

QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA: ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

SOCIOSCIENTIFIC ISSUES FOR TEACHING THERMODYNAMICS: DEVELOPMENT OF A DIDACTIC SEQUENCE PROMOTING SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL LITERACY

CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA: ELABORACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA CON LA PROMOCIÓN DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Patrick Landal Athayde¹

Secretaria Estadual de Educação do Paraná (SEED)

João Amadeus Pereira Alves²

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Resumo

Este estudo investiga a validade de uma proposta de ensino com enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) usando questões sociocientíficas (QSC) para promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). A pesquisa qualitativa foi realizada em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública em Curitiba, Paraná, totalizando doze horas-aula em doze encontros, de setembro a novembro. A questão de pesquisa foi: Quais as potencialidades e adversidades de uma estratégia de ensino com enfoque CTSA para o ensino da termodinâmica, usando QSCs, visando a ACT? O objetivo foi analisar essas potencialidades e adversidades, com ênfase na energia térmica. Os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas e gravações dos encontros. Os participantes elaboraram mapas conceituais baseados em QSCs, que serviram de base para um jogo pedagógico de quebra-cabeças. A análise dos dados seguiu a metodologia de Laurence Bardin. A proposta visou aumentar a argumentação dos alunos, conduzindo-os a compreender conceitos de Física por meio de QSCs focadas na energia térmica, discutindo a importância da energia, termelétricas, impactos ambientais, a crise na Ucrânia e alternativas energéticas. O produto educacional resultante foi uma sequência didática para promover a ACT. Os dados indicam que essa sequência contribuiu para o desenvolvimento de habilidades como análise, síntese, comparação e percepção de relações espaciais, além de ensinar os alunos a

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Professor da rede pública estadual do Paraná. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2183840712805243> Email: patrick.athayde@escola.pr.gov.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1681-1161?lang=pt>

² Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho, Brasil(2010). Professor de Ensino Superior - Adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/9309644410209595> joaoalves@utfpr.edu.br <https://orcid.org/0000-0002-1850-0260>

concluir atividades. Isso resultou em maior dinamismo na assimilação do conhecimento, alinhado à ACT e à compreensão do mundo, permitindo escolhas mais conscientes.

Palavras-chave: Termodinâmica; Ensino; Aprendizagem; Física.

Abstract

This study investigates the validity of a teaching proposal with a Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach using socioscientific issues (SSI) to promote Scientific and Technological Literacy (STL). The qualitative research was conducted with a 2nd-year high school class at a public school in Curitiba, Paraná, totaling twelve class hours over twelve meetings from September to November. The research question was: What are the potentialities and adversities of a STSE-focused teaching strategy for teaching thermodynamics using SSIs, aiming at STL? The objective was to analyze these potentialities and adversities, with an emphasis on thermal energy. Data were collected through semi-structured interviews and recordings of the meetings. Participants created conceptual maps based on SSIs, which served as the basis for a pedagogical puzzle game. Data analysis followed Laurence Bardin's methodology. The proposal aimed to enhance students' argumentation skills, guiding them to understand Physics concepts through SSIs focused on thermal energy, discussing the importance of energy, thermoelectric plants, environmental impacts, the Ukraine crisis, and alternative energy sources. The resulting educational product was a didactic sequence to promote STL. The data indicate that this sequence contributed to the development of skills such as analysis, synthesis, comparison, and spatial relationship perception, as well as teaching students to complete activities. This resulted in greater dynamism in knowledge assimilation, aligned with STL and understanding the world, enabling more conscious choices.

Keywords: Thermodynamics; learning; teaching; physics.

Resumen

Este estudio investiga la validez de una propuesta de enseñanza con un enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente (CTSMA) utilizando cuestiones sociocientíficas (CSC) para promover la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT). La investigación cualitativa se realizó con una clase de 2º año de secundaria en una escuela pública de Curitiba, Paraná, totalizando doce horas de clase en doce encuentros de septiembre a noviembre. La pregunta de investigación fue: ¿Cuáles son las potencialidades y adversidades de una estrategia de enseñanza centrada en CTSA para la enseñanza de la termodinámica utilizando CSC, con vistas a la ACT? El objetivo fue analizar estas potencialidades y adversidades, con énfasis en la energía térmica. Los datos se recolectaron mediante entrevistas semiestructuradas y grabaciones de los encuentros. Los participantes crearon mapas conceptuales basados en CSE, que sirvieron como base para un juego de rompecabezas pedagógico. El análisis de los datos siguió la metodología de Laurence Bardin. La propuesta tuvo como objetivo potenciar las habilidades de argumentación de los estudiantes, guiándolos a la comprensión de conceptos de Física a través de CSC enfocados en energía térmica, discutiendo la importancia de la energía, las plantas termoeléctricas, los impactos ambientales, la crisis de Ucrania y las fuentes de energía alternativas. El producto educativo resultante fue una secuencia didáctica para promover ACT. Los datos indican que esta secuencia contribuyó al desarrollo de habilidades como análisis, síntesis, comparación y percepción de relaciones espaciales, además de enseñar a los estudiantes a completar actividades. Esto resultó en un mayor dinamismo en la asimilación de conocimientos, alineados con ACT y la comprensión del mundo, lo que permite elecciones más conscientes.

Palabras clave: Termodinámica; aprendizaje; enseñanza; física.

INTRODUÇÃO

A dificuldade na busca de metodologias de ensino de Física, de modo que nas aulas se desperte o interesse no educando em buscar o conhecimento ao invés de ter a avaliação como única motivação educacional caracteriza um dos inúmeros desafios de educadores em sua prática docente (Marchiore; Alencar, 2009). No processo de construção do



conhecimento com os alunos, surge um conflito entre abordagens pedagógicas diversificadas e a memorização mecânica de conteúdos, resultando na exclusão do educando do processo educativo e prejudicando a compreensão dos conceitos (Veiga, 2014; Silva, 2018).

Propor a adoção de novas estratégias pedagógicas e introduzir mudanças significativas no processo metodológico dos docentes estão entre os desafios enfrentados pelos pesquisadores no campo educacional (Gabriel, 2001; Chevellard, 2013).

Quanto à metodologia posta, os professores se mostram e atuam como depositários de conteúdos a alunos idealizados como receptores, o que Paulo Freire denominou como pertencente a uma educação bancária. Para Freire (1987), no método bancário, os educandos são apenas responsáveis por receberem os depósitos de informações que são inseridas pelos professores a fim de guardá-los e arquivá-los. Assim, o professor atua como transmissor do conhecimento, conferindo ao aluno a responsabilidade de compreender como aplicá-lo dentro e fora da escola (Kauark; Silva, 2008).

