

Motor elétrico e dínamo de bicicleta: articulações entre equipamentos geradores e três momentos pedagógicos no ensino de física sob o olhar da Alfabetização Técnica^{+,*}

Wagner Duarte José¹

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Vitória da Conquista – BA

Diorge Darlon¹

Centro Territorial de Educação Profissional da Bacia do Paramirim

Macaúbas – BA

Resumo

Analisamos uma situação de ensino da temática do Eletromagnetismo pautada na concepção de Alfabetização Técnica e Equipamentos Geradores, articulando-os aos Três Momentos Pedagógicos. Temos por objetivo, verificar sua potencialidade para a apropriação crítica de conhecimentos de Ciência e Tecnologia como Ação Cultural para a Liberdade. Desenvolvemos a pesquisa, do tipo estudo de caso, em uma turma do ensino médio de um colégio estadual do interior da Bahia situado no território de identidade da Bacia do Paramirim, rica em minérios do tipo terras raras. Elegemos motores elétricos e dínamos de bicicleta como Equipamentos Geradores de um programa de estudo estruturado didaticamente pelos Três Momentos Pedagógicos. Para a produção de dados de pesquisa, realizamos gravações em áudio das aulas, redigimos diários de bordo e coletamos as atividades realizadas pelos estudantes. Nossos resultados sugerem que: 1- os Três Momentos Pedagógicos, como estratégia didática para desopacizar equipamentos geradores, contribuem para a contextualização dos conhecimentos de Ciência e Tecnologia em um processo histórico e social; 2- a Alfabetização Técnica confere maior autonomia aos estudantes para refletirem e atuarem sobre os meios de produção por meio do

^{+,*} Electric motor and bicycle dynamo: articulations between generator equipments and three pedagogical moments in physics teaching from the perspective of Technical Literacy

* Recebido: 17 de outubro de 2021.

Aceito: 25 de agosto de 2022.

¹ E-mails: wagjose@gmail.com; diorgedarlon@gmail.com

desenvolvimento de aptidões técnicas e atitudes científicas; 3- propostas de ensino científico-tecnológico na perspectiva interdisciplinar pautadas nessa articulação são inéditos viáveis que rompem com o imperialismo cultural como ação cultural para a liberdade.

Palavras-chave: *Alfabetização Técnica; Equipamentos Geradores; Três Momentos Pedagógicos; Ação cultural para a liberdade.*

Abstract

We analyze a teaching situation on the subject of Electromagnetism based on the concept of Technical Literacy and Generator Equipment, linking them to the Three Pedagogical Moments. Our goal is to verify its potential for the critical appropriation of knowledge of Science and Technology as a Cultural Action for Freedom. We developed a case study research in a high school class at a state school from the interior of Bahia located in the identity territory of the Paramirim Basin, rich in rare earth type ores. We elected electric motors and bicycle dynamos as Generator Equipment of a Three Pedagogical Moments didactically structured study program. For the production of research data, we make audio recordings of the classes, write logs and collect the activities carried out by the students. Our results suggest that: 1 - the Three Pedagogical Moments, as a didactic strategy to de-opacify generator equipment, contribute to the contextualization of Science and Technology knowledge in a historical and social process; 2 - Technical Literacy gives students greater autonomy to reflect and act on the means of production through the development of technical skills and scientific attitudes; 3 - proposals for scientific-technological teaching in an interdisciplinary perspective based on this articulation are viable novelties that break with cultural imperialism as a cultural action for freedom.

Keywords: *Technical Literacy; Generator Equipment; Three Pedagogical Moments; Cultural action for freedom.*

I. Introdução

Desde a segunda metade do século passado, as relações entre Ciência e Tecnologia (C&T) tem permeado discussões sobre impactos sociais e ambientais, políticas e modelos de sociedade e educação, em posições críticas quanto ao seu desenvolvimento e sua suposta

neutralidade (BAZIN, 1977; SANTOS; MORTIMER, 2002; AULER, 2003). Em um contexto de ensino científico tecnológico parametrizado pelas políticas públicas curriculares brasileiras (SAITO; BASTOS, 2018), é tarefa desejável da educação escolar explorar essas discussões, avaliar criticamente a tecnologia contemporânea e os sistemas sociais em que essa se desenvolve (MENEZES, 1980).

Numa concepção de educação em Ciências Naturais e suas Tecnologias (CNT) balizada pela Alfabetização Técnica (BAZIN, 1977), a meta é desenvolver aptidões científicas e técnicas necessárias aos estudantes para refletirem e atuarem sobre os meios de produção. Saito e Bastos (2018) argumentam que esta prática, alicerçada na perspectiva emancipatória, não encontra similaridade em outros autores contemporâneos com respeito ao próprio termo alfabetização técnica ou variações como alfabetização científica, alfabetização em ciências, alfabetização científica e tecnológica.

Bastos (1990) estruturou a proposta no ensino escolar de física ancorando-a na educação como prática da liberdade (FREIRE, 1974) por meio da investigação dialógica e problematizadora dos conhecimentos de C&T, emblemáticos da concepção e funcionamento de equipamentos elétricos cotidianos, num processo de redução temática ao conceito de equipamento gerador de um programa ou unidade curricular de CNT. Auth et al. (1995) destacaram o potencial das auto-reflexões realizadas por seis professores no desenvolvimento dessa abordagem em turmas do ensino médio, dentro de um programa de pesquisa ação educacional emancipatória sistematizado na tese de doutorado de Bastos (1995). Mion e Angotti (2005) estenderam esse programa para a formação inicial de físicos educadores na matriz emancipatória com base nas ideias de programa de pesquisa de Lakatos.

É justo ressaltarmos como balizas centrais da pedagogia freiriana na educação em ciências, a trajetória educacional de Menezes (1980), Angotti (1982), Delizoicov (1982), Pernambuco (1981), Silva (2004), Gehlen (2009), entre outros. Entretanto, para nossos propósitos, convém destacarmos a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) de Angotti e Delizoicov (1992): estudo da realidade ou problematização inicial (PI), organização do conhecimento (OC) e aplicação do conhecimento (AC). Desde sua concepção como um quefazer educativo em sala de aula propício ao trabalho com situações limites da realidade concreta dos estudantes em processos de codificação-problematização-descodificação, os 3MP disseminaram-se nos mais diversos espaços (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014). Porém, nem sempre foram articulados coerentemente com a abordagem temática freireana, conforme argumentam Ferreira, Paniz e Muenchen (2016) sobre as apropriações conceituais dos 3MP.

O presente artigo está situado em uma das possíveis interfaces desses referenciais teórico-práticos. Analisamos uma situação de ensino da temática do Eletromagnetismo pautada na concepção de alfabetização técnica (BAZIN, 1977) e equipamentos geradores (BASTOS, 1990), articulando-os aos 3MP como dinâmica do trabalho educativo em sala de

aula. O objetivo foi verificar o potencial dessa articulação para a apropriação crítica de conhecimentos de C&T como ação cultural para a liberdade.

Nossa proposta encontra forte sintonia com o trabalho desenvolvido por Pires, Ferrari e Queiroz (2013)², porém, intenciona alavancar “um programa de estudo” (BASTOS, 1990) que explora a relação dos pais, familiares e responsáveis dos estudantes com os equipamentos geradores. Estruturamos um cenário para a apropriação de conhecimentos de C&T próprios para o desvelar do processo imposto pelo imperialismo cultural, responsável por determinar quem detém o conhecimento técnico e os meios de produção a favor da dominação (ANDERSON; BAZIN, 1977). Analisamos nossos resultados de pesquisa pautados na compreensão da curiosidade epistemológica e do diálogo problematizador (FREIRE, 1996), e da cultura científica e tecnológica (BAZIN, 1998) na esfera da conscientização. Nas considerações finais, ressaltamos a potencialidade dessa articulação para o ensino científico tecnológico e destacamos a perspectiva dos estudos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

II. Equipamentos geradores no ensino de Física

Na obra *Ciência e (In)Dependência*, Anderson e Bazin (1977) demonstraram preocupação com a função social da ciência num país sob os ditames do imperialismo cultural, que incute no cientista que se diz puro, o condicionamento ideológico. “Oh! velho imperialismo cultural... Oh! reino dos privilegiados dos países dependentes que adotaram a cultura “dominante”. Quem ficou confortavelmente preso naquela rede de privilégios elaborados foram os próprios cientistas” (BAZIN, 1998, p.28). Estes precisam despir-se de sua posição contraditória de elite dominadora em busca de uma prática libertadora, comunicando a outros um saber técnico que se constitui num certo poder sobre o mundo para julgar, avaliar e decidir no domínio técnico científico, alfabetizando-os tecnicamente (BAZIN, 1977).

No chão da escola, poderíamos questionar a quem serve este saber que tem como referência a transposição didática dos conhecimentos de C&T em sua relação dialética com os meios de produção (JOSÉ; SANTOS; BASTOS, 2002). Bazin (1977) manteve a sua trajetória educacional nessa direção, desenvolvendo um programa de alfabetização técnica com trabalhadores chilenos nos anos 1970, e promovendo a divulgação e desmistificação da Ciência e da Tecnologia junto a trabalhadores brasileiros durante a ditadura militar, em praças públicas e no Espaço Ciência Viva (SAITO; BASTOS, 2018).

