

Ludicidade e atividades investigativas no ensino de conceitos de eletricidade nos anos iniciais da Educação Formal



ISSN 1870-9095

T. L. S. Escanilha¹, J. A. O. Huguenin^{1,2}

¹Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 15 – UFF/IFRJ, Volta Redonda – RJ, Brasil, CEP 27.213-145

²Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda – RJ, Brasil, CEP 27.213-145

E-mail: jose_huguenin@id.uff.br

(Recibido el 29 de mayo de 2020, aceptado el 27 de agosto 2020)

Resumo

Neste trabalho apresenta-se um relato de experiência de desenvolvimento e aplicação de uma sequência de ensino investigativa voltada para o ensino de tópicos de eletromagnetismo nas séries iniciais de ensino fundamental brasileiro para crianças entre 9-11 anos de idade. Explorou-se experimentos simples para manipulação dos alunos e também foram elaborados dois jogos de tabuleiro envolvendo os conceitos de forma a explorar a ludicidade. Detalha-se a construção da sequência passo a passo. Todos os materiais são disponibilizados na grande rede para professores, permitindo-os aplicarem a sequência em suas turmas. Relata-se a aplicação da sequência em sala de aula. Os resultados da aplicação mostraram grande modificação na atitude dos alunos em sala de aula e evidenciam sucesso na aprendizagem dos tópicos.

Palavras chave: Ensino investigativo, Eletromagnetismo em séries iniciais, Ludicidade através de jogos.

Abstract

This work presents an experience report of developing and applying an investigative teaching sequence focused on the teaching of electromagnetism topics in the initial series of Brazilian fundamental education for children between 9-11 years of age. Simple experiments for manipulation by students were explored and two board games were also developed involving the concepts in order to explore playfulness. The construction of the sequence is shown step by-step. All materials are made available on the web for teachers, allowing them to apply the sequence in their classes. The application of the sequence in the classroom is reported. The results of the application showed a great change in the attitude of students in the classroom and show success in learning the topics.

Keywords: Investigative teaching, Electromagnetism in early grades, Playfulness through games.

I. INTRODUÇÃO

O ensino de ciências na educação básica tem grandes desafios, inclusive no que diz respeito à própria concepção das ciências [1]. Um ensino que proporcione melhor conhecimento do mundo e participação ativa na sociedade em temas cotidianos onde a ciência é cada vez mais presente deve ser prioridade desde os primeiros ciclos do ensino formal [2]. Essa abordagem está baseada na chamada “alfabetização científica”, muito em voga nos últimos anos, que pode ser entendida como um realinhamento do objetivo do ensino de ciências com o viés de formação geral da cidadania [3].

Sobre a alfabetização científica nos anos iniciais, um estudo apontou como dificuldades principais a formação inicial de docentes do ensino básico e a falta de materiais didáticos [4]. A formação inicial dos docentes, em geral, não

é em ciências e isso acaba por fazer com que as disciplinas de matemática e língua portuguesa tenham prioridades frente a conteúdos de ciências [5], além de outras dificuldades como a falta de estrutura adequada, como laboratórios e materiais didáticos, inclusive com o uso de tecnologias digitais [6]. Para Castro Lima e Maués, contudo, embora docentes do ensino básico não sejam especialistas em ciências, baseados em suas experiências de vida e suporte pedagógico adequado, o ensino das ciências nesta etapa da educação pode ser bem-sucedido [7]. Essa maneira de pensar o ensino de ciências nos anos iniciais encontra suporte teórico em Paulo Freire em sua pedagogia da autonomia [8]. Em trabalho recente, utilizou-se elementos da obra freireana para ampliar perspectivas em um curso de formação continuada para professores do ensino básico recém-formados [9].

No campo do Ensino de Física há pesquisa ativa que visa contribuir para o ensino conceitos físicos nas séries iniciais,

produzindo materiais e propostas concretas [10]. Uma abordagem de grande sucesso é a utilização de sequências de ensino investigativas, em que o professor recorre a diversas estratégias e recursos didáticos, visando a resolução de algum problema e a inserção do educando numa cultura científica [11]. Experimentos, leituras de textos conceituais, debates, jogos e vídeos educativos, são exemplos de atividades investigativas que podem ser usadas em de aulas das séries iniciais em uma sequência investigativa [12].

O uso de ludicidade no desenvolvimento de atividades de ensino de ciências, de acordo com a faixa etária do primeiro ciclo do ensino fundamental (7 a 11 anos), tem também grande importância na busca pelo sucesso na aprendizagem [13, 14]. Jogos tem sido utilizados em várias propostas de ensino de ciências [15, 16].

No que se refere ao ensino de tópicos de eletromagnetismo nas séries iniciais tem muita relevância pois permite facilmente associarmos os conceitos ao cotidiano dos alunos. Por outro lado, sabe-se que tais conceitos têm dificuldades intrínsecas e indica-se que os alunos devem participar ativamente do processo de aprendizagem [17]. Um estudo realizado na Turquia mostrou que alunos na faixa de 12-14 anos mostraram boa aprendizagem no conceito de corrente elétrica, mas tiveram dificuldades no conceito de energia elétrica, por exemplo [18]. No melhor de nosso conhecimento, não há relatos de propostas de ensino de eletromagnetismo para as séries iniciais.

Pelo exposto fica evidente que o ensino de ciências nas séries iniciais precisa de uma abordagem que envolva o aluno no processo de aprendizagem e que os professores, por não serem especialistas, precisam que a produção de ensino de ciências contribua com a produção de materiais e propostas didáticas. Neste trabalho, apresenta-se o relato de experiência de estruturação e aplicação de uma sequência de ensino investigativa (SEI) para o ensino de tópicos de eletromagnetismo nos anos iniciais do ensino fundamental brasileiro. A sequência utilizou experimentos simples e desenvolveu dois jogos educativos de tabuleiro envolvendo os conceitos.

O artigo está organizado como segue: na Seção II apresentamos de forma resumida os elementos básicos da construção de uma SEI. Na Seção III apresentamos em detalhe a construção da sequência. A aplicação da mesma é relatada na Seção IV. Os principais resultados são sumarizados na Seção V.

II. SEQUÊNCIAS INVESTIGATIVAS

A Sequência de ensino investigativa apresentada neste artigo discorre sobre conceitos relacionados ao eletromagnetismo e à promoção do ensino por meio da argumentação e da interação entre os pares, através do uso de recursos didáticos lúdicos e atividades investigativas [20].

O ensino por investigação transcende às concepções liberais tradicionais e associa-se à nova tendência pedagógica crítico-social dos conteúdos, onde as argumentações e experiências pessoais dos educandos são

valorizadas pelo professor. O professor assume primordial papel ao selecionar o problema a ser investigado e as estratégias usadas para atingir os objetivos traçados de uma sequência didática [11, 21, 22].

A apropriação do conhecimento ocorre através da investigação, do levantamento de hipóteses, da argumentação entre os pares, na tentativa de resolver o problema que foi bem planejado e apresentado pelo professor aos educandos [10, 23].

O professor precisa criar um ambiente investigativo, encorajador, considerando que o aluno não se comportará como um cientista, não irá desenvolver um método científico, como também não possui conhecimentos específicos formados. Entretanto, ele deve problematizar o conteúdo e incentivar a resolução de problemas fazendo uso da linguagem científica, primando pela interação professor-aluno, aluno-aluno e aluno-objeto [10, 11, 12], sem descartar o conhecimento informal, assistemático que o educando apresenta, pois através desse será possível explorar os conhecimentos prévios e introduzir os conceitos cientificamente aceitos de forma significativa.

A proposta segue o modelo de Sequência de Ensino Investigativa (SEI). O ensino por investigação e experimentação no ensino fundamental tem como precursoras a professora Anna Maria Pessoa de Carvalho e a professora Lúcia Helena Sasseron. Segundo Carvalho [22], uma SEI deve conter as seguintes etapas:

1) Etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor;

A seleção do material didático e definição do problema será alicerçada ao conhecimento científico investigado. A ferramenta intelectual, material manipulativo, deve responder as indagações feitas pelo professor. Ela deve contribuir para a resolução do problema apresentado, atendendo a expectativas e interesses dos estudantes. Portanto, a escolha do problema precisa ser planejada considerando o material que será utilizado.

