



USINAS HIDRELÉTRICAS E ENERGIA: UMA UNIDADE DE ENSINO PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

DÉBORA COIMBRA

Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal. Universidade Federal de Uberlândia debora.coimbra@ufu.br

ULISSES DOS SANTOS CARNEIRO

Secretaria do Estado de Educação e Qualidade do Ensino – SEDUC/AM

uscarneiro34@gmail.com

MARCEL BRUNO PEREIRA BRAGA

Departamento de Física. Universidade Federal do Amazonas

marcelbraga@ufam.edu.br

MINOS ADÃO NETO

Departamento de Física. Universidade Federal do Amazonas

minos@pq.cnpq.br

Resumo: Uma unidade de ensino abordando, de forma apropriada, acessível e diferenciada, o funcionamento da turbina de uma usina hidrelétrica, com destaque para o fenômeno da indução eletromagnética é apresentada neste trabalho. Essa unidade foi implementada na modalidade Educação de Jovens e Adultos em uma escola pública do município de Manaus/AM entre setembro e dezembro de 2015. A aproximação ao enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade foi possível a partir da perspectiva freireana, organizando os conteúdos e os recursos didáticos. A metodologia de ensino explora a dialogicidade entre os fundamentos temáticos e dimensões dos saberes, sempre comprometido com as interconexões entre conceitos básicos em matemática e física. Destaca-se o uso da técnica de ensino Prediga-Observe-Explique (POE), buscando valorizar as ideias prévias dos alunos, explorando a dialética em atividades experimentais reais, virtuais, e em especial, na modalidade demonstrativa, associando nesse âmbito ao uso de recursos dialógicos e analógicos como processos articuladores de uma educação crítica e humana, alinhada assim à concepção freireana. Para isso, vinculamos o contexto de ensino a situações corriqueiras reais e/ou familiares aos alunos sobre o conceito de energia e das relações conceituais necessárias de entorno. As situações vivenciadas esboçam a mobilização de ideias pelos participantes para a explicação dos fenômenos e a conclusão remete à necessidade da reflexão crítica sobre a própria prática pedagógica, a fim de superar os usuais mecanismos de transmissão e recepção do ensino baseado em narrativa, rumo a posturas dialógicas e que desencadeiem maior flexibilização nas configurações curriculares.

Palavras-chave: Energia, Abordagem Temática, Educação de Jovens e Adultos.

ENERGY AND HYDROELECTRIC POWER PLANTS: TEACHING UNIT FOR YOUTH AND ADULT EDUCATION

Abstract: We propose a teaching unit about how a hydroelectric power plant turbine works addressing, in an appropriate, accessible, and distinguished way, highlighting the electromagnetic induction phenomenon. This unit was implemented in a public school in Youth and Adult Education modality, in Manaus/AM city, from September to December 2015. The Science-Technology-Society



ARTIGO ORIGINAL

approach was possible within Freirean perspective, organizing contents and didactic resources. The dialogicity was implemented between thematic foundations and dimensions of knowledge, engaging interconnections between mathematics and physics basic concepts. The use of Predict, Observe and Explain technique (POE) stands out, seeking to value the students' previous ideas, exploring the dialectic in real and virtual experimental activities, and specially in demonstrative modality, associating in this context, dialogic and analogical resources use, as articulating a critical and human education processes, in line with Freire's conceptions. For this, we link the teaching context to everyday situations that are real and/or familiar to the students about energy concept and the necessary conceptual relationships. The situations experienced outline the ideas mobilization by the participants to explain phenomena and the conclusion refers to the need for critical reflection on the pedagogical practice itself, in order to overcome usual transmission and reception teaching mechanisms based on narrative, towards postures dialogic and that trigger greater flexibility in curricular settings.

Keywords: Energy, thematic approach, Adults and Youth Education.



INTRODUÇÃO

O conceito de energia na física conjuga muita amplitude e abstração, uma vez que a energia está em todos os lugares e não é uma grandeza diretamente mensurável (CARNEIRO, 2016). Todos os fenômenos físicos estão atrelados a algum tipo de energia e existe uma lei, segundo a qual a energia se conserva nas múltiplas modificações dos sistemas nos processos naturais (FEYNMAN; LEIGHTON; SANS, 2008). De acordo com GOMES (2015), historicamente, a construção do conceito físico de energia está intimamente ligada ao princípio de conservação desta e, mesmo não sendo possível explicar de forma precisa o que é energia, pelo seu caráter polissêmico, ela pode ser quantificada e classificada em diversas formas.

Na educação básica, espera-se que os alunos compreendam as seguintes formas de energia: mecânica (cinética e potencial), térmica, elétrica, luminosa, sonora, química e nuclear. As fontes, transformações e conversões de energia também devem ser analisadas (BRASIL, 2018). Como ponto de partida, é importante destacar que, para obter movimento, calor e eletricidade deve haver uma fonte de energia, enfatizando-se o sentido semântico de mudança e não de criação de energia. Quase a totalidade da energia utilizada no nosso planeta é oriunda das radiações solares, resultante das reações nucleares no interior do Sol e é da ordem de $3,5 \cdot 10^{27}$ J/s, dos quais somente $1,2 \cdot 10^{17}$ J alcança a superfície terrestre (PIETROCOLA et al, 2016). Aproximadamente 30% dessa energia aquece a água e mantém o seu ciclo, de modo que $1,0 \cdot 10^{15}$ J são armazenados na forma de energia potencial gravitacional e usados em usinas hidrelétricas para a produção de $1,0 \cdot 10^{11}$ W de potência elétrica.

Atualmente, o desenvolvimento de um país está atrelado à sua matriz energética, a qual

depende da acessibilidade a fontes primárias de energia, sobretudo fontes renováveis. Segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica (BRASIL, 2017), o Brasil é o terceiro maior país gerador de energia hidrelétrica no mundo, sendo a forma de geração de energia mais usada em nosso país, contando com a segunda maior hidrelétrica do mundo, a de Itaipu, e recentemente estão em andamento a construção das usinas de Belo Monte, no estado do Pará, e Jirau, em Rondônia. Nesse contexto, geração de energia significa transformação de energia mecânica em elétrica. A oferta interna de energia em 2014 foi de 305 Mtep¹, cerca de 2,2% da oferta mundial e um pouco mais de 65 % dessa energia provém de fonte hidráulica. Particularmente, apesar da Usina de Balbina e os impactos ambientais oriundos de sua instalação e operação (BRANDÃO, 2010), o abastecimento da cidade de Manaus/AM é, em sua maioria, oriundo de usinas termelétricas (80%).

No caso da usina hidrelétrica existe uma barragem que armazena a água, a uma certa altura em relação à turbina. Devido à atração gravitacional da Terra sobre a água, podemos dizer que o sistema Terra-água armazena uma forma de energia que denominamos energia potencial gravitacional. Isto significa que esta energia pode potencialmente ser transformada em energia cinética quando, através de tubos, a água atinja a turbina (GREF, 2001, p. 107).