Vislumbrando a possibilidade de um ensino com criticidade, que traga ao aluno a importância das ciências em seu cotidiano, percebe-se que a prática docente poderia ser enriquecida adotando metodologias que trouxessem as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), tornando a aula mais atrativa dentro do contexto dos estudantes que assistem às minhas aulas. Aliado a isso, percebe-se que os alunos são facilmente atraídos pela tecnologia e o que ela representa, contudo, associam as informações em veículos de mídia com a verdade, sem a devida verificação, apresentando certa falta de letramento científico. Ayala (1996, p. 1) nos apresenta que o letramento científico pode ser entendido como:

[...] um trabalho diário de conhecimento da ciência, é tão necessário quanto a leitura e a escrita (letramento, no sentido geralmente entendido) para um modo de vida satisfatório no mundo moderno. Eu desejo sustentar que o letramento científico é necessário para que haja uma força de trabalho competente, para o bem-estar econômico e saudável do tecido social e de cada pessoa, e para o exercício da democracia participativa.

Uma alternativa como atividade a ser desenvolvida em aula para o estudo da energia térmica em termodinâmica, dentro de uma educação voltada à abordagem das relações CTSA, com vistas à Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), está no uso de questões sociocientíficas (QSC), que envolvem o uso deliberado de tópicos científicos que exigem que os alunos participem de diálogo, discussão e debate. Geralmente, essas questões são controversas e requerem um grau de raciocínio moral ou a avaliação de preocupações



éticas no processo de chegar a decisões sobre a sua possível resolução. O objetivo é que tais questões sejam pessoalmente significativas e envolventes para os alunos, que exijam o uso de raciocínio baseado em evidências e que forneçam um contexto para entender informações científicas (Zeidler; Nichols, 2009).

Uma possibilidade de abordagem do ensino da termodinâmica consiste na exploração de uma metodologia voltada para a abordagem de relações CTSA. Essa metodologia integra aspectos éticos, sociais e ambientais no ensino de ciências e tecnologia, visando ampliar a compreensão dos alunos sobre o impacto dos avanços científicos e tecnológicos na sociedade e no meio ambiente. Além disso, busca desenvolver habilidades de pensamento crítico, raciocínio ético e um senso de responsabilidade social nos estudantes (Pedretti, 2003).

Portanto, as QSCs são questões que envolvem a interseção entre ciência e sociedade, exigindo que os alunos considerem não apenas os aspectos científicos de um problema, mas também suas implicações éticas, morais e sociais. Essas questões desafiam os alunos a pensar criticamente, avaliar evidências, considerar diferentes perspectivas e tomar decisões informadas com base em informações científicas e considerações éticas (Pedretti, 2003), levando o estudante à reflexão para a construção de uma opinião crítica, bem como a lidar com informações e divulgações científicas nos veículos midiáticos, que diversas vezes expressam a opinião dos seus proprietários ou o interesse de determinados grupos, que dispensam a entrada na Ciência.

Entre as principais adversidades enfrentadas pelos profissionais de ensino da disciplina de Física, segundo Moreira (2020), estão a aprendizagem mecânica, que o ensino é modelado para ensinar o aluno sempre as respostas certas, menosprezando as oportunidades de aprendizagem com o erro, o desenvolvimento de competências científicas e o espaço para a dialogicidade. Dessa forma, estariam minando o interesse do estudante, o que leva a se pensar na necessidade novas metodologias e abordagens pedagógicas.

A presente pesquisa foi desenvolvida no contexto de sala de aula de uma turma de segundo ano do Ensino Médio, acerca da temática termodinâmica. Com isso, envolveu principalmente o funcionamento das usinas térmicas e processos de conversão de energia, haja vista que a compreensão do conceito de energia, das suas aplicações e implicações constitui tema central na unidade temática “Matéria e Energia”, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi de analisar as potencialidades e adversidades decorrentes da proposição de uma sequência didática (Santos *et al.*, 2024)



com desenvolvimento de QSCs para o ensino da termodinâmica, tendo como com ênfase a energia térmica, com vistas à ACT. Percebe-se a relevância desta pesquisa visto que, no cenário energético brasileiro, por exemplo, o acionamento das usinas termelétricas para suprir a demanda nacional tem levado ao debate da utilização deste recurso e os danos ao meio ambiente. No cenário mundial, por sua vez, a Guerra na Ucrânia tem implicado em sanções econômicas, como o encerramento do fornecimento do gás russo às nações pertencentes à Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) e a reativação das usinas movidas a carvão por estes países. Uma das problemáticas envolvidas no uso da energia térmica está no impacto ambiental, o que leva a necessidade de uma reflexão de como a ciência e a tecnologia influenciam nas relações entre sociedade e ambiente.

Entende-se que estamos vivenciando tempos de escassez de recursos naturais e degradação do ambiente. Isso tem levado a uma crise energética, que tem como reflexos o encarecimento da energia, acionamento de usinas termelétricas, o desenvolvimento no avanço da utilização de novas tecnologias, o que, por sua vez, influencia no ciclo econômico (Neves, 2021; Xu; Singh, 2021).

É relevante aos alunos do Ensino Médio a conscientização da energia térmica enquanto recurso não renovável, haja vista que, nesta etapa da formação do indivíduo, estes já são capazes de fazer escolhas e desenvolver certa criticidade acerca do tema dentro de sua maturidade cognitiva (Piaget, 1973). Tal capacidade de decisão vai ao encontro de um dos objetivos da Alfabetização Científica e Tecnológica do indivíduo, que se relaciona à ideia da democratização da ciência e tecnologia como pré-requisito para o exercício da cidadania e da democracia (Auler; Delizoicov, 2001).

A partir da pesquisa, foi proposto como produto educacional, uma sequência didática intitulada *Estratégias Voltadas às Questões Sociocientíficas para o Ensino de Termodinâmica: Sequência Didática com a Promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica*. Com isso, buscam-se trazer possibilidades de estratégias para o ensino do conteúdo energia térmica a partir do contexto da usina termelétrica, fazendo uso de materiais de apoio como artigos, textos jornalísticos, vídeos, debates e desenvolvimento de materiais, o que possibilitaria ao professor desenvolver sua proposta de ensino, plano de aula, plano de ação, dentro da temática proposta.

As atividades nessa proposta culminam no desenvolvimento de um jogo pedagógico de quebra-cabeças, usando como plano de fundo as atividades desenvolvidas pelos alunos durante as etapas da pesquisa, bem como as redes conceituais elaboradas pelos alunos como ferramenta metodológica.



