos estudantes que a temática energia se articula diretamente com as problemáticas CTS, visando entendimentos de mundo. Isso pode se articular com as compreensões de Alfabetização Científica e Tecnológica, reconhecendo que a tecnologia faz parte da sociedade, sendo necessário questionar para quem está sendo feita a tecnologia e quais organizações estão financiando o desenvolvimento científico e tecnológico. Auler e Delizoicov (2015) comentam que a tecnologia, de modo geral, não está disponível a toda a população, portanto, percebe-se que a hegemonia instaurada precisa ser desconstruída, a partir de momentos dialógicos e críticos.

Em relação a Benefício e Malefícios (2R), enfatiza-se a importância de compreender os benefícios e malefícios das questões abordadas para os alunos, de forma crítica e reflexiva (Strieder; Kawamura, 2017). Acerca desta pesquisa, notou-se uma criticidade mais aparente quando os estudantes debatem sobre as usinas de energia, porém, levando em consideração os pontos negativos e positivos das mesmas. À luz dessa proposição, tem-se o seguinte excerto: “a construção da mesma causaria uma gigantesca mudança (destruição) na área escolhida para represa, perdendo uma grande parte da fauna e flora local” (Aluno D). Na mesma perspectiva, o Aluno F enfatiza que “para construir essa grande usina hidrelétrica o governo gastaria milhões/bilhões (...)”. Ainda, o Aluno H apõe que “devemos usar também a energia hídrica que tem eficiência energética de 94% em relação à energia térmica”.

A partir destes excertos, é perceptível a mudança na construção do argumento, levando em conta uma fundamentação acerca dos impactos positivos e negativos. Em diversas situações, os alunos apresentam também uma análise mais preocupada com os impactos ambientais, citando até possíveis soluções por meio das usinas eólicas e solares.

Ao abordar a *Condução das investigações (3R)*, tem-se a inserção do contexto da problemática com uma análise criteriosa debatendo os fatos e contra argumentando (Strieder; Kawamura, 2017). Em relação a este estudo, pode-se perceber os caminhos possíveis entre a construção de uma pequena usina ou uma grande usina, ambas hidrelétricas, nos trechos “*Levando em conta que, quanto maior a usina, maior o tempo de construção, as cidades afetadas ficariam um longo período sem energia*” (Aluno I). Ainda, no excerto “*No caso contrário, onde várias usinas menores seriam construídas ao mesmo tempo, mesmo aumentando o custo de transporte de materiais, as cidades seriam supridas mais rapidamente*” (Aluno H). Já o Aluno E entende que “*Em um momento crítico como depois de uma guerra, o importante é suprir as necessidades o mais rápido possível e não fazer obras fenomenais*”. Percebe-se nestas falas que as reflexões acerca dos vários aspectos que constituem a sociedade são levadas em consideração para a construção do argumento, o que corrobora com a condução das investigações.

De forma notória, estes excertos envoltos a racionalidade científica evidenciam a importância do conhecimento científico, indo contra a alienação e a cultura do silêncio. Nota-se que a Educação CTS permite entendimentos críticos acerca das problemáticas que inter-relacionam a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, visando entendimentos de mundo

(Strieder; Kawamura, 2017). Dando continuidade às discussões dos níveis de aprendizagem CTS, tem-se o Desenvolvimento Tecnológico.

4.2 Em relação ao Desenvolvimento Tecnológico

Analisando as *Questões técnicas (1D)*, pode-se dizer que consiste no entendimento do desenvolvimento tecnológico de forma “técnica” (Strieder; Kawamura, 2017). Em relação a esta pesquisa, o Aluno A entende que a Usina: “*(...) funciona através da pressão da água que gira a turbina, transformando a energia potencial em energia cinética, depois passa pela turbina do gerador que transforma a energia cinética em elétrica*”. Já o Aluno B explicita que “*Nikola Tesla inventou o motor de indução, o que abriu o caminho para a utilização das fontes de correntes alternadas (...)*”. Em suma, os alunos descrevem conceitos ou fisicamente como ocorre o processo, mas não debatem ou refletem em nenhum momento aspectos dessas tecnologias.

