


O CONCEITO DE ENERGIA E SUAS MANIFESTAÇÕES: UMA PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO PARA PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

THE CONCEPT OF ENERGY AND ITS MANIFESTATIONS: A PROPOSAL FOR INVESTIGATIVE EDUCATION FOR TEACHERS OF FUNDAMENTAL EDUCATION

Amsterdam de J. Souza Marques de Mendonça

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro)
Instituto Federal do Rio de Janeiro, ajmendonca@inmetro.gov.br

 <http://orcid.org/0000-0002-5378-748X>

Grazielle Rodrigues Pereira

Instituto Federal do Rio de Janeiro
Universidade Federal do Rio de Janeiro, grazielle.pereira@ifrj.edu.br

 <http://orcid.org/0000-0001-5685-0205>

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar os resultados da aplicação de uma sequência de ensino investigativo sobre o conceito de energia, de forma interdisciplinar, junto aos professores do ensino fundamental. Buscou-se valorizar durante a atividade a sucessão temporal de descobertas científicas, o processo investigativo e os impactos socioambientais da grandeza energia para a vida humana e como essa sucessão de acontecimentos promoveu a nossa compreensão sobre o tema. Com vistas a alcançar tais objetivos, a estratégia de ensino foi aplicada junto a um grupo de professores participantes do curso de Formação Continuada de Ciências Naturais, do Instituto Federal do Rio de Janeiro. Para a coleta de dados foram aplicados questionários, diários de campo, rodas de conversa e registros fotográficos, assim como os resultados obtidos foram analisados à luz da ferramenta de análise temática. Os resultados desse estudo possibilitaram compreender as concepções dos participantes acerca do tema energia, bem como a realização de atividades baseadas no ensino investigativo favoreceu o processo de reflexão acerca dos fenômenos observados. Diante desses resultados, pode-se inferir que os docentes participantes reconheceram a importância do tema para os anos iniciais, além de identificarem como uma possibilidade de articulação interdisciplinar.

Palavras-chave: energia; ensino por investigação; experimentação; anos iniciais do ensino fundamental.

Abstract

This work aims to analyze the results of the application of a sequence of investigative teaching on the concept of energy, in an interdisciplinary way, with teachers of elementary school. We sought to value during the activity the temporal succession of scientific discoveries, the investigative process and the socio-environmental impacts of the greatness of energy for human life and how this succession of events promoted our understanding of the theme. In order to achieve these goals, the teaching strategy was applied to a group of teachers participating in the Continuing Education course in Natural Sciences, from the Federal Institute of Rio de Janeiro. For data collection, questionnaires, field diaries, conversation circles and photographic records were applied, as well as the results obtained were analyzed in the light of the thematic analysis tool. The results of this study, made it possible to understand the participants' conceptions about the energy theme, as well as carrying out activities based on investigative teaching favored the process of reflection on the observed phenomena. In view of these results, it can be inferred that the participating teachers recognized the importance of the theme for the early years, in addition to identifying it as a possibility of interdisciplinary articulation.

Keywords: Teachers' conceptions; energy; investigation; experimentation; early years of elementary school.

Introdução

O ensino de física e de outras ciências naturais está na maioria das vezes, dissociado da prática cotidiana. Estudos apontam que os conhecimentos dos estudantes são moldados pelas situações vividas pelos próprios nas quais, progressivamente, aprendem a manipular os conceitos que lhes foram ensinados, “gerando as vivências que permitam aos alunos refletir, conjuntamente, sobre as características do trabalho científico” (CACHAPUZ et al., 2005 p.260). Krasilchik (1992, p.7) destaca a necessidade de revisão dos currículos escolares diante desta realidade, a fim de permitir que os estudantes possam adquirir conhecimentos e observar a ciência “não só como processo de busca desses conhecimentos, mas como instituição social que flui poderosamente em suas vidas”.

Particularmente, as primeiras experiências são mais relevantes para dar sentido aos conceitos e procedimentos a serem aprendidos (MOREIRA, 2009). O desenvolvimento cognitivo do alunado acontece com a apropriação de instrumentos e signos, cuja compreensão lhe seja tátil. Sendo assim, o papel do professor é ser um mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, realizando o intercâmbio de significados por meio da utilização de um sistema para o desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 1999).

Um antigo provérbio chinês, cuja autoria é atribuída a Confúcio, declara que “se eu escuto, eu esqueço; se eu vejo, eu me lembro; se eu faço, eu entendo” (HORTA, 2020). Nessa vertente, as pesquisas em ensino apontam que os estudantes aprendem mais sobre ciência e desenvolvem melhor seu conhecimento conceitual quando participam de

investigações científicas (AZEVEDO, 2004). Dessa forma, temas de difícil compreensão no meio científico são apresentados baseados nesta abordagem construtivista.

Diante do exposto, o presente trabalho buscou responder à seguinte indagação: como auxiliar aos professores no processo de construção do conhecimento dos estudantes do Ensino Fundamental sobre o conceito de energia e suas manifestações de forma interdisciplinar? Fundamentados nessa questão, desenvolvemos uma sequência de ensino investigativo com o viés interdisciplinar, como estratégia para a construção de conhecimentos sobre o tema energia em um curso de formação continuada de professores.

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou analisar os resultados da aplicação da sequência de ensino investigativo sobre o conceito de energia, de forma interdisciplinar, junto aos professores do ensino fundamental. Esse estudo dedicou-se também em investigar as concepções de professores em um curso de formação continuada em ciências naturais, acerca do tema energia e suas manifestações.

Experimentação no ensino de Ciências e a importância da atividade investigativa

Desde a concepção aristotélica da educação até os dias atuais, o processo de ensino-aprendizagem considerou a experimentação como fundamental para o processo evolutivo do homem enquanto aprendiz (SILVA, 2019). A ciência, tecnologia, sociedade e o meio ambiente formam os quatro vértices de um plano instável que é sustentado pela condição humana (LUZ, QUEIROZ, PRUDÊNCIO; 2019). Não se pode exaltar um destes vértices e desconsiderar os efeitos causados no plano como um todo. A sociedade ressalta em cada detalhe os resultados da experimentação científica através da tecnologia que facilita nossas vidas e seus impactos no meio ambiente (SANTOS, 2012).