O problema pode ser apresentado de formas variadas. Pode ser uma atividade de demonstração, onde os alunos conduzem a ação do professor, participando ativamente de todo processo, entretanto, apenas o professor manipula os materiais. O problema pode ser experimental, com materiais manipulativos, se for pertinente ao conteúdo proposto, ou não experimental, através de figuras, revistas, vídeos, notícias, simulações (nesse caso o aluno poderá levantar hipóteses e testar), sites, reportagens, entre outras possibilidades. Contudo, nas atividades experimentais, o professor deve ser cauteloso para não descrever um roteiro a ser seguido, onde as respostas já estão prontas, mas permitir aos educandos que investiguem, testem suas ideias, raciocinem e argumentem sobre os conceitos, valorizando os conhecimentos prévios e conduzindo-os da ação manipulativa para intelectual, auxiliando os alunos a estruturarem seus pensamentos.

É importante que, na medida do possível, o problema faça parte do cotidiano, do grupo social onde o educando vive, a fim de que ele tenha predisposição em aprender significativamente. É preciso contextualizar o máximo possível.

2) Etapa de resolução do problema pelos alunos;

Após a apresentação do problema, sugere-se ao professor deixar os alunos explorarem os materiais didáticos utilizados, pois são as ações manipulativas que dão condições aos educandos de levantarem suas hipóteses e testá-las. Através da experimentação eles avaliarão o que deu certo ou errado. Nota-se que o erro nesta etapa é primordial para separar as variáveis que interferem, daquelas que não interferem, na resolução do problema apresentado [22].

É conveniente trabalhar em pequenos grupos, com o propósito de favorecer a socialização, a troca de informações entre os colegas, as divergências e reconfigurações dos conceitos individuais. Nesse período, as interferências do professor serão mínimas. É importante se certificar se os alunos compreenderam o problema proposto inicialmente e deixá-los livres intelectualmente para testarem suas conjecturas.

3) Etapa da sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos;

Nesta etapa, o professor deve verificar se os alunos conseguiram resolver a situação problematizadora e seguidamente recolher os materiais manipulativos, levando-os do momento prático (manipulável) à organização dos conteúdos por meio de debates coletivos. Ao ouvir o outro, ao responder a professora, o aluno não só lembra do que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado [24].

Os questionamentos propostos pelo professor conduzem os educandos a buscarem justificativas para o fenômeno investigado, assim suas concepções são externadas no grupo e os dados podem ser coletados por meio da construção de listas, registros ou gravações.

Nesta etapa da sistematização dos conhecimentos existe a possibilidade da ampliação do vocabulário, onde os estudantes, se apropriam de novas linguagens científicas. Para tanto, é indispensável a mediação do professor fazendo a transposição dos conhecimentos do senso comum aos conhecimentos cientificamente aceitos.

O professor pode fazer a consolidação do conteúdo proposto por meio da leitura de um livro texto, ou por gráficos, tabelas, entre outros, que avaliar pertinente.

4) Etapa do escrever e desenhar.

Nesta etapa, a sondagem dos conceitos investigados deixa de ser feita através dos pares ou grupos e passa a ser uma abordagem individual. O professor deve solicitar aos alunos um registro ou desenho sobre o entendimento deles em relação a aula. Trata-se de um tempo destinado a aprendizagem individual e a reorganização do pensamento. Os registros individuais servem para auxiliar o professor no acompanhamento do desenvolvimento do educando e identificar os objetivos alcançados, a fim de dar continuidade em seu planejamento.

O desenvolvimento de sequências investigativas em Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental auxilia aos estudantes na configuração e reconfiguração dos seus próprios conhecimentos de forma progressiva e destemida.

III. CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Apresenta-se nesta seção os caminhos trilhados para construção da sequência bem como sintetizamos a aplicação da sequência.

A. Construção e planejamento

A motivação para realização desse trabalho incide em estimular a curiosidade e o interesse dos educandos nas aulas de ciências, já no início da escolarização. Outro fator eminente, diz respeito à qualificação do professor, visto que, na primeira fase do ensino fundamental, nem todos os profissionais tem formação em Ciências, uma vez que não se trata de uma exigência legal nas redes públicas brasileiras de ensino para atuarem como educadores na primeira etapa da Educação Básica.

O tema selecionado, Eletricidade, é parte curricular tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio e está fortemente ligado ao cotidiano dos estudantes. Muitas concepções alternativas são observadas entre os alunos por toda trajetória escolar, com conceitos envolvendo noções sobre cargas elétricas, tensão elétrica, corrente elétrica, geração e distribuição de energia, construção e funcionamento de um circuito elétrico simples, entre outros [10, 11]. Provocar a transposição dos conhecimentos do senso comum aos conhecimentos cientificamente aceitos é uma das competências do professor que deve ser considerada.

Aproximar as crianças da linguagem científica e de conceitos relativos à eletricidade no 5º ano do Ensino Fundamental era uma das propostas que integravam a grade curricular do município de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro, Brasil, onde esta sequência didática foi aplicada. Entende-se que apresentar os conteúdos através de uma SEI, nos anos iniciais pode contribuir para a progressão dos conceitos científicos de forma significativa.

O objetivo dessa SEI consiste em fornecer aos professores uma proposta de ensino com orientações e sugestões para o trabalho a ser aplicado em sala de aula. Assim, o educador tem como referência um manual com todas as etapas descritas para a aplicação da sequência, contudo, será indispensável levar em conta as próprias vivências e dos educandos para promover uma aprendizagem dinâmica através de atividades lúdicas capazes de provocar ações reflexivas nos estudantes, com experimentos investigativos, utilizando recursos do seu dia-a-dia. Ela foi desenvolvida no âmbito de pesquisa durante o curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e pode ser obtida pronta pra aplicação no endereço eletrônico da Referência [30]

B. Descrição da sequência didática

Essa sequência foi planejada para ser aplicada em quatro encontros, sendo cada encontro de aproximadamente 100 minutos. O trabalho apresenta estratégias de ensino através de experimentos investigativos, com recursos didáticos

lúdicos e acessíveis. A abordagem dos conteúdos ocorre a partir de uma situação-problema a ser solucionada em parceria entre professor e alunos. Nesta seção são descritas as etapas dos quatro encontros para aplicação da sequência.

No **Primeiro Encontro**, inicia-se a aula com breve conversa e explicação sobre mapas mentais, contudo, a expressão mapa mental não deve ser usada durante a aula dialogada, apenas alguns exemplos com temas distintos, a fim de esclarecimentos, devem ser construídos coletivamente como demonstração [26]. O propósito dessa atividade é de identificar os conhecimentos preexistentes dos educandos e obter um registro individual deles sobre o conceito eletricidade. O termo “eletricidade” representa a ideia central do mapa mental inicial desta pesquisa.

Em seguida propõe-se três experimentos investigativos envolvendo o fenômeno da eletrização. Experimentos de baixo custo, com recursos lúdicos encontrados facilmente no cotidiano dos alunos. O primeiro experimento precisa ser realizado com o canudo plástico eletrizado no guardanapo que ao ser aproximado do quadro branco com cargas elétricas neutras é atraído e gruda no quadro. A segunda experimentação ocorre utilizando uma régua plástica eletrizada no papel que atrai pedaços de papel alumínio ao aproximar-se deles. O terceiro experimento demonstra o processo de repulsão de cargas elétricas ao aproximarmos duas bexigas eletrizadas. O uso dos experimentos tem como principal objetivo introduzir o conceito sobre partículas constituintes no átomo e discutir sobre a transferência de cargas elétricas entre dois corpos, com ênfase na eletrização por atrito. Neste encontro é fundamental a abordagem sobre a tabela da Série Triboelétrica, auxiliando a compreensão dos estudantes na execução dos experimentos investigativos.

A sistematização dos conteúdos neste encontro é feita a partir de um texto instrucional, “*Um pouco de História – A Eletricidade*”, produzido especificamente para esta sequência didática. A ideia da abordagem do texto instrucional sobre cargas elétricas é que ocorra por meio de leitura dinâmica e dialogada. Entende-se que a apropriação dos conhecimentos ocorre não apenas no momento destinado à leitura do texto conceitual, mas em todo processo ensino-aprendizagem, onde o educando percebe-se como autor dessa construção. Assim, o estudante precisa estruturar e reestruturar seu pensamento a todo instante. Como registro individual do educando e atividade final no primeiro encontro, é solicitada a realização de um registro pessoal sobre o entendimento deles em relação a cada experimento desenvolvido em sala de aula, finalizando assim, o primeiro encontro.