Segundo o autor, a alfabetização técnica consiste em que os estudantes deixem de somente contemplar, passando a manusear, desmontar, dominar os aparelhos misteriosos que lhe são apenas apresentados, compreendendo os princípios de funcionamento e como são

² Obtivemos a referida publicação durante o processo de escrita deste artigo, que não fazia parte do espectro das revistas pesquisadas.

construídos, percebendo que “o fazer” não está distante e restrito apenas a homens excepcionais. “Criar-se-á assim no homem do povo a confiança em si mesmo face aos problemas que lhe permite deixar de venerar os prêmios Nobel, deixar de aceitar o imperialismo cultural que representam [...]” (BAZIN, 1977, p. 95).

Vivemos em uma sociedade em que conhecimentos de C&T, engendrados por quem detém os meios de sua produção no âmbito do capitalismo de escala global, não integram o fazer, as decisões e a cultura das pessoas. A utilização corriqueira de aparatos tecnológicos por uma parcela da população não reflete diretamente o domínio e a compreensão dos mesmos. “Os instrumentos tecnológicos comuns ficam mais e mais impenetráveis. Eles fazem parte do nosso dia-a-dia sem fazer parte do nosso conhecimento” (BAZIN, 1998, p. 30).

Uma das tarefas do professor “consiste em extirpar o mito das caixas pretas (dos aparelhos misteriosos, intocáveis, sobre os quais não se fazem perguntas)” (BAZIN, 1977, p. 96). São os impelidos para a categoria dos excluídos em função do acirrado modelo sócio econômico capitalista, os oprimidos ou “incluídos do lado de fora”, que Bazin busca alcançar.

Na verdade, porém, os chamados marginalizados, que são os oprimidos, jamais estiveram fora de. Sempre estiveram dentro de. Dentro da estrutura que os transforma em “seres para outro”. Sua solução, pois, não está em “integrar-se”, em “incorporar-se” a esta estrutura que os oprime, mas em transformá-la para que possam fazer-se “seres para si”. (FREIRE, 2001, p. 70).

A alfabetização técnica consiste em prover os trabalhadores e trabalhadoras, ou os seus filhos e filhas, de habilidades técnicas e atitudes científicas para o desmonte técnico-científico de artefatos tecnológicos. Parafraseando Freire (2001), alfabetizar tecnicamente é ler e pronunciar o mundo para, transformando-se, transformá-lo. Questionar e explicitar, na prática, “as contradições do desenvolvimento científico-tecnológico a serviço da opressão e manutenção do poder pela classe social privilegiada (...) um processo de investigação com os envolvidos na realidade vivida” (SAITO, BASTOS, 2018, p. 280-283). Bazin (1977) argumenta que, se a ciência não é neutra, se as decisões técnicas são consequências de ações políticas, é necessário torná-las ideologicamente ativas em favor da libertação dos oprimidos. Está em jogo a compreensão (e também a nossa!) de que a ciência e tecnologia originam-se

(...) na práxis produtiva humana, reflexiva e transformadora do homem sobre o mundo, possuem uma história, determinam os modos de produção e consumo e são determinadas por estes, humanizam (o emancipam) e desumanizam o homem (vem completar sua alienação). (VAZQUEZ, 1977, apud JOSÉ; SANTOS; BASTOS, 2002, p. 35).

Esse processo educativo só tem sentido se as pessoas puderem atuar sobre a realidade modificando o mundo, sendo capazes de gestionar os meios de produção. Há um desígnio político em desenvolver um poder de análise intelectual aos oprimidos, em clara evidência com a potência libertadora e conscientizadora da pedagogia freireana (FREIRE, 2001). Dito

de outra forma, busca-se a descodificação científica por meio da análise crítica do tripé ciência-cultura-sociedade (SAITO; BASTOS, 2018), por exemplo, dos impactos ambientais oriundos do rápido desenvolvimento da ciência e tecnologia capitaneado pelo setor produtivo e a própria degradação das relações trabalhistas, tendo em mente que “o processo de comunicação humana não pode estar isento dos condicionamentos sócio-culturais” (FREIRE, 2002, p.72).

Se uma comunidade de ensino de ciências puder se manter em torno destes princípios, poderá encontrar o caráter libertador do diálogo na educação proposto por Paulo Freire em The Pedagogy of the Oppressed: ‘os esforços do educador humanista e revolucionário devem ser imbuídos de uma profunda confiança nas pessoas e no seu poder criativo, para o qual a relação do educador com os alunos deve ser uma parceria ... O professor não pode pensar para seus alunos, nem pode impor seu pensamento sobre eles. O pensamento autêntico, pensamento que está preocupado com a realidade, não ocorre no isolamento da torre de marfim, mas apenas na comunicação’ (BAZIN, 1988b, p. 19 apud SAITO, BASTOS, 2018).

No ambiente escolar formal, visando potencializar o diálogo conscientizador, Bastos (1990) ressignificou a concepção de alfabetização técnica, ancorando-a na pedagogia dialógica e problematizadora de Freire (2001) por meio do conceito de equipamento gerador. A estratégia consiste em utilizar objetos reais do cotidiano a fim de tomá-los como geradores de um programa educacional em CNT, explorando leis, teorias e princípios físicos envolvidos na fabricação e no funcionamento dos mesmos, em atividades teórico-experimentais. Vale ressaltar que Bastos (1990) desenvolveu a programação curricular da disciplina Física com estudantes trabalhadores do terceiro ano noturno do segundo grau (atualmente denominado ensino médio) de uma escola pública.

A preocupação em existir um componente da emancipação no processo ensino aprendizagem orienta, como destacado por Angotti, Bastos e Mion (2001), a intenção educativa. A incorporação de pressupostos freirianos através da concepção dialógica e problematizadora possibilita o distanciamento crítico do educando-educador e do educador-educando enquanto sujeitos cognoscentes diante de objetos cognoscentes que os mediatizam.

Desta forma, os conhecimentos escolares veiculados em sala de aula, pautados no par alfabetização técnica – equipamento gerador, buscam responder a problematizações referentes ao tema proposto, que possui contexto e significado concreto para o educando, em oposição à “educação bancária” (FREIRE, 1996). Conclusão essa aprofundada em programas de formação de professores pautados em pesquisa-ação de vertente emancipatória (BASTOS, 1995; AUTH et al., 1995; MION; ANGOTTI, 2004).

III. Os três momentos pedagógicos e o ensino de eletricidade e eletromagnetismo

Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) consistem em uma dinâmica didático metodológica que incorpora os elementos freireanos sob a perspectiva da abordagem temática (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Inicialmente foram concebidos como um “roteiro pedagógico” (constituído em três momentos – “Estudo da Realidade”, “Estudo Científico” e “Trabalho Prático”) para uma abordagem temática implementada em um projeto de formação de professores de Ciências Naturais na Guiné-Bissau, nos anos oitenta (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2012). Ao longo dos anos oitenta e início dos noventa, os 3MP foram sendo ressignificados. Atualmente, podem ser assim compreendidos:

A Problematização Inicial (PI) ou Estudo da Realidade (ER) propicia o vínculo com a realidade concreta, o papel do educador é aguçar contradições, dialogar em torno dos limites explicativos dos estudantes e da percepção que possuem de uma situação emblemática compondo o tema em questão, fazendo-os perceber a necessidade de conhecimentos que ainda não possuem para respondê-la. Na Organização do Conhecimento (OC), sob a mediação do professor, os estudantes continuam o processo de distanciamento, construindo caminhos para a apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos postos em xeque para a compreensão e aprofundamento do tema. No terceiro momento, denominado Aplicação do Conhecimento (AC), os conhecimentos apreendidos são utilizados para responder às problematizações iniciais bem como situações mais globais, de modo que os estudantes possam empregar o conhecimento organizado às situações práticas do dia a dia (DELIZOICOV, 2001).

Ferreira, Paniz e Muenchen (2016) pesquisaram em que medida pesquisadores da área de Educação em Ciências se apropriaram da dinâmica dos 3MP em consonância com a abordagem temática na estruturação curricular por temas, aos quais os conteúdos estão subordinados (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), ou se abordam uma estrutura curricular pautada em conceitos científicos transpostos em conteúdos de ensino. A pesquisa foi realizada em trabalhos do I ao IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências (1997 a 2013).

Segundo as autoras, a abordagem conceitual avançou na medida em que a implementação dos 3MP alcançou maior participação dos estudantes nas discussões, enquanto a abordagem temática se fez presente em práticas pedagógicas de diferentes perspectivas: “para ser desenvolvida a consciência crítica do aluno, sobre o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia e o papel da sociedade na tomada de decisão, pensando, enfim, em práticas pedagógicas que o aluno tem papel ativo, sendo ele o sujeito do processo de aprendizagem” (FERREIRA, PANIZ, MUENCHEN, 2016, p. 524). Vale ressaltar que os 3MP não são lineares e nem devem ser compreendidos como uma mera estratégia didática para organização de aulas com o pretexto de introduzir conceituações científicas.

O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento “experencial”), é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la. (FREIRE, 1977, p. 52).

A dialogicidade freireana requisita situações significativas da vivência dos estudantes que envolvam contradições, buscando problematizá-las para promover a conscientização, num processo denominado “codificação-problematização-descodificação” (FREIRE, 2001), que se revelou de potencial contribuição para a mediação entre o contexto concreto e o teórico em sala de aula (DELIZOICOV, 1983). A dinâmica dos 3MP assemelha-se a uma estrutura do tipo fractal (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002), como a explorada por Braga e José (2021) na análise de um material didático confeccionado para o trabalho pedagógico com estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA), em busca de representações do conhecimento flexíveis, em domínios de conhecimentos avançados e pouco estruturados.

Embora a disseminação dos 3MP tenha sido em larga escala, são poucos os artigos relacionados à temática da eletricidade ou do eletromagnetismo³. Em seu artigo denominado *Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade*, Macêdo, Dickman e Andrade (2012) elaboraram um material didático para o ensino dos conceitos básicos de eletricidade, magnetismo e indução eletromagnética, por meio de um roteiro de atividades com o uso de simulações computacionais, dirigido a professores do Ensino Médio. Neste trabalho, é descrita a aplicação do tópico introdutório do roteiro, que versa sobre o tema condutores e isolantes, em uma turma de terceiro ano. As atividades foram elaboradas no intento de que os estudantes examinassem e compreendessem “os impactos sociais advindos das descobertas científicas e do desenvolvimento tecnológico, tal como os danos causados, bem como os benefícios decorrentes da construção de uma usina hidrelétrica”. (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p. 578).

No texto *Concepções de alunos da EJA sobre raios e fenômenos relacionados*, Almeida, Cerqueira Junior e Silva (2016) abordaram os 3MP para discutir a ciência por trás dos fenômenos atmosféricos com estudantes da EJA. Os conceitos básicos de eletricidade foram estruturados através dessa dinâmica, promovendo o diálogo ativo em todas as etapas do processo ensino aprendizagem, possibilitando a identificação de concepções alternativas que

³ Realizamos um levantamento bibliográfico exploratório em artigos publicados em periódicos nacionais on-line da área de Ensino no período 2000-2019 referentes ao tema da eletricidade e, mais especificamente, ao eletromagnetismo que tenham sido desenvolvidos por meio dos 3MP: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF); Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF); Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Experiências em Ensino de Ciências (EENCI); Revista de Educação, Ciências e Matemática; Investigações em Ensino de Ciências (IENCI). Encontramos apenas três: Macêdo, Dickman e Andrade (2012), Almeida, Cerqueira Junior e Silva (2016), Santos et al. (2018).

não seriam possíveis apenas com a aplicação de questionários, trazendo novas perspectivas para o ensino de CNT por meio do diálogo cognoscente em torno dessas concepções.

Por seu turno, o artigo *Interdisciplinaridade e os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física: Uma prática sobre a matriz energética brasileira* (SANTOS *et al.*, 2018) destaca a problematização da matriz energética brasileira e da conta de energia elétrica dos estudantes, para abordar conteúdos relativos ao princípio da conservação de energia e do eletromagnetismo. Ao partir da utilização de um elemento constituinte da realidade dos estudantes, a fatura da conta de energia elétrica e as sobretaxas inerentes às bandeiras amarelas e vermelhas em decorrência do acionamento das termoelétricas, foi possível estabelecer um diálogo, segundo os autores, fundamental para a contextualização do conhecimento e engajamento dos estudantes, além de ter favorecido a abordagem de problemas complexos, que exigem conhecimento oriundos de várias áreas do conhecimento.

No artigo *A tecnologia do motor elétrico para o ensino de Eletromagnetismo numa abordagem problematizadora* (PIRES; FERRARI; QUEIROZ, 2014), os autores apresentam uma proposta de aulas dialógicas e problematizadoras recorrendo a um objeto tecnológico (que consideram equipamento gerador), desenvolvidas por meio da estratégia dos três momentos pedagógicos para o ensino do Eletromagnetismo. O trabalho foi realizado com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola particular e teve como objetivo, verificar se essa abordagem mobiliza a curiosidade epistemológica, ao tempo em que promove o diálogo e facilita a compreensão conceitual.

Pires, Ferrari e Queiroz (2014) concluíram que o uso de um objeto tecnológico por meio de atividades teórico experimentais mobiliza a transição entre a curiosidade ingênua e a curiosidade epistemológica, além de facilitar o diálogo problematizador e a compreensão conceitual. Também enfatizam que, para o desenvolvimento da proposta de ensino, a atuação docente dispenderá de maior planejamento e tempo de preparação pedagógica e dos materiais.

Nos artigos mencionados, os 3MP são estruturados buscando contextualizar situações circundantes ao repertório da vivência dos estudantes constituindo motivação para a “ponte” entre conhecimentos do senso comum e conhecimentos científicos necessários à compreensão de fenômenos físicos. Entretanto, vislumbramos possibilidades de avanços na estruturação dessa dinâmica como um programa de ensino científico-tecnológico imbuído de um desígnio político (FREIRE, 2001), tendo como meta o desenvolvimento da capacidade de análise intelectual nos estudantes na perspectiva da Alfabetização Técnica de Bazin (1977).

IV. Contexto e metodologia

Realizamos a pesquisa em uma turma de 30 estudantes do terceiro ano do ensino médio, em oito aulas de cinquenta minutos cada, entre setembro e outubro de 2018, no Colégio Estadual Professor José Batista da Mota, pertencente a rede Estadual de Educação da Bahia, situado na cidade de Macaúbas. O Colégio teve suas atividades encerradas ao final do mesmo ano, sem qualquer diálogo do poder público com a população local. O seu público

estudantil era composto por uma parcela significativa de jovens e adolescentes provenientes do campo (denominação de afirmação política e identitária em oposição ao nome rural, o qual tem o urbano como referência). Em maioria, estudantes de baixa renda que buscavam oportunidades para uma vida melhor, no intuito de acessarem o ensino superior e alguns poucos, diretamente o mercado de trabalho por meio de cursos técnicos e profissionais.

Selecionamos artefatos tecnológicos do cotidiano dos estudantes e das atividades profissionais de seus pais e familiares, trabalhadores e trabalhadoras, na maior parte autônomos (pedreiros, marceneiros, serralheiros, costureiras, lavradores, dentre outros), que fazem uso dos equipamentos em suas atividades laborais. Além disso, levamos em conta o fato de nossa região, o vale do Paramirim, ser rica em jazidas de diversos minérios, tais como, ferro, zinco, cobre, grafeno, fosfato e terras raras (SEPLAN, 2021), insumos essenciais na fabricação de motores elétricos, por exemplo. Sua extração está sujeita a impactos sociais e ambientais, como o caso de rejeitos de chumbo no município de Boquira (MARTINS; MONTEIRO, 2017).

Planejamos a sequência didática articulando os equipamentos geradores com os 3MP estruturados em processos de codificação-problematização-descodificação de situações do cotidiano científico tecnológico dos estudantes, relacionadas ao estudo do eletromagnetismo, mirando o horizonte das relações que permeiam o tripé Física, Tecnologia e Sociedade (FTS). Elaboramos atividades práticas, teóricas, experimentos, utilizamos vídeo e simulação interativa, e confeccionamos um roteiro pedagógico, *kits* experimentais e *slides* para a realização das aulas. O Quadro 1 destaca as atividades desenvolvidas em quatro etapas e seus objetivos.

Quadro 1 – Resumo da sequência didática implementada.

Etapas	Objetivos	Atividades
Primeira 2 aulas (100min)	Abordar e conhecer a vivência de mundo dos estudantes em torno do tema	Problematização de tirinhas em quadrinhos e dos equipamentos elétricos. Todos os estudantes discutem conjuntamente sobre suas impressões das situações em tela.
	Conhecer os componentes principais de um motor elétrico e de um dínamo.	Formação de grupos (5 estudantes) desmonte de dinamos e motores. Desmonte dos equipamentos e anotações sobre os seus componentes.
	Dialogar e discutir sobre impressões e ideias a partir do texto, dos componentes do motor e do dínamo e as implicações do desenvolvimento tecnológico sobre as relações sociais.	Leitura do texto “o motor elétrico” (revista <i>Superinteressante</i>) em dupla e posterior anotações das ideias apresentadas.

Segunda 2 aulas (100min)	Compreender a relação entre a interação do campo magnético de um Ímã e um fio percorrido por uma corrente elétrica.	Problematização do tema e orientação sobre a simulação interativa no smartphone. Grande grupo, interação com simulação <i>Phet</i> (Lei de Faraday).
		Reprodução dos procedimentos e observações de Oersted com materiais de baixo custo. Em grandes grupos (10 estudantes) e posterior anotação das observações.
		Orientação de leitura de texto do livro didático. Leitura individual.
		Discussão sobre as ideias do texto e observações sobre o experimento com todos os estudantes.
		Exposição da relação entre corrente elétrica em um fio condutor e campo magnético. Grande grupo
		Resolução de questões propostas do livro didático.
Terceira 2 aulas (100min)	Compreender a Lei de Faraday-Lenz	Retomada da simulação (Lei de Faraday) demonstrando graficamente as linhas de campo magnético em grupo (6 estudantes).
		Distribuição de materiais e orientação para produção de um arquétipo da hiperfíbia. Em grupo (5 estudantes) reproduzir o arquétipo e anotar as impressões observadas da prática.
		Mobilização dos estudantes para discussão sobre as anotações e impressões da realização prática da simulação. Todos os estudantes.
		Explanação sobre corrente induzida e a Lei de Faraday-Lenz. Todos os estudantes.
		Discussão e resolução questão 72 da prova azul do ENEM e posterior apresentação de vídeo sobre motor de indução. Individual Todos os estudantes.
Quarta 2 aulas (100min)	Aplicar os conceitos trabalhados nas etapas anteriores	Apresentar vídeo sobre terras raras e o carro elétrico. Todos os estudantes.
		Mobilizar os estudantes para discussão sobre o vídeo e contextualização com os conteúdos abordados nas etapas anteriores e orientar produção de um protótipo rudimentar do funcionamento de motor elétrico. Todos os estudantes.
		Grupo de cinco estudantes reproduzir o funcionamento rudimentar de motores elétricos
		Orientação para produção de uma dissertação sobre as discussões dos temas das etapas anteriores. Individual

Fonte: elaborado pelos autores.

Para a produção de dados de pesquisa, caracterizada como estudo de caso (LUDKE; ANDRÉ, 1986), providenciamos gravações em áudio das aulas e fotografias, confeccionamos um diário de bordo da ação-reflexão criticamente informada (BASTOS, 1995). Analisamos também as atividades realizadas pelos estudantes sobre os conteúdos abordados.

Após apresentarmos a proposta e seus objetivos aos estudantes, iniciamos o diálogo problematizador exibindo a tirinha em quadrinhos destacada na Fig. 1, a respeito motores e sua relevância nas mudanças culturais e sociais (problematização inicial – PI). Buscamos confrontar duas situações, uma de uso de uma ferramenta manual e outra, de uma elétrica, em torno das vivências dos estudantes. Aguçamos suas reflexões e limites explicativos sobre as teorias que possibilitaram o salto tecnológico desses aparatos tecnológicos e suas implicações sociais e culturais (codificada também no texto da tirinha e nas figuras de Michael Faraday e Nicolas Tesla, nos quadros da parede).



Fig. 1 – Tirinha em quadrinhos: a furadeira elétrica. Fonte: Araújo (2020).

Apresentamos o motor elétrico universal e o dínamo de bicicleta (equipamentos geradores do conteúdo programático), levantando explicações e hipóteses acerca dos componentes e do funcionamento de cada um. O motor foi mostrado em pleno funcionamento e uma manivela foi acoplada ao dínamo, como mostra a Fig. 2, para que os estudantes pudessem, ao girá-la, acender um farolete. Após, organizaram-se em grupos, desmontaram o motor e o dínamo, observando e anotando as diferenças entre seus componentes.



Fig. 2 – Apresentação do motor de indução e do dínamo. Fonte: Araújo (2020).

No momento de organização do conhecimento (OC), em duplas, realizaram a leitura de um texto da revista superinteressante denominado “O motor elétrico⁴”. Reunimos os estudantes em um círculo e cada um pode expor suas impressões sobre este texto e as atividades, constituindo-se num breve momento de aplicação do conhecimento (AC).

Iniciamos a segunda etapa apresentando uma simulação interativa disponível no portal Phet⁵, denominada Lei de Faraday (Fig. 3), que os estudantes acessaram pelo *smartphone*. Nesse novo momento de PI, o objetivo foi verificar a relação entre uma espira de

⁴ HEYMANN, G. **O motor elétrico**. Revista Superinteressante. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/o-motor-eletrico/>. Acesso: 28 ago. 21.

⁵ Phet (Physical Education Tecnology) – É A interface do Projeto de Simulações Interativas da Universidade do Colorado Boulder (EUA). A interface oferece simulações interativas de matemática e ciências, sob licença CC 3.0, Creative Commons, permitindo que seu conteúdo seja compartilhado, copiado e redistribuído de forma gratuita. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_pt_BR.html

fio de cobre percorrida por uma corrente elétrica e o movimento de um ímã, através das seguintes questões: Como funciona uma bússola? O que ocorre quando aproximamos o ímã de uma bússola? Se ao invés do ímã, fosse um fio percorrido por uma corrente elétrica? Como poderíamos relacionar essas situações? Durante o momento de OC, os estudantes identificaram os objetos retratados na simulação e formularam explicações relacionadas com o fenômeno observado ao moverem a espira de corrente e/ou o ímã.

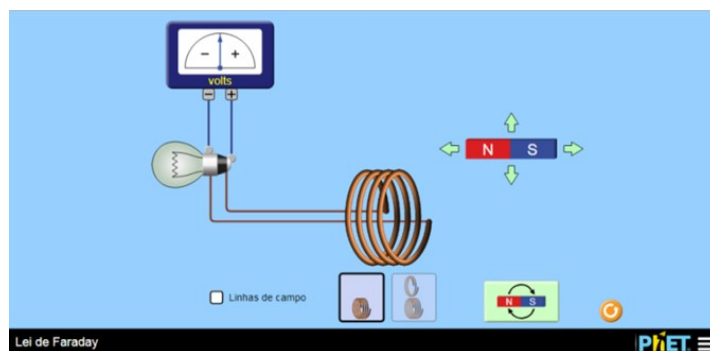


Fig. 3 – Experimento virtual da lei de Faraday. Fonte: Araújo (2020).

Posteriormente, em grupos de dez componentes, os estudantes utilizaram um *kit* experimental (fios, bússola, suporte e bateria) para a reprodução adaptada do experimento de Oersted, no intuito de verificar as observações desse físico (Fig. 4), cotejando-as com a leitura do texto *A experiência de Oersted: O efeito magnético da corrente elétrica*, disponível no livro didático *Conexões com a Física* (SANT'ANNA *et al.*, 2013) adotado pelo colégio.



Fig. 4 – Reprodução com materiais de baixo custo dos procedimentos e observações de Oersted. Fonte: Araújo (2020).

Ao final, abrimos uma roda de conversa sobre as observações extraídas do experimento e do texto, culminando com a explanação sobre o campo magnético produzido por uma corrente elétrica, ao tempo em que retomamos os conceitos de campo e corrente elétrica já estudados na unidade anterior e a resolução de questões propostas do livro didático.

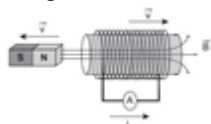
Na terceira etapa, os estudantes retomaram a simulação interativa *Lei de Faraday* e inseriram um novo elemento, as linhas de campo magnético, observando como as linhas de campo possibilitam a compreensão do fenômeno da geração de corrente elétrica induzida na espira e se relacionam com o experimento de Oersted. Logo após, em grupos de cinco componentes, produziram um arquétipo da simulação (Fig. 5) utilizando fio de cobre, *led* e ímã, distribuídos pelo educador (professor pesquisador).



Fig. 5 – Experimento feito por um dos grupos de estudantes. Fonte: Araújo (2020).

No término desse momento, iniciamos a discussão a partir dos conhecimentos científicos e tecnológicos que embasam a atividade teórico experimental realizada, que culminou com a abordagem da questão 72 do ENEM 2014⁶ e a orientação para que os estudantes fizessem uma pesquisa via rede *internet* e construíssem um motor simples, aplicando e relacionando os conhecimentos estudados. O momento de AC prospectou o início da quarta etapa. Os estudantes, em seis grupos de cinco componentes, apresentaram os motores simples construídos ao longo da semana (Fig. 6), num tempo aproximado de cinco minutos cada, destacando as relações com os conteúdos estudados e os princípios físicos verificados.

⁶ (ENEM – 2014 – Prova Azul) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a v , induzindo uma corrente elétrica de intensidade i , como ilustrado na figura. A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a



- esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.
- direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.
- esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.
- direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- esquerda e manter o ímã em repouso com mesma polaridade



Fig. 6 – Experimento dos estudantes. Fonte: Araújo (2020).

Através das apresentações, retomamos a PI sobre como funciona o motor elétrico, correlacionando-o com os conhecimentos científicos estudados. Posteriormente, abrimos uma discussão abordando os trabalhos apresentados, ao tempo em que exibimos os vídeos *Motor de indução*⁷, *Primeiro laboratório-fábrica de ímãs de terras-raras no Brasil*⁸, *Veículos Elétricos Brasil*⁹. Focalizamos aspectos do tripé FTS no diálogo em torno da construção de baterias e placas de circuitos elétricos tendo como pano de fundo a extração mineral na região.

Encerramos a quarta etapa com os estudantes produzindo uma dissertação contemplando aspectos da ciência e da tecnologia abordados nas aulas, concluindo o momento de AC da sequência didática. O objetivo foi estimular a argumentação crítica dos estudantes em torno de suas visões de mundo sobre o desenvolvimento do carro elétrico e seus impactos socioambientais, tanto no que tange à redução da emissão de dióxido de carbono quanto na necessidade de exploração de insumos minerais para a fabricação dos veículos elétricos.

V. Resultados e discussão

Encerradas as ações em sala de aula, organizamos nossos dados de pesquisa e exploramos exaustivamente todos os detalhes, focalizando nossa atenção para a articulação entre os equipamentos geradores e os 3MP.

A primeira etapa constituiu-se no elo central dessa articulação. A discussão da tirinha em quadrinhos e o desmonte dos motores e dínamos oportunizou aos estudantes o primeiro passo para superarem o senso comum por meio da rigorosidade metódica dos procedimentos da alfabetização técnica. A PI resultou no diálogo fenomenológico dos conhecimentos físicos sobre bobinas e ímãs, e na relevante influência social e cultural na realidade concreta dos

⁷ Motor de indução. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/~lang/Motor_inducao.wmv.

⁸ Primeiro laboratório-fábrica de ímãs de terras-raras no Brasil. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oatM88BXeUU>.

⁹ Veículos Elétricos Brasil. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=trhbtrq1Fh0>.

estudantes com suas perspectivas e vivências (BAZIN, 1998), como podemos verificar na transcrição de algumas falas registradas em áudio durante as aulas (estudantes identificados anonimamente como E_1 , E_2 , ...).

E_1 “Os motores facilitam o trabalho, minha mãe tem uma máquina de costura nova com motor elétrico e outra de pé, com motor elétrico ela costura muito mais rápido!”.

E_2 “O dinamo usa em bicicleta para acender o farol, mas hoje usa mais lanterna de led”.

E_3 “Meu tio tem uma bicicleta com dinamo, é antiga”.

E_4 “É uma puia! Meu avô tem uma, ele usa pra furar cerca de curral na roça onde não tem energia”.

E_5 “Lá em casa tem furadeira, meu pai usa no serviço dele [...] ele é pedreiro”.

E_6 “[...] a furadeira é melhor, mas onde meu avô mora mesmo, não tem energia, a luz é querosene ou gás [...] usa geladeira a gás também, pra ele só serve a puia mesmo”.

Constatamos nessas falas indícios de que os estudantes conheciam e tinham algo a dizer sobre o tema abordado, denotando perceberem as relações de evolução tecnológica e da sua importância no processo produtivo. O sentido deste diálogo problematizador não foi tomado na direção do determinismo científico-tecnológico (AULER; DELIZOICOV, 2006), mas no fato de que alguns aparatos tecnológicos comumente presentes na vida das pessoas proporcionam melhores condições de vida e de trabalho, “podendo-se dizer que a própria vida estaria ameaçada sem eles. Eis aqui talvez a maior mudança. A mudança está implícita, não é mero efeito que poderá, ou não, acontecer. Nós chegamos a um estágio que não podemos nos privar desse *caldo cultural*” (ANGOTTI; BASTOS; MION, 2001, p. 186; grifo dos autores).

Por exemplo, E_1 ressaltou a maior produtividade e eficiência com a inserção de equipamentos mais modernos enquanto E_6 deixou implícita a percepção das diferenças sociais na aquisição e utilização dos aparelhos. Em nossos registros de diário de bordo havíamos chamado a atenção para a evidência da influência cultural na economia e produção local, pois o contexto apontado por E_1 situa-se no trabalho da mãe, que aumenta sua produtividade nos festejos juninos. No mês de junho, o comércio local adquire maior pujança, crescendo a necessidade por produtos e serviços, favorecendo inclusive os trabalhadores autônomos.

No manuseio e desmonte dos motores e dínamos, percebemos o manejo reflexivo e atento dos estudantes. Esses objetos tecnológicos trouxeram a percepção da realidade concreta dos estudantes para o ambiente de sala de aula, tendo uma função pedagógica de propiciar a compreensão de situações/fenômenos vinculados às teorias físicas (BASTOS, 1990), como podemos verificar nas falas a seguir, extraídas de um diálogo em sala de aula entre os estudantes e o professor pesquisador (P):

E₁ “Esse motor é igual à da máquina de minha mãe, quando ela usa muito, cheira queimado, esquenta muito!”.

P “Alguém já viu um motor desmontado? O motor de um eletrodoméstico como o liquidificador ou ventilador?”

E₅ “Já vi meu pai desmontando a furadeira dele, tem um monte de fio enrolado dentro dela”.

P “Ótimo! Então vamos desmontar estes motores e os dinamos e ver o que tem dentro deles? Podem começar, utilizem as ferramentas que deixei disponível com cada grupo”.

E₈ “[...] desenrosca esses dois parafusos e bate nesse eixo que sai a parte da frente do motor”.

E₉ “[...] tem um monte de fio fino enrolado mesmo, essa parte de ferro serve para que? Pensei que tivesse um ímã”.

E₁ “[...] não sei, mas deve ser por isso que esquenta com esse monte de fio enrolado”.

E₇ “A energia deve passar por eles, mas como faz o eixo girar? [...] no dinamo tem um ímã preso no eixo e também tem fios finos enrolados, só que é diferente daqui...”.

Os objetos da interação foram reconhecidos pelos estudantes e associados ao contexto cotidiano que os circundam. Instrumentos que, para a maioria, eram de manuseio óbvio e corriqueiro, mas que nunca haviam realizado uma reflexão sistemática de como funcionam ou foram fabricados ou se se relacionam com o conhecimento escolar.

Verificamos que houve uma limitação nos conhecimentos para a compreensão dos fenômenos associados ao funcionamento dos mesmos, o que permitiu validar os aparatos tecnológicos como equipamentos geradores e explorá-los dentro dos 3MP, tendo em vista a superação da curiosidade ingênua em direção à curiosidade epistemológica (FREIRE, 1996). O distanciamento crítico dos sujeitos aprendizes, fomentado na Organização do Conhecimento, sob a orientação do professor, possibilitou o primeiro passo na estruturação dos conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial.

Cabe salientarmos que tal mediação desloca-se do eixo abordagem temática – abordagem conceitual, investigado por Ferreira, Paniz e Muenchen (2016). O que está em jogo são as visões de mundo de educandos-educadores e educador-educando permitindo-se dialogar horizontalmente numa ação cultural libertadora. “É que, na problematização, cada passo no sentido de aprofundar-se na situação problemática, dado por um dos sujeitos, vai abrindo novos caminhos de compreensão do objeto da análise aos demais sujeitos” (FREIRE, 2002, p. 82).

Na segunda etapa, durante a reprodução do experimento de Oersted, observamos a predisposição dos estudantes de superarem a curiosidade ingênua quando conseguiram

perceber, sem muitas explicações, que algumas das hipóteses levantadas não eram válidas, e rapidamente chegaram a novas conclusões alinhadas com as teorias científicas. Como dado de pesquisa, transcrevemos abaixo o diálogo entre uma estudante (E_6) e o professor pesquisador (P), que atesta a evolução do entendimento científico num momento anterior e noutro posterior à realização do experimento, quando da problematização do funcionamento da bússola.

P “Como a bússola funciona, alguém saberia explicar?”.

E₆ “A bússola se orienta pelo sol, depende da posição em relação a ele”.

P “Não compreendi, como seria isso?”.

E₆ “É como aprendi na escola quando era criança, a professora [...] falou que para saber onde fica o sul e o norte, aponta o braço direito pra onde o sol nasce e o esquerdo onde o sol entra, na frente seria o norte e atrás o sul!”.

P “E qual seria a relação entre isso e a bússola?”.

E₆ “Ah, professor... a bússola usa o sol pra definir o norte e sul, não sei direito como funciona, mas acho que é assim”.

Após a reprodução do experimento de Oersted, a mesma estudante percebe que sua compreensão estava equivocada e, por si mesma, evolui o seu entendimento do fenômeno observado relacionado à bússola:

E₆ “A bússola é atraída pelo ímã, a terra é um grande ímã, Professor! [...]”.

P “Como seria isso?”.

E₆ “O ímã tem um polo norte e um polo sul, o norte atrai sul da bússola e sul o norte, a terra também tem norte e sul que atraem a bússola, agora tô entendendo quando estudamos em geografia”.

P “[...] mas precisamos tomar cuidado com relação ao norte e sul geográfico, pois estamos trabalhando com norte e sul magnéticos”.

E₆ “Sim, sim, sim... entendi agora [...] e na experiência que fizemos quando ligamos o fio na pilha o ponteiro da bússola muda de posição, parecendo quando está próximo do ímã, o fio age igual ímã também, né!? Isso tem a ver com os fios dentro do motor também?”.

Este diálogo e nossas observações visuais da cena (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) demarcam o contexto de investigação do fenômeno, “desvelado, re-descoberto pelo grupo, criando e apreciando o próprio processo” (BAZIN, 1998, p. 35). Momentos como este, característicos da Organização do Conhecimento, revelam que os aspectos contraditórios ou limites explicativos foram sendo melhor compreendidos no sentido de uma ação transformadora e ensejaram correlações com as atividades que envolveram os equipamentos geradores. Conforme Freire (1996) argumenta:

Numa perspectiva progressista o que devo fazer é experimentar a unidade dinâmica entre o ensino do conteúdo e o ensino de que é e de como apreender. É ensinando matemática que ensino também como aprender e como ensinar, como exercer a curiosidade epistemológica indispensável à produção do conhecimento (p. 141).