Abordar a temática energia através do estudo da matriz energética e da obtenção da energia via usinas hidrelétricas não é novidade no contexto educacional brasileiro. A relevância do presente trabalho está em apresentar relatos advindos da construção de uma proposta pedagógica visando auxiliar o trabalho docente e da disponibilização de uma apostila como recurso didático para a

¹ Mtep corresponde a 1 milhão de toneladas de petróleo, cujo poder calorífico é 10800 kcal/kg

Educação de Jovens e Adultos (EJA). Particularmente, remete-se a explorar o conceito de energia em uma usina hidrelétrica mediante o fenômeno de indução eletromagnética, sendo esse um contexto gerador de questões específicas, objetivando promover um entendimento mais amplo nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e suas implicações mútuas, levando em consideração as consequências das descobertas científicas e suas aplicações tecnológicas no desenvolvimento social, político, no modo de viver, na cultura, na ética e no meio ambiente (FERNANDES, 2013).

Nossa questão de pesquisa consiste em “Como abordar o conceito unificador energia de forma a articular a sua geração à questão do desenvolvimento regional e do impacto ambiental, numa perspectiva dialógica?” Visamos, também, a articulação com outros conceitos, detalhando os processos de transformação de energia, bem como suas diferentes formas e em aplicações no cotidiano, tendo em vista a realidade estrutural da Região Norte do país. Essa discussão subsidia a compreensão da inadequação topográfica da região da bacia hidrográfica onde a usina de Balbina foi construída, justificando os baixos níveis de geração de energia elétrica (BRANDÃO, 2010). Permeando a questão posta, emergiu a necessidade de repensar a prática do docente, usualmente fundamentada na crença do próprio protagonismo como condição suficiente para que a aprendizagem aconteça.

O conceito de energia, ao longo dos anos, se mantém como objeto de interesse no ensino e é um dos dois conceitos unificadores de segunda ordem propostos por Angotti (1991), junto com o de escala. Esses conceitos constituem-se como âncoras para o que é mais universal e geral, partilhado entre os conhecimentos das ciências da natureza e das tecnologias. O conceito unificador transformação é o mais simples e amplo, assim

como é o mais usual nas investigações científicas. Esse conceito unificador “engloba as transformações que ocorrem com a matéria (incluindo energia), tanto no espaço, como no tempo” (AUTH, 2002, p. 92). Angotti (1991, p. 115) refere-se a energia como:

Um “sutil camaleão” do conhecimento científico. Transforma-se espacial e temporalmente, na dinâmica mutável dos objetos, fenômenos e sistemas, conserva-se na totalização das distintas formas e degrada-se porque uma de suas formas – o calor – é menos elástica ou reversível do que as outras.

Assim, esse conceito favorece a relação com outras áreas, como ao trabalhar o tema “produção de energia elétrica”, visto que podem ser abordados os aspectos sociais, geográficos, ecológicos e físicos. Mesmo não sendo possível explicar de forma precisa o que é energia, sabe-se como ela pode ser quantificada e classificada em diversas formas específicas. No ensino básico, como mencionado, é esperado que os alunos compreendam as seguintes formas de energia: mecânica (cinética e potencial), térmica, elétrica, luminosa, sonora, química e nuclear (BRASIL, 2018).

Sem a intenção de apresentarmos um levantamento exaustivo, citamos alguns trabalhos dos últimos vinte anos presentes na literatura. Teixeira, Muramatsu e Alves (2017) propõem a construção de um modelo interativo de usina hidroelétrica com materiais recicláveis e de baixo custo, que pode ser utilizado para trabalhar vários conceitos de mecânica rotacional, mecânica dos fluidos e eletromagnetismo em uma classe de Ensino Fundamental e Médio, de forma qualitativa. Os autores sugerem, ainda, estratégias

didáticas para a abordagem de diferentes formas de geração de energia elétrica a partir da interação com o protótipo.

Ramos, Fernandes Sobrinho e Santos (2017) apresentam uma análise qualitativa de 37 estudos publicados no período de 1988 a 2013, em periódicos nacionais e internacionais das áreas de Educação e/ou Ensino de Ciências, acerca da abordagem do ensino da matriz energética, inventariando se a discussão em torno do crescimento ilimitado vem sendo contemplada nas disciplinas escolares. Tal questão é relativa ao aumento da demanda energética na sociedade, sem uma reflexão da real necessidade e sem um planejamento adequado e sustentável da produção. Os autores identificaram pesquisas brasileiras relacionadas ao tema produção, consumo energético e centrais elétricas, outras vinculadas às energias solar e nuclear, biocombustíveis ou outras fontes alternativas.

Em relação especificamente ao conteúdo científico, Leal Ferreira (2004) aponta que o conceito de energia elétrica empregado usualmente na visão macroscópica (termodinâmica), não é o mesmo aplicado na microscópica (mecânica estatística), sendo conectados via transformada de Legendre. O autor explora essas conexões definindo energia livre, trabalho elétrico e magnético. Hecht (2008) analisa a conservação de energia como um processo de conversão de energia de repouso em energia de movimento. Doménech et al (2003), com o intuito de aprofundar o debate, apontam que a usual definição de energia como a capacidade de um sistema realizar trabalho, atualmente ainda presente em livros didáticos da educação básica e superior é circular e restrita ao contexto da mecânica. Os autores sugerem que no ensino desse conceito, o professor deve evitar definições qualitativas ou operacionais e oportunizar aproximações sucessivas de sua

significação e ressignificação para o estudo das transformações em sistemas interagentes.

Coimbra, Godoi e Mascarenhas (2009) testaram e validaram uma sequência didática para o ensino do tema energia, numa perspectiva transdisciplinar, envolvendo 28 estudantes da EJA (segundo ano do ensino médio) de uma escola pública do município de São Carlos/SP. Atividades como a interpretação de letras de música e de textos e a análise de situações experimentais foram implementadas, numa abordagem sociocultural. Além de identificar o perfil conceitual dos estudantes, a ideia das autoras foi incluir novas zonas relativas à noção de energia nuclear. Também foram abordados concomitante e oportunamente, assuntos como fotossíntese, respiração celular, balanço energético diário e fenômenos atmosféricos como o El Niño. Entre os resultados obtidos, as autoras apontaram que o alcance e os limites da metodologia e da linguagem permeando todo o processo de ensino-aprendizagem implementado, foram determinantes para o constante repensar das atividades e das dinâmicas, enriquecendo a troca e a sistematização do conhecimento pelos participantes e edificando nesses educandos valores formativos, instrumentais e científicos.