A utilização de tais redes conceituais promove um concatenamento de ideias, permitindo ao estudante desenvolver uma relação entre conteúdos que favorece na compreensão de conceitos, além de funcionar como estratégia de ensino e avaliação aos professores. As redes conceituais se baseiam na Teoria de Grafos, descrita por Schvaneveldt, Dearholt e Durso (1988) que, de modo geral, descreve como as conexões entre conceitos são feitas a partir de uma estrutura gráfica que remete a uma rede, na qual é atribuído um valor a cada conceito, seja por relevância, por aparição ou por significância no contexto trabalhado (Clariana, 2010). Além disso, as redes conceituais, aliadas a questões sociocientíficas, podem conduzir o aprendiz à reflexão crítica sobre o tema e, como suas reflexões e pensamentos sobre o assunto podem influenciar em suas escolhas futuras, permitem o desenvolvimento de um cidadão crítico e consciente (Ratcliffe; Grace, 2003).

METODOLOGIA

A pesquisa de natureza Mestrado Profissional adotou uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório, tendo sido aprovada junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade mantenedora do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu*. A abordagem da pesquisa e os instrumentos de constituição de dados são sustentados por Oliveira (2012), para quem a pesquisa qualitativa é caracterizada como um processo reflexivo e que envolve a análise da realidade por meio de métodos e técnicas em busca de uma compreensão do objeto de estudo. Nesta abordagem, o pesquisador é o responsável por obter uma visão geral do estudo, considerando a interação cotidiana dos envolvidos.

Por sua vez, o caráter exploratório desta pesquisa está no fato de que o objetivo inicial está na descrição de hipóteses e levantamento de dados. Segundo Gil (2002, p. 41), as pesquisas de cunho exploratório:

[...] têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. [...] Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que *estimulem a compreensão*.

Essa escolha metodológica permitiu uma compreensão aprofundada da proposta em estudo, ao mesmo tempo em que possibilitou a intervenção direta na prática pedagógica para investigar os efeitos da estratégia de ensino sugerida com consequente



desenvolvimento de redes conceituais, a partir das QSCs, e a utilização destes para a construção de um jogo de quebra-cabeças. Por sua vez, a geração de dados ocorreu por meio de questionário escrito, gravações de áudio e produção de materiais e registros escritos. Para a apreciação dos dados, utilizou-se a base metodológica de Bardin (1977), denominada Análise de Conteúdo (AC). Para a seleção dos materiais foi necessário atentar-se a relevância do que foi apresentado durante as atividades, pois foram vários episódios de descaso com a atividade por parte de alguns participantes. Feita esta seleção, foi possível elencar as falas dos participantes em temas, conforme o Quadro 1, apresentado a seguir.

Quadro 1 - Temas de pesquisa

Temas	Observações sobre os agrupamentos
Energia e Fontes de Energia	Relatos sobre o conceito de energia, fontes e utilização de energias.
Discussão de Conceitos	Reflexões acerca dos conceitos de Física Térmica sobre o contexto atual ou relacionado à interdisciplinaridade
Meio ambiente	Percepções sobre o meio ambiente quanto ao uso da energia
Sociedade	Para este tema levou-se em conta as observações dos participantes acerca da sociedade em que vivem
Desenvolvimento Socioeconômico	Observações sobre a influência da matriz energética no desenvolvimento da sociedade e da economia
Saúde Pública	Reflexões dos alunos sobre a relação entre saúde e energia
Insegurança	Relatos a respeito dos perigos e riscos do uso da energia térmica e outros tipos de energia

Fonte: Autoria própria (2024)

A partir destes temas, as falas foram categorizadas, quanto à relevância dos materiais produzidos, foi levada em conta a coerência do que fora produzido pelos participantes e as discussões apresentadas, pois parte do material produzido pelos participantes iriam compor o jogo proposto como uma possível atividade, conforme apresentado no Produto Educacional. Então, além da coerência conceitual, foi necessário considerar parâmetros estéticos, a fim de se obter a melhor jogabilidade possível. O Quadro 2, apresenta as dinâmicas realizadas em cada um dos encontros propostos:



Quadro 2 - Relação de atividades executadas nos encontros (aulas)

Encontros (aulas)	Atividades
1º e 2º	Aplicação do questionário com todos os trinta e cinco alunos da turma do segundo ano do Ensino Médio, cujo objetivo consistiu em investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre energia e energia térmica.
3º e 4º	Descrição e confecção de Mapas Conceituais. Foi explicado aos participantes sobre mapas conceituais, como descrevê-los, leitura e montagem. Para tanto, foram utilizados conceitos de termologia como temperatura, calor, transmissão de calor e fenômenos térmicos, de modo que os alunos sejam capazes de montar seus próprios mapas.
5º, 6º e 7º	Leitura do texto “A energia no decorrer da evolução humana: da pré-história à sociedade contemporânea” (Silva; Silva; Fernandes, 2021) e debate sobre a importância da energia e sua geração para a humanidade, enfatizando o uso da energia térmica, finalizando com elaboração de mapas conceituais sobre a visão dos alunos a respeito do texto e o debate proposto.
8º e 9º	Pesquisa na internet, pelos alunos, sobre notícias que envolvam o uso de energia térmica. Foram selecionadas aquelas que permitam o debate sobre a utilização e geração desta energia. O critério de seleção destas notícias está na relevância com os conteúdos energia térmica, termologia e termodinâmica, além da temporalidade dos artigos e relação com o cotidiano.
10º e 11º	A partir dos mapas conceituais criados nos encontros anteriores, foi elaborado um jogo pedagógico de quebra-cabeças em ambiente virtual, onde os alunos tiveram que utilizar seus conhecimentos adquiridos no decorrer dos encontros para avaliar sua jogabilidade.
12º	Fechamento da atividade proposta com a captação das percepções dos alunos sobre a dinâmica, os conceitos e conteúdos envolvidos na proposta, em forma de gravação de áudio, e como influenciou no pensamento e considerações dos alunos sobre a utilização e geração de energia térmica.

Fonte: Autoria própria (2024)

No primeiro e segundo encontros, os participantes foram convidados a responder questões sobre energia e energia térmica, sendo esclarecidas dúvidas sobre cada pergunta, utilizando-se de slides para melhor atender aos alunos e a gestão de recursos necessários para tal. Para finalizar a atividade, foram utilizados vídeos norteadores da discussão proposta. As questões foram elaboradas pensando em compreender qual a compreensão dos alunos sobre o conceito de energia, discutido com os estudantes desde o sexto ano do ensino fundamental (Paraná, 2021), dentro do currículo de ciências no compêndio de *Matéria e Energia*.

