



Fundamentos do eletromagnetismo: adequação de uma proposta de sequência didática investigativa de ensino de física para alunos surdos

Fundamentals of electromagnetism: adaptation of a proposal for an investigative didactic sequence for the teaching of physics to deaf students

E. Lemos dos Santos^{1*}; R. D. Carvalho Gois²; A. C. Oliveira¹;
E. A. Souza Junior¹; D. N. Souza^{1,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49107-230, São Cristóvão-SE, Brasil

²Departamento de Letras-Libras, Universidade Federal de Sergipe, 49107-230, São Cristóvão-SE, Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, 49107-230, São Cristóvão-SE, Brasil

* emerson28@academico.ufs.br

(Recebido em 13 de agosto de 2025; aceito em 23 de abril de 2026)

Este trabalho apresenta uma proposta de sequência de ensino investigativa (SEI), com experimentos acessíveis, focada em conceitos de eletromagnetismo e sua aplicação no funcionamento de motores e geradores elétricos. O objetivo da SEI é proporcionar a compreensão de fenômenos físicos a estudantes ouvintes e surdos. Por meio de uma abordagem que incorpora uma metodologia ativa, a proposta visa integrar a teoria e a prática sobre o tema por meio de atividades experimentais no Ensino Médio. A SEI foi elaborada com base em teorias construtivistas e sociointeracionistas, que destacam a importância da experimentação e do envolvimento ativo dos alunos na construção do conhecimento. Para verificar a aprendizagem e o nível de compreensão de estudantes surdos do Ensino Médio que vivenciaram a SEI, foram utilizados diferentes indicadores, como a análise de vídeos com registros das interações entre os próprios alunos e com o professor, os registros das atividades experimentais, as produções coletivas e instrumentos avaliativos escritos adaptados. Os resultados evidenciam que, embora os estudantes apresentassem conhecimentos prévios desarticulados, houve uma evolução conceitual significativa ao longo das atividades práticas. A elaboração de vídeos em Libras, aliada ao uso de recursos acessíveis e à dinâmica de trabalho colaborativo, contribuiu para a compreensão dos fenômenos estudados e para a comunicação entre os estudantes e o docente. Mesmo diante de limitações linguísticas e da inexistência de sinais consolidados em Libras sobre o tema estudado, a SEI foi efetiva para promover a aprendizagem conceitual dos estudantes.

Palavras-chave: ensino, eletromagnetismo, inclusão.

This paper presents a proposal for an Investigative Didactic Sequence (IDS) featuring accessible experiments focused on electromagnetism concepts and their application to electric motor and generator operation. The IDS aims to foster an understanding of physical phenomena among both hearing and deaf students. Through an active methodology, the IDS integrates theory and practice on the topic through experimental activities in high school. It was developed based on constructivist and socio-interactionist theories, which emphasize experimentation and active student involvement in knowledge construction. To evaluate deaf high school students' learning and understanding of the IDS, various indicators were used, including video analyses of student interactions with each other and with the teacher, records of experimental activities, collective productions, and adapted written assessment instruments. The results show that although the students initially demonstrated fragmented prior knowledge, they exhibited significant conceptual development throughout the practical activities. Creating videos in Brazilian Sign Language (Libras), using accessible resources, and engaging in collaborative work contributed to understanding the studied phenomena and facilitating communication between students and the teacher. Even in the face of language limitations and the lack of established signs in Libras related to the topic under study, the IDS was effective in promoting the students' conceptual learning.

Keywords: teaching, electromagnetism, inclusion.

1. INTRODUÇÃO

A física deve ser acessível a todos, e enquanto disciplina que explica os fenômenos naturais, deve proporcionar ferramentas que possibilitem um aprendizado efetivo sobre esses fenômenos. O eletromagnetismo, um dos pilares da física, está presente em fenômenos que são observados no cotidiano, principalmente em dispositivos elétricos, como motores, fundamentais para o desenvolvimento científico e tecnológico. Portanto, conhecer os conceitos científicos básicos do eletromagnetismo é essencial para se entender e assegurar o uso consciente das tecnologias eletrônicas, tão presentes na sociedade atual [1]. Assim, pode-se considerar que, a partir da alfabetização científica, que ocorre prioritariamente no ambiente escolar, os conhecimentos científicos estejam acessíveis aos jovens, de forma assertiva possível, para que eles possam exercer plenamente seus direitos e deveres de cidadania. Porém, alguns obstáculos são enfrentados na abordagem da física no ambiente escolar, sobretudo em relação ao eletromagnetismo. Um dos obstáculos é a dificuldade dos estudantes em estabelecer conexão entre os conceitos teóricos expostos em sala de aula e as aplicações práticas dos fenômenos eletromagnéticos. Isso pode gerar uma desmotivação para sua abordagem por parte do professor e limitar a aprendizagem dos alunos [2].

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância do ensino de ciências por meio de práticas que integrem teoria e experimentação [3]. Na busca de se contribuir para esse ensino, este trabalho apresenta um produto educacional que emprega experimentos como estratégia pedagógica central de uma metodologia ativa, visando o aprendizado, por parte de estudantes do Ensino Médio, de conceitos relativos ao eletromagnetismo. Mais especificamente, a ênfase deste trabalho é descrever a aplicação do produto para estudantes surdos.