O trabalho citado (COIMBRA; GODOI; MASCARENHAS, 2009) evidencia que, ao utilizarmos uma abordagem temática ao ensino de física na EJA, estratégias diferenciadas são necessárias para dar significado ao tema. Situar o conteúdo em contextos específicos é necessário para a mobilização e compreensão coerente do conhecimento envolvido, além de ser fundamental para favorecer motivação e participação para aprender um determinado conceito. Nesse sentido, Gomes e Garcia (2014) utilizaram uma intervenção didática investigando o interesse dos discentes levando em consideração suas realidades e o conhecimento

prévio do conceito de energia. Entre outras conclusões de seu estudo, os autores afirmam que,

O Ensino de Ciências na modalidade EJA necessita de uma constante reflexão em relação aos conteúdos e metodologias. Também a autocrítica deve ser uma prática diária. A partir deste estudo e de outros autores apresentados na revisão de literatura (Coimbra, Godoi e Mascarenhas, 2009; Prestes e Silva, 2009; Silva, Leão e Ferreira, 2011; Moura, 2009), constatamos que a utilização de atividades didáticas, com estratégias metodológicas diversificadas, dentro de uma perspectiva interdisciplinar, facilita a aprendizagem dos estudantes, favorecendo sua evolução conceitual. Os alunos da EJA não buscam apenas conhecimento para participarem de exames seletivos; mas desejam informações para compreensão e interação com a sua realidade, solucionando questões práticas (GOMES e GARCIA, 2014, p. 315).

Fundamentada na estratégia Aprendizagem Baseada em Projetos, Nascimento (2019) implementou atividades na qualificação profissional técnica de eletricitistas, acerca de conceitos e processos para a utilização da energia solar.

Diante das circunstâncias de ensino usuais na EJA, buscamos abordar os conteúdos de forma temática e contextualizada, aproximando da realidade de compreensão dos sujeitos. Concordamos com a afirmação de Doménech et al (2003, p. 312) de que a utilização reiterada dos conhecimentos construídos numa variedade de situações possibilita o aprofundamento e a atribuição de plausibilidade à noção de energia. O encadeamento lógico dos conceitos se deu através da elaboração de questionamentos para discussão e roteiros de atividades experimentais.

A estrutura desse texto segue apresentando aproximações entre a perspectiva freireana e o enfoque CTS, que inspiraram o trabalho,

apontando necessidades, desafios e lacunas a serem desenvolvidas, seja no campo de escolhas temáticas, como em processos de ensino. Na seção metodológica, foram situados os aspectos do estudo e as características dos integrantes da amostra de estudantes considerada. Foram, ainda, explicitadas as articulações do conhecimento envolvido através de um esquema conceitual, informações organizacionais das situações didáticas na sequência das aulas e um quadro de questões geradoras. Na sequência, analisamos algumas situações vivenciadas nas quais se destacam as reflexões e discussões entre os sujeitos, que são consideradas ricas pedagogicamente. Por fim, as considerações finais destacam a relevância do levantamento e do produto gerado, apontando, ainda, demandas a serem desenvolvidas em estudos complementares.

APROXIMAÇÕES FREIREANAS

A percepção de que é necessário aliar os conteúdos prescritos nos livros didáticos ao cotidiano dos estudantes é, segundo Paulo Freire, a condição necessária para passar da curiosidade ingênua – aquela proveniente do senso comum, que resulta dos conhecimentos prévios do educando – para a que o autor classifica como curiosidade epistemológica, a qual está intrínseca na caracterização de um pensamento crítico, mais rigoroso (FREIRE, 1996). Porém, esta passagem da curiosidade ingênua para a epistemológica não se dá de maneira arbitrária.

O homem, sujeito da educação, inserido num contexto socioeconômico, cultural, político e histórico, é visto como o elaborador do conhecimento, se tornando progressiva e dialeticamente consciente e comprometido a intervir na realidade e não simplesmente

ajustar-se à tradição aceita, entendida como a manutenção do status quo. O ponto de partida do processo educacional deve estar vinculado à vivência desse sujeito. A cultura constitui a aquisição sistemática da experiência humana e o homem é um ser cujas raízes espaço-temporais permitem que esse se reconheça no objeto pela análise de sua situação concreta, existencial e codificada no mundo (MIZUKAMI, 1986).

O indivíduo não participará ativamente da história, da sociedade e da transformação da realidade, se não tiver condições de tomar consciência da mesma e, mais ainda, da sua própria capacidade de transformá-la. O movimento CTS inclui em seu currículo temas científicos ou tecnológicos potencialmente problemáticos do ponto de vista social e esse é o caso do tema energia. A intenção é mostrar para o indivíduo que ele pode influenciar o seu meio a partir de ações individuais e coletivas, que repercutem no meio social, como o seu poder de consumidor em influenciar o mercado, selecionando o que e de que forma consumir. A participação em grupos sociais organizados abrange o potencial de ação sobre sua realidade, por meio destas organizações. Uma abordagem de ensino temático por CTS deve obedecer a três critérios: se o tema é de fato um problema de natureza controvertida; se tem significado social e se é relativo à ciência e tecnologia (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009).

A escola constitui-se um espaço de crescimento mútuo do professor e dos alunos no processo de conscientização, diferente em muito da escola atual, com seus currículos e prioridades. O educador não ensina e o educando não aprende quando o conteúdo, já escolhido a priori, é depositado na cabeça do aluno, semelhante ao se fazer um depósito em um banco. Como se o educando fosse, dentre outras coisas, uma tábula rasa a ser preenchida à medida que o

conhecimento fosse transferido a ele (FREIRE, 1996). O ensino narrativo, centrado na fala do professor, ainda é uma realidade em muitas escolas brasileiras.

O professor, na perspectiva sócio-histórica, deve constituir-se num mediador das discussões fomentadas em sala de aula. O modelo de ensino bancário é provavelmente ainda um dos mais predominantes, no qual o professor é o detentor do conhecimento, trata-o como um mero intermediário de ideias, ou um mecanismo de transferência de conteúdos estabelecidos previamente que constam nos livros didáticos. Para superar esse modelo centrado na narrativa, na fala do professor como citado anteriormente, é necessário que se tenha em seu escopo um caráter formador, que contemple nos educandos sua criticidade. Deve despertá-los para as suas próprias curiosidades naquilo que lhes é importante conhecer e aprender.

O foco na análise de um problema que apresente um significado social relacionado à ciência e à tecnologia (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009), objetivando a desalienação e posicionamento do sujeito em relação à práxis de sua própria história e cultura, nos inspirou a entender a problematização como roteiro para a dialogicidade, sendo o saber advindo da experiência o ponto de partida a ser superado, como já mencionado. Tanto o professor quanto os estudantes devem ser ativos, curiosos e críticos. O grupo deve criar um conteúdo programático próprio, e o professor usar técnicas como redução e codificação.

A teoria freireana admite como pressuposto esses princípios formativos e articuladores como condições necessárias para a ocorrência de uma aprendizagem humana e eficiente para o exercício da cidadania, nomeadamente, destacando o papel da problematização e dialogicidade na construção de um ambiente

dialético, crítico e reflexivo, dentro das situações didáticas (GALIETA e VON LINSINGEN, 2006). A teoria de Freire é classificada como progressista, de caráter humanístico, que considera o ser humano como sujeito principal neste processo. Uma situação de ensino-aprendizagem, entendida em seu sentido global, deverá procurar a superação da relação opressor-oprimido. Nessa abordagem, a educação é um fator de suma importância na passagem das formas mais primitivas de consciência para a consciência crítica, a qual não é um produto acabado, mas um vir-a-ser contínuo.