O **Segundo Encontro** é dedicado à construção do circuito elétrico simples e retomada dos conceitos da aula anterior. As atividades iniciais neste encontro visam apresentar a ideia de circuito elétrico e debater o conceito de materiais condutores e isolantes elétricos. Nesta atividade investigativa os alunos devem explorar os materiais do circuito, apresentar suas indagações, trocar conhecimentos e testar suas hipóteses por meio do uso do quadro expositor do circuito elétrico. O quadro expositor, como mostra a Figura 1, é confeccionado com um mural de cortiça apoiado num cavalete e tachinhas para fixar os itens necessários à

montagem do circuito. O objetivo desta experimentação consiste em oferecer meios aos estudantes para testarem os materiais manipuláveis no circuito, identificando quais deles são condutores e quais são isolantes, associando-os com a tabela da Série Triboelétrica.

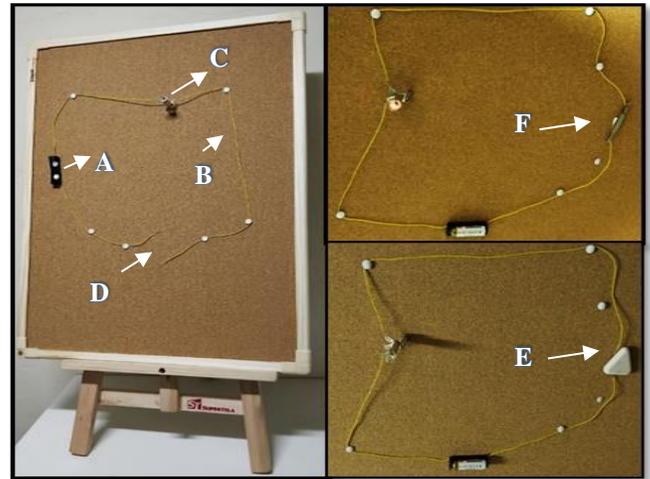


FIGURA 1: Quadro expositor do circuito elétrico simples. A- Suporte para pilha elétrica; B- Fio condutor de cobre; C- Bocal com lâmpada; D-Fio condutor rompido; E- Borracha; F- Pinça de metal

Para sistematizar os conteúdos deste encontro, sugere-se o uso do Livro Didático adotado pela unidade escolar acrescido do texto conceitual “*Um pouco de História – A invenção da Pilha Elétrica*”. Outra atividade feita explorando a literatura da área foi a realização de um experimento demonstrativo que faz uma analogia da diferença de potencial elétrico com a diferença de potencial gravitacional através do movimento de bolas de gude em um plano inclinado, identificando o papel da pilha no circuito com a força para elevar as bolinhas de gude [27].

O registro individual dos estudantes nesta etapa da sequência, é feito através de um desenho, onde eles representam a construção de um circuito elétrico aberto e outro fechado. Essa atividade tem a finalidade de avaliar quais alunos identificam os itens fundamentais para o funcionamento de um circuito elétrico, associando-o a corrente elétrica na representação dos circuitos elétricos abertos e fechados.

Já no **Terceiro Encontro**, o planejamento é para que a aula seja iniciada com os relatos dos alunos na tentativa de responderem à pergunta que foi como tarefa de casa do encontro anterior: “*De onde vem a energia elétrica que chega até a nossa casa?*”. Em seguida, um novo desafio foi apresentado, os alunos deveriam acender as lâmpadas de led de um circuito elétrico, tendo como gerador apenas um dínamo movido à manivela. Nesta aula, optamos por levar uma bicicleta com todos os aparatos de um circuito e o dínamo. As crianças tiveram a oportunidade de manipularem os materiais e, coletivamente, testarem suas hipóteses. Entretanto, esse experimento pode ser explorado e substituído por lanternas movidas a dínamo. O objetivo desta atividade é fazer com que os alunos vejam a geração de

energia elétrica a partir do movimento, embasando o funcionamento das turbinas das usinas hidrelétricas.

Para auxiliar na sistematização dos conteúdos, utilizou-se o vídeo educativo, “De onde vem a eletricidade? Kika Episódio 3”, além do Livro Didático adotado pela unidade escolar. Complementando este tópico, aplicamos um do jogo didático especialmente desenvolvido para esta SEI, o “Trilha Elétrons” (Figura 2), que tem como objetivo reforçar momentos reflexivos entre os pares, por meio de diferentes estratégias de ensino, conduzindo-os no processo de alfabetização científica. Trata-se de um jogo de tabuleiro em forma de trilha representando uma corrente elétrica de um circuito elétrico simples, onde os pinos da trilha simulam os elétrons que se movem a partir dos lances com as jogadas de um dado com jogadas representando pilhas, isolantes, circuito aberto, enfim, elementos de um circuito elétrico. Portanto, uma atividade lúdica, que promove a interação entre os jogadores atraindo a atenção deles a uma aprendizagem dinâmica e participativa.



FIGURA 2. Jogo Trilha Elétrons.

Para finalização dessa aula, propõe-se aos estudantes que representem o funcionamento de uma usina hidrelétrica através de um desenho. Esse registro individual realizado pelos educandos, indica se houve apropriação dos conhecimentos cientificamente aceitos e quais interferências o professor ainda deve fazer.

O **Quarto Encontro**, é planejado para retomada e consolidação dos conteúdos trabalhados. A ideia é ter uma aula dialogada, revisando os conceitos de corrente elétrica, a história de Benjamin Franklin e seu experimento com a pipa, com o propósito de expor sobre os riscos existentes relacionados à choques elétricos.

Cientes do apelo audiovisual entre os estudantes nesta etapa do ensino formal, utiliza-se o vídeo educativo, “A Eletricidade - Vídeos Educativos para Crianças”. Ele aborda temas relevantes sobre corrente elétrica, condutibilidade e choque elétrico. Após a demonstração do vídeo, o Livro Didático adotado pela unidade escolar também pode ser utilizado como texto conceitual.

A aula é finalizada com o segundo Jogo Didático Educativo, desenvolvido exclusivamente para compor esta sequência didática, o “Dominelétrico” (Figura 3). É um jogo de cartas inspirado no tradicional jogo de dominó, onde os alunos devem construir um circuito elétrico simples. O

jogador que conseguir fechar o circuito primeiro, vence o jogo. O objetivo do jogo é criar estratégias a fim de construir um circuito elétrico fechado e ao mesmo tempo, impedir a passagem da corrente elétrica do jogador adversário com o uso das peças indicando materiais isolantes.



FIGURA 3. Jogo Dominelétrico.

Findada a etapa do jogo, solicita-se aos estudantes que refaçam um novo mapa mental semelhante ao primeiro encontro. O objetivo é avaliar o uso da linguagem científica, se houve evolução dos conceitos e reconfiguração do pensamento envolvendo fenômenos referente à eletricidade.

Após a execução desta tarefa, os alunos responderam a um questionário avaliativo informando se a aplicação desta sequência didática contribuiu para a construção do seu próprio conhecimento, além de oferecer ao educador subsídios para melhorias e necessárias reformulações.

A Figura 4 apresenta uma esquematização geral da sequência e sua aplicação. A SEI está disponível gratuitamente no endereço eletrônico da referência [30]. Há um caderno de atividades para os alunos e um Manual de Aplicação para o professor com as matrizes para montagem dos jogos didáticos desenvolvidos nesse trabalho, todos os endereços dos vídeos usados, os textos instrucionais produzidos para uso na sequência, enfim, toda instrução e materiais necessários para aplicação desta SEI. Vale destacar que se levou em conta a não especialidade do professor que aplicará a sequência na preparação do Manual de Aplicação.

IV. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA

Esta SEI foi aplicada em uma escola pública na rede municipal de ensino da cidade de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. A turma era composta por 25 alunos, alguns com distorção idade-ano de escolaridade. Durante o ano letivo de aplicação deste trabalho, três professoras assumiram a turma em períodos alternados. Entre elas, a última relatou que não se tratava de uma turma tranquila e interessada. Diante das ocorrências apontadas pela unidade escolar acredita-se que o trabalho investigativo seja uma

estratégia eficaz de ensino, capaz de atrair a atenção dos educandos para o estudo científico.