Pesquisas apontam a importância do uso de experimentos para estimular a curiosidade e a compreensão dos alunos sobre os conceitos físicos, bem como para despertar seu interesse pela ciência como um todo [4]. A realização de experimentos científicos nas aulas de física auxilia na compreensão conceitual dos alunos sobre os temas estudados, pois a interação com os experimentos fortalece sua motivação para a aprendizagem. Essa interação direta com o conhecimento científico não só os capacita para a compreensão teórica dos fenômenos e processos estudados, como também os engaja como parceiros ativos no processo de construção do conhecimento [5].

Mesmo diante da ampla disponibilidade de materiais didáticos, no ambiente escolar ainda se percebe certa falta de pluralidade nesses materiais que possibilite atender às atipicidades cognitivas ou físicas dos alunos [6, 7]. Ainda hoje, muitos professores sentem falta de preparação pedagógica para lecionar a estudantes com necessidades educacionais especiais; além disso, observam-se também limitações de acessibilidade para pessoas com necessidades educacionais especiais nos ambientes escolares. Isto é, há uma carência de metodologias didáticas motivadoras e inclusivas nos ambientes escolares [8]. No caso dos alunos surdos, os desafios no ensino de física vão além da superação da complexidade das teorias estudadas, pois existe uma barreira linguística, especialmente devido à insuficiência de sinais na Língua Brasileira de Sinais (Libras) que possam ser empregados para explicação dos assuntos abordados em sala de aula. Isso dificulta o entendimento dos fenômenos físicos e seus conceitos mais abstratos por esses alunos [6]. A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) reforça o direito à educação inclusiva, garantindo que pessoas com deficiência tenham acesso a métodos e tecnologias adequadas para sua formação e aprendizagem, além de infraestrutura escolar acessível [9]. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) [10] e a Constituição Federal de 1988 [11] também garantem o direito à educação especial para estudantes com deficiência, assegurando atendimento educacional especializado e preferencialmente integrado à rede regular de ensino.

Tendo em vista a relevância do tema eletromagnetismo na atualidade, devido às tecnologias empregadas na sociedade contemporânea, o produto educacional proposto neste trabalho é uma sequência de ensino investigativa (SEI), que oportuniza um aprendizado mais ativo sobre o tema por meio da experimentação e do uso de recursos visuais e manipulativos. Em uma SEI, esses recursos englobam imagens, vídeos, animações e simulações virtuais produzidos por professores e os alunos, promovendo também o protagonismo dos envolvidos [12]. Partiu-se da hipótese de

que o uso didático desses recursos compõe estratégias favoráveis à aquisição de conhecimentos sobre os princípios conceituais do eletromagnetismo e, portanto, ao aprendizado sobre o tema.

De acordo com Carvalho (2013) [13], uma SEI é um conjunto de atividades (aulas) que engloba um dos temas previstos nos currículos escolares, tendo como finalidade promover interações didáticas e condições para que os alunos explorem seus conhecimentos prévios e espontâneos e construam novos conhecimentos científicos. Dessa forma, uma SEI contribui para que os alunos explorem suas próprias convicções sobre os temas abordados e as discutam com os seus colegas e com o professor. Ainda segundo a autora, os fundamentos teóricos que mais influenciam nas teorizações investigativas são os do epistemólogo Jean Piaget e psicólogo Lev Semionovitch Vigotsky, que estudaram como jovens e crianças constroem seus conhecimentos.

As SEI tiveram origem no Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LaPEF) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, em pesquisas realizadas por alunos de mestrado e doutorado [14]. Bellucco e Carvalho (2014) [14] destacam que, no planejamento de uma SEI, deve-se considerar, em cada uma de suas etapas, a relevância de um problema evidenciado, o qual deve estar presente na cultura dos estudantes para que sua proposição os motive a buscar ou investigar sua solução.

As experiências vivenciadas em abordagens investigativas oportunizam interações motivadoras, contribuindo potencialmente para a aprendizagem dos estudantes, conforme Silva e Figueiredo (2022) [15]. Esses autores também relatam que tal abordagem permite aos alunos uma maior compreensão da realidade e dos fenômenos, o que faz com que temas mais abstratos adquiram significado por meio de experimentos realizados em sala de aula. Outros autores que evidenciaram de maneira positiva as SEI foram Alvarenga et al. (2022) [16], ao enfatizarem que essa estratégia de ensino está em concordância com os métodos empregados na pesquisa científica por utilizar a experimentação, estimular a curiosidade e o trabalho coletivo e promover a compreensão dos alunos sobre o conteúdo ensinado.

Portanto, vale indagar: Com uma compreensão da síntese da base teórica, quais são os passos que o professor ou instrutor deve seguir para elaborar uma SEI? Entende-se que uma SEI deve abranger algumas atividades-chave, como um problema inicial, uma atividade de sistematização e uma outra que promova a contextualização do conhecimento do cotidiano. Além disso, algumas SEI podem ser compostas por vários ciclos dessas três partes, dependendo do conteúdo abordado. A SEI deve conter atividades avaliativas que vão além dos moldes tradicionais, sem utilizar o método de avaliação somativa. A avaliação deve ser aplicada a cada ciclo que compõe a SEI aplicada [13]. Este artigo detalha o produto proposto, concretizado em uma SEI.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Contexto escolar

A sequência foi aplicada em duas turmas (2^a e 3^a séries do Ensino Médio) do Instituto Pedagógico de Apoio à Educação do Surdo de Sergipe (IPAESE), unificadas para as atividades. O número de alunos nas atividades variou de 12 a 14.