Espaços destinados à realização de práticas experimentais, materiais, equipamentos e reagentes entre outros recursos não são encontrados, bem como o orçamento para a aquisição de materiais para o professor não são destinados para esta finalidade na maioria das escolas brasileiras (BORGES, 2002; NEVES, DE MOURA, GRAEBNER; 2019; LEAL, SCHETINGER, PEDROSO, 2019). Tais fatos, somados ao baixo índice de execução e falta de identificação dos ganhos no aprendizado desta prática pedagógica, podem estar associados à falta de clareza quanto ao que significa e qual o papel do laboratório no processo de ensino-aprendizagem (FOURREZ, 2002; PENHA; CARVALHO; VIANNA, 2015). Borges (2002) destaca a dificuldade que muitos professores apresentam para aplicação de atividades de laboratório, ainda que disponham de um laboratório escolar e equipamentos, não fazem uso dessa estratégia de ensino. Isto posto, a apresentação de atividades investigativas em uma construção sequencial permite ao professor utilizar os experimentos propostos sem a necessidade de fixar um roteiro pré-produzido e aplicando em qualquer ambiente as práticas produzidas. Convém que, nas sequências de ensino investigativo, não devam ser desenvolvidos temas em aulas puramente demonstrativas ou com roteiros fechados, os quais os estudantes não possuem autonomia para trazer questionamentos, formular suas hipóteses ou mesmo refletir acerca do fenômeno (ATAIDE; SILVA, 2019; BERTOLIN, GOMES, 2019). As sequências de ensino investigativo desenvolvem percursos

metodológicos ao professor que o auxiliem no planejamento escolar, devido ao fato de nortear uma direção, embora permitam que seja discutida uma gama de múltiplas possibilidades, em um dado contexto (CARVALHO, 2013).

Dessa maneira, as atividades investigativas, no contexto deste trabalho, são compreendidas como partes constituintes - pequenas frações de uma proposta de ensino investigativo - dessas sequências, sendo ela uma proposta socialmente relevante e significada que sua experientiação é facilitada através dos caminhos e descaminhos propostos pelo ato investigativo desencadeado pelo estudante na busca pela resposta a um problema apresentado. Nesse contexto, a proposta de trabalho investigativa permite ao professor desenvolver uma consciência social induzida pelo caminho ao estudante, conferindo dinamicidade e interrelação aos estudos conforme grau de dedicação e imersão na busca pela resposta ao problema e de modo não experimentado no estudo teórico.

Logicamente, com algumas destas atividades podemos também avaliar os conteúdos processuais e atitudinais. É importante o professor usar a imaginação para que não fique uma atividade monótona, sendo que se a atividade for interessante, os alunos nem sempre percebem que estão sendo avaliados. Podemos denominar estas atividades de 'Pense e resolva', pois realmente é uma aplicação do conteúdo já ensinado em uma nova atividade investigativa (CARVALHO, 2013 p.13).

Segundo Letta (2014, p.18), "no ensino de Ciências é importante realizar atividades em sala de aula de caráter investigativas porque elas estabelecem uma relação de interação entre os sujeitos participantes: professor, estudantes e atividade". Outra vantagem do trabalho investigativo é a formação de estudantes que possuem as ferramentas necessárias para a resolução de situações-problema contextualizadas, capacitando-o no desenvolvimento das competências, habilidades, atitudes e valores que proporcionam maior conhecimento e destaque no cenário sociocultural, auxiliando no seu letramento científico e tecnológico (HODSON, 1993; SASSERON, 2008; SASSERON e CARVALHO, 2008; SASSERON e CARVALHO, 2014).

Energia no contexto escolar

Na tentativa de determinar como ensinar Energia passamos pelo levantamento das concepções que os estudantes possuem sobre o tema. Sobre este processo de aprendizado, Colinvaux (1993, p.133) discorre que os processos de formação do conhecimento "envolvem a razão tanto quanto a experiência. De um lado, é devido ideias presentes em nosso raciocínio, e de hipóteses sobre como é organizada e como funciona a realidade, que conseguimos assimilar o que vemos e ouvimos". Dessa forma, a compreensão do tema perpassa o entendimento das concepções alternativas dos estudantes sobre o assunto. Souza-Barros e Silvani-Souza (2004) organizam e apresentam frases que expressam estes conceitos dos estudantes e comentam sobre elas. As conclusões das autoras permitem que organizemos (Tabela 1) em categorias as concepções mais recorrentes sobre o tema.

Tabela 1: Concepções dos estudantes acerca de Energia, expressas em frases comuns.

Manifestação	Exemplos de frase presente na concepção dos estudantes
Energia como:	
<i>meio para a ocorrer o movimento</i>	"Algo se move porque lhe forneceram energia"
<i>uma propriedade intrínseca</i>	"Esta panela é muito quente"
<i>uma capacidade humana</i>	"Você está sem energia"
<i>algo funcional</i>	"Poupe energia, ou ela pode faltar"
<i>uma espécie de força</i>	"Temos que comer para ter energia"
<i>uma espécie de trabalho</i>	"O petróleo é utilizado para gerar combustível"

Fonte: Adaptado de Souza-Barros e Silvani-Souza (2004)

Araújo e Nonenmacher (2010, p.1) acrescentam que apesar do tema Energia ser comum ao ensino de Física, Química e Biologia, seu "significado parece diferenciar-se em cada área, o que pode criar obstáculos epistemológicos na aprendizagem dos estudantes", e elenca o tema como prioritário à necessidade de interdisciplinarização. Tais obstáculos podem se desenvolver e influenciar diretamente o sucesso ou fracasso dos estudantes, em função da não ação das instituições de ensino na manutenção do entusiasmo pelo estudo (SILVA FILHO; ARAÚJO, 2016), muitas vezes culminando no abandono e evasão escolar (DOURADO, 2005).

A estrutura temática de Energia e suas manifestações permite o desenvolvimento de uma ementa que atue de forma transversal às disciplinas da área de ciências da natureza, que possibilite o encerramento dos objetivos propostos pela Associação Americana para o Avanço da Ciência - AAAS (1989) de que "todos os estudantes devem saber ou fazer em ciência, matemática e tecnologia desde os primeiros anos de estudo até o final do curso médio, de modo a promover a sua alfabetização científica". A sequência de ensino proposta para balizar o percurso de desenvolvimento do estudante, neste trabalho, foi desenvolvida considerando a ideia proposta expressa por Duit (1986) do projeto COPES (Conceptually Oriented Program in Elementary School, 1969) que recomenda o início da abordagem acadêmica com o conceito de calor, pois é mais fácil abordar experimentalmente a conservação de energia a partir dessa ideia.

Ao partir de uma sequência encadeada pelo avanço histórico da compreensão do conceito de energia, as possibilidades de integração do conteúdo curricular com disciplinas sócio-políticas ganham maior favorecimento na integração e permitem que seja construído um ambiente completo de aprendizagem, centrado em um tema, não em disciplinas curriculares.