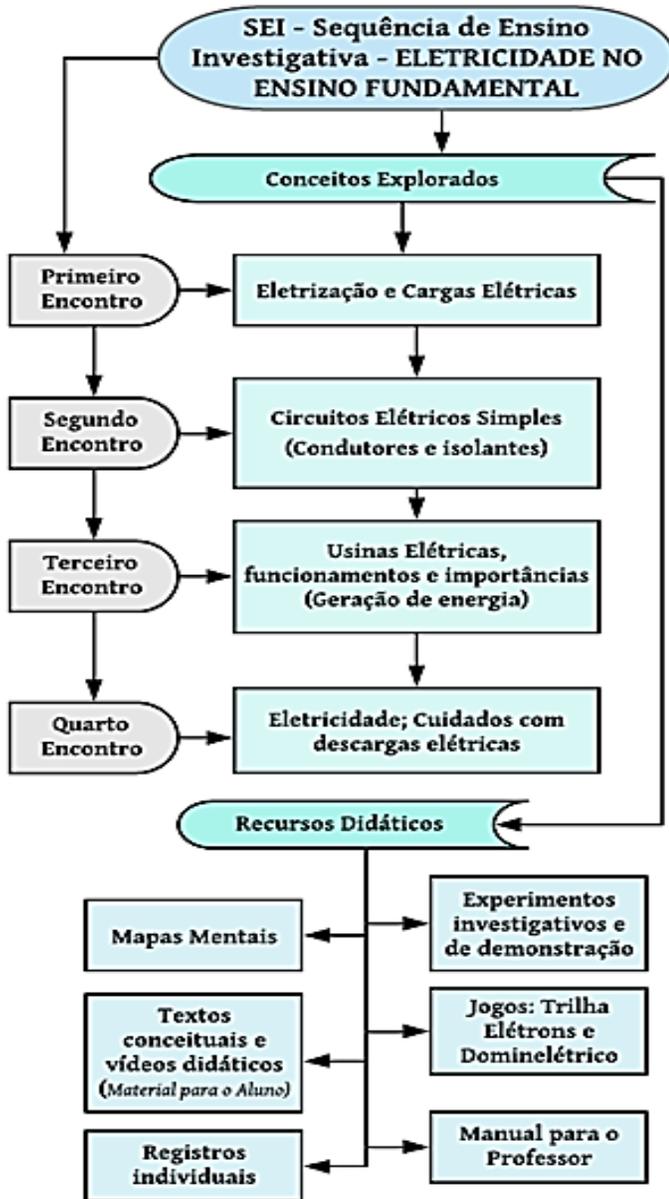


FIGURA 4. Esquema geral da SEI e sua aplicação.

A. Relato dos encontros

Nesta seção são relatados os resultados dos quatro encontros em diferentes momentos da aplicação.

Primeiro Encontro – Sondagem inicial com experimentos envolvendo eletrização

A aula iniciou-se com breve levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, que foram registrados no mapa mental inicial, tendo como ideia central o termo eletricidade. A utilização do mapa mental inicial foi enriquecedora, os alunos sentiram-se livres intelectualmente

para descreverem sobre o assunto em questão. Eles sabiam que não se tratava de uma atividade somativa, entre acertos e erros. As ilustrações nos mapas foram sugeridas aos alunos que porventura apresentassem dificuldades em expressar seu pensamento através da escrita. Cada aluno associou o termo eletricidade com algum elemento do seu cotidiano, contribuindo diretamente em toda sequência.

As respostas tiveram um amplo espectro de concepções. Alguns alunos mostraram relação com eletrodomésticos, com raios, porém outros mostraram até mesmo ausência de conceitos e relações com o seu cotidiano. Dos vinte e cinco alunos, foram selecionados quatro alunos divididos em dois grupos significativos da classe. Figuras 5 apresenta os mapas dos alunos A e B, que representam grupos de alunos que deram respostas pouco afins com a ideia central. Como podemos observar na Figura 5, o(a) aluno(a) associou o termo eletricidade apenas às modalidades esportivas que requerem movimentos, trata-se de um aluno introvertido com dificuldade de socialização, enquanto o(a) aluno(a) B em uma das palavras descritas, correlacionou a eletricidade com um fenômeno natural, o raio. As demais considerações feitas pelo(a) aluno(a) B estão ligadas ao grau de parentesco, avó caracterizada como uma pessoa muito animada, conforme relatos do(a) próprio(a) aluno(a).

A Figura 6 mostra as respostas do(a)s aluno(a)s C e D que representam grupo de alunos que relacionaram a ideia central do mapa mental com elementos do cotidiano e com o funcionamento de aparelhos eletrodomésticos, entretanto apenas o aluno D mencionou sobre possíveis geradores de energia elétrica, como a pilha e bateria.

Ainda que eletricidade seja um conceito comum no cotidiano das crianças é preciso auxiliá-las na transposição e reconstrução dos conhecimentos apresentados nos mapas mentais iniciais. Para tanto, o educador precisa compreender o universo do educando e conduzi-lo aos conhecimentos cientificamente aceitos.

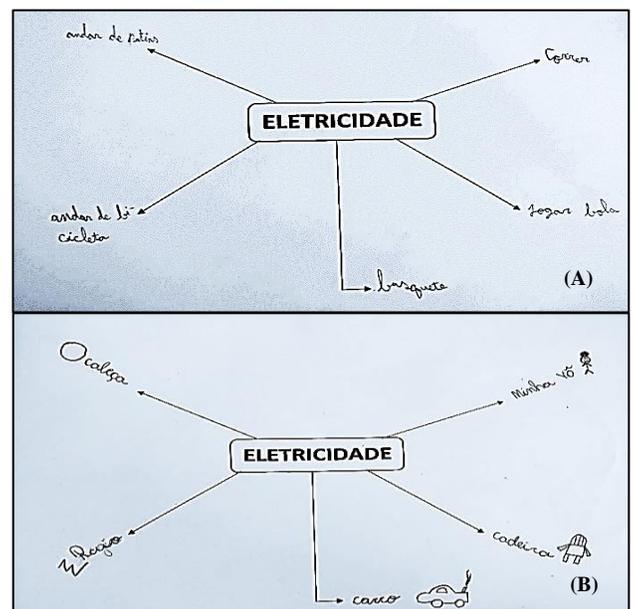


FIGURA 5. Construção do Mapa Mental Inicial – Alunos A e B.

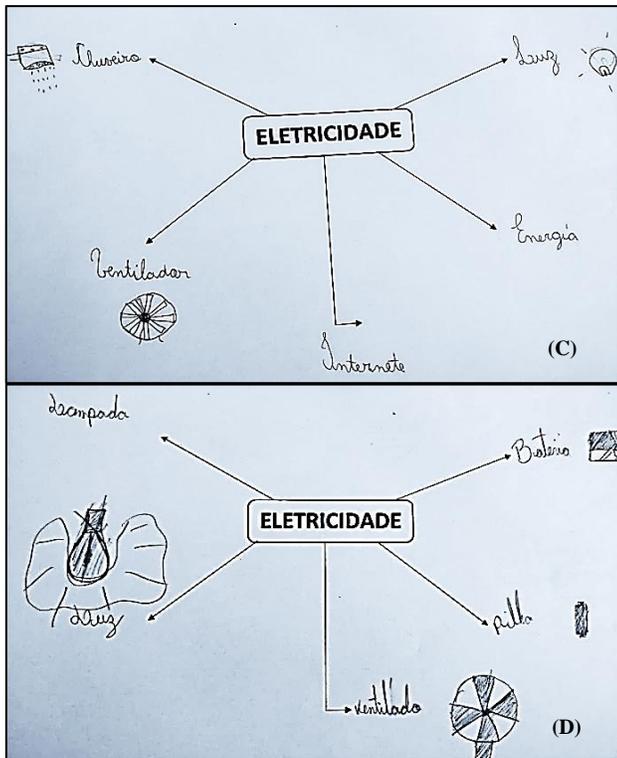


FIGURA 6. Construção do Mapa Mental Inicial – Alunos C e D.