Um professor que esteja engajado numa prática transformadora freireana procurará desmistificar e questionar, junto ao aluno, a cultura dominante, valorizando a linguagem e cultura deste, criando condições para que cada um deles analise seu contexto e produza cultura. Ensinar exige pesquisa. Nas palavras de Freire,

Fala-se hoje, no professor pesquisador. No meu entender, o que há de pesquisador no professor não é uma qualidade ou uma forma de ser ou de atuar que se acrescenta à de ensinar. Faz parte da natureza da prática docente a indagação, a busca, a pesquisa. O que se precisa é que, em sua formação permanente, o professor se perceba e se assuma, porque professor, como pesquisador (1996, p. 29).

A pesquisa é uma ação necessária para a melhoria e eficiência do processo ensino-aprendizagem. É através dela que surgem informações para ratificar ou retificar o que já se conhece, ou para descobrir o novo, o que, conseqüentemente, torna mais objetiva a investigação do conteúdo a ser trabalhado com os educandos. Além disso, há uma relação direta da pesquisa com a ideia de transformação, da consciência do inacabamento. O professor, assim

como os alunos, é um ser inacabado, e na medida em que o homem se relaciona com o mundo surge a necessidade de adaptação, de adequação e de transformação, em consonância com um mundo também em constante mudança.

Na aproximação do enfoque CTS, dentro da perspectiva educacional freireana, destaca-se a necessidade de um conhecimento crítico da realidade, uma leitura crítica do mundo (AULER, 2002). A relevância disso, se justifica por construções pouco consistentes, devido: a suposta superioridade/neutralidade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista/redentora atribuída à ciência e ao determinismo tecnológico (AULER, 2002; AULER e MUENCHEN, 2007).

O paradigma CTS, ao ser considerado como eixo central numa plataforma curricular, como consequência se torna apropriado na proposição de temas geradores transversais, e assim, as ações educacionais tendem a favorecer uma integração pedagógica na qual a interdisciplinaridade se configura como terreno fértil para o desenvolvimento de competências, em conformidade para um alinhamento com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). Em outro contexto e à exemplo disso, têm-se os programas curriculares em Portugal nas disciplinas de física, entre outros. Nesse contexto, a perspectiva freireana propõe uma nova relação entre currículo e realidade local, destacando o “mundo da escola” e o “mundo da vida” (AULER e MUENCHEN, 2007), sendo potencialmente favoráveis na geração de temas específicos que possam desenvolver ações interdisciplinares.

Nessa perspectiva, a mobilização de conhecimentos só pode ser esclarecida quando colocados em situações existenciais, pois possibilitam a apreensão do conceito de cultura envolvido (FREIRE, 2014). Diante disso, entende-se que situar e explorar o conceito de

energia no contexto do funcionamento de uma usina hidrelétrica, se torna análogo a função pedagógica exercida diante as palavras geradoras, nesse caso, sendo os temas geradores favorecendo uma aprendizagem crítica, holística e humana, baseados na realidade, ao qual se deve remeter as necessidades e implicações sociais, ambientais, econômicas e culturais. Dessa forma, em concordância a essa perspectiva, deve remeter a implicações metodológicas diretas na proposição em situações didáticas pelo professor, na qual deve-se oportunizar a discussão do homem como um ser de relações, dialogando com seu papel exercido no mundo e com o mundo, da natureza e o da cultura, na qual emergem as condições de necessidade, trabalho e subsistência. Os esforços pedagógicos nesse sentido devem seguir na transformação do mundo para os sujeitos, com isso, as atividades devem buscar uma síntese das discussões anteriores por meio da força criadora do diálogo, buscando o esclarecimento das consciências (FREIRE, 2014)².

DESENVOLVIMENTO

Diante da demanda atual de maior aproximação entre os resultados da pesquisa acadêmica e o domínio de seu objeto, a sala de aula, Hargreaves (1999) aponta para a necessidade de incorporação mais sistemática das evidências resultantes dessa pesquisa ao conhecimento tácito e ao conhecimento profissional docente. Essa tendência, preconizada como pesquisa translacional, tem o objetivo de articular o conhecimento acadêmico construído nas pesquisas em Educação e a sua transposição em produtos e processos educativos na escola. Ela promove o movimento pela prática baseada em evidências, com contornos específicos ao campo educacional (GARY e PRING, 2007).

Segundo Elliott (2007, p. 179), a função principal da pesquisa educacional, entendida como pesquisa dirigida à melhoria da prática educativa, é a de investigar as condições para realizar um processo educativo coerente em determinados contextos práticos, identificando conexões contingentes entre os elementos de um conjunto de atividades de sala de aula, mas não de forma subjacente a resultados de aprendizagem padronizados.

Optamos por fazer uma pesquisa qualitativa focada em estudo de caso. Uma sequência didática, subsidiada pela validação de um produto educativo em forma de apostila, foi aplicada em quatro turmas de EJA de uma escola pública do município de Manaus/AM, no segundo semestre letivo de 2015. Foi esboçado o perfil característico dos alunos, cuja faixa etária situou-se entre 18 e 65 anos, e em que as diversidades social, cultural e econômica são fatores cruciais e devem ser levadas em consideração ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Além disso, muitas dessas pessoas estavam há anos fora da escola.

No âmbito das escolas que trabalham com a EJA, a metodologia adotada para o processo ensino-aprendizagem deve ser diferenciada daquela empregada nas escolas de ensino regular. Vários são os argumentos para esta diferença, destacamos a pouca carga horária para serem trabalhados os conteúdos, aproximadamente, em média, 50 horas por módulo para a disciplina de Física, no Estado do Amazonas (CARNEIRO, 2016), sendo o contexto deste relato de experiência. Destacamos, também, as vivências dos educandos uma vez que abrangem adultos, jovens e idosos, entre 18 e 65 anos, pais de família, donas de casa, assalariados, aposentados e autônomos. O objetivo principal da sequência didática proposta foi abordar o conceito de energia, focando no funcionamento do gerador

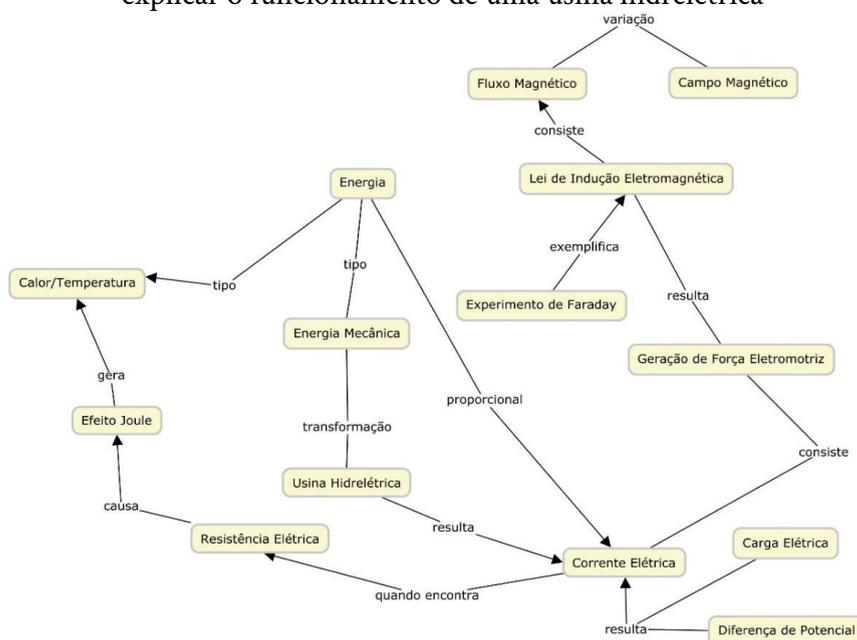
² Nesse trabalho, esse esforço foi contemplado e está relacionado no Quadro, na próxima seção.