A dialogicidade freireana nos ensina a respeitar os conhecimentos empíricos que os estudantes possuem, provenientes da sua vivência cotidiana. Bachelard (1977) os categoriza como “conhecimento vulgar” e alerta para o fato de que podem se constituir em “verdadeiros obstáculos epistemológicos” ao conhecimento científico. Segundo o autor, não se trata de “adquirir uma cultura experimental, mas de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já amontoados pela vida cotidiana” (BACHELARD, 1977, p. 150).

As atividades práticas de demonstração promoveram maior número de interações em sala de aula e momentos de reflexão sobre os fenômenos físicos estudados tanto entre os estudantes, como entre educador e estudantes, assim como entre os estudantes e o espaço escolar (FERREIRA, 1978). A tentativa de buscar a compreensão científica dos fenômenos observados aguçou a concentração e o engajamento nas atividades, resultando no melhor aproveitamento das tarefas realizadas. Os estudantes tornaram-se atores principais na condução dos trabalhos, participaram e colaboraram ativamente com o desenvolvimento da aula:

Devido a maior interação, os alunos se engajaram mais nas atividades, o que resultou no melhor aproveitamento das tarefas realizadas. Além de ficarem bastante intrigados em entender a relação entre o fio percorrido pela corrente elétrica e a bússola, sendo esse também os aspectos conceituais mais confusos para os estudantes. Por conta dessas dificuldades conceituais, detalharia mais os conceitos e aumentaria o tempo de discussão. (Fonte: diário de bordo, 25 de setembro de 2018).

Como registrado acima, o tempo foi um dos obstáculos pedagógicos da atividade, tendo em vista os limites de estruturação da carga horária no currículo escolar. Outro fator a pontuar foi a impossibilidade de realização das atividades práticas com um número menor de componentes por grupo, isto diante da limitação da quantidade de materiais e dos equipamentos geradores. Por outro lado, verificamos maior interação com o livro didático e as questões propostas do mesmo, como exemplificamos a seguir, tendo como dados as respostas dos estudantes a uma questão do livro (Figura 7):

Questões Propostas

1. Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha se alinha como mostra a figura I. Fechando a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (fig. II). A que conclusões Oersted chegou com base nos resultados do experimento?

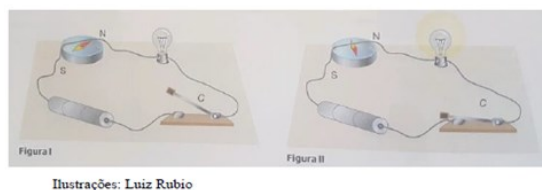


Fig. 7 – Questão presente no livro didático adotado pelo colégio respondida pelos estudantes. Fonte: *Conexões com a Física* (SANT'ANNA et al., 2013)

Devido à execução prévia da experiência de Oersted, essa questão adquiriu relevância e interesse dos estudantes, visto abordar exatamente o aspecto que gerou maior curiosidade durante a experiência e revelou a limitação dos conhecimentos prévios dos estudantes para compreenderem o fenômeno observado, incitando a curiosidade epistemológica. Ainda em relação à questão, quase a totalidade dos estudantes apresentou respostas satisfatórias, como a apresentada abaixo destacando a atuação do campo magnético e as linhas de “força” (campo) aproximando-se da compreensão científica do tema abordado (Figura 8).

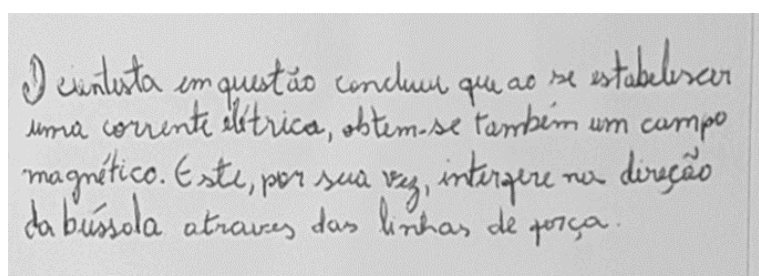


Fig. 8 – Resposta proferida pelo estudante evidenciando a compreensão científica do tema. Fonte: Araújo (2020).

Na terceira etapa, a interação com a simulação interativa *Lei de Faraday* potencializou o ganho de aprendizagem de um tema que geralmente os estudantes apresentam bastante dificuldade no eletromagnetismo, fluxo magnético e corrente elétrica induzida. A discussão fenomenológica em torno do movimento de um ímã através de uma espira e a possibilidade de observação da representação gráfica das linhas de campo magnético via simulação facilitaram a inserção das expressões matemáticas de uma maneira menos abstrata, permitindo a “visualização” do fenômeno para além da mera formulação matemática.

Entretanto, o número de voltas representadas na simulação é meramente ilustrativo e não corresponde à situação concreta aludida. Esta é uma dificuldade que pode ocorrer em recursos hipermediáticos e precisamos levar isto em conta (BALACHEFF, 1994). Quando, em

grupos de cinco pessoas, estavam reproduzindo com materiais concretos a situação simulada, a maioria não percebeu de antemão a relação entre o número de voltas da espira e o fenômeno observado. A interação social foi intensa, em especial a curiosidade de tentar compreender o sucesso de um dos grupos, conforme registrada em áudio:

Grupo 3

E₁ “O grupo um conseguiu, eles deram mais voltas nos fios”.

E₂ “[...] eles usaram um pedaço de cartolina para ajudar a enrolar o fio, pegou na biblioteca”.

Grupo 5

E₉ “Não está dando certo, dá mais voltas no fio pra ver!”.

E₇ “O pessoal do grupo um disse que deu quatrocentas voltas e tem que balançar bem rápido o ímã, se não o led não acende”.

Verificamos nessas falas que *E₁* e *E₉* perceberam a relação entre o número de voltas e o fenômeno esperado a favor da compreensão científica. Este momento de novo questionamento entre os grupos possibilitou explorarmos ainda mais a curiosidade epistemológica, os estudantes expressaram-se livre e abertamente realizando sínteses integradoras do conhecimento, típicas do terceiro momento pedagógico.

A esta altura, vivenciamos concretamente a dinâmica não-linear dos 3MP do tipo fractal (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002; BRAGA, JOSÉ, 2021). Concentramos as atividades na Aplicação do Conhecimento, os estudantes retomaram a problematização inicial através da apresentação do motor simples que construíram e, posteriormente, redigiram um texto dissertativo sobre os temas e conteúdos abordados durante todo desenvolvimento da sequência. Notamos sensível evolução na compreensão dos conceitos físicos necessários para explicar o funcionamento do motor simples e as correlações com os equipamentos descodificados:

E₁ “[...] com uso da regra da mão direita mostramos o sentido do campo no fio que enrolamos para fazer o motor, e esse campo é criado pela corrente gerada pela pilha”.

E₂ “[...] o ímã de neodímio é melhor para fazer o motor, o campo é mais forte. Usei um ímã de geladeira e não prestou”.

E₃ “[...] os dois arames são o suporte para os fios enrolados e é por onde fazemos o contato para a passagem da corrente. A corrente quando passa pelo fio gera um campo que interagem com o ímã, e isso causa o giro, parecido com o dínamo, à diferença é que lá gira o ímã que gera a corrente”.

E₇ “[...] no motor que abrimos, não há um ímã como o motor que fizemos, lá a interação é entre os campos gerados pelas bobinas dos fios, nesse motor que estamos

mostrando a interação é entre o campo do ímã e do fio, o que faz surgir a força provocando o giro, no final a ideia é igual”.

Enfatizamos que “não se trata aqui de estudar a maneira “cultural” de ser dos cientistas e técnicos para definir uma cultura específica deles. (...) A questão é saber se as pessoas se apropriaram dos conteúdos da ciência e se apreciaram os mecanismos interiores dos objetos tecnológicos” (BAZIN, 1998, p. 29-30). A aula tornou-se mais produtiva, os estudantes assumiram o protagonismo, não houve hierarquização entre professor e estudante, todos participavam e opinavam. Os estudantes aplicaram o conhecimento construído ao longo das atividades desenvolvidas extrapolando o ambiente de sala de aula. A seguir, destacamos um diálogo entre alguns estudantes e o educador sobre a produção de motores elétricos por meio da utilização de terras raras, que suscitou questões relativas à exploração mineral regional.

E₄ “[...] o ímã que usamos para fazer o motor de nossa apresentação é de neodímio, então ele faz parte dos minérios chamados de terras raras?”.

P “[...] sim, e como vocês já ouviram falar nossa região tem um grande potencial para exploração mineral, inclusive os de terras raras. Por isso é relevante estarmos discutindo sobre isso”.

E₆ “[...] Então se tirarem as terras raras daqui poderia montar uma fábrica de ímãs também, criaria mais trabalho”.

E₈ “[...] monta nada, já tira o mármore azul e não gerou mais trabalho! Na Boquira tinha muito chumbo e acabou tudo, inclusive a cidade (risos)”.

P “[...] então, mais uma vez percebemos a importância de saber como os processos ocorrem para compreender de que forma poderemos atuar para modificar essa realidade, a riqueza mineral de uma localidade não garante prosperidade e riqueza para seus moradores de maneira automática”.