Findada a primeira tarefa, foram realizados os três experimentos envolvendo o fenômeno da eletrização. Durante os experimentos os alunos participaram ativamente, foram capazes de testarem suas hipóteses e argumentarem sobre possíveis causas e soluções para cada problema apresentado.

Os experimentos suscitaram grande entusiasmo nos alunos, eles se envolveram e participaram ativamente das atividades propostas. Foi um período de construção e reconstrução através da manipulação dos materiais experimentais e da interação entre os pares. Na Tabela I, destacamos algumas conjecturas expostas pelos alunos durante os experimentos investigativos sobre eletrização por atrito, atração e repulsão de cargas elétricas.

Ao fim dos experimentos, o texto instrucional, apoiado na história da eletricidade foi lido coletivamente, tendo os alunos lidos sobre Tales de Mileto, Benjamin Franklin e a constituição do átomo.

TABELA I. Falas transcritas durante os Experimentos 1, 2 e 3.

Experimento 1: Fixar o canudo ao quadro branco	
Professora	Estudantes
O que aconteceu para que o canudo se fixasse?	Foi um ímã que fez eles grudarem!
	Acho que foi alguma energia.
Experimento 2: Pegar papéis de alumínio utilizando a régua	

Professora	Estudantes
Como os papéis foram atraídos pela régua/canudo?	Eu sei, você tem que esquentar para grudar.
	Está eletrizado!
Experimento 3: Bexiga versus bexiga, eletrizadas com cabelos	
Professora	Estudantes
Por que as bexigas se afastam ao serem aproximadas?	São energias diferentes.
	Tem alguma energia passando que fez elas se afastarem.

Segundo Encontro – A Construção do Circuito Elétrico

A situação problematizadora dessa aula consistia em construir um circuito elétrico utilizando apenas os materiais apresentados pela professora, sendo esses: bocais e lâmpadas, pilhas elétricas e fio condutor. Durante o experimento os estudantes manipularam os materiais. Para esse encontro, os alunos levaram, graças a solicitação prévia, outros objetos, a fim de testarem a condutibilidade elétrica deles no circuito. A tarefa foi realizada com alacridade, eles trabalharam em cooperação e após tentativas, conseguiram chegar à resposta adequada para a construção do circuito elétrico. A Figura 7 mostra os estudantes na montagem do circuito elétrico simples e no teste da condutibilidade dos materiais.

Gravações em áudio das aulas foram realizadas durante a aplicação da sequência. A Tabela II, mostra algumas das falas dos estudantes na tentativa de acender a lâmpada do circuito elétrico.



FIGURA 7. Construção do Circuito elétrico e reconhecimento da condutibilidade dos materiais testados.

TABELA II. Falas transcritas durante a montagem do circuito elétrico.

Professora	Alunos
Como podemos acender a lâmpada, utilizando apenas os materiais que temos disponíveis?	Tem que ligar o positivo com negativo.
	Não pode ligar o positivo com o positivo, senão as cargas vão se afastar.
	Sem a pilha a lâmpada não funciona.

Nesta tarefa percebeu-se a associação que os alunos fizeram com os conceitos vistos na primeira aula, atribuindo a ideia sobre atração e repulsão de cargas elétricas ao acendimento da lâmpada. Identificaram a necessidade do gerador de energia ao mencionar sobre a importância da pilha elétrica no circuito, ainda que desconhecessem seu real funcionamento.

Posteriormente, o quadro expositor da Figura 1 com um circuito elétrico estruturado e o fio condutor rompido em um dos pontos, foi apresentado aos estudantes, a fim de que eles pudessem testar a condutibilidade de materiais variados de forma a fechar ou não contato elétrico entre as extremidades dos fios rompidos. No transcorrer das investigações, os estudantes associaram a condutibilidade dos objetos testados ao movimento dos elétrons apresentados na Série Triboelétrica. A Tabela III destaca algumas falas dos alunos durante o teste com os materiais condutores e isolantes no circuito elétrico simples afixado ao quadro de cortiça, evidenciando a observação como base para construção do conceito.

TABELA III – Relato dos estudantes durante a experimentação com o circuito elétrico.

Professora	Alunos
Quais materiais podemos conectar nas extremidades do fio rompido para conseguirmos fechar o circuito elétrico?	O metal puxa os elétrons!
	Os elétrons não passam pela borracha. Eles ficam parados!
	O ouro é bom condutor!
	O cotonete não conduz.

O desenvolvimento dessa experimentação oportunizou a abordagem de conceitos como: tensão elétrica, corrente elétrica e o sentido da corrente. Eles testaram o funcionamento do circuito com diversas lâmpadas e pilhas, correlacionando esses materiais com a voltagem indicada em cada um deles.

Neste encontro utilizou-se o experimento da inclinação da rampa, a fim de esclarecer sobre a diferença de potencial provada pela pilha elétrica. Acredita-se que o uso desse experimento demonstrativo contribuiu para a compreensão dos estudantes quanto a função da pilha elétrica no circuito elétrico.

Na sequência, as crianças deveriam representar através de um desenho a construção de dois circuitos elétricos simples, sendo um fechado e outro aberto. No geral, os desenhos foram produzidos com destreza e sem qualquer interferência dos professores. Nas figuras 8 e 9, mostramos, respectivamente, as respostas dos alunos A e B, destacados anteriormente com mais dificuldades e dos alunos C e D que já apresentavam algumas noções relacionadas ao tema central. Percebe-se que os alunos compreenderam como ocorre a construção de um circuito elétrico e a função de cada elemento a ele destinado. Alunos que inicialmente mostravam maior dificuldade e menos engajamento também alcançaram os objetivos esperados nesta atividade.

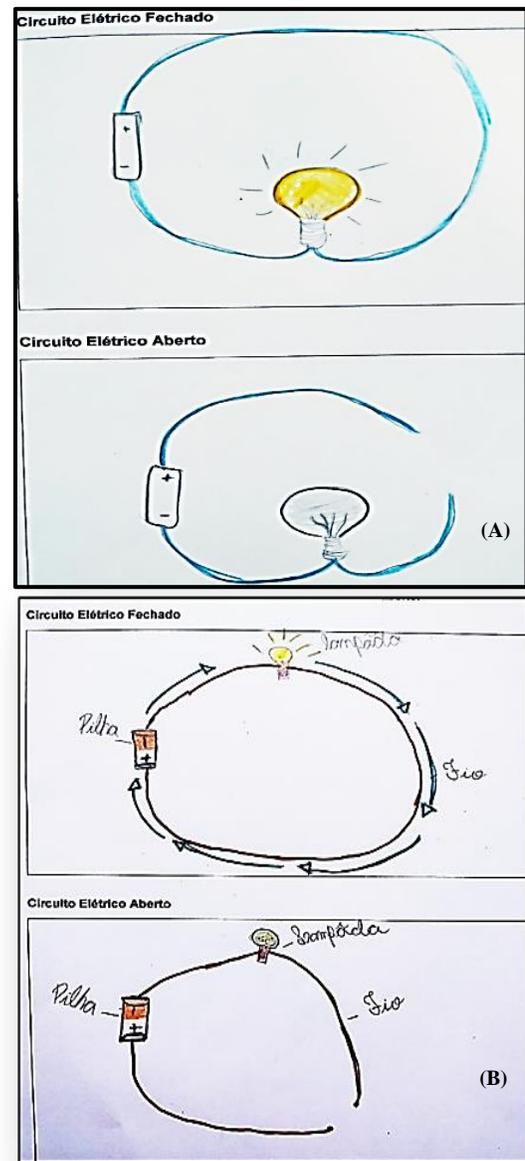


FIGURA 8. Ilustrações dos circuitos elétricos abertos e fechados dos alunos (A e B).

Nota-se que o trabalho investigativo favorece a assimilação dos conceitos trabalhados no processo ensino-aprendizagem. A educação está centrada no educando, no ato de aprender fazendo, na interação como outro, na construção e reconstrução dos conhecimentos testados.

Terceiro Encontro – Geração de energia e o Jogo Trilha Elétrons

O terceiro encontro foi direcionado à exploração dos conceitos envolvendo geração de energia, corrente elétrica e ao funcionamento de usinas hidrelétricas.

