



Epistemologia Freireana e o ensino de Física: uma proposta didática para o estudo dos fluidos, a partir das contradições envolvidas na construção de uma barragem na bacia hidrográfica do rio “Itaúnas” no norte do Espírito Santo

Freirean Epistemology and the teaching of Physics: a didactic proposal for the study of fluids, based on the contradictions involved in the construction of a dam in the hydrographic basin of the “Itaúnas” river in northern Espírito Santo

Epistemología freireana y la enseñanza de la Física: una propuesta didáctica para el estudio de los fluidos, a partir de las contradicciones involucradas en la construcción de una presa en la cuenca hidrográfica del río Itaúnas en el norte de Espírito Santo

Natiel da Silva Santos - Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Boa Esperança |Boa Esperança | ES | Brasil. E-mail: natielsilva@hotmail.com | 

Ernani Vassoler Rodrigues - Universidade Federal do Espírito Santo-UFES | Centro de Ciências Exatas | Vitória | ES | Brasil. E-mail: ernani.rodrigues@ufes.br | 

Geide Rosa Coelho - Universidade Federal do Espírito Santo-UFES | Centro de Educação | Vitória | ES | Brasil. E-mail: geidecoelho@gmail.com | 

Resumo: Este trabalho consiste em um relato de uma pesquisa-intervenção referente ao desenvolvimento de uma proposta didática ancorada nos pressupostos epistemológicos freireano e materializada por meio dos Três Momentos Pedagógicos para conscientização sobre as situações-limite envolvidos na construção de uma barragem. Essa proposta foi desenvolvida com estudantes de uma turma da 1ª série do ensino médio em um centro integrado de educação rural. A análise se deu pela interlocução com os argumentos dos estudantes (gravados em áudio e vídeo) construídos a partir da visita a uma barragem de represamento de água, possibilitando identificar nos discursos indícios sobre a importância da apropriação de princípios da mecânica dos fluidos para o desenvolvimento da criticidade e reflexibilidade de suas próprias experiências. Os resultados indicam que o diálogo e a problematização proporcionaram aos estudantes uma reflexão crítica sobre as questões que relacionavam os conhecimentos de Hidrostática com aspectos ambientais, sociais e culturais.

Palavras-chave: epistemologia freireana; ensino e aprendizagem em física; mecânica dos fluidos.

Abstract: In this work we report an intervention-research regarding the development of a teaching and learning sequence anchored to Paulo Freire’s epistemological assumptions and materialized through the so-called Three Pedagogical Moments, drawing attention to limit-situations evolved in the construction of a dam. This proposal was developed with a high school junior class in a rural school from a small city in Brazil. The analysis was proceeded upon student’s argument (registered both in video and audio) built during and after visiting the city dam, allowing to identifying in the discourses the importance of the appropriation of fluid mechanics principles for the development of critical reflexivity for their own experience. Our findings show that problematization and dialogue prompted students to critically reflect on physics knowledge and environmental, social and cultural aspects.

Keywords: freirean epistemology; teaching and learning in physics; fluid mechanics.

Resumen: Este trabajo consiste en un relato de una investigación de intervención referente al desarrollo de una propuesta didáctica anclada en supuestos epistemológicos freireanos y materializada a través de los Tres Momentos Pedagógicos para concienciar sobre las situaciones límite que implica la construcción de una presa. Esta propuesta fue desarrollada con estudiantes de una promoción de 1er grado de Bachillerato en un centro integrado de educación rural. El análisis se realizó mediante la interlocución con los argumentos de los estudiantes (grabados en audio y video) construidos a partir de la visita a una presa de agua, permitiendo identificar en los discursos indicios sobre la importancia de la apropiación de principios de mecánica de fluidos para el desarrollo de la criticidad y reflexividad de sus propias experiencias. Los resultados indican que el diálogo y la problematización brindaron a los estudiantes una reflexión crítica sobre los temas que relacionaban el conocimiento de la Hidrostática con los aspectos ambientales, sociales y culturales.

Palabras clave: epistemología freireana; enseñanza y aprendizaje de la física; mecánica de los fluidos.

- Recebido em: 22 de novembro de 2021
- Aprovado em: 28 de abril de 2022
- Revisado em: 03 de agosto de 2022

1 Introdução

Vivemos na atualidade momentos de perda de direitos sociais adquiridos no processo de democratização da sociedade brasileira. Do ponto de vista educacional é cada vez mais estreita a relação mercadológica/neoliberal que se materializa na proposição de um currículo-régua para a educação básica que mina a diferença, a diversidade, a criticidade e a criatividade nos processos educativos e neste sentido, concordamos com (MACEDO, 2014, p. 1549) quando afirma que “está em curso a construção de uma nova arquitetura de regulação e de que, nela, os sentidos hegemônicos para educação de qualidade estão relacionados à possibilidade de controle do que será ensinado e aprendido”.

Na contramão desse currículo-régua, apostamos em uma “educação desobediente”, como assinala Bazzo (2016), que busca romper com processos civilizatórios elitistas e cruéis da contemporaneidade que esse trabalho se insere ao contemplar no processo de pesquisa e intervenção educacional variáveis contemporâneas que interferem na vida das pessoas e compromete o bem-estar social planetário.

Nesse sentido, entendemos que a formação continuada de um docente precisa considerar as questões socialmente sensíveis, vigentes em uma comunidade. Isso significa que não se pode passar por uma formação focada em temas ancorados numa tradição disciplinar, ficando alheios seus processos históricos e as tensões locais e globais que culminam nas instituições e organizações vigentes e que impactam as vidas dos estudantes.