De modo geral, a abordagem de questões técnicas fragiliza o entendimento de CTS, pois a Educação CTS precisa interligar os três elementos da tríade (Auler, 2007). Acerca das *Organizações e Relações (2D)*, Strieder e Kawamura (2017) entendem que são analisadas as evoluções tecnológicas em conjunto com os seus impactos na sociedade, explicando como funciona a tecnologia a qual se referem e também elencam possíveis impactos delas na sociedade, além da produção de energia, conforme o contexto.

Nota-se uma relação entre esse nível e o nível 2R, isto é, alunos que aparecem nesse nível são também contemplados no nível 2R. Alguns excertos que abordam essas características “*(...) alto índice de chuva que é um fator importante para geração de energia e ainda o baixo custo dessa produção*” (Aluno D referindo-se a Usina Hidrelétrica), “*A usina hidrelétrica atua por meio da transformação de*

energia cinética em energia elétrica (...) porém, causa impactos ambientais como destruição de vegetação, assoreamento do leito dos rios e extinção de algumas espécies de peixes” (Aluno E). A partir destes fragmentos, observa-se articulações de conhecimentos, algo crucial para os entendimentos de mundo.

Em se tratando da *Especificidades e transformações (3D)*, Strieder e Kawamura (2017) afirmam que contempla aspectos enunciados nos outros níveis, mas agora levando em consideração um olhar mais específico, com foco na transformação. Acerca deste estudo, tem-se o excerto *“Para construir uma nova usina precisamos reduzir os gastos para que a dívida externa não continue aumentando, podemos segurar a inflação, conseqüentemente pelo menos no começo o PIB pode ser que seja reduzido, mas é preciso para que a longo prazo tenhamos uma melhor situação econômica”* (Aluno A). De forma perceptível, observa-se pontos afetos com a construção de uma nova tecnologia e como pode-se conduzir nessa situação. Também em outro excerto *“Na Austrália foi desenvolvido placas que transformam o movimento (...) em energia, essas placas são colocadas nas pistas (como BRs) e captam energia por meio do movimento, o qual poderia ser aplicado em BRs no Brasil”*, demonstrando esse caráter das constantes transformações da tecnologia juntamente com o contexto a qual é inserida.

O desenvolvimento tecnológico é um ponto importante nos debates CTS, principalmente quando analisado de forma articulada com a Ciência e a Sociedade (Strieder, 2012). Pensar no desenvolvimento tecnológico significa refletir sobre as transformações que ocorreram e ainda ocorrem, as quais apresentam reflexos na sociedade. Quando se discute tecnologia, deve-se problematizar se todos têm acesso a ela, bem como quem ou qual órgão está interessado no desenvolvimento

tecnológico (Auler; Delizoicov, 2015). A partir destas proposições, percebe-se que a participação social nos processos decisórios pode romper com a cultura do silenciamento e da alienação, criando uma sociedade ativa e crítica.

4.3 Em relação à participação social

Ao analisar as *Informações (1P)*, destaca-se que os temas abordados e o contexto no qual a problemática se insere são reconhecidos pelos estudantes, que conduzem uma discussão sobre os mesmos (Strieder; Kawamura, 2017). Contudo, essa abordagem revela-se superficial, visto que os alunos não manifestam uma posição clara em relação à tomada de decisão ou emissão de opiniões substanciais sobre o assunto. Essa lacuna se torna patente ao se analisar de forma crítica alguns elementos que os estudantes reverberam na fala. Por exemplo, *“a usina hidrelétrica de ITAIPU, localizada em Foz do Iguaçu/PR, é a maior hidrelétrica do Brasil - fornece 15% do consumo de energia elétrica nacional”* (Aluno A). Além disso, ao afirmar que *“sabe-se que a necessidade de eletricidade é um requisito básico para a sobrevivência humana nos dias atuais”* (Aluno C), os alunos demonstram uma intenção de abordar a problemática em questão, mas falham em apresentar conclusões robustas ou em assumir uma posição decisiva consoante as orientações fornecidas no enunciado da avaliação.

