



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ –
CAMPUS PICOS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

LUIS HENRIQUE SILVA MOURA

**ENSINO DE ELETROMAGNETISMO PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA
VISUAL: UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA MULTISSENSORIAL.**

**PICOS - PI
2025**

LUIS HENRIQUE SILVA MOURA

**ENSINO DE ELETROMAGNETISMO PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA
VISUAL: UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA MULTISSENSORIAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Picos.

Orientador : Prof. Dr. Reginaldo Gomes de Lima Junior

ENSINO DE ELETROMAGNETISMO PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA MULTISSENSORIAL.

Luis Henrique Silva Moura¹

Prof. Dr. Reginaldo Gomes de Lima Junior²

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta metodológica voltada ao ensino de eletromagnetismo para estudantes com deficiência visual, fundamentada no uso de recursos multisensoriais de baixo custo. A pesquisa, de caráter qualitativo e aplicada, desenvolve maquetes e modelos tridimensionais capazes de representar conceitos fundamentais da Física, como linhas de campo elétrico e superfícies equipotenciais. A metodologia proposta valoriza a exploração tátil e auditiva, promovendo maior participação, autonomia e compreensão conceitual dos estudantes. Além de favorecer alunos com deficiência visual, os recursos mostraram-se eficazes também para estudantes videntes, fortalecendo práticas inclusivas alinhadas ao Design Universal para Aprendizagem. Constatou-se que estratégias multisensoriais ampliam a acessibilidade e favorecem a construção de representações mentais sólidas de conceitos abstratos, reduzindo barreiras de aprendizagem em Física. Entretanto, a efetivação dessa proposta depende de fatores como políticas institucionais, formação docente continuada e disponibilidade de materiais adaptados. Conclui-se que a multisensorialidade é um caminho promissor para um ensino mais democrático, equitativo e inclusivo.

Palavras-chave: ensino de Física; deficiência visual; metodologia multisensorial; eletromagnetismo; inclusão escolar.

ABSTRACT

This study presents a methodological proposal for teaching electromagnetism to visually impaired students, based on the use of low-cost multisensory resources. The qualitative and applied research developed tactile models and three-dimensional representations to illustrate fundamental Physics concepts, such as electric field lines and equipotential surfaces. The proposed methodology emphasizes tactile and auditory exploration, fostering active participation, autonomy, and conceptual understanding. Beyond supporting visually impaired students, the multisensory approach also proved effective for sighted students, reinforcing inclusive practices aligned with the Universal Design for Learning. Results indicate that multisensory strategies enhance accessibility and promote the construction of solid mental representations of abstract concepts, thus reducing learning barriers in Physics. However, the successful implementation of this proposal requires institutional policies, continuous teacher training, and the availability of adapted didactic materials. It is concluded that multisensory methodologies represent a promising path toward a more democratic, equitable, and inclusive Physics education.

¹ Graduando em Licenciatura em Física. IFPI campus Picos. E-mail: capic.20191sf0390@gmail.com.

² Orientador. Doutorado em Ciências dos Materiais. Mestrado em Ciência dos Materiais. Graduação em Licenciatura em Física.

Keywords: physics teaching; visual impairment; multisensory methodology; electromagnetism; school inclusion.

Data de aprovação: 25 / 08 / 2025 (data de apresentação do TCC)

1. INTRODUÇÃO

O acesso à educação no Brasil, historicamente, sempre foi um desafio para as camadas mais vulneráveis da população, especialmente para pessoas com deficiência. No século XIX, o alto índice de analfabetismo e a falta de políticas públicas efetivas restringiam significativamente a escolarização de indivíduos com necessidades educacionais específicas, como os deficientes visuais. Embora a Constituição de 1824 tenha mencionado a criação da instrução primária, sua implementação foi marcada por desigualdades sociais e regionais que persistem até hoje.