A Tabela IV apresenta algumas opiniões formadas pelos alunos na tentativa de responderem a seguinte pergunta: “De onde vem a energia elétrica que chega até nossas casas?” Verificou-se que apenas oito alunos apresentaram algum

conhecimento relacionado às usinas hidrelétricas, os demais centralizaram suas ideias em aparatos e equipamentos condutores de energia elétrica e, não em como essa energia é gerada. Durante a conversa em sala de aula, um aluno comentou que deveria existir uma pilha gigante capaz de fornecer energia elétrica em todas as casas. Logo outro aluno contestou, “mas o que acontece quando a bateria acaba?”. Assim, destinou-se um tempo para o levantamento das hipóteses e troca de informações, em seguida, tornou-se necessária a intervenção da professora esclarecendo questionamentos e provocando outros novos.

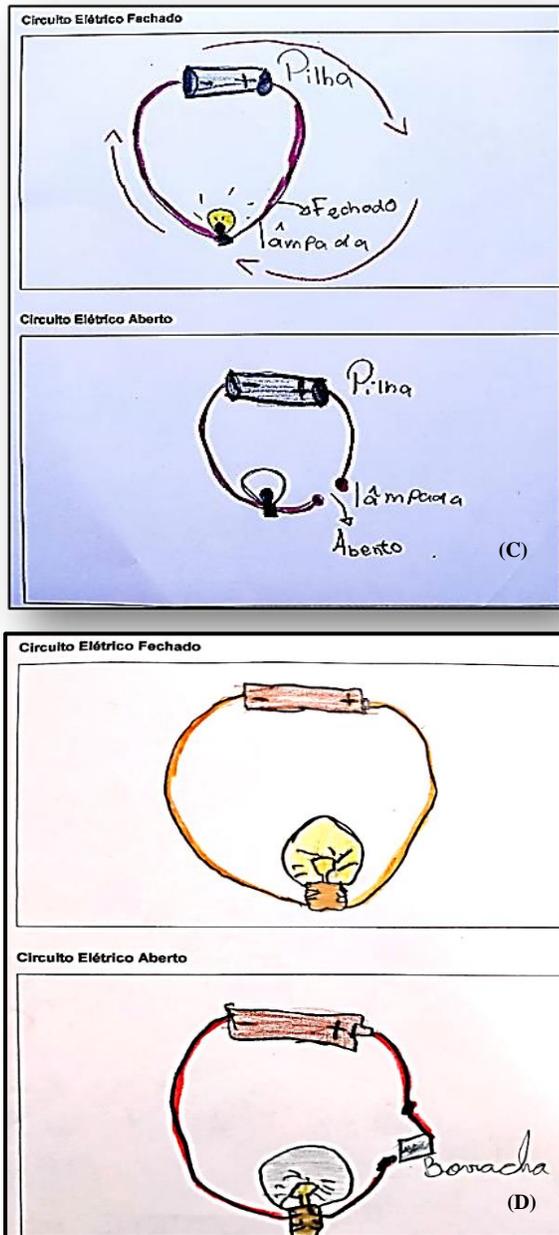


FIGURA 9. Ilustrações dos circuitos elétricos abertos e fechados dos alunos (C e D).

TABELA IV. Resposta transcrita da pesquisa realizada pelos alunos.

Número de Alunos	Análise sintetizada dos Alunos
4	Vem da tomada.
6	Vem dos postes e dos fios.
3	Vem por cabos condutores.
8	A energia elétrica, vem das usinas hidrelétricas.
4	Não realizaram a pesquisa.

Neste terceiro encontro propôs-se apresentar aos estudantes outra fonte geradora de energia elétrica, entre elas o dínamo à manivela adaptado em bicicletas, conforme ilustra a Figura 10. Neste caso o problema eclodiu a partir da pergunta: “Temos todos os itens que um circuito elétrico precisa ter nesta bicicleta (material apresentado aos estudantes durante a aula), entretanto, por que a lâmpada não acende? O que precisa ser feito para acendê-la?”.



FIGURA 10. Experimento com a bicicleta e o dínamo à manivela.

As crianças se interessaram e participaram ativamente. Levantaram questionamentos, testaram suas hipóteses, trabalharam em cooperação, investigaram, manipularam os materiais e chegaram à resposta para o problema, no intervalo de tempo de 8 minutos, aproximadamente. Destacam-se algumas falas dos alunos durante a experimentação, conforme indica a Tabela V.

TABELA V. Falas transcritas durante o Experimento com a bicicleta e o dínamo.

Análise dos Alunos
Tem que girar a roda da bicicleta para as lâmpadas acenderem.
Tem que ter esse objeto aqui. (referindo-se ao dínamo)
Tem que ter força para ter a luz.
A roda da bicicleta transmite um tipo de energia, que junta com a energia daquela caixa(dínamo), então, elas se fundem e passam pelo fio, fazendo a lâmpada acender.
Quando a roda está parada a luz fica apagada, mas quando gira a roda ela acende.

Verificou-se através dos relatos dos estudantes, noções científicas implícitas quanto as ideias de trabalho e força. Eles associaram o movimento das rodas com a geração de energia elétrica. Um aluno identificou que o giro da roda da bicicleta transmite um tipo de energia e o dínamo outra. Mesmo sem apropriar-se dos conceitos científicos, já foi capaz de associá-los à energia cinética e elétrica.

Após o experimento eles assistiram um vídeo didático educativo [28] sobre eletricidade. O uso do vídeo oportunizou a retomada de conceitos sobre corrente elétrica, a história de Benjamin Franklin e encaminhou a ação do professor para introdução de novos assuntos, como: a ideia de energia mecânica, geração e distribuição de energia, descargas elétricas provocada pelos raios e o funcionamento das usinas hidrelétricas através dos geradores de energia.

O uso desse recurso despertou vasto desequilíbrio nas concepções preestabelecidas pelos alunos, assim eles reconfiguraram suas conjecturas e ampliaram suas informações. Verificou-se nos depoimentos transcritos, ideias referentes a raios como descargas elétricas e a importância da força da água para acionar as turbinas das usinas hidrelétricas. Foi possível associar o experimento do dínamo da bicicleta ao movimento de queda da água, ambos convertem energia mecânica em energia elétrica.

Na sequência, a turma foi distribuída em pequenos grupos, com no máximo 5 alunos, para apresentação do jogo didático educativo, Trilha Elétrons. O jogo foi criado como intuito de explorar assuntos envolvendo cargas elétricas, circuito elétrico, geração de energia, corrente elétrica, tensão elétrica, materiais condutores e isolantes, sendo esses trabalhados por meio de uma atividade lúdica e integradora. Os alunos participaram com desenvoltura da tarefa proposta, como indica a Figura 11.



FIGURA 11. Aplicação do Jogo Trilha Elétrons.

Durante a brincadeira, eles argumentaram, trocaram conhecimentos e esclareceram as dúvidas existentes entre si. Atuaram com autonomia, não sendo preciso fazer muitas intervenções. No geral, os estudantes avaliaram o jogo como um ótimo recurso didático pedagógico que fortaleceu o processo de socialização e aprendizado.

Em seguida, como registro individual, solicitou-se aos alunos a representação do funcionamento de uma usina hidrelétrica por meio de uma ilustração. Eles demonstraram entendimento desse processo, desenhando todas as etapas e elementos fundamentais ao seu funcionamento.

A Figura 12 representa os registros dos alunos A e B, e a Figura 13 os alunos C e D, os mesmos selecionados *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 14, No. 3, Sept. 2020*

anteriormente. Observa-se que os alunos identificados nas figuras, compreenderam a necessidade do armazenamento de água. Assim, através do desnível, ela produz o giro das turbinas e aciona o gerador. Vale destacar que eles chamaram de “dínamo” os geradores, associando o experimento da bicicleta com o funcionamento das usinas, sugerindo indício de generalização do conhecimento. Verificou-se que os alunos entenderam como ocorre o processo de distribuição de energia elétrica e responderam com clareza a pesquisa inicialmente proposta neste terceiro encontro.

Quarto Encontro – Consolidação da aprendizagem e o Jogo Dominelétrico

Este encontro destinou-se à retomada e consolidação dos conteúdos. A estratégia usada nesta abordagem aconteceu em aula dialogada, onde destacou-se conceitos contemplados nos encontros anteriores. Nesta etapa, todas as falas dos alunos foram registradas na lousa, com o propósito de estruturar o pensamento deles e desencadear novas lembranças.