Essa necessidade crítica se manifesta aqui em um caso de pesquisa-intervenção na busca pelo desenvolvimento de temas socialmente relevantes aos alunos e, concomitante ao processo de formação de um docente licenciado em Física, obtendo seu título de mestre em um dos polos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF). As peculiaridades do *locus* de pesquisa mostram um ambiente no qual uma Abordagem Temática Freireana (ATF) se torna elemento de ensino, mas ao mesmo tempo, elemento de desenvolvimento de uma práxis, por parte do docente.

Uma cidade distante da capital de seu estado (> 250 km), com fonte de renda advinda principalmente da agropecuária, mas que fora, em anos recentes, marcada pelo estado de calamidade devido à seca, imprime uma profunda dimensão social tanto à escola rural na qual se deu a pesquisa, quanto à recém-inaugurada barragem local.

A partir desse cenário de tensões ambientais, culturais, sociais e políticas, apresentamos o processo de construção de uma proposta didática voltada a estudantes do ensino médio, que buscou a conscientização sobre as situações-limite envolvidas na construção de uma barragem, suas implicações e impactos referentes a captação predatória e racionamento de água para a população que habita regiões banhadas pela bacia hidrográfica do rio “Itaúnas”, no norte do estado do Espírito Santo.

2 Pressupostos epistemológicos da Pedagogia Freireana e sua interlocução com ensino de ciências/Física

O movimento de repensar o currículo praticado no cotidiano escolar no sentido da “desobediência”, anunciada anteriormente, ocorre para que possamos contemplar uma participação democrática de todas e todos nas questões que interferem em nossas vidas. Dessa forma, nos aproximamos dos pressupostos freireanos – que aqui descrevemos – para pensarmos em práticas pedagógicas que sejam problematizadoras e emancipatórias. Essa aproximação provém da compreensão de que é necessária a participação de múltiplas vozes nas discussões sobre os temas de ensino e para que as decisões acerca desse mesmo ensino assumam não um caráter tecnocrático, mas sim um caráter de desenvolvimento humano pleno. Algo que, para Lemke (2006) remete a uma educação científica cujos objetivos não estejam resumidos à formação de trabalhadores capacitados e a preparação de consumidores educados para uma economia global, mas que habilitem nos alunos a capacidade de criticar inteligentemente. Com isso, compreendemos que uma educação em ciências que se organiza sob essa perspectiva tem como objetivo mais amplo a transformação do sujeito, desenvolvimento de sua autonomia e a plena inclusão do sujeito no exercício de sua cidadania, o que passa também por sua participação em processos decisórios em torno de questões pertinentes a nossa vida (FREIRE, 2020).

Consideramos que a matriz epistemológica freireana nos permite atribuir sentido ao que estamos chamando de conscientização (ou consciência máxima possível) neste texto. Isso porque, uma vez que estamos em constante devir (processo de transformação), estabelecemos uma relação dialética com o mundo. Como resultado do desenvolvimento de uma consciência máxima possível, têm-se a potencialização da apropriação de conhecimentos pelos sujeitos. Essa consciência máxima permite desenvolver uma leitura crítica do/sobre o mundo para identificar e superar situações-limite, possibilitando o posicionamento crítico para desenvolvimento de ações

socialmente responsáveis. Para compreender um pouco melhor o processo de conscientização, um dos conceitos centrais da perspectiva freireana, o educador destaca:

A conscientização é, neste sentido, um teste de realidade. Quanto mais conscientização, mais se “desvela” a realidade, mais se penetra na essência fenomênica do objeto, frente ao qual nos encontramos para analisá-lo. Por esta mesma razão, a conscientização não consiste em “estar frente à realidade” assumindo uma posição falsamente intelectual. A conscientização não pode existir fora da “práxis”, ou melhor, sem o ato ação – reflexão. Esta unidade dialética constitui, de maneira permanente, o modo de ser ou de transformar o mundo que caracteriza os homens. Por isso mesmo, a conscientização é um compromisso histórico. É também consciência histórica: é inserção crítica na história, implica que os homens assumam o papel de sujeitos que fazem e refazem o mundo. (FREIRE, 1979, p. 15).

Carvalho e Pio (2017) destacam que Freire promoveu uma inovação ao trazer o conceito de práxis – oriundo da ortodoxia marxista e originalmente utilizado para se pensar as relações teórico-práticas da produção, bem como sua constante mudança promovida pela experiência prática – relacionado à educação e orientado “à luta pela humanização, desalienação e afirmação dos homens, contribuindo, dessa forma, para o processo de emancipação humana” (p. 431).

Indo além de uma mera união entre teoria e prática, em Freire, a práxis está vinculada à reflexão e à ação que seja verdadeiramente transformadora da realidade. Nesse sentido, a formação de um docente em Física, obtendo seu título de Mestre em Ensino de Física, se veste de práxis à medida que suas elaborações de propostas de ensino estejam sempre mirando a transformação da realidade. Realidade sua, mas também realidade de seus estudantes. É uma práxis que mira a profunda reflexão sobre os processos de domínios instaurados em suas vidas, em suas localidades, buscando a libertação emancipatória dos humanos envolvidos.

Neres e Gehlen (2018) defendem que pressupostos teórico-metodológicos da educação problematizadora e dialógica, concebidos por Paulo Freire, devam ser empregados no ensino de ciências, em propostas com foco na reconfiguração curricular. Valendo-se da “Abordagem Temática Freireana” (ATF) e da “Práxis Curricular via Tema Gerador”, essas autoras defendem que adotar a ATF no processo educativo implica em escolhas didáticas que sejam significativas aos alunos, no sentido de relacionar com situações-problema social e historicamente localizados. Nesta perspectiva, espera-se que os conhecimentos apropriados por eles sejam mobilizados em outros contextos para além do espaço escolar, onde as necessidades de conhecimento irão se manifestar.