Em relação às *Decisões individuais(2P)*, os enunciados produzidos por alunos que alcançaram esse nível de desenvolvimento demonstraram um profundo engajamento com a problemática em questão, resultando em uma análise aprofundada do contexto. Os estudantes realizaram debates construtivos e chegaram a conclusões substanciais em relação ao tema abordado. No entanto, é relevante ressaltar que suas tomadas de decisão muitas vezes foram pautadas na avaliação

de perspectivas individuais, em detrimento de uma abordagem mais abrangente que considerasse o bem-estar da sociedade na totalidade. Isso é evidenciado pelo uso frequente de expressões como "Em minha opinião" ou similares, indicando uma inclinação para uma perspectiva mais individualista. Excertos como "*Em minha opinião o plano deveria ser investir em usinas solares (...)*" (Aluno D) e "*(...) acho que construir essa usina será mais vantajosa do que várias de pequeno porte, mas ainda sim sairia no prejuízo*" (Aluno B), revelam a ideia supracitada. Todavia, é importante salientar que uma análise mais holística, que leve em consideração as implicações coletivas das decisões, pode enriquecer ainda mais a discussão e contribuir para uma abordagem mais abrangente e societal da problemática em análise.

Em relação às Decisões *coletivas* (3P), Strieder e Kawamura (2017) entendem que este estágio abrange as características do nível anterior, mas se distingue pela particularidade de que, durante as tomadas de decisões ou quando o aluno decide expressar a sua opinião, ele leva em consideração o bem-estar coletivo que está intrinsecamente relacionado ao contexto da problemática em discussão. Nessa perspectiva, é possível analisar essa abordagem como uma contribuição para a democratização da sociedade, uma vez que prioriza a consideração dos interesses e necessidades do conjunto da população. Assim, foi possível localizar excertos, como, por exemplo, "*no planejamento de uma usina, é essencial que a comunidade participe da tomada de decisões, pois os processos envolvidos têm impacto para além daquele local. Além disso, por outro lado, apoiar um sistema de energia limpa é uma maneira de assegurar a saúde de todos*" (Aluno G), que explicitam a importância da atuação coletiva, especialmente visando uma tomada de decisão, a partir de problemáticas coletivas.

A participação social, na visão de Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2015), é um elemento fundamental nos debates CTS, haja vista que participar dos processos decisórios, urge o exercício da cidadania. De igual modo, o processo de participação social precisa estar articulado com uma tomada de decisão fundamentada em conhecimento e, portanto, ter conhecimento pode reverberar em bem-estar coletivo e qualidade de vida, rompendo com a hegemonia vigente. Em relação a este estudo, notou-se que participação social foi o nível de aprendizagem destaque, sinalizando uma preocupação dos estudantes com o exercício da cidadania para uma atuação crítica na sociedade.

5 CONCLUSÃO

A Educação CTS se apresenta como um importante caminho para se ampliar entendimentos de mundo, reverberando em formação cidadã, crítica e atuante na atualidade. A partir dos níveis de entendimento CTS apresentados pelos alunos, pode-se dizer que as relações envolvendo Ciência e Tecnologia ainda são um pouco rasas, conforme eles se expressam, entretanto, a implementação da Sequência Didática consistiu no primeiro contato desses alunos com a temática envolta a Usina Hidrelétrica, articulada com a Educação CTS. Notoriamente, percebe-se que alguns estudantes apresentam interpretações e análises mais críticas acerca dos debates CTS, o que se demonstra satisfatório para pensar no processo formativo e tomada de decisão frente aos problemas emergentes.

Em relação aos níveis de aprendizagem CTS deste estudo, nota-se que Participação Social apresenta um quantitativo maior que os demais. De modo geral, isso pode sinalizar que os estudantes entendem a relevância da participação social na contemporaneidade, principalmente quando se pensa na tríade CTS. Após este estudo, fica evidente a

pertinência em discutir questões teóricas e epistemológicas que se apresentam na atualidade, principalmente no meio socioeducacional.

A Educação CTS, pautada na dialogicidade, em meio à contextualização, a problematização, a interdisciplinaridade e a tomada de decisão, cria um ambiente para novas aprendizagens, inserindo os estudantes nas problemáticas contemporâneas. Todavia, um ponto que merece destaque nessa pesquisa, foi à alternativa escolhida para a avaliação, pois os alunos se mostraram dedicados ao responder uma prova de Física que não apresentasse fórmula ou cálculo, fugindo dos padrões tradicionais. Isso sinaliza para um rompimento com o ensino tradicional, memorístico e descontextualizado, possibilitando aos alunos articulações entre teoria e prática, bem como com o contexto da sala de aula.