Metodologia da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com 70 professores atuantes nos anos iniciais do Ensino Fundamental da baixada fluminense. O curso consiste em umas das atividades de extensão do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ - Campus Mesquita). Trata-se de um curso semestral, gratuito, sem cobrança de taxas de inscrição ou mensalidades. Em 2019 a oferta foi de 70 vagas, sendo 35 no turno da

manhã e 35 no turno da tarde, ocorrendo às segundas-feiras. O curso é voltado para professores do Ensino Fundamental, para estudantes do curso Normal, graduação em Pedagogia e licenciaturas, tem duração de um semestre e carga horária de 180 horas, cujo objetivo reside em promover debates acerca do ensino de ciências, saúde e matemática de forma interdisciplinar, tendo como premissa os conteúdos do Ensino Fundamental. O curso tem atividades subdivididas em sete módulos de aulas presenciais e visitas técnicas aos museus e centros de ciências do Rio de Janeiro, a saber: Espaço Ciência Viva, Espaço Ciência InterAtiva, Museu da Vida, Museu de Astronomia e Ciências Afins, entre outros espaços de educação não formal.

Os conteúdos de Física são trabalhados em dois encontros, perfazendo uma carga horária de 10 h. Os professores foram selecionados através da livre inscrição em edital publicado pelo IFRJ com oferta para vagas em curso gratuito de formação continuada para professores de ciências naturais (IFRJ, 2019).

Esse trabalho é um recorte de uma dissertação de mestrado, de modo que a pesquisa foi apresentada para avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFRJ, foi aprovada e ganhou o CAAE de 14242919.0.0000.5268, através do número do parecer 3.569.854, para que o projeto de pesquisa ligado ao Mestrado em Ensino de Ciências.

Com vistas a alcançar os objetivos desse trabalho, bem como verificar os resultados das atividades junto aos participantes, foram realizadas durante a aplicação do Curso de Formação Continuada de Professores em Ciências Naturais as estratégias de Rodas de Conversa, Diário de Bordo e questionários com perguntas abertas e fechadas. Antes de iniciar a atividade foi solicitado aos participantes da pesquisa que respondessem a um questionário prévio visando o levantamento do perfil e de suas concepções iniciais sobre o tema “Energia e suas manifestações” e sobre o ensino de Ciências. Ao término do curso, o grupo também respondeu um segundo questionário que buscou levantar suas concepções, após a participação nas atividades do curso, assim como suas percepções e avaliação da sequência de ensino investigativo, como também seus comentários sobre a condução da atividade.

O diálogo nas Rodas de Conversa prioriza discussões em torno de uma temática e foram gravados por meio de smartphones para resgate das informações. Entende-se por Rodas de Conversa àqueles momentos em que o professor regente do curso junto dos participantes do curso, formal ou informalmente, trocaram ideias e conhecimentos sobre o objetivo da atividade, esclareceram dúvidas e/ou debateram sobre determinado aspecto da atividade, quer seja com contribuições ao assunto, quer seja com experiências de vida relacionadas, em um diálogo aberto e colaborativo. Sobre isto, a metodologia tem por característica particular a apresentação de momentos propícios ao diálogo em que possam ser partilhadas as vivências dos envolvidos num exercício de fala e escuta que abarcam os diferentes interlocutores, prevalecendo os períodos de escuta (BEDIN; DEL PINO, 2017).

Quanto ao polo de técnicas de coleta de informações, dados e evidências, este trabalho fundamenta-se na ferramenta de apreciação dos resultados da análise temática de Fontoura (2011). Assim, conforme Fontoura (2011, p. 73):

A partir das interpretações, o pesquisador pode propor inferências de acordo com premissas previstas no seu quadro teórico ou abrir outras pistas em torno de dimensões teóricas sugeridas pela leitura do material. Trata-se de um longo trabalho de construção e reconstrução contínua. A análise dessa forma se caracteriza como uma reconstrução intencional e deliberada a partir do olhar do pesquisador somada aos olhares teóricos utilizados como base da investigação, que se multiplica à medida que vão se descortinando as interpretações e os caminhos conclusivos.

Apresentaremos a seguir a metodologia para a aplicação da sequência de atividades junto aos participantes da pesquisa.

A sequência de ensino investigativo desenvolvida

A sequência de ensino investigativo desenvolvida foi intitulada “Estórias energéticas em enfoque” eficiente para preservar o mnemônico de 4E para cada uma das cinco estórias que apresentam importantes recortes históricos que desenvolvem o conceito e a ideia que temos construída sobre Energia e suas manifestações.

Na primeira atividade, intitulada “Remontando e reinventando o termoscópio de Galileu” é apresentado um instrumento precursor do termômetro, em uma reconstrução de baixo custo de montagem, a fim de verificar nos estudantes a ideia da conservação do calor e em suas formas de manifestação, a compreensão dos estados de agregação da matéria e suas grandezas de influência culminando no reconhecimento da importância do desenvolvimento das máquinas térmicas para o desenvolvimento da tecnologia de produção industrial e dos demais setores da economia e sociedade.

É esperado que na discussão sobre o processo de conversão de Energia para utilização humana abarque debates sobre a história da invenção das máquinas térmicas, para então nortear uma avaliação da importância da energia térmica e a falibilidade dos sistemas e máquinas. Estados térmicos, temperaturas e o fluxo da energia térmica devem ser experimentados para consolidar suas relações e diferenças, identificar o calor como forma de dissipação de energia e reconhecer a irreversibilidade de certas transformações e seu significado quando falamos em eficiência de máquinas térmicas. Isto posto, a releitura do termoscópio de Galileu (cuja montagem é detalhada por Mendonça et al, 2012) aplicada aos estudantes visa facultar a possibilidade de verificar as manifestações de energia ao confirmar a primeira lei da termodinâmica e experimentar o fluxo da energia térmica, dando início à discussão do tema posto.

A troca de calor entre a mão dos estudantes e o fluido termométrico provoca uma dilatação interna ao instrumento que faz uma coluna com o fluido se movimentar. O aspecto lúdico e competitivo que pode ser atribuído à atividade faz com que a explicação do problema seja buscada para fazer a coluna do líquido se deslocar e a indagação colocada pelo professor nesta atividade deve ser: “Por que o líquido do termoscópio começou a se movimentar?” Variações desta mesma pergunta que atribuam estados comparativos como,

por exemplo, “Por que o líquido do estudante 1 está ‘subindo’ mais rápido que o seu?” e demais perguntas motivadoras podem ser utilizadas para retomada da discussão.