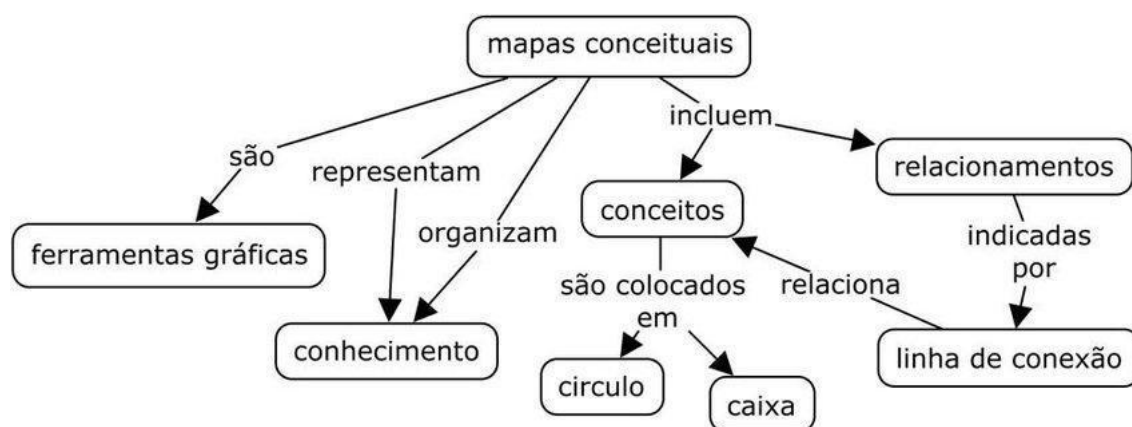
Após tal atividade, os participantes foram orientados quanto aos conceitos de questões sociocientíficas, do que se tratavam, de qual sua importância nas próximas atividades e como estas seriam influentes nas próximas etapas. Outro ponto de destaque na atividade consistiu na abordagem de relações CTSA, explicando aos participantes quais eram as implicações do conhecimento científico adquirido na escola na compreensão de



sua realidade, enquanto agente social, e desta com a sociedade como um todo e o ambiente que o rodeia.

Nos terceiro e quarto encontros, o conceito de mapa conceitual foi apresentado aos alunos, bem como a sua importância, significado e como fazer, de acordo com o que fora proposto por Novak e Canãs (2010), na Figura 1. Foi exposta aos alunos a seguinte imagem para descrever o que são mapas conceituais.

Figura 1 - Mapas Conceituais



Fonte: Novak e Cañas (2010)

Após isto, no quinto, sexto e sétimo encontros, realizou-se a leitura e discussão do texto *A energia no decorrer da evolução humana: da pré-história à sociedade contemporânea* (Silva; Silva; Fernandes, 2021). Tal tempo foi determinado para esta atividade, pois foi percebido que alguns alunos apresentaram dificuldades de leitura e interpretação, o que exigiu do uso de dicionários e consulta a materiais externos (a saber, o livro didático e sites especializados) para que pudessem discutir as ideias do texto em grupos pequenos e, em seguida, em um debate amplo entre o grupo maior de alunos sobre suas percepções acerca da leitura proposta, que a princípio discorria sobre a evolução da energia, seu conceito e utilização desta como ferramenta motriz para o desenvolvimento das civilizações. Houve diversos momentos de conversões e divergências de ideias a tal ponto que em certa altura, houve necessidade da intervenção do professor-pesquisador para que os participantes não dissipassem suas discussões para assuntos distintos do que fora proposto para a atividade.

Nos oitavo e nono encontros foram utilizados uma seleção de artigos e textos jornalísticos com ênfase nas Questões Sociocientíficas envolvendo conceitos de Física



Térmica. A partir da seleção destes artigos, propõe-se a leitura e uma roda de conversa sobre os textos selecionados e, nessa atividade, foi proposto aos alunos que elaborassem seus mapas conceituais sobre a temática energia térmica e sua visão a partir da leitura de textos jornalísticos. Durante esses encontros, os alunos foram orientados quanto ao *modus operandi* da pesquisa. Isto é, dentro do que foi proposto nos encontros anteriores, os mesmos deveriam recorrer à internet para pesquisar notícias dos diversos veículos de mídia (como, por exemplo, sites de notícias e redes sociais), além de terem sido orientados quanto a necessidade em verificar se tal notícia possui fontes verídicas.

A proposta inicial era que os mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos se tornassem figuras e parte de um jogo de quebra-cabeças que foi desenvolvido para essa pesquisa, tendo sido instalado nos computadores do laboratório de informática da escola, de modo que os alunos foram convidados a jogar e trazer suas percepções acerca do jogo e no que este pode contribuir para sua aprendizagem, contudo, percebeu-se durante a pesquisa que os alunos construíam redes conceituais. Tal etapa se deu no décimo e décimo primeiro encontros, devido ao fato de o espaço e o do número de máquinas disponíveis pela instituição serem limitados, mesmo assim, permitindo-se que os participantes pudessem testar seus conhecimentos e apresentar suas opiniões acerca das atividades propostas. Por fim, no décimo segundo encontro, ocorreu o fechamento da atividade proposta com a captação das percepções dos alunos sobre a sua participação na pesquisa, os conceitos e conteúdos envolvidos na proposta, em forma de gravação de áudio, e como a experiência influenciou no pensamento e considerações dos alunos sobre a utilização e geração de energia térmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foi necessário realizar a organização dos registros para a realização da análise dos dados obtidos durante a aplicação do questionário aos participantes, gravações das aulas e os materiais produzidos pelos alunos, o que envolveu a etapa de pré-análise do material coletado. Por meio de uma escuta cuidadosa das gravações e leitura atenta dos materiais de áudio transcritos, foi possível identificar determinadas afirmações que se repetiam de forma frequente nas falas dos participantes. Utilizando-se do software Atlas.ti³, procedeu-se a marcação dessas afirmações para posterior utilização delas na criação de

³ Atlas.ti é um software pago para análise de dados qualitativos desenvolvido em 1989 por Thomas Muhr, na Alemanha. Ele tem sido utilizado, desde então, por pesquisadores do mundo todo por conta de sua facilidade e da gama de ferramentas disponíveis (MUHR, 1991). Para o intuito desta dissertação, a licença obtida para este software tem validade de um semestre.



códigos para a análise. Nessa fase de pré-análise, as afirmações foram convertidas em termos, que apesar de ainda não constituírem uma ideia, eram possíveis algumas correlações entre eles.

Esses termos são importantes porque configuram os temas e observações apresentados no Quadro 3, a seguir, que demonstram as percepções dos alunos acerca dos conteúdos desenvolvidos durante as doze aulas propostas, após se realizar a leitura das falas transcritas e escutar os áudios referentes a elas.