Essas falas denotam que os estudantes possuem consciência da realidade local e encontraram nesse momento a oportunidade de expressarem suas opiniões: *E₈* traz para o contexto da sala de aula a situação da prática predatória das grandes mineradoras, a mesma faz referência à extração do mármore azul conhecido como Azul Macaúbas e ao município vizinho, Boquira, que constitui um passivo ambiental em decorrência da instalação da Companhia Brasileira de Chumbo (COBRAC), na década de 1950. Responsável pela mina de chumbo que foi desativada em 1992, a empresa deixou os rejeitos sem medidas de proteção ao solo, às águas superficiais e subterrâneas, além da dispersão atmosférica, acarretando um desastre ambiental e graves consequências para a saúde da população (MARTINS; MONTEIRO, 2017).

A argumentação de E_6 veicula a extração mineral como possibilidade de beneficiamento da matéria-prima localmente, vislumbrando a ampliação e qualificação dos empregos a serem gerados na região. A fala revela indícios de que os estudantes, ao articularem conhecimentos científicos e tecnológicos com sua realidade concreta (FREIRE, 2001), em seu contexto sociocultural, empoderaram-se para discutir soluções e intervenções a problemas que os atinge diretamente. Inferimos que, ao delinear o ensino de CNT pautado em equipamentos geradores na perspectiva da Alfabetização Técnica estimulamos aptidões científicas e técnicas imprescindíveis aos estudantes para refletirem e atuarem sobre os meios de produção.

Destacamos a seguir, trechos das dissertações dos estudantes E_{10} e E_{11} que argumentam sobre a relevância da produção de novos modelos tecnológicos que atenuem impactos ambientais relacionados às demandas de locomoção e consumo energético, com base em conhecimentos de C&T e fatos históricos, evidenciando uma tomada de consciência desenvolvida ao longo da sequência didática.

“Um dos meios de transporte mais utilizados no mundo é carro movido à combustível, principalmente o de origem fóssil (petróleo). [...] Nesse sentido, o seguimento dos carros elétricos são de extrema importância ao se analisar, principalmente, dois aspectos: a redução da poluição, bem como a mitigação dos problemas à saúde, essencialmente nas médias e grandes cidades”. (E_{10})

“Durante o século XVIII a Revolução Industrial teve como principal característica as inovações tecnológicas, no qual buscaram atender as diversas demandas dos indivíduos na esfera social. Todavia por conta de vários fatores, urge cada vez mais a necessidade de aquisição por modelos de máquinas em que gerem menos impactos ao meio ambiente, sobretudo a inovação tecnológica nos automóveis elétricos. [...]”. (E_{11})

As falas e posicionamentos destacados podem suscitar discussões sobre aspectos sócio científicos (SANTOS, 2008), explorando valores e atitudes em uma compreensão mais ampla do contexto científico-tecnológico em tempos de globalização econômica opressiva da exploração humana. É preciso discutir estas temáticas, que podem surgir do diálogo problematizador em torno dos equipamentos geradores, refletir sobre “a intencionalidade e a lógica de políticas e gestões que mantêm e, não raro, fortalecem as exclusões; o lucro é mais importante que o ser humano, o mercado regula as demandas e define os perfis ideais, as competências...” (ANGOTTI, BASTOS, MION, 2001, p. 186). Decisões coletivas de grande interesse social e econômico “merecem participação mais explícita e consciente na vida dos cidadãos, e a escola pode cumprir melhor seu papel neste desafio” (idem, p. 188).

Verificamos também indícios de maior criticidade e atuação cidadã por meio da educação para a prática da liberdade vivenciada no decorrer das aulas. Apenas o ser humano é

capaz de “agir conscientemente sobre a realidade objetivada” (FREIRE, 2008, p. 29). Como exemplo, destacamos alguns trechos das dissertações:

“Torna-se evidente, portanto, que para o advento de inovações tecnológicas sobre os automóveis elétricos, cabe ao governo federal proporcionar estrutura e suporte financeiro as instituições de nível superior, no qual possam realizar pesquisas a cerca das falhas dos carros elétricos, [...] Desta forma, concebe-se o aprimoramento e as inovações tecnológicas dos automóveis, permitindo, por conseguinte, uma maior eficiência diante de sua funcionalidade iniciadas no século XVIII com a Revolução Industrial.” (E₇)

“[...] a relevante importância dos carros elétricos, uma vez que, com zero emissões, ele poderá ser a solução na luta contra a poluição nos grandes centros urbanos. Além disso, há a ausência de ruído, que reduz a poluição sonora e aumenta os níveis de satisfação para que conduz. Dessa forma, risco de hipertensão, por exemplo, seriam atenuados, propondo uma área urbana mais saudável ecologicamente”. (E₁₂)

Nesses trechos, E₇ e E₁₂ transferiram os conhecimentos científicos que fundamentam os aparatos tecnológicos estudados para novas situações, demonstrando a construção de representações do conhecimento flexíveis e de perspectiva interdisciplinar (BRAGA, JOSÉ, 2021), sinalizando alternativas para problemas relacionados à utilização de motores a combustão. Segundo Angotti, Bastos e Mion (2001, p. 189), “a conscientização implica que ultrapassemos a esfera espontânea de apreensão da realidade para chegar a uma esfera crítica na qual a realidade se dá como objeto cognoscível e na qual o ser humano assume uma posição epistemológica”. A contextualização dos temas trabalhados abarcando a riqueza mineral local permitiu considerarmos que é necessário

(...) implementar propostas político pedagógicas que viabilizem a educação numa perspectiva emancipatória dos envolvidos. Reelaborar os conhecimentos físicos, assumidos como conhecimentos educacionais em Física através do estudo das leis, princípios, conceitos, etc., envolvidos na fabricação e funcionamento de artefatos tecnológicos como possibilidade de refletir sobre seus significados. Discutir temáticas que poderão ser levantadas, problematizando-se a partir desses objetos, situações e fenômenos do nosso cotidiano. (ANGOTTI, BASTOS, MION, 2001, p. 187).

VI. Considerações finais

Ao situarem a vida e obra de Maurice Bazin como um farol para educação como prática de liberdade no escopo do ensino científico-tecnológico, Saito e Bastos (2018, p. 300) questionam: “(...) será que o ensino de ciências naturais, matemática e suas tecnologias, em

especial na educação básica brasileira, não precisa estar voltado para a população trabalhadora assalariada e ser praticado como ação cultural para a liberdade dos mesmos?”

A situação de ensino que analisamos foi pautada na problematização do cotidiano científico-tecnológico dos estudantes, de seu contexto sociocultural de filhos de trabalhadores sujeitos às relações de opressão e dominação cultural. A ação investigativa e curiosa dos estudantes em torno do desmonte objetos tecnológicos na busca da apreensão dos conceitos físicos viabilizou um canal de aproximação entre ciência e tecnologia e uma fonte de discussão do seu impacto na comunidade local e global no que tange a sua evolução e empregabilidade.

Enquanto prática educativa viável possível, ressaltamos que a transversalidade entre diversos componentes curriculares foi evidente na situação de ensino em tela. Os textos dissertativos abordaram a extração mineral e questões socioambientais, sinalizaram para a abordagem temática e conceitual unificadora do conhecimento de caráter inter/transdisciplinar (ANGOTTI, 2015). “A dimensão cultural dessa ação bem como a percepção sobre a sociedade e o cidadão e o seu lugar nela, recoloca o ensino médio na vida dos cidadãos” (SOUZA; BASTOS; ANGOTTI, 2007, p. 78).

Professor e estudantes se reposicionaram em uma relação horizontal rica em diálogos e visões múltiplas de situações limites do cotidiano científico-tecnológico (JOSÉ, SANTOS, BASTOS, 2002). A sala de aula constituiu-se num espaço de transformação, do educador que aprende ao ensinar e do estudante que ensina ao aprender, diante do discurso da impossibilidade de mudança da realidade estabelecida, que impõe a imobilidade e adaptação aos silenciados, um discurso negador da humanização (FREIRE, 1996).

Entretanto, alguns fatores foram limitantes e permanecem desafiadores em ações educativas como essas (PIRES; FERRARI; QUEIROZ, 2014). O tempo investido no planejamento e na execução das atividades contrastando com a limitada carga horária e questões técnicas relacionadas ao desmonte dos aparatos, são as principais. Percebemos que alguns estudantes não se identificaram com a proposta, fato que pode ser creditado ao modelo de ensino tradicional a que estão habituados, pois apresentaram maior dificuldade nas atividades coletivas. Ainda assim, a flexibilidade para explorarmos questões locais de interesse da comunidade e recursos didáticos disponíveis como simulações interativas, tirinhas, histórias em quadrinhos e filmes, entre outros, são potenciais estratégias de interação e engajamento.

Não obstante, situações de ensino como a que analisamos, desenvolvidas segundo os pressupostos da Alfabetização Técnica como inédito viável da educação como prática da liberdade (FREIRE, 1974), fomentam aptidões científicas e técnicas necessárias aos estudantes para romperem com o imperialismo cultural, conferindo-lhes maior autonomia para refletirem e atuarem sobre os meios de produção (BAZIN, 1977). Estabelecemos conexões entre Física, Tecnologia e Sociedade em uma concepção de C&T como cultura, necessária a todos os educandos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) e

reivindicada por BAZIN (1998) na formação de professores. Nossos resultados sugerem que privilegiar os 3MP buscando desopacizar equipamentos geradores contribui para a contextualização dos conhecimentos de C&T em um processo histórico e social. É condição necessária, senão imperativa, a problematização em torno da sua dimensão histórica, sua inserção no tempo, sua instrumentalidade (FREIRE, 2002).