A segunda atividade foi nomeada “Velejando com o barquinho Pop Pop” e tem por objetivo resgatar o percurso da sociedade que levou o homem a utilizar o calor para vaporizar a água e utilizar esse vapor d’água para realizar trabalho mecânico para executar suas tarefas. A conversão da energia térmica em mecânica auxiliou a compreensão do funcionamento das máquinas e das manifestações de energia, deste modo, sua posição no estudo das transformações de energia é fundamental para compreensão da evolução histórica do conceito, mas o advento da evolução dos sistemas e a predominância da observação de máquinas elétricas (substituindo máquinas térmicas e quase as excluindo do universo conhecido dos estudantes) acabaram por dificultar a fala dos professores acerca da importância destas máquinas para o estudo. Sobre isso Sauerwein e Sauerwein (2012, p.815) escrevem que:

Há várias razões para justificar esse destaque, tais como os motores a explosão, que movem automóveis e caminhões, e as turbinas existentes em usinas termoelétricas ou nucleares. Esses são alguns dos exemplos da presença de máquinas térmicas em nosso cotidiano, sem as quais a sociedade atual não poderia se manter. Historicamente, o surgimento da revolução industrial é consequência da invenção da máquina a vapor. Do ponto de vista da História das Ciências, foram questões subjacentes à busca do aperfeiçoamento das máquinas a vapor que levaram à descoberta (ou síntese) das leis gerais da Termodinâmica. Do ponto de vista didático, uma das maneiras de se introduzir o tema é partir da definição do que vem a ser uma máquina térmica. Supondo que adotemos a definição: “uma máquina térmica é um dispositivo que realiza trabalho à custa de calor”, ao iniciar a aula com essa definição, estamos admitindo que os alunos aprenderam os conceitos prévios de trabalho, calor e energia. Os dois primeiros conceitos aparecem de maneira explícita na definição adotada, mas sabemos que esses conceitos dependem do conceito de energia (grosso modo, trabalho e calor são duas maneiras pelas quais a energia se transfere de um corpo a outro).

Na sequência de ensino proposta, os obstáculos postos por Sauerwein e Sauerwein (2012) devem ser recordados ainda na atividade do termoscópio de Galileu para que sejam compreendidos os conceitos de trabalho e calor. Sobre o conceito de Energia, é entendido que sua compreensão em múltiplas facetas ainda não é de posse dos estudantes, todavia os elementos básicos para sua clareza e o grau de aprofundamento desta segunda atividade permitem que ele seja assimilado pelos estudantes e aperfeiçoe o discernimento do tema.

Visando aproximar os estudantes com máquinas que promovam a transformação da energia térmica em mecânica, sem mistérios ou complicações advindos da visualização em caixa preta (sem exposição dos componentes fundamentais para a transformação) foi proposta a experiência de construção e análise do funcionamento do barquinho Pop Pop. O experimento consiste em promover o aquecimento de uma quantidade de massa de água contida em um tubo plástico até a transformação em vapor da água que se expande e empurra o barquinho para frente, o fazendo navegar; em

função da conservação do momento linear. A montagem proposta é desenvolvida com materiais de baixo custo, reaproveitados ou fáceis de adquirir (Figura 1).

Figura 1 – Versão confeccionada do barquinho Pop Pop.



Fonte: Dados da Pesquisa

Com este trabalho foi esperado que o estudante desenvolvesse a compreensão acerca de alguns fenômenos sobre o equilíbrio de corpos nos líquidos e densidade dos corpos, contribuindo para a compreensão do conhecimento sobre hidrostática, sobre a sua importância destes conceitos em sua vida cotidiana e para os avanços tecnológicos. O encadeamento das atividades propostas acompanha um laço histórico que une o desenvolvimento do conceito de Energia. Após um século repleto de debates acerca da eficiência das máquinas térmicas, descortina-se a eletricidade e sabemos que ela substituiria componentes termomecânicos a fim de miniaturizar, simplificar e conferir maior eficiência/segurança às máquinas. A terceira atividade, denominada “Percorrendo os caminhos da eletricidade”, é proposta visando verificar o funcionamento de pilhas e baterias através da construção de protótipos destes, identificando as propriedades dos materiais utilizados na sua construção e utilização e o funcionamento dos circuitos elétricos.

Na atividade desenvolvida é proposta a construção de uma pilha a partir de um vegetal, tubérculo ou fruta. Nesta atividade solicita-se que os estudantes levem para sala de aula uma batata inglesa, limão ou qualquer outro tipo de alimento que se encaixe nas categorias já mencionadas e lhes é fornecido um copo que continha uma tampa com duas fendas, duas placas metálicas, uma de cobre e outra de zinco, fios com conectores jacaré e uma pequena lâmpada elétrica ou outro dispositivo eletrônico.

Na atividade solicita-se que os estudantes insiram o alimento escolhido dentro do copo, fechem sua tampa e nela fixem, pelas fendas na tampa, placas metálicas. Coloca-se um dos conectores preso a placa metálica, deixando sua outra extremidade livre. Repete-se o processo na outra placa. Neste momento as extremidades livres devem ser conectadas à lâmpada elétrica e os estudantes são capazes de observar o que aconteceu com a lâmpada através de seu brilho e então o professor deve questionar “Qual é o motivo de observarmos o acendimento da lâmpada quando a conectamos neste sistema?”.

O professor deve estimular a experimentação do sistema e recomendar ações como a retirada da lâmpada, aproximação das placas metálicas e ligação do circuito formado pelas placas através dos dedos dos estudantes, para que sintam um leve

formigamento, provocado pela passagem da corrente elétrica. Neste momento devem surgir perguntas sobre o fenômeno do formigamento observado e teorias propostas pelos estudantes para explicar o que visualizaram e sentiram. Após esta etapa, o professor deve intervir solicitando aos estudantes experimentar as sensações advindas dos experimentos realizados com alimentos diferentes dos que utilizaram e comentem os resultados para que possam, mais uma vez instigados pelo professor, verificar os resultados da combinação destes sistemas segundo os diversos tipos de ligação possíveis. Nesta etapa devem se agrupar os estudantes em grupos para utilização dos sistemas e as perguntas “O que aconteceu com o brilho da lâmpada quando vocês conectaram dois sistemas?” e “A maneira como foram conectados os dois sistemas faz diferença para o brilho da lâmpada?” devem ser introduzidas pelo professor para que motive a discussão do grupo e sejam realizadas novas conexões dos sistemas.