da turbina de uma usina hidrelétrica desde a geração (transformação de energia mecânica em elétrica) até a distribuição. Discutimos também, além de outras modalidades de energia, a conservação desta, princípio físico fundamental para modelar a natureza.

Como apontam Doménech *et al.* (2003), a ênfase nas relações CTS potencializa o

rompimento com planejamentos excessivamente escolares, destacando a importância da temática no cotidiano e oportunizando a tarefa de compreender o funcionamento de geradores. Nesse caso, o fenômeno da indução eletromagnética é o principal responsável pelo funcionamento de geradores das turbinas de uma usina de grande porte.

Figura 1 – Esquema representativo das articulações entre as leis, conceitos e definições utilizadas para explicar o funcionamento de uma usina hidrelétrica



Fonte: Os autores (2021).

A Figura 1 apresenta um esquema articulando os conceitos e leis que foram organizados e sistematicamente abordados na sequência testada e validada na dissertação de um dos autores (CARNEIRO, 2016). Ela foi concebida tendo por base a abordagem sociocultural, detalhada na seção anterior. Considerando que problematizar significa abordar questões emergentes de situações que fazem parte da vivência dos educandos, as questões geradoras catalogadas no Quadro 1 visavam desencadear uma análise crítica sobre cada situação-problema proposta, nas circunstâncias que as atividades demandavam.

Um produto educacional, em forma de apostila, constituiu o material para leitura e estudo dirigido coletivo em sala e individual extraclasse. Dispunha, ainda, de sugestões de pesquisa, distribuídas conforme a necessidade do texto, ilustrações e figuras, roteiros experimentais, questões e o espaço 'Você sabia?', contendo frases para a reflexão. O diário de bordo do pesquisador durante a realização da sequência didática, as questões elaboradas pelos estudantes e falas ao longo das discussões e a análise às respostas escritas das atividades propostas aprimoraram a forma final do referido produto.

Quadro 1: Distribuição de Questões Geradoras por aula.

Aula	Estratégias	Questões Geradoras
1	Apresentação da Proposta. Diálogo sobre "O que é Física?" e "O que é um fenômeno físico?" e aplicação de um questionário diagnóstico.	<p>Discussão Inicial:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vocês já estudaram física? 2. Qual o objeto de estudo da física? 3. Vocês já ouviram falar em algum momento da vida de vocês sobre física? 4. Dê um exemplo de um fenômeno físico. <p>Questionário escrito:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Por que ao pegarmos a maçaneta de metal ela parece estar mais fria que a porta de madeira? 6. Por que, quando fazemos apenas um furo na tampa de uma lata de óleo, não conseguimos despejar o líquido nela contido? 7. Por que os alimentos a fritar devem estar secos? 8. Por que conseguimos tomar refrigerante com canudinho? 9. Por que usamos panela de pressão para o cozimento de alguns alimentos?
2, 3 e 4	Revisão de Matemática Elementar - expositiva dialogada.	Situações-problema envolvendo matemática elementar e notação científica. Analogias com situações financeiras.
5 e 6	Aplicação de simulado do ENEM, material enviado pela SEDUC-AM.	Resolução das questões.
7	Discussão sobre calor e temperatura a partir de uma notícia da mídia: "Após incêndio, Manaus amanhece encoberta de fumaça."	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quais as possíveis causas que levaram Manaus a ter amanhecido debaixo de fumaça? 2. Quais aspectos contribuem para que estes incêndios ocorram? 3. O calor que faz em nossa cidade contribui para que ocorram incêndios? <p>Escrever uma redação sobre as vantagens e desvantagens da faixa de temperaturas locais.</p>
8	Grandezas, unidades, prefixos, grandezas escalares e vetoriais.	Diferenciar verbalmente as grandezas e suas unidades devidas e dar exemplos.
9	Estudo dirigido sobre o Conceito de Energia e Energia Mecânica.	<ol style="list-style-type: none"> 1. É possível criar energia? 2. Como a energia elétrica chega a nossas casas? Como ela é gerada? 3. Qual é a diferença entre ciência e tecnologia?

10 e 11	Campo Magnético. Experimentação com ímãs, utilizando a metodologia POE: Previsão, Observação e Explicação ³ . Estudo dirigido acerca do fenômeno de indução.	<ol style="list-style-type: none"> 1. O que acontece se aproximarmos ímãs de metais? 2. O que acontece ao aproximar os ímãs entre si? 3. O que ocorre quando ímãs de diferentes formatos são aproximados lentamente da cartolina que contém limalha? 4. Como estão distribuídas as linhas observadas?
12 e 13	Fluxo magnético e carga elétrica. Demonstrações experimentais da natureza elétrica da matéria.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Por que as limalhas de aço estão concentradas em pontos específicos do ímã, e não de maneira uniforme por toda sua extensão? 2. Se eu cortar esse papel ao meio e, em seguida, cortasse uma das partes ao meio e, assim, sucessivamente, e se pudesse fazer isso mesmo com tamanhos muito pequenos (experimento mental), eu conseguiria cortá-lo indefinidamente ou chegaria num tamanho indivisível?
14	Discussão sobre a diferenciação entre experimentos qualitativos e quantitativos e tratamento matemático das grandezas de interesse. Analogias com outras situações envolvendo grandezas discretas.	O balão eletrizou-se após ser atritado, ficou eletrizado de quanto? Como medir a quantização?
15	Aula expositiva dialogada sobre corrente elétrica	Qual é a sensação de quem toma um choque elétrico, além do incômodo?
16	Experimentação envolvendo uma solução eletrolítica utilizando a metodologia POE.	Em que situações se observa a condução da eletricidade (a lâmpada acende)? Retomada da discussão sobre a questão do choque elétrico (Aula 15). Relato escrito, explicitando as observações e sintetizando as explicações do grupo.

³ Essa técnica consiste em descrever um fenômeno ou um experimento para os alunos, solicitar que os mesmos façam previsões sobre o que vai acontecer, explicitando as razões de suas previsões, antes de realizar o experimento propriamente. Logo em seguida, a observação cuidadosa da realização do experimento fomenta a discussão dos resultados à luz das previsões e tentar conciliar possíveis conflitos entre previsão e observação (WHITE e GUNSTONE, 1992).