Nessa abordagem buscamos a aproximação do conhecimento do aluno com o conhecimento científico, para que as contradições limitantes em seu contexto sociocultural sejam

identificadas e, somente então, superadas. Essas contradições são situações-limite que, no sentido freireano, são cenários percebidos em um dado momento histórico como sendo um freio. Esse freio é a percepção de intransponibilidade de um determinado obstáculo, mas que pode despertar uma necessidade não de contorno, de enfrentamento e superação. Para isso, é necessário que em vez das situações-limite serem aceitas passivamente, os indivíduos – que aqui podem ser pensados tanto como sendo os alunos quanto como sendo o professor em formação – podem, pela reflexão e crítica, destacar as contradições inerentes e produzir inéditos viáveis, ou seja, situações até então não consideradas, mas que surgem como caminho de enfrentamento das situações-limites (SOUZA; CARVALHO, 2018).

Tomando essa categoria para pensar o ensino de ciências, pode-se dizer que a identificação dessas situações passa a se constituir como um problema significativo para os estudantes. Algo que é nascido de uma situação-limite, de uma realidade percebida como freio, mas que permite o nascimento de novos cenários viáveis ao enfrentamento dos limitantes. Funciona, então, como um modo de conscientização do estudante de que a sua solução exige uma reflexão crítica e o acionamento de algum conhecimento que, para ele, é ainda inédito (DELIZOICOV, 2001).

Para Freire (2020), a investigação dos temas significativos envolve o pensar do povo sobre o seu contexto. O que não deve ser uma atividade mecânica, mas, sim, um exercício de busca e de análise crítica da realidade na sua totalidade. Por isso, é importante lembrar que não é qualquer tema que pode ser chamado de Tema Gerador. Solino e Gehlen (2014) apontam que, sabendo que na ATF o objetivo do ensino é o conhecimento sobre o mundo, os Temas Geradores são aqueles que sintetizam o mundo. São aqueles que aderem a situações-limites que os estudantes vivenciam. São aqueles que, mesmo demandando conhecimento de ordem disciplinar, necessitam de outros conhecimentos para construção de sentido. Dessa forma, as propostas de ensino que se valem da ATF promovem deslocamentos dos pontos de partida. Em vez de “temas da Física”, tem-se “temas do mundo, da vida” que, necessariamente, incluem a Física. Temas que, por exemplo, para uma comunidade escolar na cidade de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro, parta dos impactos e benefícios da Central Nuclear: que inclui o estudo do decaimento radioativo, mas que não parte dele e nem é centrado nele. Ou que, para uma comunidade escolar próxima a um aeroporto, que se partam das contradições sociais que se iniciaram com as desapropriações de terrenos da pista face o benefício turístico da localidade: que inclui o estudo do som (e da

poluição sonora) e o estudo da cinemática, mas que não parte desses temas disciplinares nem se reduzem a eles. Essa essência deixa clara a importância impressa no Tema Gerador e numa educação para a ação, para a participação dos cidadãos nas tomadas de decisão e para uma consequente possível transformação da realidade.

Os Temas Geradores, então, partem de situações significativas oriundas das contradições sociais dos sujeitos, que estão inseridos em um determinado contexto (espaço e tempo) e que são identificados por meio do diálogo e da problematização. O processo subsequente que também caracteriza a Investigação Temática é a Redução Temática: uma seleção de saberes universais que colaboram para a compreensão do tema. Podendo ser uma clara resposta àqueles que poderiam levantar objeções sobre a ATF, alegando algum desprestígio dos saberes disciplinares, a Redução Temática indica a relevância que têm os conhecimentos sedimentados nas diferentes áreas das ciências e de outros campos, colocando os conhecimentos universais como instrumentos para compreensão dos temas. Entretanto, conforme apontado por Novais *et al.* (2017, p. 78-79) “ainda que a etapa de Redução Temática seja fundamental na seleção compreende-se que para a sua efetivação ela necessita estar dialeticamente articulada com a realidade escolar.”

Como nos exemplos possíveis que mencionamos acima, não se pode compreender os riscos e os benefícios da implementação de um complexo nuclear sem que se compreenda minimamente as relações causais entre a fissão nuclear e a liberação de energia. Trazendo para o tema do presente trabalho, não se pode nem refletir nem incorporar uma práxis transformadora de uma realidade marcada pela seca sem que uma redução temática inclua as relações causais que envolvem gravidade, densidade de um fluido e pressão hidrostática, o processo histórico do município e a geografia da bacia do rio represado na barragem estudada. É nesse sentido que a redução temática tem sua importância destacada por Delizoicov (1991), que chama atenção para o fato de que esta etapa é essencial no processo da educação libertadora:

[...] a não consideração do processo de redução temática parte integrante da investigação temática e da educação problematizadora – na atuação prática tem como uma das consequências a suposição de não haver estruturação prévia de conhecimentos universais que, no entanto, não representa a proposta do educador. (DELIZOICOV, 1991, p. 150).