Após este momento de experimentação o professor deve organizar as ideias da turma através das perguntas problematizadoras com perguntas do tipo “O que acontece se trocarmos uma das placas metálicas por um pedaço de plástico ou por um palito de madeira?”, “Vamos experimentar trocar o alimento 1 com outro desses alimentos e ver o que acontece” ou “Agora que você já experimentou esses vários alimentos, existe algum alimento que vocês acharam melhor para se utilizar nessa experiência?” (Por quê?). Questões interdisciplinares podem acontecer nesta discussão sobre o valor energético dos alimentos e os valores declarados nos rótulos das embalagens, reações de oxirredução, potencial de redução e diferença de potencial, a descoberta da eletricidade natural de certos animais e um pouco de ficção, cinema e literatura em histórias como a de Frankenstein, de Mary Shelley, e a relação entre a eletricidade e a vida.

Agora que o funcionamento de uma bateria é conhecido pelos estudantes, a próxima etapa da atividade visa trabalhar sobre a questão dos caminhos elétricos pelos quais circulam as cargas elétricas geradoras de eletricidade. A atividade visa construir um cartão iluminado similar aos cartões natalinos ou de dia dos namorados com a finalidade de verificar e compreender o funcionamento de um circuito elétrico simples (conforme montagem apresentada por Menta, 2018) e o efeito de iluminação produzido deve ser superposto por um desenho ou imagem (Figura 2) de modo que a iluminação gerada sobre a imagem cause efeito luminoso de destaque no cartão.

Figura 2 – Montagem do circuito desenvolvido e efeito da superposição do LED.



Fonte: Dados da Pesquisa

Situações adversas como rupturas ou falhas na colocação da fita de cobre devem ser utilizadas como motivadores para indicação da necessidade de um caminho elétrico para condução da corrente elétrica e servirão de prelúdio ao experimento de criação de um motor elétrico de corrente contínua que se recomenda que seja desenvolvido em seguida.

A construção de um modelo rudimentar de um motor elétrico de corrente contínua (conforme a Figura 3) deve ser realizado para demonstrar a interação da corrente elétrica com o campo magnético. A corrente elétrica é um fluxo de elétrons que circula por um condutor quando entre suas extremidades houver uma diferença de potencial. Neste experimento a diferença de potencial será produzida por uma pilha. A bobina deve ser encaixada entre os alfinetes de modo que ela possa girar livremente e o ímã deve ser inserido logo abaixo da bobina, a fim de encontrar a posição correta do ímã que faça a bobina girar.

Figura 3 – Montagem do motor elétrico de corrente contínua.



Fonte: Dados da Pesquisa

Como a relação entre eletricidade e magnetismo é desconhecida pelos estudantes, quando questionado sobre o funcionamento deste motor elétrico são propostas relações entre os componentes do circuito e suas observações como resposta à pergunta “O que está fazendo a bobina de nosso motor girar?”. O professor deve estimular os estudantes a buscar exemplos do cotidiano em que os motores elétricos são utilizados como, por exemplo, nos ventiladores domésticos para coesão do conteúdo da aula com a tecnologia atual.

O funcionamento básico de um motor elétrico de corrente contínua pode ser explicado de forma simples. Quando uma corrente elétrica passa pela bobina e ela também se encontra imersa em um campo magnético criado pelo ímã, surge uma força perpendicular ao fio da espira cujo sentido faz a bobina girar em torno de seu eixo. Após uma breve explicação do fenômeno observado o motor elétrico deve ser comparado com o motor de quatro tempos normalmente encontrado em veículos automotores para que sejam discutidas as questões de emissões produzidas e sustentabilidade, as diversas manifestações da energia na natureza e suas transformações. Esta última discussão deve ser afrontada como motivador para discussão com os estudantes sobre os diversos modelos de produção de energia e reconhecer a importância do consumo responsável de energia, eficiência energética e os seus indicadores.

A quinta atividade, de título “O problema do brilho das lâmpadas elétricas”, tem por objetivo trabalhar os conceitos e definições de eficiência energética, luminosidade das

lâmpadas elétricas e análise do rendimento com os estudantes e despertar o interesse destes para o assunto, é proposta a apresentação de uma atividade experimental para avaliar a eficiência energética de diferentes tipos de lâmpadas elétricas, dentre as encontradas nos mercados (incandescente, fluorescente compacta e LED).

Para avaliar a eficiência destas lâmpadas serão conduzidas duas avaliações. A primeira avaliação, puramente sensorial, consiste na observação de três caixas revestidas internamente e com uma lâmpada em seu interior acesa e apenas três orifícios em seu interior: um para introdução justa da lâmpada, outro para observação de seu interior e mais um para dissipação do calor emitido pela lâmpada.

Cada caixa deve possuir uma lâmpada distinta, quanto ao seu princípio de funcionamento e mesma potência nominal de operação e o estudante é interrogado sobre Qual dos sistemas consegue produzir maior luminosidade observada? Os resultados de cada um dos estudantes são registrados em uma ficha e depois são discutidas as opiniões dos estudantes, baseados em suas observações.

Após verificação da luminosidade das lâmpadas pelo viés qualitativo, utilizaremos um aparato experimental que se utiliza de uma caixa recoberta com papel branco por dentro, para que a reflectância de fundo do local de medição não venha a interferir nos resultados da atividade, simulando o papel de uma esfera integradora, para determinar numericamente um parâmetro de luminosidade destas lâmpadas.

No sistema (caixa de papelão recoberta) foi colocado um transistor 2N3055 que foi preparado para permitir que seu sensor de luminosidade pudesse ficar exposto (remoção parcial de seu encapsulamento metálico) e um soquete com a lâmpada a ser avaliada. Cada um destes elementos deve ser colocado em cada uma das extremidades da caixa para que a incerteza na distância de medição não interfira significativamente nos resultados da experiência.

O transistor deverá ser conectado a um multímetro para que a sua indicação elétrica possa ser determinada como função da energia luminosa nele incidida. Alterações propostas na montagem deste aparato podem incluir a inserção de um termômetro para avaliar a potência dissipada na forma de calor (lei de Stefan-Boltzmann) e um multímetro na entrada do sistema para determinar a energia fornecida para o funcionamento da lâmpada e assim os estudantes poderão determinar o percentual da energia que é transformada em luz e o percentual de energia que é dissipada na forma de calor.

Neste sistema o transistor, do tipo NPN (Negativo-Positivo-Negativo) e de alta potência, tem sua tensão elétrica alterada conforme a luminosidade que incide sobre ele, assim quanto maior a luminosidade produzida pela lâmpada, maior será o valor registrado no multímetro. Os estudantes são convidados a experimentar os sistemas, a verificar os resultados de luminosidade de lâmpadas com mesma potência nominal e em seguida lhes é proposta a resolução da pergunta Por que as lâmpadas com mesma potência, de diferentes tecnologias, produzem resultados distintos de luminosidade? e o debate entre os estudantes é iniciado.