Previamente, os objetivos e as etapas da sequência didática foram explicados à direção da escola. Após a autorização da direção para sua realização nas duas turmas, os estudantes foram informados sobre a atividade. Eles se disponibilizaram a participar, declarando sua disponibilidade e concordância por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assim como os respectivos pais ou responsáveis daqueles que eram menores de idade. A aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe foi concedida em 2024, com o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) N. 70492623.7.3001.8042, número do parecer: 6.609.950.

A SEI pode ser aplicada em um mínimo de três encontros, com duração de até duas horas e meia cada. A depender da demanda da turma, pode-se ampliar para mais encontros ou aulas. Durante as atividades, alguns alunos não compreenderam algumas palavras ou termos empregados nas apresentações, mesmo sendo da língua portuguesa. Esse desconhecimento poderia prejudicar a comunicação entre um professor não fluente em Libras e seus alunos

surdos. Para superar esse tipo de limitação, mesmo com o auxílio de um intérprete de Libras nas aulas, é aconselhável que os alunos apresentem suas respostas aos questionamentos por meio de vídeos de sua autoria. Nos vídeos eles podem expressar as respostas em Libras. Para essa adequação linguística, os termos de física que não possuem sinais em Libras podem ser substituídos por classificadores ou por sinais da cultura dos alunos. Os classificadores são empregados para expressar termos que ainda não têm sinais específicos representativos na língua de sinais [17].

2.2 Resumo das atividades

A Tabela 1 apresenta um resumo das atividades distribuídas nos três encontros previstos, bem como as respectivas durações previstas para cada etapa.

Tabela 1: Resumo das atividades da SEI.

Encontros/ Momentos	Sequência de Ensino Investigativa (SEI)			
	Atividades	Recursos utilizados	Executor	Duração
1/1	Questionário de conhecimento prévio / Divisão dos grupos	Formulário online.	Professor	15 min
1/2	Breve explanação dos conceitos físicos envolvendo geradores elétricos	Apresentação tipo PowerPoint, computador e experimento do gerador elétrico	Professor	15 min
1/3	Demonstração investigativa, questões problematizadoras e hipóteses iniciais	Apresentação tipo PowerPoint e computador	Professor e alunos	20 min
1/4	Atividade de sistematização: Montagem do circuito conectado ao gerador	Placas protoboard, LEDs, fios, e outros componentes, computador e planilhas	Professor e alunos	50 min
1/5	Atividade de contextualização: Discussão em grupo sobre o problema e sua relevância	-	Professor e alunos	50 min
2/1	Demonstração investigativa do motor de corrente contínua e hipóteses iniciais	Experimento com motor elétrico	Professor	30 min
2/2	Atividade de sistematização e contextualização: Laboratório aberto Reprodução do experimento de motor de corrente contínua e atividade de coleta de dados com discussão de hipóteses	Materiais pré-organizados: pilhas, fios de cobre, placas de madeira Planilhas e computador	Alunos	1h e 10 min
2/3	Registro em vídeo do manual do experimento	Computador, celular	Alunos	50 min
3/1	Atividade avaliativa: Criação do manual visual para alunos surdos do experimento	Computador	Alunos	1h e 30 min
3/2	Questionário final de opinião sobre a sequência didática	Formulário online	Professor e alunos	20 min

O roteiro das atividades de cada um dos encontros está apresentado a seguir.

Encontro 1: O primeiro passo a ser adotado nesta SEI é aplicar o questionário de conhecimento prévio, disponível no Apêndice A. Caso o professor mediador opte por aplicá-lo fora da aula ou não tenha domínio da Libras, o questionário contém as devidas traduções em vídeo, efetuadas por uma intérprete de Libras. Por meio das respostas dos alunos, o professor conhecerá os seus conhecimentos prévios sobre o tema, o que auxiliará na definição na condução das demais atividades. Os alunos poderão responder sobre o que são ímãs, campos magnéticos, geradores e motores elétricos. Após responderem ao questionário, os alunos serão divididos em grupos. Para os alunos que demonstrarem pouco conhecimento prévio sobre o conteúdo, será necessária uma breve explanação a respeito do assunto. Em seguida, é feita a demonstração investigativa, muito pertinente quando os alunos não conhecem o aparato experimental ou quando o manuseio do aparato induzir algum risco. O aparato é um gerador de corrente contínua construído com materiais de baixo custo, representado na Figura 1. O manual de montagem do aparato está no Apêndice B.



Figura 1: Gerador de corrente contínua.

Após a demonstração do experimento, o problema inicial deve ser apresentado, pois a partir dele as próximas atividades serão delineadas. Após a definição das questões problematizadoras, são conduzidas as atividades de sistematização do conhecimento relacionadas a elas, considerando a cultura dos alunos. Essas atividades promovem discussão para que os alunos expressem suas ideias e opiniões sobre o problema, e o professor atua como mediador para garantir que os conceitos abordados sejam comunicados de forma correta. As questões problematizadoras estão vinculadas estritamente aos experimentos apresentados. Como atividade de sistematização, cada grupo deverá ser instruído a executar a atividade experimental por meio da montagem de um circuito simples, utilizando um dos modelos desenvolvidos previamente no ambiente virtual Tinkercad. A escolha do modelo dependerá da organização da turma e da disponibilidade de tempo. A Figura 2 ilustra o modelo proposto. O professor deve separar previamente os seguintes materiais: placa de circuito protoboard, LED, fios conectores (jumpers) e resistores.