Freire (2020) acrescenta que, durante esta etapa, os conteúdos programáticos que irão compor o programa curricular não devem ser escolhidos de forma isolada, privilegiando conteúdos em detrimento de outros. Isso imprime uma importância na participação dos grupos de

especialistas de outras áreas do conhecimento para que a Redução Temática se efetive. Uma das formas de cristalizar a ATF como prática de ensino é a proposta de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que sugerem uma dinâmica em Três Momentos Pedagógicos (3MPs). Essa estratégia de ação organiza as atividades de ensino e é pautada no tripé codificação-problematização-decodificação (FREIRE, 2020), tendo uma adaptação dedicada ao ensino de Física feita por Muenchen e Delizoicov (2014), que sistematizam esses momentos:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. **Organização do Conhecimento:** momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados. **Aplicação do Conhecimento:** momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (p. 620, grifo nosso).

A apreensão da realidade na qual o estudo aqui relatado fora desenvolvido é fundamental para que o leitor possa compreender e aproximar do Tema Gerador levantado e da Redução Temática procedida que culminaram numa sequência de ensino com ATF. No *lócus* de ensino do professor que, com este trabalho, obteve seu título de mestre, estão as contradições sociais e as situações-limite vivenciadas tanto pelos estudantes quanto pelo professor de Física. O desenvolvimento da práxis com potencial transformador daquela realidade é elemento das duas partes envolvidas que desenvolveram a proposta didática articulada a essa pesquisa. Então, tomaremos a seção seguinte para apresentarmos o delineamento metodológico e uma descrição mais detalhada, desvelando o contexto sociocultural no qual o trabalho se desenvolveu.

3 Delineamento metodológico e contexto sociocultural

O encaminhamento metodológico da intervenção desenvolvida neste estudo leva em consideração a dinâmica da transformação que ocorre e que localiza este estudo num determinado momento histórico-epistemológico. Trata-se de uma pesquisa de caráter interventiva (DAMIANI *et al.*, 2013). Pautaremos a intervenção no processo de construção de conhecimentos por meio de mediação qualificada na dialogicidade e na problematização da realidade, almejando que

estudantes e professor pudessem compreender as contradições sociais envolvidas em suas realidades.

Dentro dessa perspectiva, a pesquisa foi realizada no Centro Estadual Integrado de Educação Rural (CEIER), no município de Boa Esperança, localizado na região noroeste do estado do Espírito Santo. A escola atende estudantes do município Boa Esperança e da cidade vizinha, Pinheiros. O professor responsável por esta intervenção pedagógica reside em Pinheiros, mas cursou seu mestrado em Vitória, capital do ES, empenhando semanalmente em viagens entre as duas localidades. Embora os CEIERs do ES tenham despertado interesse acadêmico, por parte de pesquisadores de outras unidades federativas (ALVES; RAMOS, 2018; JADEJISKI; BICALHO, 2020), neste trabalho incluímos um olhar interno, visto que o professor responsável tem sua história de vida construída na localidade, agora lecionando na unidade. A instituição está situada na zona rural do município e possui uma área total de propriedade de 90.800 m² que incluem 7 salas de aula, laboratório de informática educativa, laboratório de solos, laboratório de ciências, miniauditório, quadra poliesportiva, sala dos professores, sala de atendimento educacional especializado, biblioteca, avicultura, suinocultura, cunicultura, apicultura e outros.

Vê-se, nos documentos oficiais do CEIER, uma aproximação aos pressupostos filosóficos atinentes à epistemologia freireana: a ação educativa é reconhecida como fenômeno que se dá nos contextos político, econômico, social e cultural, sugerindo que toda atividade educacional é construída a partir de uma visão de mundo e sociedade. Vê-se também uma busca pela formação de um sujeito que consiga compreender e refletir sobre seu lugar no mundo e ressalta-se que isso é um constante desafio. Ainda, que o exercício das relações que medeiam a aprendizagem deve propiciar um espaço democrático, igualitário e que incentive a criticidade conforme preconiza a abordagem pedagógica progressista Crítico Social dos Conteúdos que também está conectada à tendência Libertadora. Essa tendência apresenta grande influência na prática do Centro e traz os Temas Geradores como veículo para a problematização e aprofundamento dos conteúdos a partir da realidade do estudante (CEIER, 2014).

A situação hídrica da cidade onde a pesquisa se desenvolveu foi mote para definição do Tema Gerador. Lemos e Küster (2019) apresentam um mapeamento da superexploração de águas do aquífero da cidade e mostram que essa atividade compromete todos os sistemas subterrâneos de água do local e ainda que a recarga desse tipo de sistema é milenar.

Numa mesma linha, um relatório destinado a dar suporte a um Plano Municipal de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos fora elaborado pela cidade (BOA ESPERANÇA, 2018) apresenta alguns dos problemas que impactam as condições naturais do meio ambiente do município, e conseqüentemente, a qualidade de vida da população. A saber: o número elevado de ocupações em áreas inadequadas e em situações de risco; falta ou restrição de abastecimento de água e esgotamento sanitário em algumas localidades; problemas relacionados à coleta de lixo; varrição e drenagem das águas pluviais; precariedade da construção de grande parte das moradias; a construção de barragens irregulares.

Diante disso, o objeto situado no mundo e que impulsionou esta pesquisa perpassa grande parte desses problemas. A construção de uma barragem, por parte do poder público, em uma localidade rural marcada por secas é elemento que impacta com perdas e ganhos os universos social e ambiental daqueles que lá vivem.

Figura 1 - Barragem Engenheiro Valter José Matielo.



Fonte: PINHEIROS. Prefeitura Municipal de Pinheiros. **Consórcio Público Vale do Itauninhas apresenta amanhã (19) Plano de Segurança da barragem Valter Matielo.** Pinheiros, ES: Prefeitura Municipal de Pinheiros, 2018. Disponível em: <http://www.pinheiros.es.gov.br/noticia/ler/14210/consorcio-publico-vale-do-itauninhas-apresenta-amanha-19-plano-de-seguranca-da-barragem-valter-matielo>. Acesso em: 26 fev. 2021.