Na organização do conhecimento a luminosidade produzida por diversas lâmpadas em uma mesma rede elétrica, os conceitos de avaliação da conformidade deste produto e os resultados de eficiência energética declarada pelo seu fabricante podem ser utilizados como indutores da participação e elementos para introdução ao debate.

Resultados e discussão da atividade de ensino investigativo

Na amostra de 70 docentes participantes do curso, acerca das suas concepções sobre o conceito de energia, foi solicitado que elencassem e encadeassem dez palavras que lhes viessem à mente quando pensavam em “Energia”. Desta análise, após tematização, quatro núcleos de sentido foram descortinados, a saber, 1. Energia como elemento da natureza/Biologia, 2. Elementos associados à energia no estudo da Física/Química, 3. Energia como objeto social ou tecnológico, e 4. Energia como capacidade humana ou conceito motor e morfofisiológico.

Apesar dos respondentes alocarem suas respostas nas quatro categorias apresentadas, o que indica certo grau de conhecimento acerca das potencialidades e variedades da manifestação desta grandeza, durante as rodas de conversas praticadas foram verificados que os conceitos dos professores sobre energia não são unificados e se ramificam aproximando-se a essas categorias. Foi comum encontrar afirmações que indicam que a “energia da física” é diferente daquela “energia da biologia” ou da “energia da química”. Esses elementos também são postos como intangíveis no cotidiano e dissociados da realidade das vidas dos participantes. Considerando essa formação as concepções dos estudantes, expressas durante a aplicação do curso foram organizadas na Tabela 2.

Tabela 2: Concepções dos estudantes acerca de Energia, expressas em frases comuns.

Tema	Unidades de significado	Exemplos de unidades de contexto
A sequência como integradora de conteúdos de diferentes disciplinas, culminando na unificação da ideia apresentada em diferentes disciplinas.	Mesma coisa / sem diferença / igual...	[...] conseguimos perceber que não tem diferença entre o que se estuda na química, biologia ou física sobre a energia.
		A ideia é apresentar que o que aparece nos livros de física, biologia ou química é tudo igual, só que visto em aplicações diferentes.
		[...] possibilitando que a gente percebesse que na verdade era tudo a mesma coisa.
A sequência como uma construção temporal que faz sentido no contexto apresentado.	Saber / significar / reparar...	Muitas dessas coisas aí já nem existem mais na vida real. A gente nem repara normalmente e você quase me enganou, mas eu estava atenta e reparei.
		[...] não sabia que a biologia tinha ajudado tanto.
		Se não fosse graças a essa história contada, ninguém iria querer saber disso não. A gente só usa aquele termômetro que dá o valor direto. É mais fácil usar aquele.

Fonte: Dados da Pesquisa

Os exemplos destacados são exemplos sutis da relevância da prática sequenciada de atividades investigativas. Conforme exposto, os passos da sequência evoluíram para contar uma história que fizesse significado aos estudantes do curso de Formação Continuada em Ciências Naturais e por esta razão, foi solicitado, ao término do módulo sobre o tema energia e suas manifestações, que os cursistas avaliassem a sequência de ensino investigativo proposta, através de perguntas apresentadas em um questionário de levantamento de potenciais novas concepções dos participantes da pesquisa. Foi perguntado se ficou clara a evolução do conceito de energia e suas manifestações na Sequência de Ensino Investigativo (SEI) trabalhada e a totalidade dos estudantes afirmou que sim. Cabe destacar o relato do estudante afirmando que:

[Estudante 01]: O ponto máximo positivo do curso foi perceber que isso tudo é a mesma coisa e que tudo tem a ver com energia no nosso cotidiano. É uma pena a gente não levar isso tudo pra nossa aula. Pareceu que os experimentos estavam soltos, mas tudo estava relacionado e ajudou a gente a pensar como isso foi feito pelos cientistas que vieram antes da gente.

Essa percepção da integração dos conteúdos confirma as ideias de Peduzzi (2001), Carvalho (2013) e Letta (2014). Poucos foram os comentários com contribuições à sequência. A única sugestão posta pelos cursistas, nesse questionamento foi:

[Estudante 33]: Apesar de ter me ajudado a entender melhor energia, faltou mostrar mais o papel da química nessa história. Achei que a química ficou muito tímida nas aulas e não sabia que a biologia tinha ajudado tanto. Talvez a experiência da pilha feita de batatas merecesse maior tempo para realização e debate.

Indicando uma necessidade de valorização da contribuição da química ao processo. Consideramos que a quantização da matéria pode ser promovida através da eletrólise da água ou a sugestão apresentada de maior tempo dedicado à construção da pilha feita de alimentos possam atribuir ganhos, mas o recorte realizado foi limitado pela disponibilidade de tempo e recursos disponíveis. Uma sugestão de desdobramentos em trabalhos futuros pode ser a verificação e ampliação dos passos dessa sequência de ensino investigativo desenvolvida, embora para as necessidades investigadas nessa pesquisa, sejam suficientes os experimentos montados e discutidos. Isso se reafirma nas respostas obtidas à pergunta realizada no questionário distribuído, se a evolução do conceito de energia foi compreendida através a história contada nesta SEI, em que, novamente, a resposta do grupo foi única e positiva, sem comentários indicando sobre a necessidade de melhorias na proposta. Destaca-se o relato obtido nas rodas de conversa de que:

[Estudante 47]: Essas suas aulas foram muito boas. Eu mesmo não sabia que as aulas podiam ser assim e funcionar, por que lá onde eu trabalho, se você fizesse isso lá também, iriam te chamar a atenção e te demitir. Não sei como é na sua escola, mas a minha direção não deixa eu tentar essas coisas lá não. Se eu não usar o livro, estou errada. O importante mesmo é fazer eles decorarem o que está lá. Eu gostei mais da forma como você nos passou. Foi melhor pra mim. Acho que muita gente poderia aprender melhor se existissem

mais pessoas ensinando assim, dessa forma, mas também é preciso que as pessoas conheçam mais essas experiências e modos de dar aula.

[Estudante 48]: Imagina eu, que nem professora dessas matérias sou! Se eu falar disso, a diretora de lá, que é formada em biologia, vai achar que eu sei mais da área dela do que ela. E eu tentar ajudar, só vai me complicar as coisas.

[Estudante 47]: Cursos como esse deveriam ocorrer com mais frequência e para mais pessoas, porque nós somos privilegiados por estar aqui! Talvez no meu colégio só eu mesmo conheça essa metodologia. Isso dificulta as coisas com a direção.