A Tabela VI destaca os relatos dos estudantes durante a retomada dos conceitos trabalhados nesta sequência didática.

Verifica-se na tabela VI que os estudantes apresentaram noções sobre cargas elétricas elementares, as quais, inexistiam no primeiro encontro, além dos conceitos relacionados à geração de energia, corrente elétrica, condutibilidade, distribuição e tensão elétrica. Durante a abordagem dos temas, eles argumentaram e debateram ideias entre si, demonstrando aperfeiçoamento e desenvolvimento dos conhecimentos alcançados durante todo o processo.

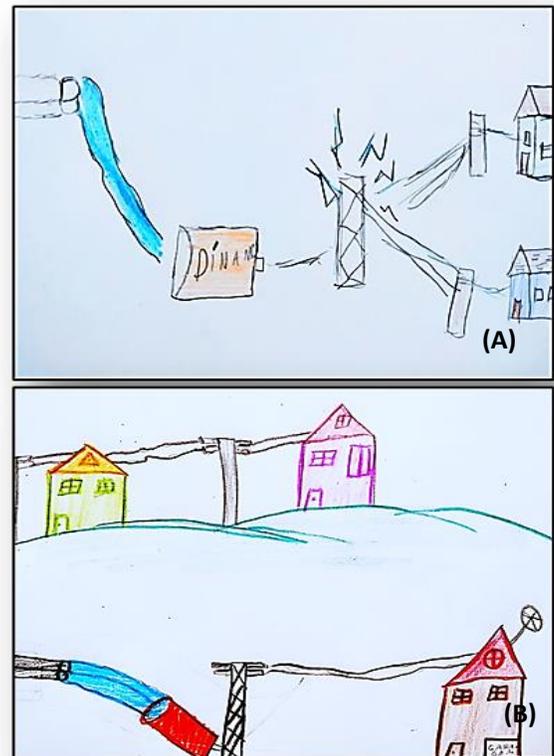


FIGURA 2. Representação ilustrada do funcionamento de uma usina hidrelétrica dos alunos A e B.

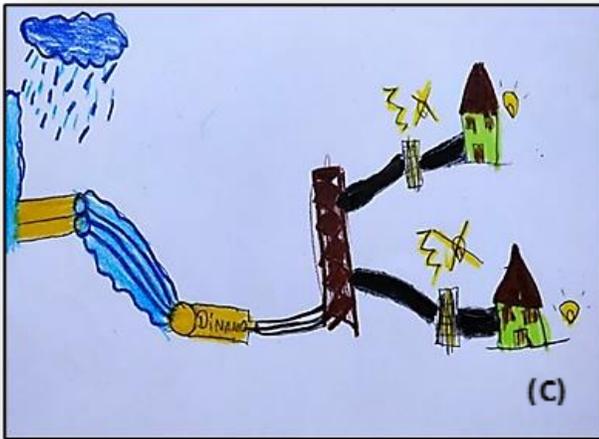


FIGURA 13. Representação ilustrada do funcionamento de uma usina hidrelétrica dos alunos C e D.

Seguidamente, todos os registros do quadro foram apagados, visto que comprometeria a atividade final desta aula. Na sequência, foi exibido o vídeo didático educativo, Eletricidade [29], abordando assuntos pertinentes aos cuidados necessários com as descargas elétricas. O vídeo apresenta uma linguagem condizente com a faixa etária e os estudantes demonstraram interesse diante do tema tratado na exibição. Dentre os 24 alunos presentes, apenas 3 alunos mostraram-se indiferentes com a proposta. Entretanto, após a apresentação do vídeo, eles desejaram compartilhar experiências do cotidiano relacionadas a choques elétricos. Foi um momento de discussões e orientações quanto as formas de prevenção para não sofrerem futuras descargas elétricas.

Outra estratégia usada neste último encontro foi o jogo didático educativo criado para compor esta sequência de ensino investigativa, o jogo “Dominelétrico”. Sua aplicação ocorreu em pequenos grupos, com no máximo 4 alunos, como indica a Figura 14. Os estudantes, para jogarem, precisavam conhecer não apenas as regras do jogo como também os conceitos científicos a ele relacionados. Esperava-se que os jogadores construíssem um circuito elétrico fechado e ao mesmo tempo criassem estratégias para garantir que o jogador adversário não fechasse o circuito

primeiro. Para tanto, eles precisaram recorrer aos estudos realizados nas últimas aulas desta sequência didática.

TABELA VI. Falas transcritas dos alunos durante a retomada dos conteúdos.

Professora	Análise sintetizada dos Alunos
Iniciamos nossa primeira aula falando sobre eletricidade e durante todos os demais encontros tratamos diferentes assuntos relacionados a esse conceito. Quais assuntos foram esses?	Elétrons, que transportam cargas elétricas negativas.
	Usinas hidrelétricas.
	Corrente elétrica.
	Circuitos elétricos abertos e fechados.
	Como a energia elétrica chega em nossas casas.
	Portadores de cargas elétricas negativas e positivas.
	Distribuição de energia elétrica.
	Os átomos, nêutrons, prótons e elétrons.
	Bons e maus condutores de energia.
	Dínamo.
	Pilha elétrica e baterias.
	Postes, torres e fios condutores.
	Raios e choques elétricos.
Volts e o multímetro.	



FIGURA 14. Aplicação do Jogo Dominelétrico.

O tempo reservado a essa atividade foi de aproximadamente 25 minutos. Os alunos compreenderam o principal objetivo do jogo, contudo, foi preciso fazer diversas intervenções a fim de esclarecer melhor as regras. Logo, os minutos disponibilizados, não atenderam às expectativas dos estudantes. Sugere-se que reserve um tempo maior para a aplicação deste jogo.

Apesar desse imprevisto, as crianças demonstraram apropriação da linguagem e dos conceitos cientificamente aceitos. Elas construíram estratégias, trabalharam de forma amigável e integradora. No geral, todos os alunos avaliaram

o jogo Domineletrico como recurso satisfatório à consolidação dos conteúdos.

Ao término dessa SEI, solicitou-se aos estudantes que reconstruíssem outro mapa mental. Semelhante ao do primeiro encontro, tendo como ideia central o mesmo termo, eletricidade. O objetivo dessa tarefa consiste em avaliar se os alunos conseguiram ampliar e reconfigurar seus conhecimentos [25].

As Figuras 15 e 16, mostram os mapas mentais finais dos quatro alunos referidos no primeiro encontro para análise dos resultados.

Verifica-se que o aluno A reconfigurou suas ideias em relação ao primeiro mapa, cujo pensamento voltava-se apenas a modalidades esportivas ao tratar sobre eletricidade. Ele, que apesar de ser um aluno de difícil socialização, conseguiu interagir com o grupo durante os experimentos investigativos e os jogos didáticos educativos.

O aluno B, demonstrou crescimento conceitual, observa-se que ele foi capaz de reconfigurar seu pensamento em relação ao primeiro mapa. Sua concepção sobre eletricidade, estava ligada à carro, cadeira, cabeça, avô e raio. Percebe-se no mapa mental final que o aluno explora conceitos novos relativos a circuitos elétricos, distribuição de energia, aparelhos eletrodomésticos, cargas elétricas elementares e geração de energia. Ele manteve a palavra raio no mapa mental e em um de seus depoimentos demonstrou compreender esse conceito como descarga elétrica.

Observa-se que os alunos C e D ampliaram seus conhecimentos. Nota-se que nos primeiros mapas eles associaram o termo eletricidade apenas com aparelhos eletrodomésticos, baterias, luz e energia. Já no último eles relacionaram a cargas elétricas elementares, corrente elétrica, geração de energia, entre outras que podem ser observadas na Figura 16.

As respostas dos alunos de modo geral, apresentaram ampliações e reconfigurações pertinentes e satisfatórias, ao que foi proposto para esta atividade.

A sequência de ensino investigativa finalizou-se com a aplicação de um questionário avaliativo sobre o trabalho desenvolvido nos quatro encontros. O objetivo consistia em primar pela participação dos estudantes, valorizando e atendendo suas considerações e críticas.