Na proposta didática elaborada, a contextualização inicial feita com os alunos, incluiu os elementos acima relatados. Uma vez que esses elementos levaram ao momento de problematização inicial a partir da realidade de todos os envolvidos, uma visita à barragem Engenheiro Valter José Matielo foi proposta. Essa visita à barragem da cidade incluiu conversas com o responsável técnico pelo empreendimento, registros fotográficos e diálogos sobre questões estruturais, sociais e ambientais relacionadas a barragem. Todas as conversas foram gravadas em

áudio, e tanto estudantes e seus responsáveis assim como o técnico responsável pela barragem assinaram termo de consentimento livre e esclarecido, disponibilizando seus registros para a pesquisa e atividades pedagógicas resultantes deste processo. Desse *corpus*, selecionamos falas e elementos de compreensão para vislumbrarmos situações-limites que fomentassem a práxis a partir do Tema Gerador tomado: o problema da água na região. Participaram deste processo juntamente com professor de Física, 28 estudantes da 1ª série do ensino médio, sendo 13 meninas e 15 meninos, com idades variando entre 15 e 17 anos. Em adição a esse *corpus*, o professor construiu um diário de pesquisa no qual foram registrados os acontecimentos notáveis durante a visita, bem como a organização das atividades desenvolvidas em sala de aula. Para além de um mero instrumento de registro, o diário de pesquisa subsidiou a prática reflexiva do professor, enquanto pesquisador em formação (ARAÚJO *et al.*, 2013).

Os registros de pesquisa passaram por um levantamento preliminar, como propõe Solino (2013), a fim de identificar unidades de significado que pudessem apontar as situações significativas próximas que representavam uma contradição social vivenciada pelos estudantes e o professor de Física.

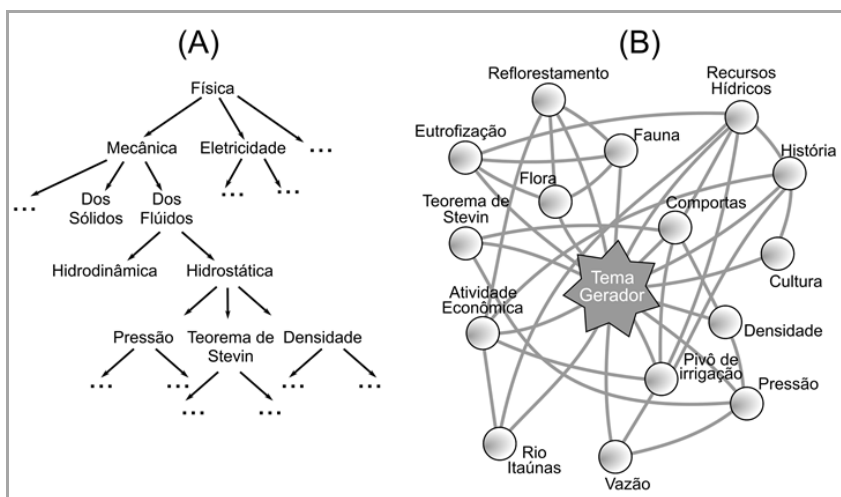
A problematização inicial, feita nas três etapas da sequência, se iniciou junto à visita da barragem (Figura 1), incluindo a discussão sobre a questão da água na região e socialização das experiências dos alunos em relação ao problema da água. A proposta didática desenvolvida incluiu mais dois encontros, esses em sala de aula, nos quais foram procedidas as Reduções Temáticas, permitindo uma organização do conhecimento e acionando saberes específicos da Física, particularmente os de mecânica dos fluidos, ancorados às questões que eram caras aos estudantes, como a seca e o uso predatório dos recursos de aquíferos da região. Então, foram oferecidas aos alunos demandas nas quais os conhecimentos organizados pudessem ser aplicados. O Quadro 1, à frente, sintetiza os ciclos de 3MPs, que utilizamos.

Sistematizamos o processo de produção da proposta didática que levou em consideração o diálogo entre a realidade sociocultural de estudantes e professor em formação continuada e os conhecimentos, tanto os científicos quanto aqueles ligados à localidade e suas tensões histórico-sociais. Partimos do tema O problema da água e a função social da Barragem “Engenheiro Valter José Matielo” e selecionamos potenciais caminhos para uma Redução Temática, de modo a organizar a proposta de atividades didático-pedagógica na perspectiva da ATF e no processo dos 3MPs. Por suas relações intrincadas com o mundo, o processo de Redução Temática se diferencia

de uma mera hierarquização de conceitos – algo que ignora tanto as relações de altas ordens, retroalimentadoras quanto os fatores sociais, culturais e históricos. Entendemos que uma Redução Temática busca, para além de diferentes elementos específicos que possam se alocar em uma soma de ordem mais alta, também os elementos de relações intrincadas. Tomando o caso da barragem em questão, poderíamos pensar os temas da Física subsumidos a conceitos mais genéricos da própria Física. Embora isso, por um lado, tenha valor intrínseco como organizador de saberes dentro de área de conhecimento, por outro lado, onde entraria aquilo que mais poderia mover a práxis dos estudantes? Onde estaria a seca, a bi-municipalidade da barragem, o uso predatório da água, a tensão entre agricultura familiar e agricultura em escala? Por isso, concebemos o processo de Redução Temática como sendo uma seleção de elementos dentro de um conjunto de relações difusas, hiperconectados uns aos outros e à realidade (social, cultural, física, ambiental etc.) dos estudantes.