17	Estudo dirigido sobre campo elétrico e diferença de potencial.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suponha que vocês estejam num parque de diversões acompanhando uma criança que necessita de auxílio para subir num escorregador. Você a coloca na parte mais alta e, naturalmente, por ação da gravidade, ela desce pelo brinquedo e quer repetir a brincadeira, mas ainda não consegue subir para continuar. Então, você volta a colocá-la novamente na parte mais alta do escorregador e assim sucessivamente. Nesta situação, quem gasta mais energia, a criança ou você? 2. Após os elétrons estarem no lado positivo, como transportá-los para o lado negativo para continuar este processo ininterruptamente? Descreva, por escrito, as semelhanças e diferenças entre os campos gravitacional, elétrico e magnético.
18	Discussão da experiência de Faraday e a lei de indução eletromagnética.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Como gerar energia elétrica a partir de um dispositivo que pudesse utilizar uma fonte natural? Como conseguir, de alguma forma, converter a energia desta fonte em energia elétrica? 2. Em uma usina hidrelétrica, quais equipamentos fazem o mesmo papel de dar movimento ao sistema imã-bobina da experiência do Faraday?
19	Utilização do gerador virtual <i>PhET</i> (PHET COLORADO)	O que é observado para cada ação realizada: variar o fluxo de água, a intensidade do imã, o número de espiras e a área das mesmas?
20	Estudo dirigido sobre efeito Joule e resistência elétrica.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Os fios elétricos em sua casa possuem todos a mesma espessura? 2. Em um encanamento de água, se o cano utilizado é de pequena espessura para a quantidade de água que por ali passa o que pode vir a acontecer?
21	Estudo dirigido sobre potência elétrica e transformadores.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levando em consideração que uma boa parte da energia gerada na usina é perdida por efeito Joule no decorrer de seu transporte, o que fazer para minimizá-las? 2. Por quais motivos os fios de transmissão de eletricidade são chamados “fios de alta tensão”?
22	Atividades de revisão.	O que aprendi?
23	Avaliação final.	Resolução individual escrita de questões extraídas do ENEM.

Fonte: Os autores (2021)

Apesar da necessidade que temos não só no meio educacional, mas em qualquer campo ou área, de planejar as ações a serem realizadas, faz-se necessário a flexibilidade dos conteúdos. Neste contexto, reiteramos a importância de o professor estar aberto a mudanças, seja de

estratégias, conteúdos e/ou metodologias em suas abordagens em sala de aula. Esta ação ficou evidenciada em nossa intervenção quando houve um dia em que a cidade de Manaus amanheceu coberta de fumaça e foi necessário, por esse motivo, a realização de um trabalho específico

sobre esse acontecimento. Na próxima seção, essa experiência, assim como algumas outras em que a discussão desencadeou oportunidades de articulações entre conteúdos são relatadas para ilustrar o alcance da implementação da sequência quando os educandos se comprometem com a participação ativa no processo de ensino-aprendizagem.

ANÁLISE DE ALGUMAS SITUAÇÕES VIVENCIADAS

O trabalho com sequências didáticas oportuniza a elaboração de contextos de reflexão e de produção coletiva de forma precisa, por meio de atividades e exercícios múltiplos com a finalidade de oferecer aos alunos noções, técnicas e instrumentos que desenvolvam suas capacidades de expressão oral e escrita em diversas situações de comunicação e de raciocínio lógico e dialético. O primeiro mês de aula, no segundo semestre de 2015, foi utilizado para criar o ambiente dialógico, isto é, trabalhar com os alunos questões, do mais geral ao específico, para que os mesmos percebessem que a participação em aula era fundamental para o andamento das atividades propostas. Foi implementada também uma revisão de matemática elementar e notação científica, pois, mesmo que o professor almejasse uma mudança epistemológica, é muito difícil se libertar na crença da necessidade do pré-requisito matemático.

Em 01/10/2015, a cidade de Manaus amanheceu encoberta de fumaça, um dia após um incêndio de grandes proporções em um depósito de uma papelaria e outras lojas do entorno localizadas no centro da cidade. A fim de fomentar uma discussão conectada com a realidade local e, ao mesmo tempo, com o currículo, em conformidade com uma das premissas da educação dialógica, projetamos

imagens amplamente veiculadas pela mídia como a da Figura 2.

Figura 2 – Imagem típica de uma localidade do município com trânsito com pouca visibilidade.



Fonte: Portal do Holanda (2015).

No decorrer da discussão, alguns estudantes associaram a fumaça ao incêndio do dia anterior, no entanto, alguns justificaram pelas queimadas que ocorrem nos arredores da cidade, em locais mais afastados do centro. Alguns se mantiveram em silêncio. Mediante as respostas dos alunos, o professor interveio e continuou ampliando os questionamentos, incentivando a fala e, conseqüentemente, o ato de pensar. Não obstante, o ato de ouvir fortaleceu o respeito às suas opiniões, pois segundo Freire (FREIRE, 1996) é preciso ter respeito à autonomia do educando, aos seus saberes. Portanto, não considerar seus conhecimentos implicaria em um obstáculo maior ao processo.

Após aprofundarmos a discussão sobre as causas do incêndio e das queimadas, perguntamos sobre a relação entre o incêndio e o calor, para diferenciar os conceitos de calor e temperatura, do ponto de vista da definição física. A aula seguinte também seria utilizada para diferenciar as grandezas, mas de forma mais ampla. Finalizando, foi solicitada a elaboração individual

de uma redação sobre as vantagens e desvantagens relativas ao calor frequente (temperaturas médias altas) em regiões equatoriais, como é o caso de Manaus.

Na décima quinta aula, após explorarmos os conceitos básicos de eletricidade com experimentos simples, ao abordarmos analogias para tratar os efeitos da corrente elétrica, relatamos a discussão acerca da configuração dos elétrons nos átomos. Quando o professor falava sobre a órbita do elétron em seu movimento curvilíneo em torno do núcleo, um aluno indagou: o que faz o elétron se manter preso a esta trajetória em torno do núcleo? Os conceitos de força e campo elétrico tiveram que ser desenvolvidos, conceitos estes que inicialmente estavam planejados apenas para a aula subsequente a esta.

Para tanto, o professor julgou necessário citar, de acordo com a segunda lei de Newton, que a resultante das forças que mantém a Terra girando em torno do Sol era da mesma natureza (força centrípeta) que a força que mantinha o elétron em torno do próton⁴, com a ressalva de que a diferença estava no tipo de campo e na fonte à qual o campo está associado, uma vez que no caso da Terra a força é gravitacional, sendo a massa do Sol a fonte à qual se associa o campo, enquanto no caso do elétron a força é eletromagnética, sendo o campo associado às cargas elétricas do próton e do elétron. O professor citou ainda outro exemplo, o brinquedo existente em parques de diversões e circos, chamado 'globo da morte', no qual motociclistas se arriscam dentro de um globo, percorrendo todo o seu interior sem se chocarem. Esta analogia foi um subsídio para o entendimento da definição de órbita, pois o que faz com que os motoqueiros consigam fazer o *looping* é a velocidade imposta por eles às suas

motocicletas, sendo que ao percorrerem a parte de cima do globo devem passar com uma velocidade mínima limite, ou iriam ao chão (GREF, 2001).