O início da educação formal de pessoas cegas no Brasil remonta a 1854, quando Dom Pedro II fundou o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, inspirado nas experiências de José Álvares de Azevedo o primeiro professor cego do país e ex-aluno do Instituto de Jovens Cegos de Paris (MAZZOTTA, 1999; SÁ, 2003). Instituto este que representou o início formal da educação voltada para esse público no país. Desde então, o Brasil tem avançado gradativamente em termos de legislação e estrutura educacional, direcionadas à inclusão, como demonstram a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996), a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008) e o Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015).

Apesar desses avanços, ainda há lacunas significativas na efetivação de uma educação verdadeiramente inclusiva. Dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) apontam um crescimento nas matrículas de estudantes com deficiência visual na educação básica. No entanto, esse aumento quantitativo nem sempre é acompanhado por transformações qualitativas no ambiente escolar. Muitos docentes relatam não se sentirem preparados para atender às necessidades específicas desses estudantes, principalmente no ensino de disciplinas com elevado grau de abstração, como a Física.

A Física, por sua própria natureza, exige a interpretação de fenômenos que geralmente são apresentados por meio de representações gráficas, vetoriais e experimentações visuais. Tal característica, impõe uma barreira significativa para alunos com deficiência visual, que sem os devidos recursos adaptados, encontram grandes dificuldades em compreender conceitos essenciais. Assim, a ausência de metodologias didáticas multissensoriais e adequadas, compromete o acesso de forma igualitária ao conhecimento científico.

Diante desse cenário, torna-se urgente o desenvolvimento de práticas pedagógicas que incorporem recursos táteis, sonoros e multissensoriais, favorecendo o aprendizado ativo e autônomo de estudantes cegos. Como afirmam Glat e Blanco (2009), a inclusão exige não apenas presença física, mas também participação efetiva e significativa no processo de aprendizagem. Para isso, é fundamental que os docentes recebam formação continuada e tenham acesso a materiais didáticos adaptados que viabilizem uma abordagem diferenciada do conteúdo da matriz curricular.

Com base nesse panorama, este trabalho propõe investigar e desenvolver metodologias acessíveis ao ensino do eletromagnetismo, por meio da criação de maquetes e recursos didáticos táteis voltados a estudantes com deficiência visual. O objetivo é contribuir para a construção de um ensino em Física mais equitativo, significativo e verdadeiramente inclusivo, ampliando o acesso ao conhecimento científico a todos os estudantes, independentemente de suas limitações visuais.

2. PROBLEMA

Apesar dos avanços nas políticas de inclusão no Brasil, a efetiva participação de alunos com deficiência visual no processo de ensino e aprendizagem ainda enfrenta barreiras significativas. Entre os principais desafios está a preparação inadequada de educadores para lidar com a diversidade que se encontra em sala de aula, principalmente no que se refere ao ensino de disciplinas que exigem forte apelo visual, como é o caso da Física.

A formação inicial dos professores, principalmente nas licenciaturas, geralmente não abordam a educação especial de forma adequada, o que prejudica na criação e construção de práticas pedagógicas inclusivas. Mesmo com a intenção de inovar, a falta de tempo e a sobrecarga de trabalho dificultam a busca por novos conhecimentos, como a formação continuada, e a criação de estratégias voltadas a atender as necessidades de alunos com deficiência. Além disso, os profissionais da educação especial, enfrentam também obstáculos de ordem estrutural, e excesso de demandas burocráticas, limitando inclusive a sua capacidade de atuação colaborativa efetiva junto aos docentes da sala de aula regular, em diversas situações em que precisam de suporte desses profissionais.

De acordo com Glat e Blanco (2009), a superação das dificuldades funcionais enfrentadas por alunos com deficiência visual demandam adaptações no currículo, nos métodos de ensino e nos materiais didáticos. A falta desses recursos comprometem diretamente a aprendizagem, especialmente em áreas como a Física, onde a experimentação e representação gráfica são componentes fundamentais na construção do conhecimento.