Dessa forma, entendemos que uma organização hierárquica de conceitos da Física atinentes à barragem (Figura 2, A), mesmo que tenha consistência interna, no âmbito de pensamento dessa ciência, não inclui a realidade, a história e as situações-limite daqueles alunos. Atinentes à ATF e aos 3MPs, entendemos que uma organização complexa de noções produzidas a partir do Tema Gerador (Figura 2, B), além de refletir de maneira menos verticalizada as relações de saber, ainda incluem elementos da vida daquela localidade rural que têm profunda relevância para aqueles alunos e que podem fomentar a reflexão crítica que almejamos.

Figura 2 - Duas formas de organização dos saberes, uma hierarquizada e disciplinar (A) e outra complexa, intrincada a partir de um Tema Gerador.



Fonte: Elaboração dos autores.

Quadro 1 - Organização das etapas da proposta e dos 3MPs.

| | Problematização Inicial | Organização do conhecimento | Aplicação do conhecimento |
|--|---|---|--|
| Etapa 1 Visita à Barragem e momento pós-visita em sala de aula | “Quais as necessidades para construção da Barragem Eng. Valter José Matielo?” Visita à barragem; Que odor é esse na água? | Socialização das experiências vivenciadas e sistematização de conceitos que permitam a interpretação para que o professor planeje atividades para construção do conhecimento científico referentes a Densidade e a massa específica dos materiais. Além de questões ambientais e dos processos químicos que envolvem o tratamento adequado e cuidados para não poluir as águas. | Retomada a partir de questionamentos realizados pelos estudantes e professor; Tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de alguns minerais na etapa de coagulação e floculação. |
| Etapa 2 em sala de aula | É possível uma represa “cheia” interferir no volume de outra? | Conceitos de Vasos comunicantes, Teorema de Stevin, piezômetros e nível do lençol freático. | Retomada na conscientização e leitura crítica em documentos que descrevem o conceito de efluentes, pois ele associa-se a concentrações de resíduos na água. Além de compreendermos as implicações acerca da perfuração de poços suas implicações diante o lençol freático. |
| Etapa 3 em sala de aula | O que pode ser feito para construir uma barragem de forma a suportar o volume inesperado? | Empuxo, vazão e equação da continuidade. | Conscientização acerca do manejo do solo para irrigação; escoamento em corpos porosos. Conservação das matas ciliares e de morros. |

Fonte: Elaboração dos autores.

3.1 Relato de episódios notáveis no processo de implementação da proposta

A visita à barragem foi uma experiência que durou aproximadamente 90 minutos. Durante todo percurso para chegar à barragem, problematizações foram estabelecidas nos diálogos entre alunos e o professor. No momento em que foram avistados os pivôs centrais (Figura 3, à direita), responsáveis pela irrigação de uma lavoura de café localizada às margens do trajeto até a barragem, o aluno “Pablo”¹ levantou questionamentos em torno do formato do “bico” de saída de água dos pivôs, do tipo; “Porque dos “bicos” de gotejamento do pivô serem para cima ou para baixo?”. A partir dessa questão do aluno, foi possível analisar a posição ideal da mangueira que estava gotejando para “baixo” em vez de ser “para cima”. Os grandes círculos demarcados no

¹ Este e outros nomes apresentados no relato são fictícios, para que se preserve o anonimato dos participantes.

solo, mostrados na Figura 3 (à direita) permitiram uma conversa acerca dos tipos de irrigação ideais para os diferentes tipos de plantio. É interessante ressaltar que essas questões emergiram quando ainda estávamos no ônibus em movimento (Figura 3, à esquerda), o que mostra que o *locus* de troca de conhecimentos e experiências não é físico, mas sim social.

Figura 3 - À esquerda, o interior do ônibus responsável pelo deslocamento da escola até a barragem e à direita, os círculos dos pivôs centrais localizados às margens da estrada que liga a Rodovia estadual ES-313 à barragem Engenheiro Valter José Matielo.



Fonte: Autores.

Mesmo que o momento vivenciado pelo aluno Pablo na observação do pivô central já apresentasse possibilidades de maior compreensão sobre o manejo correto desses dispositivos para irrigação, um outro lado não se pode ignorar: e para a problematização de situações relacionadas aos do uso desse tipo de dispositivo e sua relação com os recursos hídricos da região.

Considerando-se que 70% da água consumida no mundo é utilizada para fins agrícolas (JACINTO, 2014), e que a cidade de Boa Esperança tem matriz econômica essencialmente agrícola, tem-se uma grande demanda por água de irrigação na região. A otimização de sistemas de irrigações demanda projetos nos quais a apropriação de conhecimentos científicos se faz necessária. Para além do entendimento do funcionamento dos sistemas e das ferramentas indispensáveis para estabelecimento de uma lavoura adequadamente irrigada, há uma reflexão necessária quanto ao consumo excessivo na região. Não só por parte dos grandes agricultores, como também por irrigações em pequeno porte como, a exemplo de uma simples horta doméstica. Então, para que se perceba a importância do manejo do solo, de modo a ter para uma maior eficiência, mas que seja sustentável, se faz necessária a compreensão do limite da

utilização de certos tipos de instalações de pivôs. Aliado a isso, uma consideração dos ciclos hidrológicos (CARVALHO; SILVA, 2006). A incorporação desses saberes à práxis dos alunos colabora para a superação da consciência efetiva vigente e pode ser um aporte para a construção da consciência máxima possível (FREIRE, 2020), uma vez que se pode construir uma nova relação com os sistemas de irrigação locais, com os quais os alunos da região convivem desde seus nascimentos. Nessa nova relação, as perspectivas fatalistas não cabem, uma vez que se conscientiza de que o mundo como é não o é sem influência de atividades humanas.