O fato de termos antecipado os conceitos de força elétrica e campo elétrico nos fez pensar, se o enredo utilizado para descrever o funcionamento do gerador da usina hidrelétrica no produto educativo deveria ser modificado. Porém, julgamos que esta reflexão deveria ser pensada com maior notoriedade em outra oportunidade, o que deve ser em nosso entender, uma prática frequente do professor. Rever se aquela metodologia ou atividade deve ser mantida, ou modificada em ações posteriores, o que Paulo Freire (1996), chamou de reflexão crítica sobre a prática.

Na aula seguinte, os estudantes realizaram, em pequenos grupos, um experimento de observação da passagem de corrente elétrica através de solução eletrolítica. A Figura 3 mostra a montagem de dois grupos trabalhando.

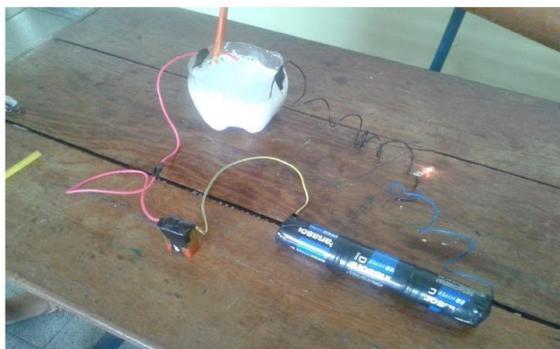
Figura 3 - a) Alunos constatando a passagem de corrente elétrica pela observação da lâmpada acesa



Fonte: (Carneiro, 2016).

⁴ Hipótese coerente ao modelo de Bohr do átomo.

Figura 3 - b) solução eletrolítica de água e cloreto de sódio.



Fonte: (Carneiro, 2016).

Ao final do experimento, após as explicações do professor abordando corrente elétrica, elétrons livres, condutores, isolantes e choques elétricos, o produto educacional foi utilizado para explicitar a necessidade do campo elétrico para que haja o fluxo, uma vez que o movimento é aleatório. Na oportunidade, o professor retomou a questão geradora, presente no Quadro 1, obtendo respostas como:

Ah, sim! Por isso sentimos que algo estranho percorre nosso corpo. (Aluno R).

Tá explicado porque que sentimos algo segurando a gente, os elétrons estão nos puxando. (Aluno S).

O professor destacou que a corrente nos metais ocorre em decorrência do fluxo de elétrons e no corpo humano é um fluxo de íons, bem como no experimento da solução eletrolítica, mas que em ambos existe o campo elétrico proveniente da rede elétrica. Em outras aulas, analogias com situações mecânicas foram exploradas, análises matemáticas com a utilização de tabelas e gráficos foram implementadas, sempre com a participação dialógica dos alunos.

Na aula de revisão, alguns estudantes expressaram suas impressões sobre o processo vivenciado:

Foi bastante proveitoso nossas aulas, pois não tinha noção do que era a física. Descobri muitas coisas interessantes. E agora eu sei, mais ou menos, tenho uma ideia, do que é corrente elétrica. Sabia por que não podia trocar um interruptor descalço e molhado, mas agora sei o porquê. Gostei muito do que vi nestes três meses. (Aluna M).

Conheci muitas coisas que eu não imaginava qual era a explicação. A física está dentro de uma lógica né? Não é de qualquer jeito. Quando a gente não conhece as coisas, diz que é por causa do acaso, e até do sobrenatural, mas agora eu tenho noção do que é uma usina de energia por exemplo. Agora sei que muitos incêndios que acontecem nesses lugares cheios de palafitas, acontece por causa dos gatos 'mal-feitos' que aquecem e causa incêndios. Foi bom saber também, porque que não é legal ligar muitos aparelhos elétricos na mesma tomada, pode pegar fogo. (aluno L).

Achei bom, as aulas experimentais. Foi bem interessante, pois vemos o que tá dizendo na apostila, acontecer. A gente fica mais surpreso também, podia ter feito experimento em todas as aulas. (Aluna S).

Minha filha me disse que física era muito difícil porque só é cálculo. Eu fiquei logo com medo e já não gostei antes de começar as aulas, mas quando o Senhor (professor) começou a fazer as tarefas a usar a apostila fiquei mais tranquila e até gostei de estudar. Mas confesso que mesmo assim tem umas coisas que não entendi muito bem. (Aluna T).

Os depoimentos dos estudantes, registrados em áudio e transcritos, revelam o estado da arte da formação que se inicia. A aluna M se refere a um conteúdo específico, abordado mais ou menos na metade da sequência, destacando sua relação com uma situação cotidiana. O aluno L cita que a

ausência do conhecimento científico dá margem a explicações sem lastro na realidade e, como M, aplica corretamente o efeito Joule em situações do dia a dia. Tanto a aluna T quanto a S, salientam aspectos metodológicos: o uso da apostila e de atividades experimentais, respectivamente. Não se espera que todos os estudantes tenham concluído o módulo com conhecimento completo de todos os assuntos abordados, seria ingênuo acreditar que uma única intervenção obtivesse esse resultado. A participação dos estudantes, as falas recortadas, assim como outras disponíveis em Carneiro (2016) reafirmam nossa convicção que aprender é um processo de vir a ser e de permanente constituir-se.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação em questão propiciou o conhecimento de bases importantes para a identificação de atividades diferenciadas para a implementação na EJA e apontou conhecimentos e habilidades necessários nesse processo; particularmente, a escolha do referencial freireano como uma orientação epistemológica na regência das aulas. Verificamos que houve a constituição de um ambiente dialógico no qual o respeito às falas dos educandos estimulava seu envolvimento e participação, culminando numa postura ativa na realização das atividades coletivas, para além da simples realização de um processo de perguntas e respostas.

O tema energia é de natureza intrinsecamente interdisciplinar. Essa, segundo Lenoir (2005), pode seguir a lógica do sentido abrangendo aspectos teóricos, considerando a perspectiva europeia. Além da preocupação em abordar os conteúdos de forma temática e contextualizada, coerente

com a natureza citada e com o referencial teórico adotado, houve um cuidado adicional em buscar conexões internas entre os conceitos, como as relações estabelecidas na Figura 1, e entre outras situações físicas da Dinâmica e aqueles através de analogias. Podemos afirmar que o processo de organização e articulação do conhecimento, de modo facilitador e instigante, foi iniciado junto aos estudantes ao longo da sequência implementada, predominando a interação entre diferentes ramos do conhecimento.

A interdisciplinaridade pode também ser interpretada como um fenômeno necessário à resolução de problemas sociais, na visão pragmática norte-americana. Essa abordagem é classificada, segundo Lenoir (2005), como a lógica da funcionalidade. O seu exercício é visto como algo instrumental, funcional à sociedade e no ensino, objetiva preparar os estudantes para a resolução de problemas reais. Em relação ao tema energia, as questões da matriz energética e do crescimento ilimitado da produção e do consumo contemplam essa perspectiva.

Como mencionado na segunda seção, Freire (1996) argumenta que o professor é um pesquisador, que não existe ensino sem pesquisa, e a pesquisa além de outras ações nos leva à reflexão. E como consequência desta, surge a necessidade do professor estar sempre predisposto a mudanças, principalmente no que diz respeito às suas ações e práticas em sala de aula, o que o autor chamou de reflexão crítica sobre a prática. Tal iniciativa não é das mais simples, pois está relacionada com questões bastante essenciais, como crenças de autoeficácia. Porém, se faz necessária essa reflexão constante, mesmo porque o homem é um ser inacabado, inconcluso em si mesmo. Um desdobramento necessário é a



ARTIGO ORIGINAL

incorporação da perspectiva da interdisciplinaridade como intencionalidade fenomenológica, apontada por Lenoir (2005). Nesta, o sujeito deve desenvolver uma atitude interdisciplinar diante do conhecimento e, nas situações de ensino-aprendizagem essa se traduz na atitude interdisciplinar docente, ainda que a literatura específica identifique e valorize a importância do trabalho coletivo para a realização dessas práticas.

REFERÊNCIAS

ANGOTTI, J. A. P. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e ensino de ciências**. 1991. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991. Doi: 10.11606/T.48.1991.tde-20052015-095531. Acesso em: 12 /10/2020.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. Florianópolis: CED/UFSC, 2002. Tese. (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

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

AULER, D.; MUENCHEN, C. Abordagem temática: desafios na educação de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, 2007.

AUTH, M. A. **A formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. 2002. Tese (Doutorado em

Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BRANDÃO, I. L. **A usina hidrelétrica de Balbina e as populações locais: um retrato da Comunidade Carlos Augusto Nobre Ribeiro**. (Dissertação de Mestrado) Belém: Universidade Federal do Pará. 2010. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/9883/1/Dissertacao_UsinaHidreletricaBalbina.pdf Acesso em 20/05/21.

BRASIL, **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf> Acesso em 02/05/2018

BRASIL, Ministério da Educação (MEC/SEED). **Base Nacional Comum Curricular**. Terceira versão - Versão Final. Brasília, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em 20/05/21

CARNEIRO, U. S. **O Funcionamento Básico de uma Usina Hidrelétrica, baseado na Abordagem CTS, como intervenção ao Ensino de Física na EJA**. 2016. Dissertação (mestrado em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 4 - Departamento de Física – Universidade Federal do Amazonas), Manaus, 2016. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/o-funcionamento-b%C3%A1sico-de-uma-usina-hidrel%C3%A9trica-baseado-na-abordagem-cts-como-interven>



ARTIGO ORIGINAL

[%C3%A7%C3%A3o-ao-ensino](#) Acesso em 30/05/2021.

COIMBRA, D.; GODOI, N.; MASCARENHAS, Y. P. Educação de jovens e adultos: uma abordagem transdisciplinar para o conceito de energia **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias** v. 8, n. 2, p. 628-647, 2009.

DOMÉNECH, J. L. L., PÉREZ, D. G., GRAS-MARTI, A., ARANZABAL, J. G., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., SALINAS, J., ... & VALDÉS, P. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, p. 285-311, 2003..

ELLIOTT, J.; Tornando educativa a prática baseada em evidências. In: GARY, T.; PRING, R. **Educação baseada em evidências**: a utilização dos achados científicos para a qualificação da prática pedagógica. Porto Alegre, Artmed, 2007.

FERNANDES, J. P. O tema energia e a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no Ensino de física: possíveis articulações nos documentos oficiais curriculares. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-SP, p. 8, 2013. Disponível em http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0938-1.pdf Acesso em 30/05/21

FEYNMAN, R.P.; LEIGHTON, R. B.; SANS, M.; **Lições de Física de Feynman**: edição definitiva. Porto Alegre, Bookman, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 29a. ed. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

Freire, P. Educação como prática da liberdade. Editora Paz e Terra, 2014.

GALIETA NASCIMENTO, T.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

GARY, T.; PRING, R. **Educação baseada em evidências**: a utilização dos achados científicos para a qualificação da prática pedagógica. Porto Alegre, Artmed, 2007.

GOMES, A. T.; GARCIA, I. K. Aprendizagem Significativa na EJA: uma análise da evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energia. **Investigações em Ensino de Ciências** v. 19, n. 2, p. 289-321, 2014.

GOMES, L. C. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem—parte I. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 407-441, 2015.

GRAF. GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física 1**: mecânica. São Paulo: Editora da USP, 2001.

HARGREAVES, D. H.; Revitalizing Educational Research: lessons from the past and proposals for the future. **Cambridge Journal of Education** v. 29, n. 2, p. 239-249, 1999.

HECHT, E. Energy Conservation Simplified. **The Physics Teacher**, v. 46, n. 2, p. 77-80, 2008.

LEAL FERREIRA, G. F.; A energia elétrica da Termodinâmica, a entalpia elétrica da Mecânica



ARTIGO ORIGINAL

Estatística e as energias livres elétricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física** v. 26, n. 3, p. 219-222, 2004

LENOIR, Y. Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. **Revista E-Curriculum**. PUCSP. São Paulo, v. 1, n. 1, 2005. Disponível em: <http://docplayer.com.br/8454458-Tres-interpretacoes-da-perspectiva-interdisciplinar-emeducacao-em-funcao-de-tres-tradicoes-culturais-distintas.html>. Acesso em 18/05/18.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo, EPU, 1986.

NASCIMENTO, L. N. B. . **Uma abordagem sobre energia solar por meio da aprendizagem baseada em projetos**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico, Instituto Federal do Amazonas), Manaus, 2019. Disponível em <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/411> Acesso em 30/05/2021.

PHET, Gerador **PhET Interactive Simulations**. Disponível em <https://phet.colorado.edu/> Acesso em 02/05/2018.

PIETROCOLA, M. et al. **Física em Contextos**. 1a ed. Vol. 2. São Paulo, Editora do Brasil, 2016.

PORTAL DO HOLANDA. Disponível em <http://www.portaldoholanda.com.br/amazonas/apos-incendio-manaus-amanhece-encoberta-defumaca>. Acesso em: 01/10/2015.

RAMOS, T. C.; FERNANDES SOBRINHO, M.;

SANTOS, W. L. P. Pesquisas sobre o ensino de matriz energética em periódicos nacionais e internacionais: desafios para a educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** v. 34, n. 2, p. 344-371, 2017.

TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M.; ALVES, L. A. Um modelo de usina hidrelétrica como ferramenta no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 248-264, 2017.

WHITE, R. T.; GUNSTONE, R.F. **Probing Understanding**. Great Britain: Falmer Press. 1992.