Quadro 3 - Temas e Observações

Temas	Excertos provenientes dos estudantes, participantes da pesquisa
Energia e Fontes de Energia	“fontes de calor: fogão, forno, microondas, fogo” (C29 - Aula 1). “esfregar as mãos” (C5 - Aula 2). “fontes de calor queima ou combustão de algo” (C28 - Aula 1).
Discussão de Conceitos	“[...] vocês lembram desse movimento do homem do campo para a cidade? Como é que se chama? Êxodo rural então veja o que é o uso de energia. [...], forçou o homem a migrar do campo para os grandes centros, fazendo uma coisa chamada êxodo rural, não é?” (B6 - Aula 3).
Meio Ambiente	“Eu ia falar que como está ruim energia tipo a utilização da energia de calor e de petróleo é, dava para tentar aproveitar mais a energia eólica? Energia solar, que são duas energias que não faz mal para o ambiente e é energias que são renováveis”. (C23 - Aula 3).
Sociedade	“A produção do consumo racional e consciente serão fundamentais para o uso sustentável da energia. Eu falei, tem que ter um uso racional e consciente. Ou seja, tem que ter coerência no nosso uso. Aí que tá osso. Mas queremos mais.” (B37 - Aula 4).
Desenvolvimento Socioeconômico	“[...] quando a energia surgiu, né? Foi um grande avanço, a sociedade em todo o contexto, não é nada sem energia. Hoje a sociedade. Não seria uma sociedade assim?” (B22 - Aula 4).
Saúde Pública	“É, eu vou dar mais um risco, um perigo. Em geral, não é atividade. Situação assim, sendo, que tipo energia térmica seria a vibração das partículas, [...] seria perigoso e teria risco porque quanto mais quente, mais prejudicial para o ser humano. É tipo, muito quente pode afetar, pode até matar. Então daí muito que seria ruim. Daí seria. Um risco, perigo”. (B24 - Aula 4).
Insegurança	“[...] acredito que os riscos para usar energia térmica seja quando a gente tá jogando muito videogame, às vezes o videogame esquenta e dependendo do quanto a gente joga, vai aumentando a temperatura e tem perigo de explodir. Então, a gente. Tem que resolver de uma forma que a gente joga até uma determinada hora, tipo uma, 1 hora e meia. Daí pare, vai fazer outra coisa?” (B22 - Aula 3).

Fonte: Autoria própria (2024)

Contudo, é importante informar que, ao elaborar o projeto de pesquisa, conjecturava-se que os alunos participantes desta pesquisa estariam carregados de conhecimentos prévios, oriundos de suas experiências e compatíveis com a realidade em que estão inseridos, ou seja, que eles trariam informações rasas, muitas vezes baseadas em senso comum. Por esta razão, durante a avaliação dos dados coletados tomou-se o cuidado de



filtrar a relevância desses conhecimentos prévios, de modo que se possa avaliar se estes são alterados e como este processo de mudança ocorre.

É possível perceber nas falas apresentadas no quadro anterior (Quadro 3) que elas poderiam estar relacionadas a mais de um termo apresentado. Entretanto, optou-se neste momento associar as falas a um termo para esta análise inicial, pois isso permite uma abordagem mais focada e clara do assunto em questão.

Em posse desta informação, inicia a etapa que Bardin (1977, p. 131) define como codificação, pois ela é “[...] guiada por regras precisas, em função da combinação das palavras numa frase. Cada frase é codificada, sendo seguidamente definido o conjunto do protocolo”. Os códigos e categorias para a pesquisa proposta são inspirados nos Indicadores de Alfabetização Científica e Tecnológica (IACT), propostos por Sasseron (2008), conforme se discorreu em capítulos anteriores. Observando o interesse em categorizar a partir dos pressupostos de Sasseron (2008), obteve-se as seguintes categorias em relação aos eixos temáticos apresentados no Quadro 4:

Quadro 4 - Indicadores de Sasseron x Categorias propostas

IACT (Sasseron, 2008)	Categorias	Temas
Compreensão dos conceitos científicos	Compreensão de conceitos e processos científicos	Energia e Fontes de Energia Discussão de Conceitos
Habilidade para formular hipóteses	Habilidade para formular questões e hipóteses	Riscos e Perigos Saúde Pública
Conhecimentos sobre aplicações da ciência e tecnologia	Enfoque e percepções sobre relações CTSA	Meio Ambiente Sociedade Desenvolvimento Socioeconômico

Fonte: Autoria própria (2024)

Importante destacar que foram encontradas consonâncias entre mais de um indicador e as categorias propostas por esta pesquisa, porém, analisou-se qual dos indicadores apresenta maior afinidade com a categoria proposta, dentro do estudo que realizado com os participantes. Assim, diante dessa sistematização, passa-se a dissertar acerca das categorias, perfazendo-se nelas as análises diante dos conjuntos de registros das falas gravadas em áudio durante as aulas.

A partir da análise e interpretação, das falas dos participantes durante as aulas, propõe-se a presente categoria de análise *Compreensão dos conceitos e processos*



científicos. As falas apresentadas de alguns participantes carregam conexões com fatos históricos e da utilização e geração de energia e sua importância à evolução da sociedade.

A compreensão pelos participantes dos tipos de energia, suas aplicações ao longo da história, permite perceber que a contextualização é importante, conforme defendem Moreira (2020) e Gouvea *et al.* (2012), o que permite aos participantes entender como a energia (nas falas apresentadas traz as energias eólica e térmica) é importante para a sociedade, além de trazer, também, preocupações quanto ao uso da energia

Durante as discussões ocorridas no quarto e quinto encontro, percebe-se que esses participantes possuem um conhecimento considerável quanto à importância do petróleo como fonte energética e estabilidade econômica de um país, haja vista que os materiais utilizados durante estes encontros trouxeram à memória dos participantes conteúdos e conceitos abordados em outras disciplinas. Isso permite perceber a conexão deles com questões mundiais. Tais percepções nos remetem ao proposto por Moreira (2000) quanto à importância de o estudante aprender de forma significativa.

Valladares (2021) ressalta a necessidade de a humanidade reveja seus conceitos e tal proposição é possível por meio de processo de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Além disso, quando um participante traz à luz das discussões a preocupação quanto à coleta de impostos e a contradição, mostra que o participante percebe conexão entre conceitos e realidade, realizando uma “leitura” profunda da sociedade.

Na categoria *Habilidade para formular questões e hipóteses*, as falas apresentadas podem se relacionar com o enfoque CTSA em perspectiva da ACT, pois abordam questões relacionadas à ciência, tecnologia, problemas sócio-ambientais, algo defendido por Pedretti (2003), diante da importância de se estabelecer uma perspectiva educacional que estimule a união entre os conhecimentos científicos e tecnológicos e as questões sociais, ambientais e éticas. Além disso, é essencial fomentar a compreensão de conceitos científicos, de modo a possibilitar a análise e a busca por soluções para os desafios atuais.