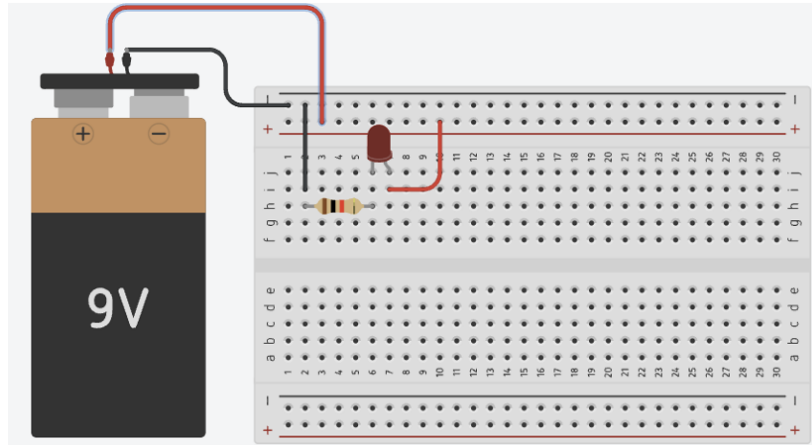


Figura 2: Modelo do circuito simples.

Com o gerador de corrente contínua, cada grupo poderá conectar o circuito montado e fazer a polia girar em diferentes velocidades. A atividade define três níveis de velocidade: lento, intermediário e rápido. Os alunos devem girar a polia em cada velocidade por aproximadamente 30 segundos e observar o brilho do LED, medindo a tensão elétrica com o multímetro. Se os alunos não conhecerem o instrumento, o modo de operação do multímetro deve ser explicado. Caso seja necessário, o processo de girar a manivela para a observação dos valores de tensão pode ser repetido. As observações realizadas pelos estudantes na língua de sinais, especialmente a leitura do multímetro, deverão ser registradas em vídeo.

Encontro 2: No segundo encontro, inicia-se as atividades com um novo problema e um novo aparato experimental, o motor simples de corrente contínua, cuja montagem está representada na Figura 2. As interações em sala de aula ocorrem de forma semelhante ao Encontro 1. Porém, os alunos deverão resolver o problema proposto com base na construção de seu próprio aparato experimental, semelhante ao ilustrado na Figura 3. Eles deverão registrar em vídeo, na língua de sinais, o passo a passo seguido para a construção e a respectiva explicação teórica.

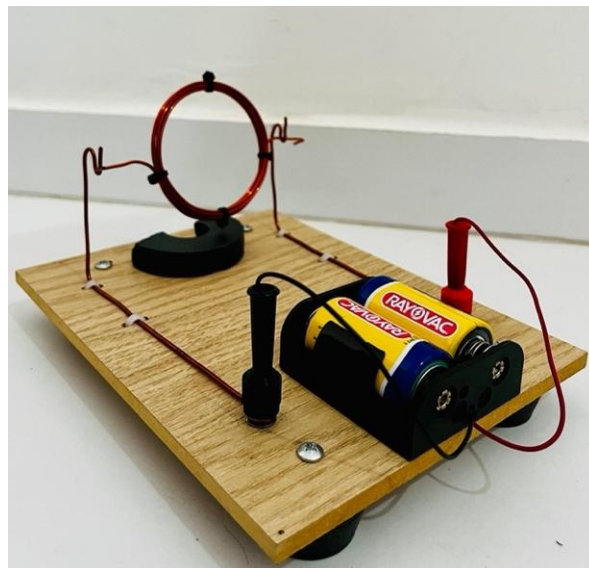


Figura 3: Motor de corrente contínua.

Encontro 3: Neste encontro, após a resolução de problemas, é essencial que os alunos sejam avaliados, de forma não tradicional. No caso desta SEI, na avaliação os alunos devem produzir

seu próprio motor elétrico simples de corrente contínua, cujos materiais (pilha, elástico, imã e base de material resistente) e a explicação da montagem, representada na Figura 4, devem ser previamente expostos pelo professor mediador.

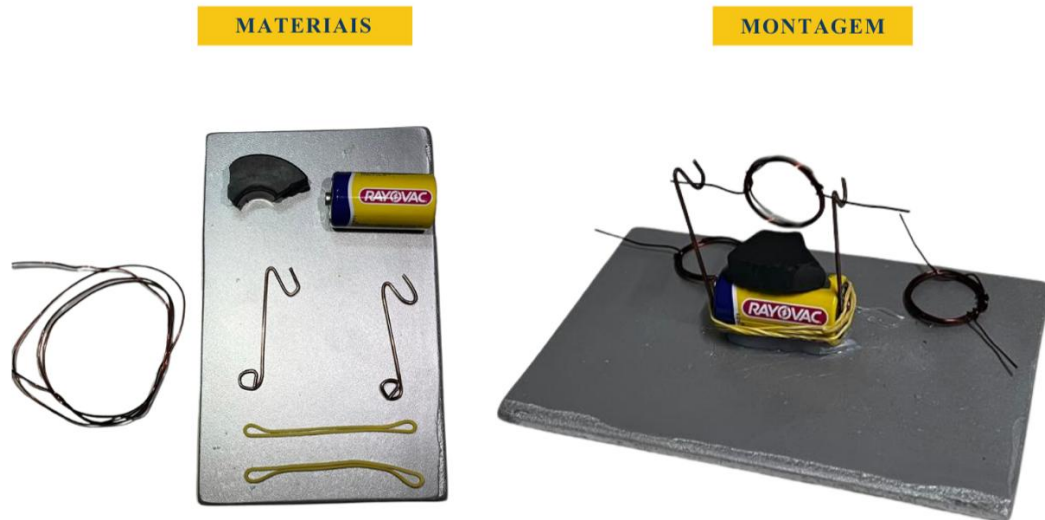


Figura 4: Materiais e montagem finalizada do motor de corrente contínua.

Posteriormente, deve-se elaborar um manual de funcionamento do experimento, que também deve conter explicações dos conceitos físicos envolvidos. O modelo para criação do manual está apresentado no Apêndice C. O preenchimento do manual pode ser feito pelos alunos surdos na linguagem de sinais, sendo apresentado em vídeos produzidos por eles, mostrando cada etapa da montagem. Os vídeos devem ser organizados em um software de edição de design gráfico, como o Canva, ou em outro programa de conhecimento dos estudantes, segundo a orientação do professor, que também pode fazer sugestões para a postagem. Após a finalização do manual, é interessante que haja uma discussão sobre as atividades e o tema proposto a fim de alinhar o conteúdo ensinado ao aprendizado dos alunos. Para finalizar a SEI, deve-se aplicar um questionário de opinião (Apêndice D), com o objetivo de colher o feedback dos alunos sobre a metodologia e as atividades.

A análise dos dados, sob a ótica das interações dos alunos e do professor durante as atividades, foi de caráter qualitativo, com base na fundamentação teórica em que a SEI está inserida. É importante destacar que a comunicação das explicações foi feita com a intermediação de uma intérprete de Libras. Isso se justifica pelo fato de que esta proposta busca ir além da visualização de sinais utilizando imagens estáticas pois entende-se que os sinais dinâmicos, que também incluem classificadores (expressões), facilitam a comunicação entre os alunos surdos e o professor que não é fluente em Libras.

2.3 Coleta de dados

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados deste estudo foram questionários on-line elaborados com perguntas fechadas e vídeos em Libras para cada uma. Por meio das respostas aos questionários, foram coletados dados específicos sobre os conhecimentos prévios dos alunos em relação a eletromagnetismo. Em sala de aula, os alunos responderam a perguntas abertas, que possibilitaram maior liberdade de expressão de opinião. Durante a aplicação da SEI foram realizadas gravações em vídeos para documentar as atividades ou interações específicas. Essas gravações auxiliam em uma análise mais detalhada de elementos visuais e não verbais, como gestos e expressões faciais. O objetivo é superar as barreiras de comunicação entre alunos surdos e o professor que não é fluente em Libras. Para isso, foi solicitado o consentimento da

instituição para que os alunos produzissem esses materiais. Além disso, os experimentos supracitados foram utilizados para motivar, envolver e engajar os alunos nas atividades da SEI.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo da estruturação e implementação da SEI para os alunos do IPAESE, observou-se que a adequação da linguagem seria fundamental para o bom êxito das atividades e para o alcance dos objetivos propostos. Com base em Vygotsky, a mediação ocorre por meio de instrumentos e signos que contêm algum significado [18]. Portanto, recursos visuais como animações, experimentos e vídeos são mediadores imprescindíveis no processo de aprendizagem dos estudantes.

Para as atividades foi necessário unificar a linguagem científica e a língua de sinais. Com essas ferramentas, foi possível aproximar a linguagem científica da cultura dos alunos. Para tanto, a sintaxe de algumas frases dos questionários foi modificada. Por exemplo, a frase “Qual a relação entre um motor e a eletricidade?” foi alterada para “O motor é usado para quê na eletricidade?” Além disso, cada pergunta foi associada a um vídeo no qual uma intérprete de Libras traduz a pergunta. Adaptações como essa fazem a diferença na comunicação e na conexão entre o professor não fluente em Libras e seus alunos surdos. Das respostas ao questionário, observou-se que 64,7% dos alunos participantes atestaram que os experimentos e vídeos contribuíram para que eles entendessem melhor o conteúdo abordado.

A SEI tem uma característica singular, que é a de promover a interação com o ambiente. De acordo com Costas e Ferreira (2011) [18], para Vygotsky o conhecimento social, histórico e cultural se desenvolve a partir da dinâmica com o ambiente, isto é, de fora para dentro. A vivência da SEI permitiu que os alunos interagissem entre si por meio da resolução e discussão de problemas em grupo. Com isso, a maioria (92%) dos alunos afirmou que conseguiu contribuir e participar das dinâmicas propostas.

Quanto ao processo de aprendizagem relacionado ao tema proposto na SEI, os alunos demonstraram certo avanço na compreensão de conceitos de eletromagnetismo. Eles conseguiram cumprir as atividades investigativas propostas durante as aulas, como a construção de um motor elétrico simples, e apresentaram ideias sobre o seu funcionamento. Ao se comunicarem entre si, os alunos comentaram, em Libras, sobre a teoria envolvida nos experimentos. Ou seja, eles evoluíram de uma compreensão inicial para uma compreensão mais ampla. Essa evolução é denominada por Vygotsky de zona de desenvolvimento proximal, que ocorre por meio da mediação. Mas, apesar de a maioria da turma ter interagido, não é garantido que o professor sempre consiga fazer com que os alunos atinjam o nível de conhecimento desejado. Isso porque é preciso vencer alguns obstáculos, a exemplo da falta de interesse inicial dos alunos sobre o tema a ser estudado e do nível de comunicação deles durante a interação em sala de aula e a falta de práticas inclusivas. Por isso, defende-se que a SEI é uma boa ferramenta para promover interações que contribuam para a motivação dos alunos em relação à aprendizagem.

É importante que a mediação esteja de acordo com a cultura dos alunos [6]. Para sanar uma das principais dificuldades na mediação da SEI, que era a falta de conhecimento dos alunos sobre termos como motor, gerador e eletromagnetismo, foram utilizados classificadores, que empregam sinais representativos de termos com significados semelhantes aos já conhecidos pela turma. Além disso, o uso de vídeos para responder às questões possibilitou a substituição das imagens estáticas dos sinais de Libras por sinais em movimento. Como as imagens estáticas possibilitam um entendimento limitado dos sinais, para a dinâmica da SEI foi preferível o uso das mídias visuais de forma a promover uma melhor comunicação entre professor e alunos considerando que o tema ainda não havia sido estudado por eles.

Percebeu-se que ao integrar estratégias didáticas como a SEI, que agrega atividades em grupo e recursos visuais, o professor demonstrou maior sensibilidade às necessidades educacionais dos alunos. Ao sair do papel de detentor do conhecimento, ele teve uma melhor performance profissional e, conseqüentemente, conseguiu atingir os objetivos almejados nas aulas. Ao final da aplicação da SEI, cerca de 75% dos alunos afirmaram estar motivados para

continuar a aprender sobre o tema, principalmente com o uso dos experimentos, demonstrando satisfação com a metodologia utilizada. Isso mostra que é importante o professor estar atento ao uso de estratégias metodológicas diversificadas sempre que possível, considerando os conhecimentos prévios dos alunos e conduzindo as atividades de forma assertiva, para que seus conhecimentos sejam aprimorados.

4. CONCLUSÃO

A física desempenha um papel relevante no desenvolvimento do conhecimento de mundo dos estudantes, contudo o ensino de física tende a ser desafiador, considerando o nível de motivação de alunos e professores e as dificuldades estruturais das escolas e as necessidades educacionais especiais dos alunos. O ensino investigativo contribui para o enfrentamento desses desafios ao promover o desenvolvimento de habilidades de análise e resolução de problemas. A aplicação da SEI sobre eletromagnetismo possibilitou que os alunos surdos compreendessem, de forma participativa, conceitos científicos, por vezes abstratos, relacionados ao funcionamento de geradores e motores elétricos. O uso de experimentos e ferramentas visuais ajudou a instigar o interesse dos alunos em ampliar seus conhecimentos científicos por meio de sua participação nas aulas, promovendo sua inclusão no ambiente escolar. Além disso, a adequação da linguagem científica e à de sinais foi primordial para a interação da turma nas aulas, pois permitiu que se criasse uma conexão entre conteúdo e o cotidiano dos alunos, tornando-os protagonistas em seu processo de aprendizagem. Embora ainda haja desafios a serem superados, a percepção positiva dos alunos sobre a SEI reflete a importância dessa prática pedagógica é importante para o ensino e a aprendizagem de conhecimentos relacionados à física.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq (n.º 307008/2022-3; 420343/2025-3), Instituto Nacional de Tecnologia de Radiação em Ciências da Saúde (INTERAS, 406761/2022-1-CNPq) (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPITEC/SE.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barumby JC, Camargo S, Silva OHM. Ilha Interdisciplinar de Racionalidade como Estratégia de Ensino e Aprendizagem de Eletromagnetismo. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. 2024;19(1):116-34.
2. Pena FLA, Ribeiro Filho A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). *Rev Bras Pesq Educ Ciênc*. 2009;9(1):1-13.
3. Brasil. Base Nacional Comum Curricular. Brasília (DF): Ministério da Educação; 2018.
4. De Paula RA, Pires PAG, Coelho EG. As atividades experimentais no ensino de ciências: reflexões iniciais. *RCMOS - Rev Cient Multid O Saber, Brasil*. 2024;1(1):1-6.
5. Catelan SS, Rinaldi C. A atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos. *Exper Ens Ciênc*. 2018;13(1):306-20.
6. Pereira RD, Mattos DF. Ensino de Física para surdos: Carência de material pedagógico específico. *Rev Espacios*. 2017;38(60):24-34.
7. Aguiar EBF, Castilho WS. A inserção e a formação omnilateral e integral do estudante surdo nas aulas de física. *Human & Inov*. 2022;9(21):167-84.
8. Silva AC, Souza DN. Aspectos a serem considerados em audiodescrição de imagens em física com vistas ao seu entendimento por pessoas com deficiência visual. *Invests Ens Ciênc*. 2024 29(2):84-99.
9. Brasil. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília (DF): Diário Oficial da União; 7 jul 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/13146.htm.

10. Brasil. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 23 dez 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm.
11. Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília (DF): Diário Oficial da União; 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.
12. Silva ACT, Souza DN. Sequências de ensino investigativas para o ensino de ciências. 1. ed. Curitiba (PR): Editora CRV; 2020.
13. Carvalho AMP. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning; 2013.
14. Bellucco A, Carvalho AMP. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Cad Bras Ens Fís.* 2014;31(1):30-59.
15. Silva SG, Figueiredo HRS. Uma sequência didática investigativa para a aprendizagem conceitual do efeito fotoelétrico. *Rev Ens, Educ Ciênc Hum.* 2022;23(1):39-45.
16. Alvarenga FG, Scherrer Neto JIM, Coelho GR. Processo de validação de uma sequência de ensino investigativa para o ensino de física moderna e contemporânea: da gravitação aos buracos negros. *Exper Ens Ciênc.* 2022;17(2):66-90.
17. Arnoldo Jr H, Ramos MG, Thoma AS. O uso do multiplano por alunos surdos e o desenvolvimento do pensamento geométrico. *Cad Cedes.* 2013;33(1):387-409.
18. Costas FAT, Ferreira LS. Sentido, significado e mediação em Vygotsky: implicações para a constituição do processo de leitura. *Rev Iberoamer Educ.* 2011;55(1):205-23.

APÊNDICE A - Questionário para verificação dos conhecimentos prévios dos alunos**1. O que é um ímã? (*Tradução em Libras*)**

- (a) Um objeto que atrai outros objetos de metal, como ferro, e tem dois polos: norte e sul.
- (b) Um dispositivo que gera eletricidade em um circuito elétrico.
- (c) Um objeto que atrai todos os tipos de materiais, incluindo madeira e plástico.
- (d) Não sei.

2. Um campo magnético é uma região ao redor de um ímã onde ele exerce força sobre objetos metálicos? (*Tradução em Libras*)

- (a) Verdadeiro
- (b) Falso

3. Responda: É a função de um gerador? (*Tradução em Libras*)

- (a) Armazenar energia elétrica para uso futuro.
- (b) O gerador serve para transformar o movimento em eletricidade.
- (c) O gerador transforma eletricidade em movimento.
- (d) Não sei.

4. Qual é o princípio que explica como um gerador cria eletricidade? (*Tradução em Libras*)

- (a) Quando movemos um ímã perto de um fio, eletricidade é criada (Lei de Faraday).
- (b) A eletricidade faz um ímã se mover (Lei de Lenz).
- (c) A eletricidade e o movimento não têm relação.
- (d) Não sei.

5. Qual a relação entre um motor e a eletricidade? (*Tradução em Libras*)

- (a) O motor usa eletricidade para fazer movimento.
- (b) O motor usa movimento para fazer eletricidade.
- (c) Não sei.

6. Verdadeiro ou Falso: O motor elétrico usa o mesmo conceito que o gerador, mas ao contrário. (*Tradução em Libras*)

- (a) Verdadeiro.
- (b) Falso.

7. Quais itens do dia a dia usamos um motor elétrico? (*Tradução em Libras*)

- (a) Ferro de passar.
- (b) liquidificador.
- (c) lâmpada.
- (d) Não sei.

8. Itens que também podem ser geradores elétricos: (*Tradução em Libras*)

- (a) Placas solares
- (b) Pilhas
- (c) Turbinas de vento (Catavento)
- (e) Não sei

APÊNDICE B – Manual do Experimento

GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA



Manual do Experimento

1º PASSO: MONTAGEM DA BASE

Crie uma base horizontal utilizando palitos de picolé. Cole-os com uma cola resistente – recomendo cola de contato, pois proporciona maior aderência. Use a quantidade de palitos que julgar necessária para garantir uma estrutura sólida e firme.

2º PASSO: CONECTE O MOTOR À BASE

Posicione o motor de impressora sobre a base de palitos, de modo que ele fique bem centralizado abaixo da polia maior.

Para garantir que o motor permaneça imóvel durante o funcionamento:

- Fixe-o com parafusos, se possível ou
- Cole-o firmemente à estrutura com cola quente ou cola de contato.



3º PASSO: ESTRUTURA VERTICAL E POLIA MAIOR

Na base horizontal, monte duas pequenas torres verticais com palitos, posicionadas paralelamente. Essas torres devem sustentar uma haste metálica, que passará entre elas e servirá como eixo da polia maior.

! Importante:

Deixe uma extremidade da haste livre, para que ela possa ser utilizada como manivela. Ao girá-la, a polia maior também girará, acionando o motor.

⚙️ **Dica Técnica:** A escolha da polia maior é fundamental para o funcionamento do gerador. Recomenda-se utilizar uma polia de 7 cm de diâmetro, feita do material de sua preferência (como MDF, plástico ou acrílico). O tamanho garante uma rotação suficiente para gerar uma tensão mínima utilizável no motor.



Figura 5: Manual do experimento do gerador de corrente contínua.

APÊNDICE C – Roteiro para descrição do experimento

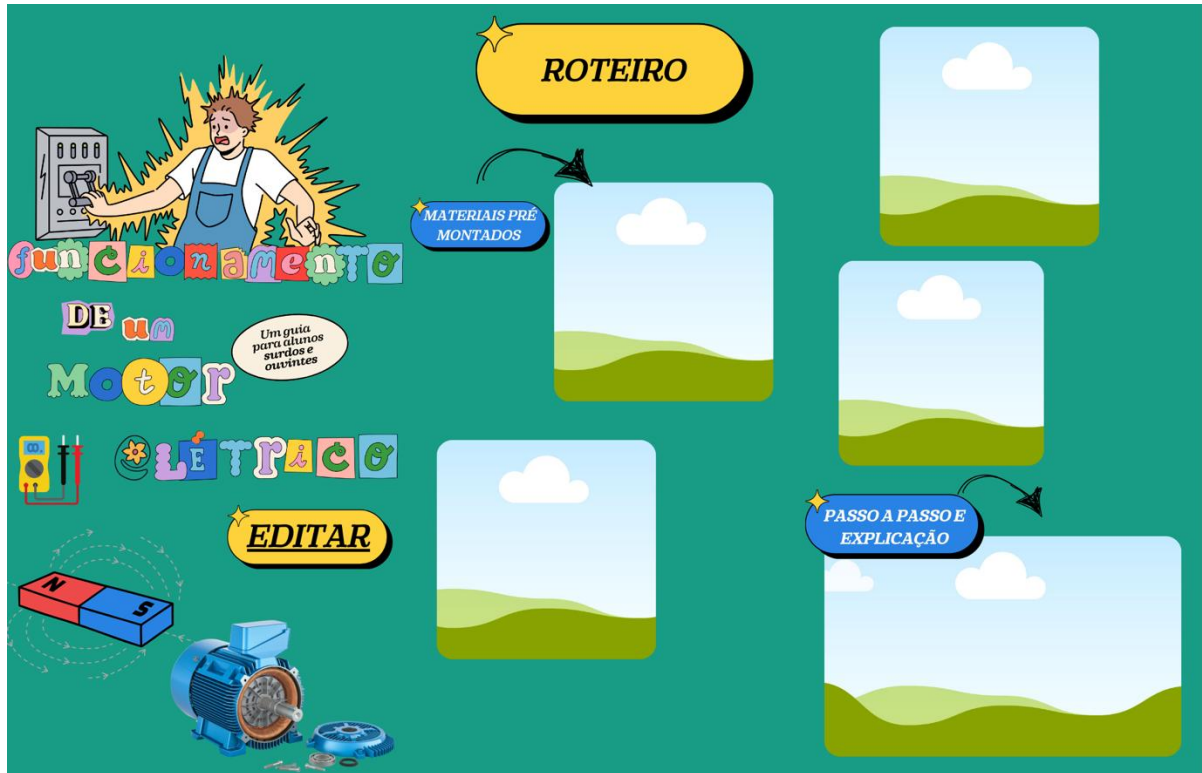


Figura 6: Modelo do Canva da montagem do manual do experimento motor elétrico simples.

APÊNDICE D - Questionário final da SEI

1. O conteúdo das aulas foi claro para você? (*Tradução em libras*)

- (A) Sim, entendi perfeitamente.
- (B) Sim, mas algumas partes foram confusas.
- (C) Não, tive dificuldade de entender.
- (D) Não, achei muito difícil.

2. Como você avalia os materiais visuais utilizados durante as aulas (imagens, vídeos, diagramas)? (*Tradução em libras*)

- (A) Foram muito úteis e ajudaram a entender o conteúdo.
- (B) Foram úteis, mas poderiam ser melhores.
- (C) Não ajudaram muito.
- (D) Não entendi os materiais visuais.

3. As atividades práticas (como o experimento do motor e do gerador elétrico) ajudaram você a entender melhor o conteúdo? (*Tradução em libras*)

- (A) Sim, foram muito importantes para meu entendimento.
- (B) Sim, mas precisariam de mais explicações.
- (C) Não, tive dificuldades com as atividades.
- (D) Não, não entendi o objetivo das atividades.

4. O tempo de duração das aulas foi adequado para o conteúdo? (*Tradução em libras*)

- (A) Sim, o tempo foi suficiente.
- (B) O tempo foi curto, precisava de mais explicações.
- (C) O tempo foi longo, poderia ser mais curto.
- (D) Não tenho opinião sobre o tempo.

5. Você se sentiu motivado(a) e interessado(a) com o tema dos encontros? (*Tradução em libras*)

- (A) Sim, foi muito interessante.
- (B) Sim, mas alguns momentos foram cansativos.
- (C) Não, achei o tema pouco interessante.
- (D) Não, não me interessei pelo tema.

6. Como foi sua interação com os colegas e o professor durante a sequência didática? (*Tradução em libras*)

- (A) Excelente, houve muita interação.
- (B) Boa, houve alguma interação.
- (C) Ruim, quase não interagi.
- (D) Não houve interação.

7. Para alunos surdos: Os recursos em Libras foram suficientes para o entendimento do conteúdo? (*Tradução em libras*)

- (A) Sim, ajudaram muito.
- (B) Sim, mas poderiam ser mais frequentes.
- (C) Não, tive dificuldades de compreensão.
- (D) Não entendi os sinais.

8. Qual parte dos encontros você mais gostou? (Tradução em libras)

(Descreva brevemente abaixo)

9. Qual parte dos encontros você menos gostou ou achou difícil? (Tradução em libras)