A física abrange uma série de conceitos inter-relacionados para explicar fenômenos naturais. Dentro do eletromagnetismo, a compreensão dos conceitos de campos elétricos, linhas de força e superfícies equipotenciais é essencial para analisar o comportamento de cargas e a distribuição de energia no espaço. Para estudantes cegos ou com baixa visão, essa exigência impõe um obstáculo concreto na compreensão dos conceitos. É nesse contexto que surge a necessidade de desenvolver e aplicar metodologias baseadas na multissensorialidade, que utilizem por exemplo, o tato e a audição para tornar o ensino mais acessível, dinâmico e efetivo.

Frente a esse cenário, questiona-se: Como desenvolver e avaliar recursos didáticos multissensoriais que promovam a compreensão de conceitos físicos, especialmente no ensino de eletromagnetismo, por alunos com deficiência visual?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver e avaliar uma proposta metodológica baseada em recursos didáticos multissensoriais (especialmente táteis) que favoreça o ensino e a aprendizagem de conceitos de eletromagnetismo por estudantes com deficiência visual, promovendo inclusão, autonomia e participação significativa no contexto escolar.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar e adaptar materiais didáticos acessíveis (com ênfase em modelos táteis) para representar fenômenos e estruturas físicas, como linhas de campo elétrico e superfícies equipotenciais.
2. Criar uma sequência didática inclusiva voltada ao ensino de eletromagnetismo, adequada ao público com deficiência visual.
3. Promover a participação ativa dos estudantes com deficiência visual em atividades práticas e experimentais por meio do uso de recursos multissensoriais.
4. Contribuir para a formação docente continuada, incentivando o uso de metodologias inclusivas no ensino de Física, com foco na acessibilidade e na equidade educacional.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção de uma educação inclusiva exige, antes de tudo, o reconhecimento das diferentes necessidades dos alunos e a adoção de práticas pedagógicas que respeitem sua

singularidade. Para estudantes com deficiência visual, isso requer mais do que a aplicação de medidas pontuais, o que exige uma transformação estrutural. Mas a efetiva participação no ambiente escolar depende da disponibilização de recursos acessíveis para aprimorar metodologias, da formação adequada dos professores e da adaptação de estratégias didáticas que possibilitem contemplar suas necessidades específicas e potencializar suas capacidades cognitivas e sensoriais.

Segundo Glat e Blanco (2009), a inclusão escolar só se efetiva quando garante tanto o acesso dos estudantes quanto condições para que permaneçam e aprendam com qualidade, assegurando equidade no processo. Isso implica revisar currículos, flexibilizar estratégias de ensino e adotar recursos que explorem diferentes vias sensoriais, possibilitando que o conhecimento seja construído por múltiplos caminhos.

No ensino de Física, essa necessidade é ainda mais evidente. Trata-se de uma disciplina cuja compreensão tradicionalmente se apoia na observação visual de fenômenos, no uso de gráficos, esquemas, representações vetoriais e na manipulação de equipamentos laboratoriais que pressupõem visão detalhada (CAMARGO et al., 2008). Essa predominância do canal visual impõe uma barreira significativa para estudantes cegos ou com baixa visão, que, na ausência de adaptações, podem ter comprometida sua compreensão de conceitos-chave, como campo elétrico, indução eletromagnética e circuitos.

Nesse contexto, estudos recentes indicam que a utilização de modelos tridimensionais e recursos auditivos amplia a capacidade de compreensão de conceitos abstratos e favorece a retenção do conhecimento, não apenas para estudantes com deficiência visual, mas também para alunos videntes, promovendo a chamada acessibilidade universal (VARANO; ZANELLA, 2023). Essa abordagem evidencia que estratégias multissensoriais não devem ser vistas apenas como adaptações compensatórias, mas como metodologias legítimas de ensino.

Para superar essas barreiras, a abordagem multissensorial aparece como estratégia pedagógica promissora. Ela se baseia no princípio de que a aprendizagem pode ser mais eficaz quando envolve simultaneamente diferentes sentidos (como tato, audição, propriocepção e, quando possível, visão residual). Ao tocar uma maquete em relevo que representa linhas de campo elétrico, por exemplo, o estudante pode perceber a orientação, a distribuição e a intensidade das linhas, construindo imagens mentais que substituem ou complementam a informação visual (CORREIA, 2016).