Outra percepção das falas dos participantes está nas questões sociocientíficas levantadas por estes, que concernem às características elencadas por Ratcliffe e Grace (2003), haja vista que tais questões podem exercer influência sobre as escolhas e decisões futuras de alguns participantes.

Quanto às Questões Sociocientíficas, destacadas na categoria “Enfoque e percepções sobre relações CTSA”, percebidas nas falas dos participantes elencados, algumas delas são:



Aquecimento global: as falas dos participantes mencionam o aquecimento global como um risco e perigo que precisa ser amenizado. Isso envolve a compreensão da relação entre a poluição e o aumento das emissões de gases de efeito estufa, assim como a proposta de soluções, como a diminuição da poluição e a transição para carros elétricos.

Emissão de poluentes e escassez de recursos energéticos: É discutida a relação entre a emissão de poluentes e a escassez de recursos energéticos, com referência à revolução industrial e ao impacto das atividades industriais na qualidade do ar e na saúde das pessoas. Isso remete à compreensão das consequências socioambientais da produção de energia e das possíveis estratégias para mitigar esses impactos.

Doenças respiratórias relacionadas à poluição: São mencionadas doenças respiratórias, como sinusite, bronquite e asma, associadas à poluição do ar. Esse aspecto envolve a compreensão das relações entre poluição atmosférica, problemas de saúde e o aumento do consumo de medicamentos, além dos impactos na ocupação de leitos hospitalares.

Essas QSCs destacam a interdependência entre ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente, evidenciando a necessidade da ACT para uma análise crítica e a busca por soluções sustentáveis para os desafios contemporâneos. Isso fica evidente em Zeidler (2005), em que as questões sociocientíficas são fenômenos complexos que envolvem a interseção de temas científicos e tecnológicos com diversos aspectos da sociedade, o que inclui considerações éticas, morais, políticas, econômicas e ambientais, requerendo uma análise aprofundada e a tomada de decisões informadas.

Sadler e Zidler (2009) trazem essa necessidade de concatenar o conhecimento científico com a realidade do estudante, de modo que o conhecimento adquirido tenha significado para o aprendiz (Ausubel, 2000), o que justifica a importância da aplicação de questões sociocientíficas como estratégia metodológica.

Ao analisar as falas dos participantes, percebe-se que estas vão ao encontro do que se propõe para a ACT na visão de Sasseron (2008), que envolve compreender como as tecnologias e as descobertas científicas afetam o mundo ao nosso redor e como podemos usá-las para solucionar problemas. No que se refere à identificação de problemas e busca por soluções, percebe-se nas falas dos participantes que eles mencionam preocupações relacionadas a problemas ambientais, como o aquecimento global, emissão de poluentes e doenças respiratórias, além de apresentarem possíveis soluções, como diminuir a poluição, adotar carros elétricos. Soma-se, ainda, o fato de considerarem a escassez de recursos energéticos para proposição de ambientes seguros quanto incidentes domésticos. Essa



reflexão demonstra que os alunos estão analisando problemas reais, reconhecendo a importância das questões ambientais e buscando soluções viáveis.

A consideração sobre impactos sociais na saúde apresenta a habilidade dos alunos em refletirem sobre as consequências das questões ambientais na saúde humana, como o aumento de doenças respiratórias devido à poluição do ar. Essa análise demonstra uma compreensão dos impactos sociais e na saúde associados aos problemas ambientais, destacando a importância de uma abordagem holística e consciente. Além disto, as falas apresentadas pelos participantes mencionam relações de causa e efeito, como a associação entre o uso inadequado da energia térmica e o risco de incêndio. Essa análise mostra a capacidade dos alunos de identificar conexões entre diferentes elementos e compreender as consequências resultantes.

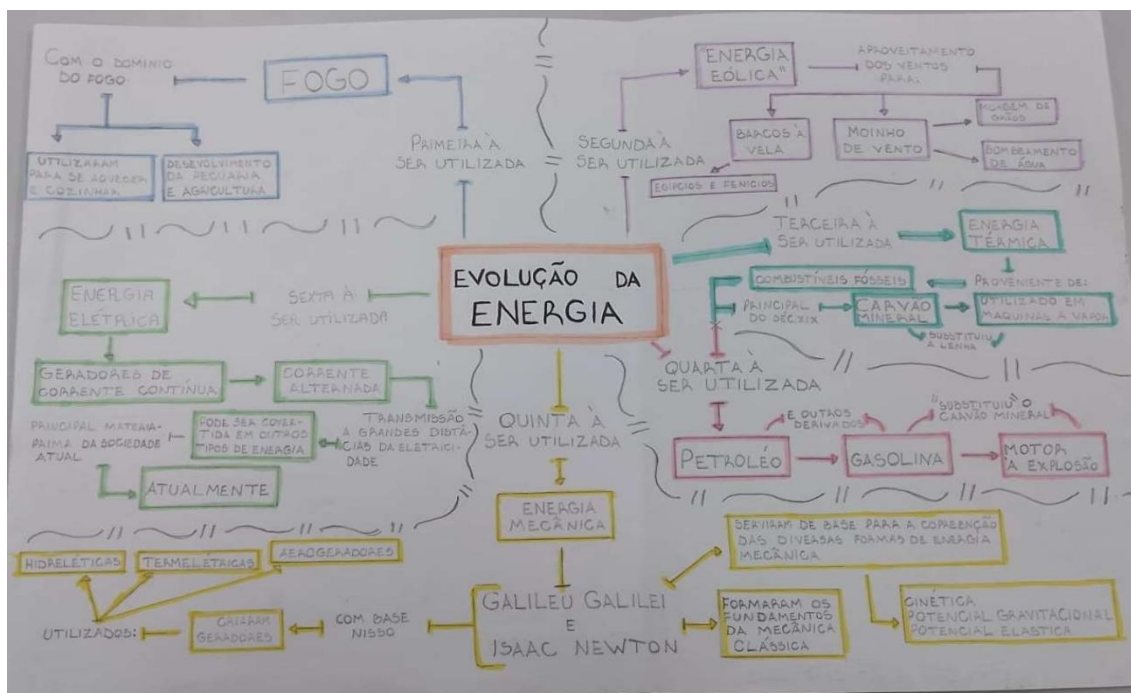
A Educação CTSA permite aos alunos desenvolver concepções mais profundas do mundo em que vivem, considerando as conexões sociais, científicas, tecnológicas e ambientais. Em seu cerne, a Educação CTSA compromete-se com a educação científica que apoia e promove responsabilidade social, envolvimento dos alunos e esperança em visões alternativas do futuro, corroborando com o que defendem Bencze *et al.* (2020).

Portanto, a relação entre a Educação CTSA e a sociedade é que a primeira busca educar os alunos sobre as implicações mais amplas da ciência e tecnologia na sociedade, e promover responsabilidade social entre os alunos. Outra característica percebida através das falas está no seu posicionamento político quanto à implantação de usinas e o impacto ambiental. Percebe-se nas falas apresentadas anteriormente dos participantes que há uma preocupação quanto ao uso da energia térmica, o que nos remete ao proposto por Ratcliffe e Grace (2012) quanto ao conceito de QSCs no que se refere à formação de opiniões, análise de custo-benefício, compreensão de risco e o que envolvam valores éticos.

As redes conceituais apresentadas pelos alunos (Figura 2, Figura 3 e Figura 4), mesmo que ainda faltem alguns quesitos para se caracterizarem por mapas conceituais considerando a proposta de Joseph Novak, é perceptível que os participantes conseguiram demonstrar conexões entre os conceitos e temas abordados, o que sugere uma possibilidade de ancoragem de conceitos, o que vai ao encontro do que se propõe na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2000), o que inspira possibilidades para trabalhos futuros. A seguir, temos alguns exemplares dos materiais produzidos pelos participantes durante os encontros.



Figura 2 - Mapa referente ao texto “A energia no decorrer da evolução humana: da pré-história à sociedade contemporânea” de Silva, Silva e Fernandes (2021), tratado no encontro 7



Fonte: Autoria própria (2024)

Ao analisar o material escrito pelos participantes nessas figuras, é visível a liberdade com a qual se expressam, visto que não houve exposição por parte deles frente aos demais. Dentre os materiais escritos, destaca-se o posicionamento dos alunos quanto ao consumo consciente de energia e a busca por alternativas menos poluentes:

Na minha opinião, Alemanha, Itália e Áustria deveriam achar uma maneira menos poluente para se aquecer no inverno, que está por vir, mesmo tendo pouco tempo eles devem se preocupar com o meio ambiente que é essencial para o bem de todos. Para evitarem as poluições eles poderiam usar energias naturais que são renováveis e não agredem o meio ambiente, como as energias: eólica, hidráulica e geotérmica (C3 - Aula 9).

No meu ponto de vista, o uso desses recursos [termelétricas] não é muito bom, já que, quando queimados emitem gases poluentes que são prejudiciais tanto para a gente quanto para a atmosfera. [...] concordo com a ideia de analisar os custos e os benefícios de cada fonte e também ver qual a necessidade que temos nela [fonte de energia] (C19 - Aula 8).

Diante do exposto, é possível verificar IACT de Sasseron (2008). Vale ressaltar que os mapas apresentados compõem o jogo desenvolvido como parte da proposta de sequência didática (Santos et al., 2024), fruto dos resultados desta proposta de pesquisa.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultados, percebeu-se que houve maior dinamismo nas aulas, e que o estudo pode contribuir com o desenvolvimento de capacidades de síntese e análise dos estudantes. Além disso, percebeu-se uma ampliação de suas percepções a respeito da energia térmica nas atividades desenvolvidas durante as aulas, contribuindo para a ACT dos estudantes por meio da abordagem de QSCs.

Durante a pesquisa, observou-se o descaso de alguns participantes por diversos motivos, dentre os quais se destacam: a avaliação ser permanente e não se resume somente a um instrumento, podendo ser destacados os casos de timidez dos participantes em expor suas percepções acerca da temática proposta e a ausência de participantes durante as atividades. Esses são fatores que pode ter comprometido a interpretação de alguma informação ou o contexto na qual ocorreu.

Vale ressaltar que, em alguns momentos durante a pesquisa, o professor-pesquisador teve que intervir nos debates, seja para motivar os participantes, seja para orientação, a fim de se manter o foco do estudo e da proposta. Isso se deu, haja vista que em determinados momentos os participantes divergiam das discussões e em outros nem se preocupavam em participar da atividade proposta.

Outra adversidade que pode ter comprometido na análise dos dados e sua interpretação está na compreensão dos participantes na confecção dos mapas conceituais, que constantemente se confundiam com a construção de mapas mentais, prática recorrente dos alunos em outras disciplinas do itinerário escolar. E, por diversas vezes, os participantes foram orientados a refazer seus mapas, a partir de modelos expostos.

Uma última limitação que pode ser observada foi a necessidade de retomar com os participantes o objetivo do estudo e o que representam alguns conceitos investigados, pois eram constantes os questionamentos sobre o que seria um mapa conceitual, o que são QSCs e quando seria a recuperação avaliativa deste conjunto de atividades que compuseram a pesquisa, por exemplo. Vale mencionar que a pesquisa, para que pudesse ter adesão voluntária e espontânea dos alunos, fez parte do sistema avaliativo do trimestre em questão.

Por sua vez, foi possível perceber alunos interessados na metodologia aplicada, viram uma forma diferenciada de aprender e satisfatória, que fugia do convencional, trazendo uma forma mais atrativa de aprendizado aos estudantes. Cabe ressaltar também,



que a constante apatia em algumas aulas também colaborou para que alguns participantes desanimassem durante o processo.

Um desafio que encontro em minha prática docente durante estes 20 anos de atuação está no fator motivador dos estudantes e, nesta pesquisa, não foi diferente, haja vista o número de excertos que condiziam com o que foi proposto neste estudo, o que pode ser objeto de interesse em estudos futuros. Outra possibilidade está na elaboração de uma proposta de formação de docentes, baseada nesta pesquisa e na sequência didática, fruto deste trabalho pensando na problematização exposta e como esta pesquisa pode ser adaptada em diferentes contextos.

Por fim, pode-se perceber que a atividade traz Índices de Alfabetização Científica e Tecnológica a partir das QSCs abordadas, dentro da temática termodinâmica, da visão que os estudantes adquiriram, ao perceberem que é possível seus conhecimentos físicos servirem de embasamento na construção da opinião sobre as temáticas debatidas. Além disso, destaca-se a interdisciplinaridade, o que não caracterizava objeto desta pesquisa, mas entende-se como relevante frisar a importância das demais disciplinas componentes do currículo escolar e do contexto no qual estão inseridos.

REFERÊNCIAS

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 122-134, 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10048>. Acesso em: 1 maio 2024

AUSUBEL, David. **The Acquisiton and Retention of Knowledge**: A cognitive review. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 2000. 212 p.

AYALA, Francisco J. Introductory essay: the case for scientific literacy. *In*: MOORE, Howard; CLÉMENT, Safoura (ed.). **World Science Report**. Paris: Unesco Publishing, p. 1-5, 1996.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 230 p.