V. AVALIAÇÃO

Trabalhar com sequência de ensino investigativa e jogos didáticos no ensino fundamental oportunizou ampla abordagem de fenômenos físicos concernentes aos conceitos sobre eletricidade. Inicialmente os estudantes não apresentaram qualquer noção sobre as partículas elementares, cargas elétricas ou mesmo corrente elétrica. A introdução desses conceitos processou-se de forma planejada e espontânea, por meio do uso de experimentos investigativos. A participação e curiosidade das crianças perduraram em todas as aulas desenvolvidas. Os educandos sentiram-se como protagonistas do próprio conhecimento, elaboraram estratégias individual e coletivamente, durante as tentativas para resolução dos problemas apresentados.

Ambos, educador e educandos, atuaram em regime de cooperação em todo andamento da SEI.

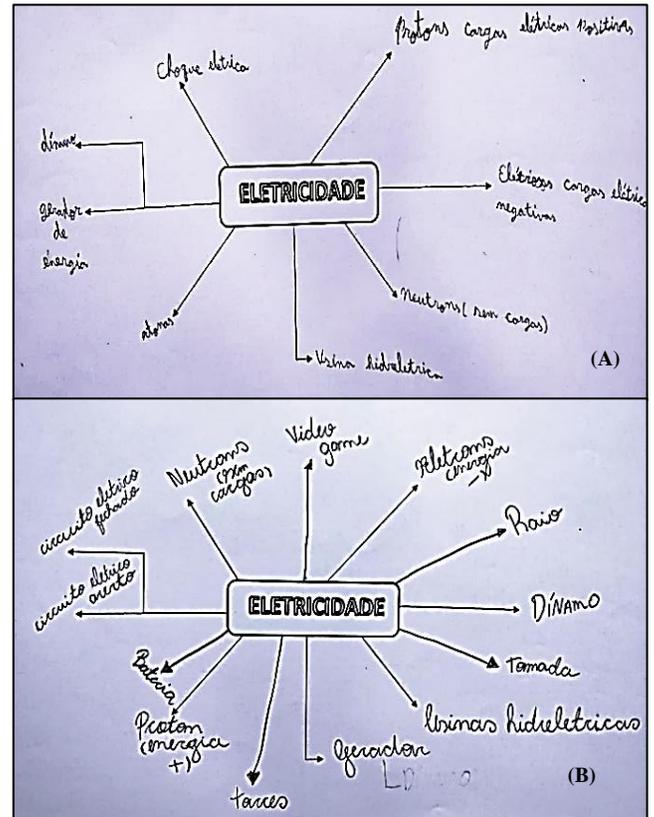


FIGURA 15. Construção do Mapa Mental Final – Alunos A e B.

No primeiro encontro, apesar da aplicação da sequência não ter sido realizada pela professora regular da turma, os estudantes foram bem receptivos. Demonstraram interesses e entusiasmos ao realizarem as atividades solicitadas. No geral, os objetivos propostos para esse encontro foram atingidos.

No segundo encontro o problema apresentado provocou inquietude nas crianças. A construção do circuito elétrico e verificação da condutibilidade dos materiais ampliou o vocabulário dos educandos. Eles conseguiram relacionar os conhecimentos próprios com os fenômenos científicos observados, reconfigurando seus pensamentos constantemente.

No terceiro encontro, apesar da incerteza do uso da bicicleta com o dínamo ser um possível fator de distração, os estudantes compreenderam o objetivo da proposta e atuaram coletivamente na tentativa de apresentar uma solução para o problema. Eles participaram ativamente e realizaram as atividades com autonomia, demonstrando aperfeiçoamento dos conceitos adquiridos. O uso do jogo, “Trilha Elétrons”, neste encontro, foi uma ferramenta eficaz para verificação da aprendizagem. Os alunos se envolveram, no entanto, se queixaram do pequeno tempo destinado à atividade com o jogo.

- [6] López V. J. R., Arias V.G., *Física y aplicaciones móviles en la escuela: un estado del arte enfocado en la enseñanza de movimientos oscilatorios*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **13**, 1308 (2019).
- [7] Castro Lima, M. E. C., Maués, E., *Uma releitura do papel da professora de séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças*, Rev. Ensaio **08**, 184-198 (2006).
- [8] Freire, P., *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*, 36ª Ed. (Paz e Terra, São Paulo, 2007).
- [9] Epoglou, A., Marcondes, M. E. R., *O ensino de ciências nos anos iniciais: contribuições da obra de Paulo Freire para ampliar perspectivas em um curso de formação continuada*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **19**, 225-249 (2019).
- [10] Carvalho, A. M. P., Barros, M. A.; Gonçalves, M. E. R., Rey, R. C., Vanucchi, A. I., *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*, 1ª Ed. (Scipione, São Paulo, 1998).
- [11] Sasseron, L. H., Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da natureza e escola, Ver. Ensaio **17**, 49-67, (2015).
- [12] Carvalho, A. M. P., Oliveira, C., Sasseron, L. H., Sedano, L., Batistoni, M., *Investigar e Aprender Ciências*, 1ª Ed. (Editora Sarandí, São Paulo, 2011).
- [13] Vieira Pais, H.M., et al., *The contribution of playfulness in teaching science to elementary education*, Braz. J. of Develop. **5**, 1024-1035 (2019).
- [14] Teixeira, C. E. J., *A ludicidade na escola*, 1ª Ed. (Loyola, São Paulo, 1995).
- [15] Lira da Silva, R. M. (Org.), *Ciência lúdica: brincando e aprendendo com jogos sobre ciências*, 1ª Ed. (EDUFBA, Salvador, 2008).
- [16] Macedo, L., Petty, A. L. S., Passos, N. C., *Aprender com jogos e situações problemas*, 1ª Ed. (Artmed, Porto Alegre, 2000).
- [17] Martins Fontes, D.T., *Conceptual development in secondary education: thoughts on electromagnetism*, Braz. Ap. Sci. Rev. **3**, 2693-2702 (2019).
- [18] Cokelez, A., Yurumezoglu, K., *Conceptualization Forms of "Electricity, Electric Current and Electrical Energy" by Junior High School (aged 12-14) Students*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **3**, 496-505 (2009).
- [19] Bardin, L., *Análise de conteúdo*, 1ª Ed. (Edições 70, Lisboa-Portugal, 1977).
- [20] Fonseca, V., *Desenvolvimento cognitivo e Processo de Ensino Aprendizagem: abordagem psicopedagógica à luz de Vygotsky*, (Vozes, Petrópolis, RJ, 2019).
- [21] Fossile, D. K., *Construtivismo versus sociointeracionismo: uma introdução às teorias cognitivas*, Revista Alpha, Patos de Minas, UNIPAM. (2010).
- [22] Carvalho, A. M. P., *O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas*, In: Carvalho, A. M. P. de (Org.) *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*, (Cengage Learning, São Paulo, 2013), pp. 1-20.
- [23] Sasseron, L. H., *Interações Discursivas e investigações em Sala de Aula: o papel do professor*, In: Carvalho, A. M.P. de (Org.) *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*, (Cengage Learning, São Paulo, 2013), pp. 41-61.
- [24] Sasseron, L. H. e 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 **13**, 333-352 (2008).
- [25] Moreira, Marco Antônio, 1942- Teorias de aprendizagem/ Marco Antônio Moreira. 2. ed. ampl. – [Reimpr.]. – São Paulo: E.P.U., 2017
- [26] Moreira, M. A., *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*, (Centauro, São Paulo, 2010).
- [27] Halliday, D., Resnick, R., Krane, K. S., *Física 3*, 4ª Edição, (Editora S. A., Rio de Janeiro, 1992).
- [28] KIKA, Vídeo Educativo "De onde vem a eletricidade? Episódio 3. 2015. (3m53s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8ti6FtlvMoc>>. Acesso em: 07 mai. 2020.
- [29] CRIADORES, Vídeo Educativo – Eletricidade. 2016. (3m39s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Oxf4RrBiH7I>>. Acesso em: 07 mai. 2020.
- [30] Escanilha, T. L. S., *Sequência de ensino investigativa para o estudo de eletricidade no ensino fundamental: atividades experimentais e jogos lúdicos*. 2019, 143 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física)- Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, (2019). Disponível em <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/13270>>. Acesso em 24 mai.2020