Pesquisas em neurociência educacional indicam que o cérebro é capaz de reorganizar conexões neuronais para processar informações por rotas alternativas quando um sentido é ausente ou reduzido. Isso significa que, para um estudante cego, o tato e a audição não apenas

substituem a visão, mas também podem se tornar canais primários altamente eficientes para compreensão de conceitos abstratos (KASSAR, 2014). Assim, o uso de recursos táteis e auditivos no ensino de Física não é apenas uma adaptação compensatória, mas uma forma legítima e potencialmente rica de aprendizagem.

Além disso, Moran (2018) destaca que o Design Universal para Aprendizagem propõe que recursos e estratégias de ensino sejam planejados de forma flexível desde o início, o que favorece a participação de diferentes perfis de alunos. Nesse sentido, experiências multissensoriais em Ciências podem contribuir para uma aprendizagem mais inclusiva. No caso da Física, isso pode incluir desde a produção de modelos táteis até o uso de softwares com sonificação de dados para representar fenômenos físicos.

A literatura também aponta que a ausência de recursos acessíveis pode provocar distanciamento entre o conhecimento científico e o cotidiano do aluno (CUSTÓDIO; NOGUEIRA; CHAVES, 2011). Por outro lado, quando os conteúdos são mediados por materiais adequados (como maquetes, diagramas táteis, softwares leitores de tela e descrições orais detalhadas), há aumento do engajamento, da motivação e do desempenho acadêmico.

Do ponto de vista legal e normativo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a necessidade de assegurar equidade no ensino, o que inclui garantir que os estudantes com deficiência visual tenham acesso aos mesmos conteúdos e competências previstas para todos. Leis como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) e a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008) estabelecem a obrigatoriedade de eliminar barreiras pedagógicas e de comunicação, assegurando a participação plena desses estudantes em todas as etapas da escolarização.

Portanto, promover uma educação inclusiva no ensino de Física exige um conjunto de ações articuladas: formação inicial e continuada de professores, elaboração de materiais acessíveis de baixo custo, e implementação de metodologias que permitam vivências concretas de conceitos abstratos. A proposta multissensorial, ao integrar recursos táteis, auditivos e experiências práticas, oferece um caminho viável para transformar a aula de Física em um espaço mais democrático, motivador e alinhado aos princípios da equidade educacional.

5. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem **qualitativa**, de natureza **aplicada**, com fins **exploratórios e descritivos**. O objetivo é desenvolver, e avaliar uma

proposta metodológica baseada em recursos táteis para o ensino de conceitos de eletromagnetismo a estudantes com deficiência visual.

A investigação será conduzida em três etapas principais:

a) Diagnóstico das necessidades

Inicialmente, é realizado um levantamento junto a estudantes com deficiência visual e professores da área de Física, com o objetivo de identificar as principais dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos relacionados ao eletromagnetismo. Esse diagnóstico é feito por meio de entrevistas semiestruturadas, observações de aula e análise de materiais didáticos já utilizados.

b) Desenvolvimento e adaptação de materiais

Com base nas informações obtidas, são elaborados modelos táteis que representem fenômenos físicos específicos, como linhas de campo elétrico, superfícies equipotenciais e distribuições de carga elétrica. Os materiais são construídos utilizando recursos acessíveis e de baixo custo, com diferentes texturas, relevos e formas geométricas para estimular o tato como canal principal de percepção conceitual.

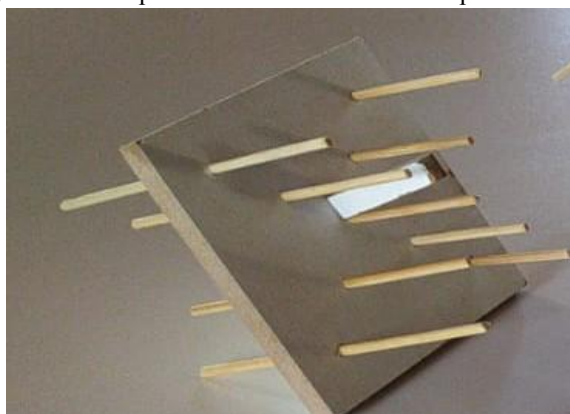
c) Aplicação e análise

A proposta metodológica é aplicada em um grupo piloto de estudantes com deficiência visual em atividades supervisionadas, seguindo uma sequência didática estruturada. Durante as atividades, são observados os níveis de engajamento, participação, compreensão e dificuldades enfrentadas pelos alunos.

A análise dos dados deve ser feita por meio de registros observacionais, relatos dos participantes e avaliações orais, buscando identificar indícios de aprendizagem significativa e acessibilidade dos conteúdos propostos. Os resultados obtidos são utilizados para ajustar e refinar a metodologia, visando sua aplicação futura em contextos escolares ampliados.

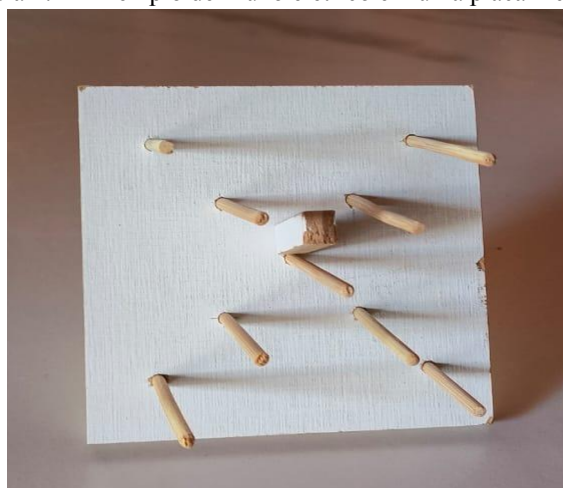
Essa abordagem busca não apenas avaliar a eficácia dos recursos desenvolvidos, mas também promover uma reflexão crítica sobre o papel da multissensorialidade na prática pedagógica inclusiva no ensino de Física.

Figura 1 - Exemplo de fluxo elétrico em uma placa inclinada.



Fonte: imagem do autor.

Figura 1.1 - Exemplo de fluxo elétrico em uma placa inclinada.



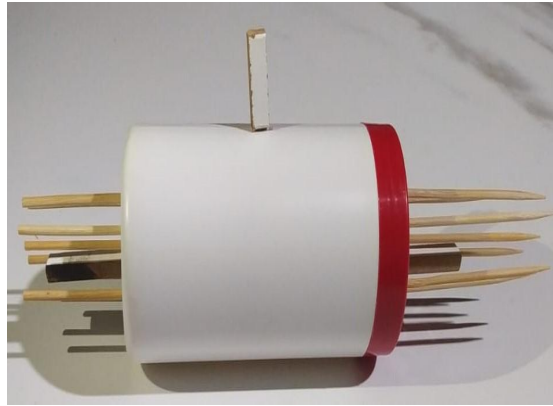
Fonte: imagem do autor.

As figuras (1) e (1.1) ilustram o atravessamento das linhas de campo elétrico por uma superfície inclinada em relação ao fluxo. O modelo tátil foi construído com palitos de churrasco, representando as linhas de campo, uma placa de MDF, que simboliza a superfície de estudo, e um pequeno pedaço de MDF em outra forma geométrica, representando a normal à superfície. Essa configuração permite que os estudantes percebam, de forma tátil, a variação na densidade das linhas de campo e compreendam que a inclinação da placa influencia diretamente a quantidade de fluxo que a atravessa.

Material necessário para a fabricação:

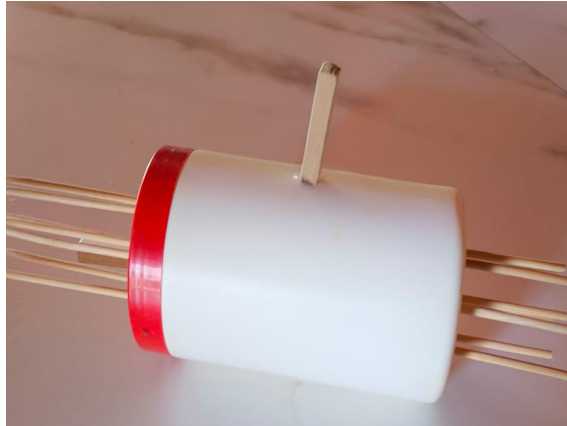
1. Furadeira;
2. Broca de madeira de 3 mm e de 1,5 mm;
3. Palitos de churrasco;
4. palito de dente;
5. Placa de MDF de comprimento 10 cm x 10 cm;
6. Placa de MDF menor de comprimento 3 cm x 0,6 mm.

Figura 2 - Exemplo de fluxo elétrico em um cilindro.



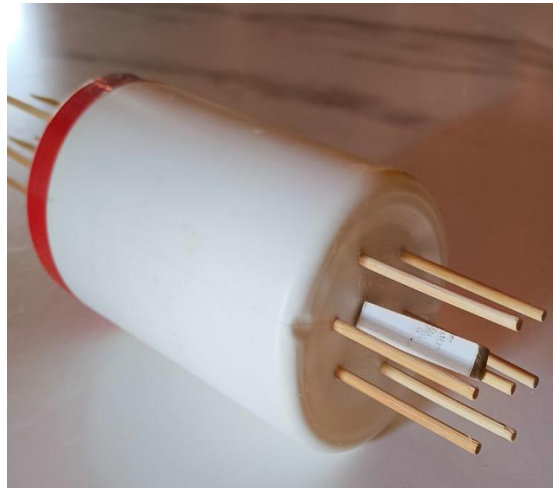
Fonte: imagem do autor.

Figura 2.2 - Exemplo de fluxo elétrico em um cilindro.



Fonte: imagem do autor.

Figura 2.3 - Exemplo de fluxo elétrico em um cilindro.



Fonte: imagem do autor.

As figuras (2), (2.2) e (2.3) ilustram a distribuição do fluxo elétrico em torno de uma superfície curva. O modelo tátil foi elaborado com palitos de churrasco, representando as linhas de fluxo, e um recipiente cilíndrico vazio, que simboliza a superfície de estudo. Para indicar a normal à superfície, utilizou-se um pequeno pedaço de MDF em outra forma

geométrica. A depender da posição em que a normal é fixada, observa-se uma variação no ângulo formado entre o fluxo elétrico e a própria normal. Essa construção em relevo possibilita que os estudantes explorem de maneira tátil a simetria do campo ao redor do cilindro e relacionem essa percepção ao conceito de simetria na Lei de Gauss.

Material necessário para a fabricação:

1. Furadeira;
2. Broca de madeira de 3 mm e de 1,5 mm;
3. Palitos de churrasco;
4. Palitos de dente;
5. Placa de MDF menor de comprimento 3 cm x 0,6 mm;
6. Pote em formato cilíndrico (no caso da ilustração, um pote de creme de 400 g).

Figura 3 - Exemplo de fluxo elétrico em uma placa ortogonalmente.



Fonte: imagem do autor.

A figura (3) ilustra o atravessamento das linhas de campo elétrico por uma superfície horizontal em relação ao fluxo. O modelo tátil foi construído com palitos de churrasco, representando o fluxo elétrico, uma placa de MDF, que simboliza a superfície de estudo, e um pequeno pedaço de MDF em outra forma geométrica, representando a normal à superfície. Nessa configuração, a normal encontra-se ortogonal às linhas de campo, permitindo que os estudantes percebam, por meio do tato, que o fluxo máximo ocorre quando o campo é perpendicular à superfície, reforçando o conceito de ângulo entre o vetor campo elétrico e a área da superfície.