Após três anos que o Colégio Estadual Professor José Batista da Mota foi fechado, vários ex-alunos e seus familiares têm se engajado em movimentos populares. Estes lutam por melhorias nas condições de vida da comunidade, pleiteando junto às autoridades do município a realização de plenárias, audiências públicas e conferências para a discussão e implementação, entre outros, do saneamento básico e de uma Universidade Pública. Para além, há a cobrança por maior transparência nos licenciamentos ambientais para a exploração mineral, bem como dos atos administrativos.

O engajamento nos movimentos sociais em prol de participação das decisões da cidade requer uma visão crítica frente aos formuladores de políticas e menos dependente dos especialistas. Segundo Santos e Schnetzer (1998), perpassa por compreender os fins da ciência, saber avaliar custos e benefícios da tecnologia em questão e engendrar coletivamente soluções para os problemas com base em valores éticos, solidários e democráticos (SANTOS; SCHNETZER, 1998). Se entendida desta forma, a alfabetização técnica pode suscitar o ensino científico tecnológico dialógico problematizador dos problemas concretos que a realidade levanta, de modo que os humanos, exprimindo-se, transformem o mundo, assumindo um caráter emancipatório (SAITO; BASTOS, 2018).

Em certa medida, a discussão remete a propostas pedagógicas na perspectiva CTS mapeadas por Fernandes e Gouvea (2018), em que se busca a formação para a cidadania a partir do desenvolvimento de uma concepção crítica sobre aspectos que relacionam C&T e a sociedade, mirando a tomada de decisão sobre temas de interesse, a respeito de possíveis consequências sociais, incluindo fatores econômicos, políticos, culturais e ambientais. Exploração mineral e saneamento básico são dois dos temas destacados por Santos e Mortimer (2002) em sua digressão histórica da constituição do movimento CTS e da defesa de modelos curriculares sintonizados com essas questões como um ato político no sentido freireano.

Ainda que a situação de ensino em tela não tenha discutido currículos com ênfase CTS (SANTOS; MORTIMER, 2002) e tampouco articulações FREIRE – CTS via abordagem temática (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009), podemos vislumbrar alguma sintonia com seus pressupostos. Sendo menos alvissareiros, inferimos que o contexto da atividade pode ser tomado como estratégico para diferentes bifurcações da estrutura fractal dos 3MP (BRAGA, JOSÉ, 2021), por exemplo, de romper com a “cultura do silêncio”, questionar a superioridade das decisões tecnocráticas e a perspectiva salvacionista de C&T (AULER; DELIZOICOV, 2006). Outras perspectivas, pautadas em parâmetros e propósitos brasileiros

da educação CTS sistematizados por Strieder e Kawamura (2017), podem contribuir para as escolhas, encaminhamentos e busca da coerência de diferentes propostas CTS.

Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código De financiamento 001.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, R. D. S.; CERQUEIRA JÚNIOR, W.; SILVA, E. D. S. Concepções de alunos da EJA sobre raios e fenômenos relacionados. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 507-526, set. 2016.

ANDERSON, S.; BAZIN, M. J. (Org.). **Ciência e (in)dependência**. Lisboa: Livros Horizonte, 1977. v. 2. p. 94-98

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. D. P. D.; MION, R. A. Educação em física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 183-197, 2001.

ANGOTTI, J.A. **Solução alternativa para a formação de professores de ciências: um projeto educacional desenvolvido na Guiné-Bissau**. 1982. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANGOTTI, J. A. P. Conceitos unificadores e ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 15, n. 1 a 4, p. 191-198, 1993.

ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: UFSC/EAD/CFM/CED, 2015. Disponível em: <http://ced.ufsc.br/files/2016/01/Livro-Angotti.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2016.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio**, v. 5, n. 1, p. 1-16, mar. 2003.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: Articulação entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e Referenciais Ligados ao Movimento CTS. In: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS – Las Relaciones CTS en la Educación Científica, 4., 2006, Málaga. **Anais...** Málaga: Universidad de Málaga. p. 1-7, 2006.

AULER, D; DALMOLIN, A. M. T; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 67-84. 2009.

AUTH, M. A. *et al.* Prática educacional dialógica em Física via equipamentos geradores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 40-46, abr. 1995.

BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BALACHEFF, N. **Artificial Intelligence and Mathematics Education: expectations and questions**. In: BIENAL OF THE AUSTRALIAN ASSOCIATION OF MATHEMATICS TEACHERS, 14th, 1993, Curtin University, Perth, Australia. p. 1-24.

BASTOS, F. P. **Alfabetização técnica na disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica**. 1990. 240 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

BASTOS, F. P. **Pesquisa-ação emancipatória e prática educacional dialógica em ciências naturais**. 1995. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BAZIN, M. J. Ciência na cultura? Uma práxis de educação em Ciências e Matemática: oficina participativa. **Educar em revista**, Curitiba, v. 14, p. 27-38, 1998.

BAZIN, M. J. O cientista como alfabetizador técnico. In: ANDERSON, S.; BAZIN, M. J. (Org.). **Ciência e (in)dependência**. Lisboa: Livros Horizonte, 1977. v. 2. p. 94-98.

BRAGA, G. R; JOSÉ, W. Articulações entre Teoria da Flexibilidade Cognitiva e os Três Momentos Pedagógicos: confecção e análise de um material didático na estrutura fractal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 84-107, mar. 2021.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné Bissau**. 1982. 227 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da USP, Faculdade de São Paulo, São Paulo.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana da educação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-97, 1983.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 125-150.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciência: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FERNANDES, J. P.; GOUVÊA, G. A perspectiva CTS e o desenvolvimento de propostas pedagógicas no contexto do ensino de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 231-255, nov. 2018.

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

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de física**. 1978. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação**. Uma introdução ao pensamento de Paulo Freire., São Paulo, 2008.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 1974. 150 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 58. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** São Paulo: Paz e Terra, 1977.

GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo de ensino aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky**. 2009. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

HOBBSAWN, E. J. **A Era dos extremos: o breve século XX: 1914-1991**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

JOSÉ, W. D.; SANTOS, F. B.; BASTOS, F. P. Educação Dialógica-Problematizadora na Física Contemporânea. **Linguagem, Educação e Sociedade** (UFPI), Teresina-Pi, v. 8, n. 08, p. 33-41, 2002.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. D. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 562-613, 2012.

MARTINS, E. H. C.; MONTEIRO, E. M. S. Riscos à saúde da população causados pela contaminação por chumbo no município de Boquira, Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 40, p. 114, 20 set. 2017.

MENEZES, L. C. Novo(?) Método(?) para Ensinar(?) Física(?). **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, p. 85-97, 1980.

MION, R. A.; ANGOTTI, J. A. P. Investigação-ação e a formação de professores em Física: o papel da intenção na produção do conhecimento crítico. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas, MG. **Atas...**

MION, R. A.; ANGOTTI, J. A. P. Em busca de um perfil epistemológico para a prática educacional em educação em ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 11, n.2, p. 165-180, 2005.

MONTEIRO, M. A. A. *et al.* As atividades de demonstração e a teoria de Vigotski: um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 371-384, jan. 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 199-215, 2012.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, set. 2014.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências a Partir de Problemas da Comunidade**. 1981. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

PIRES, C. F. J. S.; FERRARI, P. C.; QUEIROZ, J. R. O. A tecnologia do motor elétrico para o ensino de Eletromagnetismo numa abordagem problematizadora. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 29-45, fev. 2014.

SAITO, C. H.; BASTOS, F. D. P. D. Tributo a Maurice Bazin: um farol da prática para a liberdade. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 279-305, nov. 2018.

SANT'ANNA, B. *et al.* **Conexões com a Física**. 2. ed. São Paulo: Moderna, v. 3, 2013.

SANTOS, M. L. B. D. *et al.* Interdisciplinaridade e os três momentos pedagógicos no ensino de Física: uma prática sobre a matriz energética brasileira. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 5, p. p. 115-125, 2018.

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, mar. 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Ciência e educação para a cidadania. *In* CHASSOT, A e OLIVEIRA, R. **Ciência, Ética e Cultura na Educação**. São Leopoldo, Ed. UNISINOS, 1998.

SEPLAN. Governo apresenta potencial mineral do Vale do Paramirim a prefeitos. **Ascom Seplan**, 2021. Disponível em: <https://seplan.ba.gov.br/2021/06/2504/Governo-apresenta-potencial-mineral-do-Vale-do-Paramirim-a-prefeitos.html>. Acesso em: 08 de set. de 2021.

SILVA, A. F. G. **A construção do currículo na perspectiva popular crítica: das falas significativas às práticas contextualizadas.** 2004. 493 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2004.

SOUZA, C. A.; BASTOS, F. D. P. D.; ANGOTTI, J. A. P. Cultura Científico-Tecnológica na Educação Básica. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 76-88, 2007.

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



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).