Outro aspecto intangível da aplicação das atividades investigativas pode ser observado no relato da estudante 23 e nas Figuras 4a, 4b e 4c:

[Estudante 23]: Você deve fazer sucesso com essas suas coisas aí. Eu até que gostei disso tudo que você fez. Rapaz, eu me diverti e vi que você até tem razão sobre aquele negócio estranho do calor ser frio também. Meu neto está estudando isso e eu até expliquei pra ele como você me explicou, mas você fez melhor, porque eu já estou velha, não tenho mais aquele pique de antes.

[Professor]: Então consegui te convencer que o calor pode ser quente ou frio?!

[Estudante 23]: Convencer eu não estou convencida muito não. Mas vou acreditar em você porque aquela história da casa de esquimó e da roupa do cara no deserto existem na vida real também, meu neto disse que você tinha razão nisso! Mas o melhor mesmo foi que eu não queria saber desse negócio seu dessas matemáticas diferentes que você estuda, mas acabei me divertindo na sua aula.

Confirmando a necessidade de interações discursivas e empáticas, conforme indicam Sasseron (2008, 2013), Pontes (2013) e Brolezzi (2014).

Figura 4 – Registro de momento de emoção manifestada no aguardo de resultado pelos cursistas que experimentaram o termoscópio de Galileu.



Fonte: Dados da Pesquisa

E os diários de campo dos cursistas revelam intenções de aplicação de metodologias ativas de ensino, além de ressaltar o caráter participativo dos estudantes envolvidos na aplicação da sequência de ensino investigativo 4E:

As atividades propostas são interessantes e fazem com que todos fiquem reparando no que o próximo vai fazer e qual resultado vamos encontrar. Pretendo realizar alguma atividade nas minhas aulas de biologia que seja similar à essas metodologias ativas. O problema é montar algo que, quando eu perguntar aos meus alunos qual o resultado esperado, desperte neles a mesma motivação que tivemos ao buscar respostas para as perguntas colocadas pelo Amsterdam. Acho que ele foi muito bom. Deu um show, mas reparei que ele já veio com as perguntas prontas. Assim não deu pra gente tentar ser vago, nem tentar enrolar ele, porque algumas possibilidades do que iria acontecer, ele já devia ter imaginado, por isso ele sempre tem uma resposta para as nossas perguntas.

A policação das atividades investigativas sequenciadas da forma proposta no curso de Formação Continuada em Ciências Naturais, com profissionais voltados ao ensino fundamental, em Mesquita, foi selecionada visando a manutenção da oferta desse tipo de curso aos professores da baixada fluminense, abarcando uma significativa parcela de profissionais que não possuíam formação básica em física, embora necessitem de conceitos desta ciência na sua profissão (PEREIRA, 2014). Considerando a pouca (inclusive nenhuma, em alguns casos) experiência na condução ou recepção de atividades investigativas no ensino de física, a proposta de aplicação com este grupo de professores reflete a possibilidade de extrapolar a condição de aprendizado do conceito de energia.

A extrapolação desta condição pode ser considerada, tendo em vista que o grupo selecionado e os grupos de estudantes do ensino fundamental não possuem elevado grau de estudos em física, conforme relato dos mesmos, possuem predisposição para aprender e concepções alternativas sobre o assunto, considerando a vivência com o tema.

Os relatos apresentados corroboram a ideia da sequência estar adequada à sua finalidade e acredito que é necessária a aplicação repetida de uma sequência de ensino investigativo para seu aperfeiçoamento, tal como ao longo de anos essas atividades foram trabalhadas em ações de divulgação científica e aulas regulares, a fim de abarcar o maior número de impactados com aprendizado expressivo, embora a aplicação sequenciada de todos esses passos fora realizada apenas nessa pesquisa.

O recorte apresentado pela sequência de ensino investigativo não se contextualiza no espaço, mas no tempo. O viés cronológico evolutivo dos passos da sequência se mostrou suficiente para compreensão da busca pela eficiência energética da atualidade. O objetivo da aplicação dessa sequência de ensino investigativo foi respaldado em termos básicos, concluído satisfatoriamente para essa proposta.

Relatos da continuidade da montagem do barquinho após falha na sala de aula (ver vídeo da Figura 5) constituíram-se como um bom exemplo da importância da participação dos estudantes na concepção da aula planejada.

Figura 5 – Registro de montagem feita por cursista fora da sala de aula, do barquinho Pop Pop.



Fonte: Dados da Pesquisa

Os erros/acertos da montagem, bem como os aprendizados envolvidos, não se limitaram a ocorrer durante a investigação mediada em sala de aula e o caráter lúdico da atividade é ouvido na risada do filho de uma cursista (Figura 5) que remontou a experiência com seu filho em casa.

Esses resultados são o que Varela (2010, p.60) indica como sendo os elementos da “aprendizagem das Ciências que assumem particular importância: as emoções e os sentimentos”. As investigações científicas conduzidas nesse trabalho assumem essa característica e potencial. Trabalhos futuros nessa linha de pesquisa envolvem, entre outras possibilidades, uma análise das emoções envolvidas nessas atividades e sua relação com o aprendizado mensurado.

Conclusões

Ao término desse trabalho, podemos inferir que a aplicação da sequência de ensino investigativo possibilitou o processo de construção do conhecimento científico sobre o tema energia e suas manifestações, sobretudo despertou, nos professores dos anos iniciais da educação básica, reflexões acerca da relevância do tema para os estudantes. Nesse sentido, o ensino investigativo trouxe contribuições para o levantamento de hipóteses, a construção de perguntas e a articulação entre os conceitos teóricos e a prática. Dessa maneira, pode-se observar ao longo das atividades a construção da linguagem e da argumentação científica, elementos importantes no ensino de ciências.

Importa ainda destacar que apesar de muitos professores possuírem nível superior – majoritariamente em biologia/ciências biológicas, na amostra considerada – foi percebida que a formação de professores não tem alcançado uma visão holística dos conteúdos transmitidos, em especial do conceito de energia.

A hipótese inicial da existência de falta de conexão entre os conceitos estudados em sala de aula e as aplicações práticas vivenciadas no cotidiano mostrou-se acentuada após a análise dos dados. Sobre o tema energia, verifica-se que, na escola, questões relacionadas ao rendimento de máquinas térmicas, por exemplo, são apresentadas sem ao menos discutir eficiência de eletrodomésticos, seguindo cegamente o roteiro dos livros didáticos aprovados pelo governo. Observou-se a partir das falas dos participantes que o tema energia, na escola, tem sido um tema transversal, trabalhado de forma desconexa e isolada entre as disciplinas que o estudam e que não se aproveita da realidade e

novidades do cinema e tecnologia para ampliar os debates. Entretanto, os relatos dos cursistas revelaram certa surpresa e encantamento acerca das atividades desenvolvidas e possibilidades de trabalhar junto aos estudantes, questões do seu cotidiano.