Pensa-se em novos desdobramentos, especialmente visando adaptar a Sequência Didática para atingir os níveis de aprendizagem 4 e 5. Destaca-se que uma limitação neste estudo foi perceber que somente após a aplicação da Sequência Didática os maiores níveis de aprendizagem não foram atingidos. Assim, o ideal seria aplicar um questionário durante as atividades, visando acompanhar as novas aprendizagens dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ABRIC, J. C. A Abordagem Estrutural das Representações Sociais. In: MOREIRA, A. S. P.; OLIVEIRA, D. C. (org.). **Estudos Interdisciplinares de Representações Sociais**. Goiânia: AB, 1998, p. 59-82.

AULER, D. Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em ciências. **Contexto e Educação**, Ijuí, v. 22, n. 77, p. 167-188, jan./jun. 2007.

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

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas críticas**, Brasília, v. 21, n. 45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

BECK, U. **Risk society: towards a new modernity**. Londres: Sage, 1992.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V.; BAZZO, J. L. dos S. **Conversando sobre educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.

CACHAPUZ, A. F. Epistemologia e Ensino das Ciências no Pós-Mudança Conceptual: Análise de um Percurso de Pesquisa. In: **ENPEC**, 2., 1999, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 1999, p. 1-10.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**, Minho, v. 16, n. 2, p. 221-236, 2003.

COUTINHO, M. P. L. **Depressão infantil e representação social**. João Pessoa: EdUEPB, 2005.

DAGNINO, R. P. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. **Alexandria**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 3-36, 2008.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F. de; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, Pelotas, v. 45, p. 57-67, maio/ago., 2013.

DIAS, G. F. Os quinze anos da Educação Ambiental no Brasil: um depoimento. **Em aberto**, Brasília, v. 10, n. 49, p. 3-14, jan./mar. 1991.

FERNANDES, R. F.; CARDOSO, Z. Z.; ABREU, R. O. D. de; VASCONCELLOS, E. S. de; COIMBRAS, G.; BADARÓ JÚNIOR, W. A.; SILVA, S. M. B. da; STRIEDER, R. B. Educação CTS em escolas públicas: reflexões sobre práticas educativas. **RCEF: Rev. Cien. Foco Unicamp**, Unicamp, São Paulo, v. 14, p. 1-22, 2021.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

GONZÁLEZ REY, F. L. **Pesquisa qualitativa em psicologia-caminhos e desafios**. São Paulo: Ed. Cengage Learning Editores, 2002.

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

HERRERA, A. O. **Ciencia y política en América Latina**. 8. ed. México: Siglo XXI editores, 1971.

LUZ, R.; QUEIROZ, M. B. A.; PRUDÊNCIO, C. A. V. CTS ou CTSA? O que (não) dizem as pesquisas sobre Educação Ambiental e Meio Ambiente? **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 31-54, 2019.

MOTOYAMA, S. Os principais marcos históricos em ciência e tecnologia no Brasil. **Sociedade Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 41-49, jan./jun. 1985.

OLIVEIRA; S. de; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do Ensino Médio. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 121-147, nov. 2016.

OLIVEIRA; S. de; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. Uma proposta didática

com abordagem CTS para o estudo dos gases e cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. **RBECT**, Ponta Grossa, v. 8, n. 4, p. 75-105, 2015.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. As ciências no ensino médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos parâmetros curriculares nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 351-370, 2002.

ROSA, S. E. da; STRIEDER, R. B. Educação CTS e a não neutralidade da ciência-tecnologia: um olhar para práticas educativas centradas na questão energética. **RBECT**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 98-123, set./dez. 2018.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Trad. Ernani F. da F. Rosa, Porto Alegre: Artmed, 2000.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SILVEIRA, D. P. da; SILVA, J. C. S. da; LORENZETTI, L. Possibilidade de aproximação entre Educação CTSA e Educação Ambiental Crítica: uma análise nas atas do ENPEC no período 2011-2019. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 15, n. 1, p. 11-25, maio, 2023.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio 2017.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas.** 283 f. Tese (Doutorado em Interunidades em Ensino de Ciências) – Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação & Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares da educação básica: física.** Curitiba: SEDUC-PR, 2008.



EVERTON BEDIN

Doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (UFRGS). Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR).



DIEISON PRESTES DA SILVEIRA

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do

Paraná (UFPR). Bolsista CAPES.



VINICIUS FERNANDO DE LIMA

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Docente da Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR).



LUCAS EDUARDO DE SIQUEIRA

Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Docente da Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR).