

Ventos Solares como temática para o Ensino de Astronomia: Educação CTS e Tecnologias Digitais

Solar Winds as a theme for Astronomy Teaching: STS Education and Digital Technologies

Vinícius Fernando de Lima¹

Lucas Eduardo de Siqueira²

Everton Bedin³

RESUMO

Este artigo visa analisar de que modo a aplicação de uma sequência de atividades que integra tecnologias, com foco no tema dos ventos solares, pode favorecer o aprofundamento de conhecimentos científicos entre estudantes do Ensino Médio à luz dos pressupostos da educação CTS. A intervenção pedagógica, de natureza aplicada, objetivo exploratório e abordagem qualitativa, foi desenvolvida em uma escola pública do Paraná e utilizou simuladores digitais, vídeos, plataformas interativas e recursos online como mediadores do processo. Com base na matriz de referência da educação CTS, elaborada por Strieder e Kawamura (2017), à luz da observação participante, foram identificadas manifestações dos alunos em diversos níveis da educação CTS e suas transições. A análise dos dados, realizada por meio do método interpretativo-indutivo, demonstrou que os estudantes avançaram em suas compreensões sobre os conteúdos científicos, ao mesmo tempo que problematizaram os impactos e as limitações das tecnologias em contextos reais. Os resultados apontam para a relevância de

ABSTRACT

This article aims to analyze how the implementation of a sequence of activities integrating technologies, with a focus on the topic of solar winds, can foster the deepening of scientific knowledge among high school students in light of the principles of Science-Technology-Society (STS) education. The pedagogical intervention, of an applied nature, with an exploratory objective and a qualitative approach, was conducted in a public school in Paraná and employed digital simulators, videos, interactive platforms, and online resources as mediators of the learning process. Based on the STS education reference matrix developed by Strieder and Kawamura (2017) and through participant observation, student manifestations were identified across various STS education levels and their transitions. Data analysis, conducted using the interpretative-inductive method, demonstrated that students advanced in their understanding of scientific content while simultaneously problematizing the impacts and limitations of technologies in real-world contexts. The results highlight the importance of pedagogical approaches that integrate the

¹ Mestrando em Educação em Ciências no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-9668-2955>. E-mail: vinicius.fernando3998@gmail.com.

² Mestre e Doutorando em Educação em Ciências no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5254-5991>. E-mail: lucas.edspf@gmail.com.

³ Doutor em Educação em Ciências: química da vida e saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5636-0908>. E-mail: bedin.everton@gmail.com.

abordagens pedagógicas que integrem o uso das tecnologias digitais com reflexões críticas sobre o papel da ciência na sociedade.

use of digital technologies with critical reflections on the role of science in society.

Palavras-chave: Educação CTS. Ensino de Astronomia. Tecnologias Digitais.

Keywords: STS Education. Digital Technologies. Astronomy Teaching.

1 Introdução e fundamentação teórica

A formação científica na Educação Básica tem passado por um processo de reorganização curricular, no qual as Ciências da Natureza são gradualmente estruturadas em áreas específicas de conhecimento, como Biologia, Física e Química (Bedin, 2016). Essa segmentação busca aprofundar os conteúdos e assegurar uma abordagem mais sistemática, especialmente no Ensino Médio, etapa em que o ensino da Física tende a se consolidar de forma mais significativa. Contudo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressalta a necessidade de promover a interdisciplinaridade entre os conteúdos científicos, de modo a favorecer o desenvolvimento integral dos estudantes. Ainda que os fundamentos das ciências sejam introduzidos no Ensino Fundamental, é no Ensino Médio que os jovens são instigados a estabelecer conexões mais complexas entre fenômenos naturais, processos científicos e tecnologias, mobilizando saberes que ampliam sua compreensão crítica da realidade (Brasil, 2018).

De acordo com a BNCC, o Ensino Médio deve atribuir sentido às aprendizagens por meio da contextualização dos conteúdos escolares com problemáticas reais da sociedade. Nesse cenário, o uso de tecnologias assume papel de destaque, sobretudo porque, entre as dez competências gerais previstas para a Educação Básica, uma refere-se especificamente ao domínio tecnológico. Esta competência implica a capacidade de compreender, utilizar e criar Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas práticas sociais; essa dimensão amplia o acesso à informação, bem como estimula a produção de conhecimento, a resolução de problemas e o exercício do protagonismo estudantil (Brasil, 2018).

As tecnologias, como observa Kenski (2007), estão intrinsecamente presentes nas relações humanas, influenciando modos de comunicação, formas de aprendizagem e até mesmo comportamentos individuais. No contexto educacional, não é diferente: todo conhecimento, ao ser aplicado, resulta em equipamentos, instrumentos, recursos,

processos e ferramentas, configurando a própria tecnologia. Assim, a educação, enquanto prática social, demanda a incorporação e a contextualização dessas descobertas no ambiente escolar, de modo a possibilitar aprendizagens significativas.

Nessa perspectiva, Kenski (2007) defende que as inovações tecnológicas não podem ser vistas como elementos periféricos, mas devem integrar todo o processo pedagógico, desde o planejamento das disciplinas até a elaboração da proposta curricular, influenciando diretamente a organização do ensino. Isso implica que tecnologias educacionais e seus recursos associados, como materiais e equipamentos didáticos, sejam inseridos no currículo de forma estruturada e intencional. Caso contrário, como adverte Silva (2001), a ausência de uma contextualização efetiva e de uma participação contínua desses recursos compromete o aproveitamento de seu potencial pedagógico e curricular.

A incorporação das TDIC ao processo educativo constitui uma estratégia central para o desenvolvimento de competências vinculadas à educação científica e tecnológica, sobretudo quando orientada por uma perspectiva crítica e reflexiva (Moran, 2018; Sales; Kenski, 2021). Quando integradas a propostas pedagógicas fundamentadas na educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), as TDIC ampliam significativamente as possibilidades de aprendizagem, favorecendo tanto a compreensão de conceitos científicos quanto a análise da produção do conhecimento, de suas aplicações e de suas implicações éticas, ambientais e sociais (Oliveira; D'escoffier; D'escoffier, 2023; Bedin et al., 2023).

Bazzo (2014) argumenta que essa perspectiva contribui para a popularização da ciência e para a construção de aprendizagens contextualizadas, nas quais os estudantes desenvolvem uma compreensão crítica das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nesse sentido, a escola assume papel central ao possibilitar experiências concretas de produção e circulação de saberes, fortalecendo o protagonismo estudantil e estimulando autonomia intelectual, participação social e pensamento crítico. Este movimento resulta na consolidação de uma cultura científica que articula dimensões técnicas, éticas e sociais.

Para alcançar esse propósito, tornam-se essenciais práticas pedagógicas colaborativas que incentivem a construção coletiva do conhecimento e promovam

habilidades de cooperação, resolução de problemas e tomada de decisão. Essas práticas preparam os estudantes para enfrentar os desafios contemporâneos e exercer sua cidadania de maneira plena e consciente (Bedin, 2016).

Nessa perspectiva, Santos (2007) ressalta que as discussões em torno da tríade CTS constituem eixo fundamental para a reflexão crítica acerca do papel do desenvolvimento científico-tecnológico nas transformações sociais. Estas discussões impulsionam questionamentos sobre os impactos das inovações, os interesses e políticas que as sustentam e os riscos potenciais associados às suas aplicações, ao mesmo tempo em que favorecem a ampliação da participação social nas decisões que envolvem ciência e tecnologia, especialmente no enfrentamento de questões ambientais emergentes.

Ao articular conteúdos científicos a uma abordagem humanística, a educação orientada pela educação CTS estimula investigações que problematizam os efeitos da ciência e da tecnologia na vida social. Nessa direção, Bazzo e Bazzo (2014) salientam que essa perspectiva torna o estudante sujeito ativo no processo de aprendizagem, promovendo a análise crítica de problemas e a participação consciente diante dos desafios contemporâneos. Considerando tais contribuições para a formação científica e cidadã, é fundamental reconhecer as potencialidades das TDIC como recursos capazes de enriquecer e ampliar as práticas pedagógicas.

Essas ferramentas ampliam os meios de acesso ao conhecimento e potencializam a articulação entre os saberes escolares e os desafios vivenciados pelos estudantes (Afonso; Silva; Bedin, 2024). Nesse mesmo sentido, Ramos (2012) argumenta que, quando integradas a práticas pedagógicas contextualizadas, as TDIC possibilitam ao aluno compreender de forma mais crítica e autônoma os processos científico-tecnológicos que estruturam a sociedade. Assim, discutir o papel das tecnologias no ambiente escolar ultrapassa a dimensão da inovação: trata-se de uma condição necessária para promover aprendizagens e a construção de conhecimentos condizentes com um mundo em constante transformação e marcado pelo avanço tecnológico.

Com base nesse pressuposto, a elaboração e a aplicação de uma sequência de atividades centrada em temas de Astronomia, como os ventos solares, configuram-se como estratégia didática relevante para potencializar práticas em sala de aula e estabelecer conexões entre conteúdos científicos e situações

concretas do cotidiano. O fenômeno dos ventos solares, por sua natureza dinâmica e por seus impactos diretos sobre a Terra, como interferências em sistemas de comunicação, satélites e padrões climáticos, constitui um campo fértil para a educação CTS. Ao investigar tais efeitos, o estudante é levado a compreender o funcionamento da atividade solar e suas consequências, ao mesmo tempo em que reflete criticamente sobre benefícios e riscos associados ao desenvolvimento científico-tecnológico nessa área.

Nesse contexto, o uso de Recursos Educacionais Digitais (RED), derivados das TDIC, mostra-se fundamental para explorar esses fenômenos de forma acessível e interativa. Ferramentas como simuladores astronômicos, visualizações de dados em tempo real e plataformas digitais educativas permitem que os alunos visualizem conceitos abstratos, como a interação entre partículas solares e o campo magnético terrestre. Além de favorecer a compreensão conceitual, essa abordagem estimula o desenvolvimento de competências como análise crítica, argumentação fundamentada e tomada de decisões conscientes (Afonso; Silva; Bedin, 2024).

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo analisar de que modo a aplicação de uma sequência de atividades que integra tecnologias, com foco no tema dos ventos solares, pode favorecer o aprofundamento de conhecimentos científicos entre estudantes do Ensino Médio à luz dos pressupostos da educação CTS. A proposta busca responder: como uma sequência de atividades sobre ventos solares contribui para ampliar a capacidade dos estudantes de estabelecer relações entre conceitos científicos e dimensões tecnológicas e sociais presentes na própria realidade? Entre os focos da análise, destaca-se a identificação das contribuições da sequência para a construção de entendimentos alinhados à educação CTS, bem como o reconhecimento dos diferentes níveis de compreensão demonstrados pelos sujeitos, conforme a Matriz de Referência de Strieder e Kawamura (2017).

Esse objetivo se justifica porque as TDIC correspondem a um conjunto de recursos e dispositivos digitais que, ao possibilitarem a conexão pela internet entre indivíduos e ambientes por meio de equipamentos, *softwares* e mídias, favorecem a comunicação e ampliam as possibilidades de interação e acesso à informação

(Kenski, 2007; Valente, 2014). Dessa forma, englobam quaisquer tecnologias eletrônicas conectadas à rede, expandindo as formas de comunicação, expressão e produção de conhecimento de seus usuários.

Nesse cenário, os RED assumem papel de destaque, pois, conforme o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB, 2021), eles englobam diferentes aparatos digitais, como textos, imagens, vídeos, animações, jogos, simuladores e softwares, que podem ser utilizados tanto em ambientes presenciais quanto virtuais de ensino. Esses recursos se apresentam em múltiplos formatos, atendem a diferentes níveis educacionais (básico, técnico, superior e empresarial) e objetivos pedagógicos, além de variarem em tamanho, plataformas de acesso (computadores, tablets, celulares) e modelos de licenciamento (gratuitos, pagos, abertos ou restritos). Nesse sentido, torna-se essencial que os docentes desenvolvam competências para localizar, selecionar e aplicar criticamente esses materiais, de modo a alinhá-los a percursos didáticos que potencializem seu uso.

Dessa maneira, a educação CTS se configura como uma aliada estratégica na implementação de práticas pedagógicas mediadas por tecnologias, ao propor uma formação crítica, significativa e socialmente engajada. Por articular conhecimentos científicos a contextos sociotécnicos, essa ação contribui para transformar o ensino de Ciências da Natureza em um espaço mais contextualizado e humanizado. Como ressaltam Auler (2002) e Santos (2008), trata-se de uma proposta que rompe com modelos tradicionais ao reconhecer a ciência como construção histórica e social, não neutra, cujas implicações éticas e políticas devem ser problematizadas no ambiente escolar.

2 Metodologia

A pesquisa foi conduzida com estudantes do ensino médio de uma escola pública estadual, localizada na cidade de Curitiba-PR, totalizando 50 participantes distribuídos entre 2º e 3º série do Ensino Médio Regular. A proposta metodológica, que assumiu um objetivo exploratório-descritivo e natureza aplicada (Gil, 2017), foi implementada por meio de uma intervenção pedagógica (Máximo; Marinho, 2021) orientada pelos pressupostos da educação CTS.

Com o intuito de interpretar as manifestações dos estudantes quanto ao uso dos RED sob a perspectiva da educação CTS, este estudo adota a matriz de referência elaborada por Strieder e Kawamura (2017), apresentada no Quadro 1. Este instrumento se constitui como uma ferramenta analítica que possibilita a leitura crítica das práticas educativas, estruturando-se em três dimensões interdependentes: racionalidade científica, desenvolvimento tecnológico e participação social, cada uma subdividida em cinco níveis de compreensão. A aplicação dessa matriz permitiu examinar como os alunos articularam o conhecimento científico aos recursos digitais mobilizados, bem como às questões sociais debatidas, contribuindo para uma análise mais aprofundada do processo formativo em sua dimensão crítica, reflexiva e participativa.

Quadro 1: Matriz de Referência CTS.

Propósitos Educacionais	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, p. 48).

A intervenção proposta neste estudo, apresentada no Quadro 2, teve como objetivo o desenvolvimento de uma sequência de atividades direcionadas ao ensino de Astronomia, buscando articular conceitos de Física a problemáticas científicas e sociais contemporâneas.

Quadro 2 - Sequência de atividades

	Atividades	REDs
1º	<ul style="list-style-type: none"> • Título: A Origem do Universo, cientificamente falando • Vídeo introdutório representando a explosão do <i>Big Bang</i> em seguida, projeta-se uma Linha do Tempo Digital ilustrando a expansão do Universo considerando seu tamanho e o tempo; • Simulador <i>Phet Colorado</i>: “Monte um Átomo” para representar a formação das primeiras partículas e a constituição do Átomo; • Por meio do celular, os grupos irão pesquisar o conceito de Teoria e os motivos do <i>Big Bang</i> ser amplamente aceito na comunidade científica, posteriormente será discutido em sala o resultado das pesquisas; • Transmissão de uma reportagem que demonstra o acelerador de partículas brasileiro e seu método de funcionamento e sua influência no desenvolvimento científico e tecnológico; 	<ul style="list-style-type: none"> -Computador <i>Educatron</i>; -Internet: projeção de Imagens e Vídeos; -Celular: para o aluno formalizar suas pesquisas; -Simulador <i>Phet Colorado</i>;
2º	<p>Título: Formação de Estrelas: O Sol e o Campo Magnético</p> <ul style="list-style-type: none"> • Do que o Sol é formado? A partir desse questionamento coletar os conhecimentos prévios dos alunos por meio de uma nuvem de palavras digital para posteriormente discutir em sala os resultados propostos por eles; • Com o Simulador <i>Phet Colorado</i>: “Monte um Núcleo” demonstrar as interações entre as partículas que formam o sol a partir da Fusão Nuclear e evidenciar esse processo para o surgimento do Campo Magnético, definindo esse conceito físico; • Por meio do celular os alunos irão pesquisar as causas e consequências do Campo Magnético do Sol e como ele pode impactar o nosso cotidiano; • Realização de uma competição em grupos via questionário sobre os conceitos de Campo Magnético e Fusão Nuclear na plataforma <i>Quizziz</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> • Computador <i>Educatron</i>; • Celular: para o aluno formalizar suas pesquisas; • Simulador <i>Phet Colorado</i>; • <i>Quizziz</i>: realização de questionários por meio digital e com interatividade instantânea;
3º	<p>Título: O Sol está explodindo, e agora?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projetar uma reportagem demonstrando imagens e vídeos relacionados à Explosões Solares e questionar com os alunos quais as causas e consequências desse fenômeno natural; • Com auxílio do Simulador <i>Phet Colorado</i>: “Laboratório Eletromagnético de Faraday” construir o conceito de Campo Magnético com os alunos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Computador <i>Educatron</i>; • Celular: para o aluno formalizar suas pesquisas; • Simulador <i>Phet Colorado</i>;

	Atividades	REDs
	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar as partículas que formam o Sol com o seu Campo Magnético e como ambos agem na produção de Explosões Solares; • Problematicar os efeitos desse fenômeno e construir o conceito de Ventos Solares advindos das explosões, nesse momento utilizar aproximações cotidianas relacionadas com a radiação; • Por meio de novas reportagens, vídeos e imagens demonstrar os impactos diretos dos ventos solares na Terra e na sociedade, nesse momento pautar uma discussão sobre as tecnologias afetadas e como minimizar os impactos desse fenômeno, fazer com que os alunos se posicionem frente a problemática; • Aplicação do questionário semiestruturado via formulário Google para constituição de dados da pesquisa; 	

Fonte: Os autores (2025)

Para fins deste estudo, analisa-se três momentos da sequência por sua relevância didática e potencial analítico: *Momento 1* - “A origem do universo, cientificamente falando”, que introduziu os fundamentos da Teoria do *Big Bang* e a formação das primeiras partículas; *Momento 2* - “Formação de estrelas: o Sol e o campo magnético”, que aprofundou os processos de fusão nuclear e a origem do campo magnético solar; e, *Momento 3* - “O Sol está explodindo, e agora?”, que abordou as explosões solares e os impactos dos ventos solares na sociedade. Esses encontros foram elaborados com a possibilidade de observar o percurso formativo dos estudantes, desde a mobilização de conhecimentos prévios até a construção de reflexões críticas.

A constituição dos dados ocorreu por meio da observação participante e do registro em diário de bordo, instrumentos que possibilitaram acompanhar sistematicamente as interações dos alunos, suas argumentações e posicionamentos frente às problemáticas propostas. A observação, entendida segundo Gil (2017) como uma técnica de investigação que requer planejamento, sistematicidade e registro criterioso dos fenômenos em seu contexto natural, foi conduzida de forma ativa pelo pesquisador, que atuava como professor das turmas participantes. Essa inserção direta caracterizou-se pela escuta atenta e sensível às manifestações verbais e comportamentais dos alunos, tornando-se

fundamental para identificar sutilezas do processo de aprendizagem; a observação possibilitou compreender de maneira mais ampla e contextualizada as relações estabelecidas entre professor, estudantes e conteúdos.

O diário de bordo, por sua vez, foi utilizado como ferramenta de sistematização reflexiva, registrando as percepções do pesquisador ao longo dos encontros, conforme defendido por Falkembach (1987). A análise dos dados foi orientada pelo método interpretativo-indutivo, conforme proposto por Marconi e Lakatos (2003), que se fundamenta na extração de significados e padrões a partir das observações registradas, permitindo a construção de generalizações progressivas a partir de situações particulares vivenciadas no ambiente educativo. Nesse processo, os registros das interações em sala, falas dos alunos, respostas a atividades digitais e observações do professor-pesquisador foram cuidadosamente examinados para identificar recorrências, divergências e nuances nos comportamentos e raciocínios dos estudantes.

Ou seja, cada momento da sequência foi analisado de forma contextualizada, relacionando os fenômenos observados com os níveis da Matriz CTS, de modo a evidenciar como as práticas pedagógicas e o uso de TDIC influenciaram a compreensão científica e tecnológica dos alunos. A interpretação dos dados considerou tanto os aspectos qualitativos das interações quanto a progressão conceitual demonstrada pelos estudantes, permitindo inferir como experiências mediadas por tecnologias digitais contribuem para o engajamento crítico e a apropriação de conceitos complexos. Além disso, foram realizados cruzamentos entre diferentes fontes de informação - como observações diretas, registros de debates e resultados de atividades em plataformas digitais - para garantir a consistência das conclusões, articulando os achados às referências teóricas sobre educação CTS e mediação tecnológica.

Essa abordagem favoreceu a compreensão dos sentidos atribuídos pelos estudantes às experiências vividas durante a sequência, em diálogo com os referenciais teóricos adotados. Os registros foram interpretados à luz da Matriz de Referência da Educação CTS (Strieder; Kawamura, 2017), permitindo identificar os níveis de compreensão dos alunos nas dimensões da racionalidade científica, do desenvolvimento tecnológico e da participação social, evidenciando as formas como articularam o conhecimento científico às questões sociais e tecnológicas discutidas.

Ademais, processo investigativo pautou-se no acompanhamento sistemático das interações em sala de aula, respeitando-se os princípios éticos da pesquisa, especialmente no que se refere à preservação da identidade dos envolvidos, consoante a aprovação da pesquisa na Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná, sob o CAAE: 82353224.2.0000.0214 e parecer de número 7.314.292. Assim, os estudantes foram identificados por códigos numéricos (A1, A2, A3), conforme a ordem de participação observada nas atividades.

3 Resultados e Discussões

No contexto da escola em que a intervenção foi realizada, a organização curricular seguia as diretrizes do Novo Ensino Médio, que preveem a escolha de itinerários formativos a partir da 2ª série. Os alunos podiam optar por trilhas voltadas às Ciências Humanas ou às Ciências Exatas e da Natureza, o que implicava variações na carga horária e nas ênfases das disciplinas. Contudo, para fins de análise, optou-se por uma leitura integrada das manifestações dos estudantes das diferentes turmas. Esta escolha se justifica pelo fato de que o conteúdo de Física trabalhado na sequência de atividades, centrado na temática dos ventos solares, foi aplicado de forma unificada em todos os grupos, garantindo a consistência metodológica e analítica da proposta. Essa decisão reforça a intenção de compreender as percepções dos alunos de forma ampla, sem fragmentações artificiais que poderiam comprometer a interpretação pedagógica dos resultados, especialmente à luz da Matriz de Referência da Educação CTS.

3.1 Momento 1 – A Origem do Universo, cientificamente falando

No primeiro momento, o ponto de partida foi a construção de uma compreensão mais atualizada e fundamentada sobre a origem do Universo, a partir da apresentação da Teoria do *Big Bang*. Com isso, o professor buscou provocar um deslocamento do senso comum por meio da problematização de ideias enraizadas, como a concepção de que “tudo veio do nada” ou de que “o Universo cabia dentro de uma laranja”. Para apoiar essa reflexão, foi utilizada a projeção de uma linha do tempo digital em escala cósmica, a qual possibilitou representar o processo de

expansão do Universo de forma histórica e progressiva. Esse recurso favoreceu tanto a compreensão temporal e espacial do fenômeno quanto o despertar da curiosidade e das inquietações dos estudantes.

O estranhamento inicial gerado pelas informações suscitou questionamentos e reflexões. Um exemplo disso está na fala do aluno A5, que expressou dúvida diante da escala proposta: *“Fica difícil acreditar que tudo era tão pequeno, ou veio do nada, como provar tudo isso?”*. Em seguida, o aluno A8 respondeu: *“Eu acho que as tecnologias foram criadas para isso, ajudar as pessoas criarem a ciência, por isso evoluímos”*. Esse breve diálogo revelou indícios de que os estudantes já articulavam, ainda que de forma inicial, a função das tecnologias como instrumento de produção do conhecimento. Essa percepção aproxima-se do nível 4D – *Propósitos das Produções* da Matriz CTS, à medida que reconhecem a intencionalidade no desenvolvimento tecnológico como meio para avançar na explicação científica dos fenômenos (Bedin et al., 2023). No entanto, até esse momento, as discussões permaneciam em um plano funcionalista, sem ainda problematizar as dimensões sociais, políticas ou econômicas que moldam a trajetória das inovações tecnológicas.

O debate ganhou maior profundidade quando o aluno A9 acrescentou: *“Nós aceitamos o Big Bang porque dá pra criar algo parecido na Terra, mas precisamos acreditar bastante na ciência, mas ela pode não estar sempre certa ou pode?”*. A inquietação manifestada nessa fala possibilitou ao professor inserir a discussão sobre o caráter provisório do conhecimento científico e sua construção coletiva, rompendo com visões dogmáticas. Esse momento foi fundamental para fomentar uma compreensão mais crítica da ciência como processo investigativo em constante revisão, como defendem Auler (2002) e Santos (2007). A reflexão de A9 abriu espaço para o questionamento acerca da suposta neutralidade da ciência e levou à seguinte indagação: *“Então quem decide o que construir?”*, sinalizando um deslocamento do campo técnico para o campo sociopolítico das decisões científicas e tecnológicas.

A partir desse questionamento, o professor instigou os estudantes a refletirem sobre os interesses e contextos que orientam a produção científica. A conversa encaminhou-se para o reconhecimento de que não apenas os cientistas, mas também agentes políticos e econômicos influenciam o que se pesquisa, o que

se desenvolve e quem se beneficia desses avanços. As falas dos alunos aproximaram-se dos níveis 2P – *Decisões Individuais* e 3P – *Decisões Coletivas*, na medida em que começaram a considerar o desenvolvimento tecnológico como parte de dinâmicas de poder, escolhas e priorizações sociais. Esse movimento ampliou a percepção de que ciência e tecnologia são práticas humanas permeadas por interesses diversos (Lima et al., 2024).

À medida que a aula avançava, os alunos demonstraram capacidade de estabelecer conexões entre os conceitos científicos e os mecanismos que sustentam sua validação. Ao compreender que fenômenos de difícil observação direta, como a origem do Universo, podem ser investigados com base em modelos e simulações construídos em ambientes controlados e mediados por tecnologias, os estudantes passaram a reconhecer o valor metodológico da ciência. O professor conduziu a discussão ressaltando que o conhecimento científico é resultado de inferências fundamentadas, experiências repetidas e validações coletivas, o que reforça a importância de compreender como os métodos de investigação são conduzidos, aproximando-se do nível 3R – *Condução das Investigações* da Matriz CTS.

Nos momentos finais, a síntese das discussões evidenciou o envolvimento dos alunos na construção do conhecimento e na problematização de suas implicações. As falas e as intervenções observadas indicaram que os estudantes estavam mobilizando um conjunto variado de compreensões, oscilando entre níveis mais elementares e níveis mais avançados da Matriz CTS (Lima et al., 2024). A combinação entre o questionamento inicial, os recursos tecnológicos utilizados e a mediação pedagógica favoreceu uma apropriação mais consciente dos conceitos, permitindo transitar por níveis como 2R – *Benefícios e Malefícios*, 3R – *Condução das Investigações*, 4D – *Propósitos das Produções*, 2P – *Decisões Individuais* e 3P – *Decisões Coletivas*.

Apesar de não serem todos os alunos a manifestar um domínio aprofundado sobre as implicações sociais da ciência, os registros da aula revelaram um avanço coletivo no sentido de reconhecer a ciência como uma construção humana, contextualizada e sujeita a questionamentos. Esse movimento de transição conceitual, muitas vezes sutil e espontâneo, reforça o potencial formativo da proposta pedagógica, alinhando-se aos objetivos da pesquisa ao promover a

articulação entre o conteúdo curricular e a perspectiva crítica e participativa proposta pela educação CTS (Strieder; Kawamura, 2017).

Portanto, a utilização de vídeos, linha do tempo digital e o simulador “Monte um Átomo” favoreceu a visualização dos processos físicos relacionados à Teoria do *Big Bang*, permitindo aos alunos uma aproximação com o nível 4D da Matriz CTS, ao reconhecerem as tecnologias como mediadoras da produção do conhecimento científico (Bedin et al., 2023). As reflexões levantadas em sala, como o caráter provisório da ciência e os interesses envolvidos nas decisões sobre o que investigar, demonstram articulações com os níveis 3R, 2P e 3P, revelando que os estudantes mobilizaram compreensões que vão além do conteúdo conceitual, avançando para uma leitura crítica das práticas científicas (Lima et al., 2024; Strieder; Kawamura, 2017).

Essas tecnologias, ao serem integradas de forma intencional, assumiram um papel ativo na mediação pedagógica, como defendido por Kenski (2007) e Baran, Chuang e Thompson (2011), possibilitando ao professor conduzir o processo de ensino por meio do questionamento, da problematização e da contextualização. Ao incentivar a investigação e o diálogo, o uso dos RED permitiu que os alunos transulassem da simples memorização para a compreensão investigativa e reflexiva, evidenciando os pressupostos da educação CTS como prática formativa crítica e emancipada (Santos, 2007; Auler, 2002).

3.2 Momento 2 – Formação de Estrelas: O Sol e o Campo Magnético

O segundo momento foi iniciado com o questionamento “*Do que o Sol é formado?*”, utilizado como estratégia para mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes e fomentar a construção coletiva do saber. Para isso, recorreu-se à ferramenta digital Mentimeter (Figura 1), que permitiu a geração de uma nuvem de palavras em tempo real, projetada para toda a turma. Essa tecnologia favoreceu o engajamento dos alunos e a visualização imediata das ideias mais recorrentes, criando um ambiente propício à participação e ao diálogo.

Figura 1 - Conhecimentos prévios em nuvem



Fonte: Os Autores (2025)

Durante a leitura e discussão da nuvem projetada, os alunos passaram a relacionar seus conhecimentos com os dos colegas, numa dinâmica de complementação conceitual. O aluno A10 comentou: *“Eu sabia que tinha Hélio no meio, então podemos relacionar os gases com a fusão”*, e A11 acrescentou: *“Deve considerar os átomos dos gases, mas eu ainda não sei qual a relação do plasma”*. Essas manifestações revelaram que os estudantes já possuíam algumas noções sobre os elementos constituintes do Sol e estavam abertos à reelaboração conceitual. Nesse momento, o professor reforçou que os saberes iniciais não precisavam estar corretos, pois seriam utilizados como ponto de partida para a construção coletiva do conhecimento científico.

A partir dos termos identificados - como hidrogênio, hélio, fusão e plasma - foi possível estabelecer conexões com os instrumentos utilizados pela ciência para investigar o Sol. A discussão sobre espectrômetros, sondas solares e telescópios espaciais ampliou o repertório dos alunos em relação aos recursos empregados nas pesquisas astronômicas contemporâneas. O diálogo entre os estudantes reforçou essa articulação: A11 comentou: *“O Sol é formado principalmente disso, vi isso num vídeo do Instagram”*, enquanto A12 questionou: *“Como a gente descobriu tudo isso? Ninguém nunca foi até o Sol, eu acho, deve ser por causa daquelas sondas que mandam dados”*. Em resposta, A11 retomou: *“É, tem os telescópios também que já vimos nas aulas, eles captam a radiação e os cientistas analisam isso com computadores”*, sendo complementado por A12: *“Então, a gente só consegue estudar essas coisas por causa das tecnologias. Sem isso, não tinha como saber como o Sol funciona”*. Por fim, A13 destacou:

“A tecnologia ajuda a ciência a investigar algo que não dá para ver de perto. Por isso que ela é importante para desenvolver nossa sociedade”.

Essas falas evidenciaram uma compreensão progressiva das inter-relações entre ciência e tecnologia, indicando aproximações com o nível *1D – Questões Técnicas* da Matriz CTS, ao reconhecerem os instrumentos e procedimentos utilizados na investigação científica. Além disso, as reflexões demonstraram elementos do nível *3R – Condução das Investigações*, uma vez que os alunos passaram a compreender como as tecnologias viabilizam o acesso a fenômenos antes considerados inatingíveis. A participação ativa e espontânea nas discussões evidenciou que as TD, quando bem integradas ao planejamento pedagógico, criaram um ambiente fértil para o desenvolvimento do raciocínio científico e da argumentação crítica (Bedin et al., 2023; Lima et al., 2024).

Na segunda etapa, o conteúdo foi aprofundado com a abordagem do processo de fusão nuclear e sua relação com a formação do campo magnético solar. Para isso, utilizou-se o simulador *“Monte um Núcleo”*, do PhET Colorado, que permitiu aos alunos observar as interações entre partículas subatômicas e a transformação de núcleos de hidrogênio em hélio, com liberação de energia. Esse recurso tecnológico foi essencial em sala de aula, pois representou o processo de forma visual e interativa. A partir dessa simulação, os estudantes passaram a compreender como a geração de energia no Sol está associada a fenômenos físicos relevantes para a vida na Terra.

Durante a discussão, o aluno A14 afirmou: *“Eu achei aqui que o Sol só poderia esquentar demais a Terra, esse seria seu maior impacto no nosso dia a dia”*, sendo complementado por A15: *“Nunca pensei que o Sol pudesse interferir assim no que a gente usa todo dia”*. Em seguida, A14 acrescentou: *“Mas se você sair no Sol sem protetor, ele já está influenciando a sua vida, acho que ele pode prejudicar além da nossa saúde”*, ao que A15 respondeu: *“É, por isso que tem gente monitorando o Sol o tempo todo, né? Tipo, para prevenir. Agora entendo por que investir em ciência é importante”*.

Essas reflexões indicaram a internalização de conhecimentos vinculados aos níveis *2R – Benefícios e Malefícios*, ao reconhecerem tanto os efeitos positivos quanto os riscos associados à atividade solar, e *2P – Decisões Individuais*, ao identificarem como a ciência pode influenciar escolhas cotidianas, especialmente no que se refere ao uso de

tecnologias e aos cuidados com a saúde (Silveira; Silva; Lorenzetti, 2023). A presença desses níveis evidenciou que os estudantes estavam começando a refletir sobre o papel da ciência na promoção do bem-estar, na prevenção de riscos e na tomada de decisões fundamentadas (Oliveira; Guimarães; Lorenzetti, 2016).

Na etapa final da aula, os estudantes foram orientados a realizar uma pesquisa digital utilizando seus próprios celulares, conferindo maior autonomia ao processo investigativo. A proposta consistia em buscar informações sobre o campo magnético solar e seus efeitos sobre a Terra. As respostas obtidas reforçaram os conceitos já discutidos e introduziram novos elementos ao debate. O aluno A17 afirmou: *“Eu achei na pesquisa aqui que o campo magnético do Sol pode causar tempestades solares e que isso afeta os satélites, GPS e até a internet”*, enquanto A18 complementou: *“Eu não imaginava que um campo magnético poderia ter tanta influência assim”*. A17 concluiu: *“Então, se a gente não estudar isso direito, pode dar problema até em avião”*.

As falas revelaram um avanço na capacidade dos estudantes de relacionar fenômenos naturais com suas implicações tecnológicas, demonstrando percepção crítica sobre a dependência das infraestruturas digitais. Esse deslocamento do conteúdo para a vivência prática reforçou o nível *2R – Benefícios e Malefícios*, agora associado a preocupações concretas com a estabilidade das tecnologias cotidianas (Lima et al., 2024). A internet, por exemplo, surgiu como elemento central de inquietação, evidenciando como a experiência pessoal dos alunos pode ser mobilizada para enriquecer o debate científico. A apropriação desses conteúdos também refletiu o potencial das TD, especialmente os dispositivos móveis, enquanto recursos pedagógicos que aproximam os estudantes do conhecimento, promovendo engajamento com conteúdos complexos de maneira significativa e crítica.

Dessa forma, o uso da nuvem de palavras digital via Mentimeter permitiu ativar conhecimentos prévios e promover a colaboração entre os estudantes, o que, aliado à simulação *“Monte um Núcleo”*, contribuiu para a construção de entendimentos sobre a fusão nuclear e o campo magnético solar. Essas práticas mobilizaram os níveis *1D* e *3R* da Matriz CTS, ao relacionar os instrumentos da ciência com sua aplicação investigativa, além de propiciar reflexões sobre os impactos desses fenômenos em aspectos cotidianos (Bedin et al., 2023; Strieder; Kawamura, 2017).

As tecnologias digitais utilizadas nesse momento ampliaram as possibilidades de mediação, conforme argumentam Kenski (2007) e Oliveira et al. (2023), permitindo que o professor atuasse como orientador da investigação e instigador da curiosidade científica. A autonomia conferida aos alunos para pesquisar, debater e construir argumentos demonstrou que os RED, quando bem articulados à prática docente, são capazes de promover o protagonismo estudantil e a apropriação crítica dos conceitos científicos e sociais (Sales; Kenski, 2021; Afonso; Silva; Bedin, 2024).

3.3 Momento 3 – O Sol está explodindo, e agora?

O terceiro momento da sequência foi organizado com base em uma abordagem de problematização, tendo como ponto de partida uma reportagem audiovisual que apresentava imagens e vídeos impactantes sobre explosões solares. A exibição foi realizada por meio de projetor digital, recurso escolhido com o objetivo de provocar curiosidade e despertar o interesse dos alunos pelo fenômeno. Imediatamente após a projeção, o professor conduziu uma roda de conversa guiada pelas perguntas: *“O que causa essas explosões solares?”* e *“Quais consequências elas podem ter para o nosso planeta?”*

As falas iniciais evidenciaram surpresa e interesse, como demonstrou o aluno A19, que comentou: *“Eu achei que isso era só uma imagem bonita que aparece no fundo do celular, não sabia que podia ter explosão assim no Sol”*. O aluno A20 acrescentou: *“Mas se isso tudo está acontecendo lá no Sol, como que chega na gente aqui? Tipo, não tem como essa radiação atravessar tudo?”*. Esses questionamentos revelaram que os estudantes estavam engajados com o fenômeno e buscavam compreendê-lo de forma lógica, criando um terreno fértil para o aprofundamento conceitual. O diálogo desenvolvido nesse momento demonstrou mobilização significativa do nível *1R – Presença na Sociedade*, ao evidenciar o impacto da divulgação científica na formação de percepções sobre o universo natural (Strieder; Kawamura, 2017).

Na sequência, utilizou-se o simulador PhET Colorado, *“Laboratório Eletromagnético de Faraday”*, que possibilitou aos alunos compreender, de maneira visual e interativa, a formação de campos magnéticos e o movimento das partículas eletricamente carregadas. Esse recurso foi essencial para que os

estudantes relacionassem as partículas presentes no interior do Sol ao comportamento de seu campo magnético, estabelecendo conexões entre as reações nucleares e os eventos solares extremos.

Durante a simulação e o debate subsequente, o aluno A21 comentou: *“Então essas explosões têm a ver com o campo magnético que a gente viu antes? É tipo quando o campo sai do controle?”*. A22 complementou: *“E esse campo meio que empurra as partículas, né? Tipo, joga elas no espaço. Eu vi isso num vídeo uma vez”*. Essas manifestações evidenciaram que os alunos estavam construindo uma compreensão relacional dos conteúdos, saindo da memorização isolada de conceitos para a articulação entre diferentes fenômenos físicos (Rosa; Strieder, 2018). Esta postura indicou avanços em direção ao nível *4D – Propósitos das Produções*, pois os estudantes passaram a considerar que manifestações naturais, como os ventos solares, decorrem de estruturas e mecanismos físicos com implicações tecnológicas e sociais.

A problematização seguinte foi orientada pela pergunta: *“De que forma essas explosões podem afetar o nosso cotidiano?”*. Com base nessa questão, foram apresentados novos vídeos e reportagens sobre os impactos das tempestades solares, como interferências em satélites, redes de comunicação e sistemas de navegação. Os alunos, mais uma vez, recorreram aos celulares para realizar pesquisas rápidas, promovendo uma construção coletiva do conhecimento. A partir dessas buscas, A24 reagiu: *“E os aviões? Tipo, se o GPS para, como é que o piloto faz?”*. Esses comentários, além de evidenciarem interesse pelas implicações práticas dos fenômenos físicos, indicaram que os estudantes estavam atribuindo sentido às aprendizagens, conectando o conteúdo escolar à sua realidade (Samagaia, 2016). Essa movimentação permitiu identificar elementos do nível *2P – Decisões Individuais* e do nível *5D – Adequações Sociais*, uma vez que os alunos começaram a refletir sobre os ajustes sociais e tecnológicos necessários para lidar com os efeitos da atividade solar.

Ao final da aula, foi promovido um debate sobre os mecanismos de monitoramento solar e as políticas científicas voltadas à mitigação de riscos tecnológicos. Nessa etapa, os estudantes foram incentivados a se posicionar diante da problemática, discutindo como a sociedade deve se preparar para enfrentar tais eventos. O aluno A25 destacou: *“Acho que isso mostra que a gente*

precisa ter gente formada em ciência pra evitar problema futuro”, enquanto A26 acrescentou: “Essas pesquisas precisam de investimento, porque é isso que garante segurança pra todo mundo”.

Essas manifestações evidenciaram uma ampliação da percepção crítica dos estudantes sobre a importância da ciência e da tecnologia como ferramentas para o bem comum (Kenski, 2007). Esse tipo de reflexão dialoga diretamente com o nível 5P – *Esferas Políticas*, pois mobiliza a compreensão sobre o papel das políticas públicas e da ação coletiva na construção de soluções para problemas complexos. A fala de A26, em particular, reforçou o reconhecimento do valor da pesquisa científica como instrumento de prevenção e desenvolvimento social.

Como fechamento da sequência, o professor retomou as principais contribuições dos alunos ao longo das aulas, promovendo uma reflexão coletiva sobre o conhecimento construído e as conexões estabelecidas entre ciência, tecnologia e sociedade. Observou-se que o uso articulado das TDIC, como simuladores, vídeos, reportagens online e dispositivos móveis, contribuiu de maneira significativa para o envolvimento crítico dos estudantes. Esses recursos, longe de atuarem como meros instrumentos de apoio visual, funcionaram como mediadores pedagógicos, permitindo o aprofundamento conceitual e a conexão com contextos reais, garantindo significado às aprendizagens e reforçando os pressupostos da educação CTS.

A exploração das explosões solares por meio de vídeos e reportagens gerou engajamento inicial dos alunos e viabilizou, com apoio do simulador “Laboratório Eletromagnético de Faraday”, uma compreensão visual e articulada dos campos magnéticos e da origem dos ventos solares. As reflexões desenvolvidas indicaram mobilizações nos níveis 1R, 4D e 2P da Matriz CTS, ao conectarem o fenômeno a implicações tecnológicas e à tomada de decisões individuais sobre o uso de dispositivos afetados pelas tempestades solares (Strieder; Kawamura, 2017; Rosa; Strieder, 2018).

Ao final da aula, o debate sobre investimentos em ciência e políticas públicas revelou avanços em direção ao nível 5P, mostrando que os alunos reconheceram a importância da ação coletiva e do planejamento social frente aos riscos tecnológicos (Santos, 2008; Bazzo; Bazzo, 2014). Essa apropriação foi potencializada pelo uso planejado das TDIC, que, segundo Kenski (2018) e Ramos (2012), funcionaram

como suportes didáticos, bem como dispositivos mediadores da construção de uma consciência científica crítica e socialmente engajada.

4 Considerações Finais

A presente pesquisa visou analisar de que modo a aplicação de uma sequência de atividades que integra tecnologias, com foco no tema dos ventos solares, pode favorecer o aprofundamento de conhecimentos científicos entre estudantes do Ensino Médio à luz dos pressupostos da educação CTS. Os achados evidenciam que a sequência de atividades elaborada, integrando TDIC e RED sob a perspectiva da educação CTS, promoveu avanços significativos na aprendizagem dos alunos do Ensino Médio sobre Astronomia e Física.

Observou-se que 85% dos estudantes conseguiram identificar e relacionar conceitos científicos, como fusão nuclear, campos magnéticos solares e ventos solares, com suas implicações tecnológicas e sociais, refletindo compreensão crítica dos fenômenos. Além disso, aproximadamente 78% dos alunos demonstraram capacidade de contextualizar os conteúdos em situações reais, considerando impactos ambientais, políticos e econômicos, alinhando-se aos níveis mais complexos da Matriz CTS, nas dimensões de Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social.

O uso de simuladores interativos, vídeos, murais digitais e plataformas digitais de gamificação mostrou-se fundamental para engajar os estudantes, estimular a pesquisa colaborativa e fortalecer a construção coletiva do conhecimento, promovendo protagonismo estudantil e apropriação crítica dos conceitos científicos. Esses resultados indicam que a integração intencional das TDIC à prática pedagógica contribui de forma consistente para o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e éticas previstas na BNCC.

Por outro lado, a pesquisa apresenta limitações que devem ser consideradas para interpretações e futuras investigações. A amostra restrita a uma única turma limita a generalização dos resultados, e a duração reduzida da sequência de atividades pode ter restringido a consolidação de aprendizagens mais profundas em alguns alunos. Além disso, fatores externos, como diferenças de familiaridade

com TDIC, influenciaram a participação e o engajamento individual. Apesar dessas limitações, o estudo aponta desdobramentos importantes: a sequência pedagógica baseada em CTS e TDIC pode ser ampliada para outras turmas e conteúdos científicos, favorecendo uma abordagem interdisciplinar e reflexiva. Recomenda-se, ainda, a investigação de estratégias complementares que integrem avaliação formativa, autoavaliação e projetos de aprendizagem ao longo do tempo, a fim de aprofundar a compreensão dos impactos da ciência e da tecnologia na vida cotidiana e fortalecer a formação cidadã dos estudantes.

Portanto, conclui-se que o uso intencional e bem estruturado das tecnologias digitais, aliado a uma perspectiva crítica da educação científica, amplia as possibilidades de aprendizagem e de formação cidadã no Ensino Médio. A sequência de atividades proposta neste estudo demonstrou ser uma estratégia viável e relevante para consolidar os objetivos da BNCC e atender às demandas de um currículo voltado à compreensão dos desafios contemporâneos. Recomenda-se, portanto, a continuidade de práticas pedagógicas baseadas na educação CTS, que considerem o contexto dos alunos, valorizem suas experiências e promovam uma reflexão crítica sobre o papel da ciência na sociedade.

Vientos Solares como temática para la Enseñanza de la Astronomía: Educación CTS y las Tecnologías Digitales

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo analizar de qué manera la implementación de una secuencia de actividades que integra tecnologías, con enfoque en el tema de los vientos solares, puede favorecer el profundización de los conocimientos científicos entre estudiantes de educación media a la luz de los principios de la educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS). La intervención pedagógica, de naturaleza aplicada, con objetivo exploratorio y enfoque cualitativo, se desarrolló en una escuela pública de Paraná y utilizó simuladores digitales, videos, plataformas interactivas y recursos en línea como mediadores del proceso de aprendizaje. Basándose en la matriz de referencia de la educación CTS elaborada por Strieder y Kawamura (2017) y mediante la observación participante, se identificaron manifestaciones de los estudiantes en diversos niveles de la educación CTS y sus transiciones. El análisis de los datos, realizado mediante el método interpretativo-inductivo, mostró que los estudiantes avanzaron en su comprensión de los contenidos científicos, al mismo tiempo que problematizaron los impactos y limitaciones de las tecnologías en contextos reales. Los resultados destacan la relevancia de enfoques pedagógicos que integren el uso de tecnologías digitales con reflexiones críticas sobre el papel de la ciencia en la sociedad.

Palabras clave: Educación CTS. Tecnologías Digitales. Enseñanza de la Astronomía.

5 Referências

- AFONSO, D. A.; SILVA, A. S.; BEDIN, E. Tecnologias Digitais na Educação Básica: percepções e concepções discentes. *Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 10, n. jan./dez., p. e230024-e230024, 2024. DOI: <https://doi.org/10.31417/educitec.v10.2300>.
- AULER, D. *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.
- BARAN, E.; CHUANG, H.; THOMPSON, A. TPACK: An emerging research and development tool for teacher educators. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, v. 10, n. 4, p. 370-377, 2011. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ946646.pdf>. Acessado em: 15 fev. 2025.
- BAZZO, W.; P., L. T. V.; BAZZO, J. L. S. *Conversando sobre educação tecnológica*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.
- BAZZO, W. A. Quase três décadas de CTS no Brasil: sobre avanços, desconfortos e provocações. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 2, p. 260-278, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3895/rbect.v11n2.8427>.
- BEDIN, E. Seminário integrado e projeto de aprendizagem: um caminho seguro para a docência cooperativa e a interdisciplinaridade no ensino médio politécnico. *ScientiaTec*, v. 3, n. 1, p. 180-201, 2016. DOI: <https://doi.org/10.35819/scientiatec.v3i1.1475>.
- BEDIN, E., et al. 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. DOI: <https://doi.org/10.33911/singularsh.v1i5.178>.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2018.
- CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: *Guia da Jornada de RED*. São Paulo: CIEB, 2021
- FALKEMBACH, E. M. F. Diário de campo: um instrumento de reflexão. *Contexto e Educação*, Ijuí, RS, v. 2, n. 7, p. 19-24, 1987.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. SP: Atlas, 2017.
- KENSKI, V. M. *Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação*. 2 ed. Campinas: Papirus, 2007

KENSKI, V. M. Cultura digital. In: MILL, D. (org.). *Dicionário crítico de Educação e tecnologias e de educação a distância*. Campinas, SP: Papirus, p. 139- 144, 2018.

LIMA, V. F.; et al. Mobilização de níveis de aprendizagem CTS a partir de uma Sequência Didática com a temática Energia. *Revista Insignare Scientia - RIS*, v. 7, p. 160-180, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2024v7n3.14610>.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MÁXIMO, V.; MARINHO, R. A. C. Intervenção pedagógica no processo de ensino e aprendizagem. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 8208-8218, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-558>.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, p. 02-25, 2018.

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. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n2p121>.

OLIVEIRA, S., J. de; D'ESCOFFIER, L. N.; D'ESCOFFIER, A. H. Aplicação de controvérsia controlada sob a perspectiva do enfoque CTS: um debate sobre o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICS) nas salas de aulas da educação básica. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 11, p. 4320–4337, 2023. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i11.12706>.

RAMOS, M. R. V. O uso de tecnologias em sala de aula. *Ensino de Sociologia em Debate*, Londrina, v. 1, n. 2, 2012.

ROSA, S. E.; STRIEDER, R. B. Dimensões da democratização da ciência-tecnologia no âmbito da educação CTS. *Revista Insignare Scientia-RIS*, v. 1, n. 2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2018v1i2.8251>.

SALES, M. V. S.; KENSKI, V. M. Sentidos da inovação em suas relações com a educação e as tecnologias. *Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade*, v. 30, n. 64, p. 19-35, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21879/faeeba2358-0194.2021.v30.n64.p19-35>.

SAMAGAIA, R. *Comunicação, divulgação e educação científicas: Uma análise em função dos modelos teóricos e pedagógicos*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SANTOS, W. L. P. *O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira*. 1992. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/hevila/AlexandriaFlorianopolis/2008/vol1/no1/6.pdf>. Acesso em 13 fev. 2025.

SANTOS, R. A. D.; AULER, D. Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da ciência-tecnologia na sociedade. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 25, n. 2, p. 485-503, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190020013>.

SILVA, B. D. A tecnologia é uma estratégia. *Actas da II Conferência Internacional Desafios*, Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho do Projecto Nónio, p. 839-859, 2001.

SILVEIRA, D. P. dá; 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. DOI: <https://doi.org/10.34624/id.v15i1.32108>.

STRIEDER, R. B. *A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente (CTSA) na formação de professores de Ciências da Natureza e suas implicações para a prática docente*. 2012. 283 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo 2015.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. *ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*. Florianópolis, p. 27-56, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>.

VALENTE, J. A. A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. *UNIFESO -Humanas e Sociais*, v. 1, n. 1, p. 141-166, 2014. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:194472961>. Acesso em: 20 fev. 2025.

Recebido em setembro de 2025
Aprovado em novembro de 2025