A proposta da sequência de ensino investigativo apresentada mostrou-se apta a iniciar o debate sobre conservação de energia, eficiência energética e sobre a compreensão desses conceitos e termos correlatos. Isto posto, aperfeiçoamentos são bem-vindos, mas considerando a necessidade de atuação imediata, temos de concordar que devemos começar pelo começo, para então ir até o fim e então parar, a fim de refletir sobre nossa jornada e ajustar o que se mostrar ajustável.

Referências

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE - AAAS. **Project 2061**. Science for all americans. Washington, 1989.

ARAÚJO, M. C. P.; NONENMACHER, S. Energia: um conceito presente nos livros didáticos de Física, Biologia e Química do ensino médio. **Poiésis - Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2010.

ATAIDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. C. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **Holos**, v.4, n.1. 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481549217013>. Acesso em: 08 mai. 2019.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Concepções de professores sobre situação de estudo: rodas de conversa como práticas formadoras. **Interfaces da educação**, v.8, n.22, p. 154-185, 2017.

BERTOLIN, R. V.; GOMES, C. J. C. Crime na mansão: Uma oficina investigativa no ensino de química. **REnCiMa**, v. 10, n.5, p. 100-118, 2019.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BROLEZZI, A. C. Empatia na relação aluno/professor/conhecimento. **Encontro: Revista de Psicologia**. v. 17, n. 27, s/p., 2014.

CACHAPUZ, A. C.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. Cortez editora, 2005.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação – Condições para implementação em sala de aula**. 1ª edição. São Paulo. Editora Cegage Learning, Cap. 1, p. 1-20, 2013.

COLINVAUX, D. **Ciência, escola e vida cotidiana**: os contextos do conhecimento em discussão. Rio de Janeiro: UFF, v.331, 1993.

DOURADO, L. F. **Elaboração de políticas e estratégias para a prevenção do fracasso escolar**. Documento Regional BRASIL: Fracasso escolar no Brasil: políticas, programas e estratégias de prevenção ao fracasso escolar, 2005.

- DUIT, R. **In search of an energy concept**. In: DRIVER, R.; MILLAR, R. Energy matters. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, p.67-101. University of Leeds, 1986.
- FONTOURA, H. A. Tematização como proposta de análise de dados na pesquisa qualitativa. In FONTOURA, H. A. **Formação de professores e diversidades culturais: múltiplos olhares em pesquisa**. Intertexto Editora e Consultoria, 2011.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? **Investigação em ensino de ciências**. v.8, n.2, p. 1-14, 2002.
- HODSON, D. Re-thinking Old Ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. **Studies in Science Education**, 22 p. 85-142, 1993.
- HORTA, A. **O que eu faço, eu entendo**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<https://augustohorta.wordpress.com/2013/02/22/o-que-eu-faco-eu-entendo/>>. Acesso em: 18 fev. 2020.
- IFRJ. **Edital do curso de extensão para professores de ciências**. Disponível em: https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/Mesquita/FICs/edital_curso_extensao_professores_2019-1.pdf. Acesso em: 10 mai. 2019.
- KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em aberto**. v.11, n.55, 1992.
- LEAL, R. R.; SCHETINGER, M. R. C.; PEDROSO, G. B. Experimentação investigativa em eletroquímica e argumentação no ensino médio em uma escola federal em Santa Maria/RS. **REnCiMa**, v. 10, n.6, p. 142-162, 2019.
- LETTA, L. A. **As ações do professor no ensino fundamental I ao aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI)**. 2014, 150 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- LUZ, R.; QUEIROZ, M. B. A.; PRUDÊNCIO, C. A. V. CTS ou CTSA: O que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente? **Alexandria: R. Educ. Ci. Tec.**, Florianópolis, v. 12, n. 1 p. 31-54, 2019.
- MENDONÇA, A. J.; BARBOSA, B. A. M.; XAVIER, A. C. D.; SILVA, T. S. C. **Remontando e reinventando o termoscópio de Galileu e uma breve história da termometria de líquido em vidro**. In: X Encontro de Licenciatura em Física da UFRJ, 2012, Rio de Janeiro, **Anais**, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.
- MENTA, E. **Circuito em papel: guia de produção**. Departamento de Políticas e Tecnologias Educacionais. Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Curitiba, 2018.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo. Editora Pedagógica e universitária Ltda, 1999.
- . A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2009.
- NEVES, N. N.; DE MOURA, L. P.; GRAEBNER, I. B. Tipos de experimentação: a aprendizagem em Química a partir da perspectiva do processo de ressignificação e participação ativa do estudante. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 1, 2019.

PEDUZZI, L. O. Q. **Sobre a utilização didática da História da Ciência.** In: PIETROCOLA, M. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, p.151-70, 2001.

PENHA, S. P.; CARVALHO, A. M. P.; VIANNA, D. M. Laboratório Didático Investigativo e os objetivos da Enculturação Científica: análise do processo. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 5, p. 6-23, 2015.

PEREIRA, G. R. **O ensino de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental e a formação continuada de professores:** implantação e avaliação do programa formativo de um Centro de Ciência. 2014, 231 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Biofísica). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PONTES, L. **A empatia no processo de ensinar e aprender: um estudo com professores do curso de graduação em enfermagem de uma Universidade Pública.** 2013, 169 p. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, p. 49-62, 2012.

SASSERON, L. H. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental:** Estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 265 p. 2008. Tese (Doutorado em Educação), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

———; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 13, n. 3, pp.333-352, 2008.

———; CARVALHO, A. M. P. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014.

SAUERWEIN, R. A.; SAUERWEIN, I. P. S. Objeto de aprendizagem: máquinas térmicas. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 29, p. 812-830, 2012.

SILVA, T. S. G. Ensino de ciências e experimentação nos anos iniciais: Da teoria à prática. **Revista pró-discente**. Vitória. v. 25, n.1, pp. 41-53, 2019.

SILVA FILHO, R. B.; ARAÚJO, R. M. L. Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil: fatores, causas e possíveis consequências. **Educação por Escrito**, v.8, n.1, p.35-48, 2016.

SOUZA-BARROS, S.; SILVANI-SOUZA, E. **Material didático para o ensino do conceito de energia na aula de Ciências da Escola Fundamental.** In: IV Encontro de Licenciatura em Física da UFRJ, 2004, Rio de Janeiro, **Atas**, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

VARELA, P. I. B. **Ensino experimental das ciências no 1º ciclo do ensino básico:** construção reflexiva de significados e promoção de competências transversais. 457 p. 2010. Tese (Doutorado em Estudos da Criança). Universidade do Minho. 2010.