BENCZE, Larry *et al.* SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science-in-context. **Cultural Studies of Science Education**, v. 15, n. 1, p. 825- 851, 2020.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/339954703_SAQ_SSI_and_STSE_education_defending_and_extending_science-in-context. Acesso em: 1 jan. 2024.



CHEVALLARD, Yves. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, p. 1-14, mai-ago, Rio de Janeiro. 2013. Disponível em:

<https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/2338>. Acesso em: 1 jan. 2024

CLARIANA, Roy. Deriving individual and group knowledge structure from network diagrams and from essays. In: IFENTHALER, Dirk; PIRNAY-DUMMER, Pablo; SEEL, Norbert M (ed.). **Computer-based diagnostics and systematic analysis of knowledge**. New York: Springer, p. 117-130, 2010. Disponível em:

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-5662-0>. Acesso em: 1 jan. 2021

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 107p.

GABRIEL, Carmen Teresa Gabriel. Usos e abusos do conceito de transposição didática – considerações a partir do campo disciplinar de História. **Anais do IV Seminário Perspectivas do Ensino de História**, Ouro Preto: Associação Brasileira de Ensino de História, 2001. Disponível em:

https://ledum.ufc.br/arquivos/didatica/1/Usos_Abusos_Conceito_Transposicao_Didatica.pdf. Acesso em: 15 maio 2024.

GOUVEA, Guaracira *et al.* O ensino de Ciências na escola básica e a universidade: considerações sobre formação inicial e continuada de professores a partir de uma pesquisa participativa via abordagem CTSA no sul fluminense. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 8, n. 2, p. 395- 417, 2012. Disponível em:

<https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/231>. Acesso em: 30 jun. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

KAUARK, Fabiana da Silva; SILVA, Valéria Almeida dos Santos. Dificuldades de aprendizagem nas séries iniciais do ensino fundamental e ações psico e pedagógicas.

Revista da Associação Brasileira de Psicopedagogia, v. 25, n. 78, p. 264-270, 2008.

Disponível em: <https://www.revistapsicopedagogia.com.br/detalhes/302/dificuldades-de-aprendizagem-nas-series-iniciais-do-ensino-fundamental-e-acoes-psico---pedagogicas>.

Acesso em: 30 jun. 2024.

MARCHIORE, Lara de Windson Oliveira Almeida; ALENCAR, Eunice Maria Lima Soriano de. Motivação para aprender em alunos do ensino médio. Campinas: **ETD Educação Temática Digital**, v. 10, n. especial, p. 105-123, 2009. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/937>. Acesso em: 15 abril 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n. 1, p. 1-8, out. 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxHqLy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 nov. 2023.

NEVES, Marcos Fava. O quanto a crise de energia e escassez de insumos atrapalhará a safra? **Jornal da USP**, 26 out. 2021. Disponível em

<https://www.campograndenews.com.br/artigos/o-quanto-a-crise-de-energia-e-escassez-de-insumos-atrapalhara-a-safra>. Acesso em: 1 nov. 2021.



NOVAK, Joseph; CAÑAS, Alberto. A teoria subjacente dos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Praxis educativa**, v. 5, n. 1, p. 09-29, jan-jun 2010. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298/944>. Acesso em: 15 abril 2024.

OLIVEIRA, Maria. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 4. Ed. Petrópolis: Vozes, 2012. 32 p.

PARANÁ. **CREP – Currículo da Rede Estadual Paranaense: Ciências**. Secretaria do Estado de Educação. Curitiba. 2021. Disponível em: <https://professor.escoladigital.pr.gov.br/crep>. Acesso em: 12 mar. 2024.

PEDRETTI, Erminia. Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, Dana (ed.) **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. Dordrecht/Netherlands: Springer Netherlands, p. 219-239, 2003.

PIAGET, Jean. **Estudos sociológicos**. Rio de Janeiro: Forense. 1973. 150 p.

RATCLIFFE, Mary; GRACE, Marcus. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead: Open University Press McGraw-Hill Education, 2003. 196 p.

SADLER, Troy D.; ZEIDLER, Dana L. Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: assessment for progressive aims of science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 46, n. 8, p. 909-921, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.20327>. Acesso em: 10 ago. 2024.

SANTOS, Fabiana Sena *et al.* Possibilidades e dificuldades no uso do Design Thinking em uma sequência didática voltada para a aprendizagem significativa de conceitos físicos e para a formação para a cidadania no trânsito. **Revista Amazônida**. v. 20, n. 25, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/15953>. Acesso: 4 jun. 2025.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 265 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SILVA, Ligia Alves. **Reflexões sobre a prática turística e pedagógica na construção do processo de aprendizagem por meio do passeio escolar**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Turismo) – Programa de Pós-Graduação em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/31115>. Acesso em: 01 jul. 2024.

SILVA, Bruna Karl Rodrigues; SILVA, Ricardo Monteiro; FERNANDES, João Paulo. Projeto “usinas: uma sequência didática embasada na perspectiva CTS para a abordagem do tema energia. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n. extra, p. 1-7, 2021. Disponível em: <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15004>. Acesso em: 10 set. 2023.



SCHVANEVELDT, Roger; DEARHOLT, Donald; DURSO, Francis. Graph theoretic foundations of pathfinder networks. **Computers & Mathematics with Applications**, v. 15, n. 4, p. 337-345, 1988. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0898122188902210>. Acesso em: 10 out. 2023.

VALLADARES, Liliana. Scientific Literacy and Social Transformation: Critical perspectives about Science participation and emancipation. **Science & Education**, v. 30, n. 3, p. 557-587, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-021-00205-2>. Acesso em: 9 ago. 202

VEIGA, Ilma Passos Alencastro. **Repensando a didática**. Campinas: Papirus, 2014. 162 p.

XU, Muyu; SINGH, Shivani. Crise energética provoca temor sobre inflação e recuperação econômica. **Agência Brasil**, 12 out. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2021-10/crise-energeticaprovoa-temor-sobre-inflacao-e-recuperacao-economica>. Acesso: 1 nov. 2023.

ZEIDLER, Dana; NICHOLS, Bryan. Socioscientific Issues: Theory and Praticce. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03173684>. Acesso em: 01 jul. 2024.

Artigo recebido em: 24 de agosto de 2024

Aceito para publicação em: 17 de junho de 2025

Manuscript received on: August 24th, 2024

Accepted for publication on: June 17th, 2025

Endereço para contato: Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Educação/FACED, Programa de Pós-Graduação em Educação, Campus Universitário, Manaus, CEP: 69067-005, Manaus/AM, Brasil