Os alunos foram conduzidos ao local de construção da barragem situado aproximadamente a 25 km do CEIER/BE. Após a chegada, puderam caminhar pelo local da estrutura e visitar a sala de máquinas (Figura 4, à esquerda). Em dado momento, o extravasor de águas fora aberto. Os alunos acompanhavam o processo. Cristina, no momento de abertura do dispositivo responsável pelo controle do volume de água e outros resíduos na represa (Figura 4, à direita), perguntou: “*Que odor é esse na água*”. Neste momento surgiu uma boa oportunidade para o professor trazer elementos relacionados à concentração de minerais na água, bem como de outros resíduos como as matérias orgânicas que ficam sedimentadas no fundo da represa, visto que as matérias orgânicas que ficam sedimentadas no fundo do lago são succionadas pelas bombas até a estação de tratamento.

Figura 4 - Descida a casa de máquina ao lado, fotografia do dispositivo de controle da comporta reguladora do volume represado.



Fonte: Autores.

3.2 Organização do conhecimento

As questões e problematizações levantadas ao início geraram oportunidade do professor desenvolver outras atividades em sala de aula, propondo a discussão sobre conceitos específicos

da Física, mas ancorados às conversas originadas na visita. Esses conceitos incluíam densidade e massa específica, bem como suas diferenciações para a compreensão da fluabilidade/sedimentação de resíduos orgânicos presentes em água. Professor e estudantes discutiram o deslocamento de resíduos a uma estação de tratamento. Uma reportagem na qual uma Bióloga explicava a cor amarelada da água que chegava às torneiras foi oferecida aos estudantes.

A natureza discursiva do texto jornalístico, diferente do livro didático, promoveu novas interações discursivas em sala de aula. Isso remontou à sugestão Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) sobre a inclusão de outros especialistas, pois na sequência, pois a reportagem foi o meio pelo qual a relação entre o baixo nível de água nos rios e o odor característico ganhou uma elaboração.

Foi trazida a aplicação desses conhecimentos conforme ensina Piveli (2019). Pôde-se abordar a influência da presença de ferro na água e suas etapas de coagulação e floculação, favorecida pela oxidação do cloro. Além disso, a preocupação com metais pesados contaminantes da água também fora incluída. Como, mesmo em pequenas concentrações, esses metais trazem riscos à saúde, sua presença pode inviabilizar os sistemas públicos de água, uma vez que as estações de tratamento convencionais não os removem eficientemente e os tratamentos especiais necessários são muito caros.

O professor também trouxe para o debate o problema de entupimentos causados por minerais escoados pelos rios, por questões geológicas, e a consequente necessidade de manutenção nos aspersores dos pivôs de irrigação. De maneira semelhante à relatada acima, também outros processos de aplicação do conhecimento, na proposta, permitiram ao professor sistematizar junto aos estudantes os conhecimentos compartilhados nos outros momentos. Seja na utilização dos conhecimentos discutidos para solução de demandas pragmáticas de livros didáticos da Física, quanto na construção de análises críticas em torno das problematizações apresentadas anteriormente. Os conhecimentos organizados passaram a ter diferentes usos possíveis nas etapas de aplicação.

Entendendo que a formação daqueles alunos inclui a necessidade de transpor as barreiras dos processos seletivos nacionais, muitos deles dependentes do Exame Nacional do Ensino Médio, o professor incluiu na proposta um momento de solução de questões um tanto mais

“canônicas”, para que os estudantes pudessem mobilizar os conceitos que circularam na sala de aula em uma demanda pragmática.

A conclusão da proposta de intervenção didática culminou na aprovação de uma dissertação de mestrado e no alcance do título de Mestre em Ensino de Física, por parte do professor. Junto à dissertação, uma sequência de ensino/aprendizagem fora elaborada e se encontra disponível em repositório institucional (SANTOS, 2021).

4 Considerações finais

Ao longo deste trabalho, buscamos sintetizar as vivências e os processos de um professor em formação continuada que buscou incorporar alguns dos fundamentos freireanos para o desenvolvimento de uma proposta de intervenção didática, vinculada a uma pesquisa empírica, com estudantes de uma escola rural. De um lado, o objetivo da construção da sequência era se valer da Abordagem Temática Freireana e dos Três Momentos Pedagógicos para propor uma ação didática voltada à práxis dos estudantes. Mas, de outro, o processo pareceu deixar claro que a mesma essência original da práxis e sua vinculação com uma dialética, que são elementos necessários ao desenvolvimento de uma conscientização dos alunos, é o que faz o professor ser, também ele, sujeito do desenvolvimento de sua práxis, de sua ação docente e de função de transformador da realidade a partir de uma relação refletida com ela.

Um professor nascido e crescido na mesma cidade rural na qual desenvolve sua pesquisa de mestrado, não sai de um processo de formação sem que uma nova relação com seu próprio entorno seja construída. Se, freireanamente, a vocação ontológica do homem é ir além, o desenvolvimento da pesquisa aqui relatada tem função dupla: levar os alunos a problematizarem e enfrentarem suas situações-limite e levar além aquele que se empenha em dar as mãos aos estudantes para que isso aconteça.

Em contraponto àqueles que possam julgar um mestrado profissional como mero treinamento, a presente pesquisa é relato de que a transformação do mestrando que conclui tal processo não é uma transformação técnica. É uma transformação do ser. O que se reorganiza não é a lista de conteúdos ou de algoritmos de resolução de problemas dos livros didáticos que o professor possa construir. O que se reorganiza são os compromissos individuais com tudo aquilo que está para além do indivíduo. O que se reorganiza é a relação educador/educando/mundo. E, por consequência, o que se reorganiza é o próprio mundo.

Diante disso, podemos concluir que os diálogos estabelecidos durante o desenvolvimento da proposta não mudam a percepção dos alunos sobre a barragem. Mudam a barragem. O amontoado de concreto, construção finalizada depois de sucessivos abandonos, mas que trouxe o alento às famílias de agricultores da região deixa de ser uma barragem de represamento de água. Uma vez abraçando os inéditos viáveis, os alunos transformam a barragem em algo que é deles e onde se reconhece a Física. E, conseqüentemente a transformam em um produto humano, em um fato social, em um significante cultural, em um marco histórico. E isso não porque uma placa de bronze assim o dissesse. Mas porque as vidas que se agarram àquela água são vidas reais. São vidas.

Referências

ALVES, J. B. P.; RAMOS, M. N. Ensino médio integrado no campo: a experiência dos CEIERS - Centros Estaduais Integrados de Educação Rural do Espírito Santo (CEIER). **Educação em Análise**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 27-50, 2018.

ARAÚJO, L. F. S. *et al.* Diário de pesquisa e suas potencialidades na pesquisa qualitativa em saúde. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, Vitória, v. 15, n. 3, p. 53-61, jul./set. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/rbps/article/view/6326>. Acesso em: 26 fev. 2021.

BAZZO, W. A. Ponto de ruptura civilizatória: a pertinência de uma educação “Desobediente” **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS**, Buenos Aires, v. 11, n. 33, p. 73-91, set. 2016. Disponível em: <http://www.revistacts.net/contenido/numero-33/ponto-de-ruptura-civilizatoria-a-pertinencia-de-una-educacao-desobediente/>. Acesso em: 26 fev. 2021.

BOA ESPERANÇA. Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano Municipal de Gestão integrada a resíduos sólidos. Boa Esperança, ES, 2018. Disponível em: [http://www.boaesperanca.es.gov.br/uploads/filemanager/2018-ES-PMSB-BES-02%20\(1\).pdf](http://www.boaesperanca.es.gov.br/uploads/filemanager/2018-ES-PMSB-BES-02%20(1).pdf). Acesso em: 26 fev. 2021.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Ciclo hidrológico**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2006. Disponível em <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2021.

CARVALHO, S. M. G.; PIO, P. M. A categoria da práxis em Pedagogia do Oprimido: sentidos e implicações para a educação libertadora. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 98, n. 249, p. 428-445, maio/ago. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/zpsDMKRZvTM3BwNSZLb8Cq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 fev. 2021.

CENTRO ESTADUAL INTEGRADO DE EDUCAÇÃO RURAL - CEIER (Espírito Santo). **Projeto Político Pedagógico**. Boa Esperança: CEIER, 2014.

DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822/3074>. Acesso em: 26 fev. 2021.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 125-149.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Cortez e Moraes, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 73. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2020.

JACINTO, L. Projetos da Esalq buscam otimização do uso da água na agricultura. **Meio ambiente, USP Online**, São Paulo, 13 maio 2014. Disponível em: <https://www5.usp.br/noticias/meio-ambiente/projetos-da-esalq-buscam-otimizacao-do-uso-da-agua-na-agricultura/>. Acesso em: 26 fev. 2021.

JADEJISKI, R. R.; BICALHO, R. Temas geradores e trabalho pedagógico no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Águia Branca, Espírito Santo. **Revista de Educação Popular**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 240-257, maio-ago. 2020. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/reveducpop/article/view/52241>. Acesso em: 26 fev. 2021.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciencias**, Espanha, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006. Disponível em: <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v24-n1-lemke>. Acesso em: 26 fev. 2021.

LEMONS, E. C. L.; KÜSTER, I. S. Uma análise da super exploração das águas subterrâneas no município de Boa Esperança - ES. **Natureza online**, Santa Teresa, v. 16, n. 3, p. 31-39, jan. 2019. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/NOL20180101%20oK.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2021.

MACEDO, E. Base Nacional Curricular Comum: novas formas de sociabilidade produzindo sentidos para a educação. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1530-1555, out./dez. 2014. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/21666/15916>. Acesso em: 26 fev. 2021.

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, jul./set. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcRtHTb9c/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 fev. 2021.

NERES, C. A.; GEHLEN, S. T. Investigação temática na formação de professores: indicativos da pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 239-267, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4529>. Acesso em: 26 fev. 2021.

NOVAIS, E. P. S. *et al.* O processo de redução temática na formação de professores em Iguaiá-BA. **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 77-103, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2017v10n2p77>. Acesso em: 26 fev. 2021.

PIVELI, R. P. **Tratamento de esgotos sanitários**. Maceió: CTEC; UFAL, 2019. Disponível em: <https://ctec.ufal.br/professor/elca/APOSTILA%20-%20TRATAMENTO%20DE%20ESGOTOS.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2021.

SANTOS, N. S. **A construção de uma sequência didática em uma perspectiva Freireana para o ensino de hidrostática**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.

SOLINO, A. P. **Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação**: contribuições para o ensino de ciências/física nos anos iniciais. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2013.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 141-162, 2014.

SOUZA, A. R.; CARVALHO, J. S. “Situação-limite”, “ato-limite” e “inédito viável”: categorias atuais para problematizar a “percepção” da realidade. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 1288-1308, out./dez. 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/39282/27696>. Acesso em: 26 fev. 2021.