Material necessário para a fabricação:

1. Furadeira;
2. Broca de madeira de 1,5 mm;

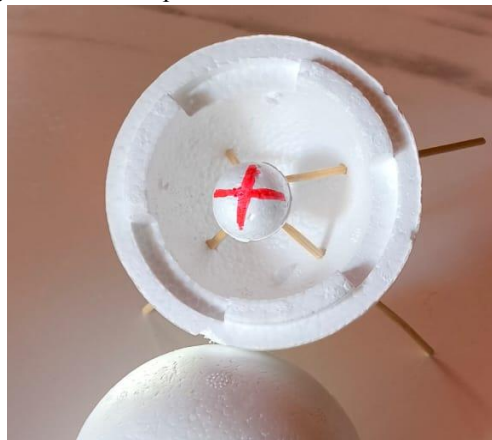
3. Palitos de churrasco;
4. Palito de dente;
5. Placa de MDF de comprimento 10 cm x 10 cm;
6. Placa de MDF menor de comprimento 3 cm x 0,6 mm;
7. Super cola.

Figura 4 - Exemplo de fluxo elétrico em uma esfera.



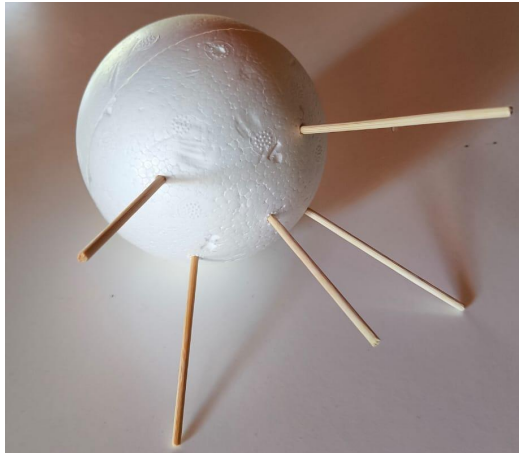
Fonte: imagem do autor.

Figura 4.1 - Exemplo de fluxo elétrico em uma esfera.



Fonte: imagem do autor.

Figura 4.2 - Exemplo de fluxo elétrico em uma esfera.



Fonte: imagem do autor.

As figuras (4), (4.1) e (4.2) apresentam um modelo confeccionado com um isopor esférico e palitos de churrasco, que representam as linhas de campo radial projetadas uniformemente em todas as direções a partir de uma carga central. No centro, uma esfera menor simboliza essa carga. Por meio desse recurso, os estudantes puderam visualizar a distribuição homogênea das linhas ao redor da esfera, favorecendo a compreensão da relação entre carga elétrica, simetria esférica e fluxo elétrico (conceitos fundamentais para a aplicação da Lei de Gauss).

Material necessário para a fabricação:

1. Palitos de churrasco.
2. Bola de isopor maior para representar campo elétrico.
3. Bola de isopor menor para representar uma carga positiva central.

5.1. MODELO DE APLICAÇÃO

1. Público-alvo e contexto:

Alunos do Ensino Médio (2ª ou 3ª série) com deficiência visual matriculados em escola regular ou instituição especializada. A aplicação deve ser realizada em ambiente adaptado, com mediação de professor de Física e apoio de profissional da educação especial, se necessário.

2. Objetivo da atividade:

Compreender o conceito de **linhas de campo elétrico e superfícies equipotenciais**, utilizando **maquetes táteis multissensoriais** que representem a distribuição do campo em diferentes configurações de carga.

3. Conteúdo abordado:

- Campo elétrico gerado por cargas pontuais;
- Representação gráfica e espacial do campo elétrico;
- Noções de equipotenciais.

4. Materiais necessários:

- Maquetes táteis com relevos representando;
- Campo elétrico radial (carga pontual);
- Campo entre placas paralelas;
- Campo esférico e cilíndrico;
- Etiquetas em braile (ou QR Codes com áudio descritivo);
- Fichas com orientações em texto ampliado ou braile;
- Venda para que os alunos videntes experimentem a atividade sem visão (inclusão e empatia).

5. Duração estimada:

50 a 60 minutos.

6. Etapas da atividade (passo a passo):

❖ *Etapa 1 – Introdução conceitual (10 min):*

Breve explicação oral e acessível sobre campo elétrico, com exemplos do cotidiano e analogias auditivas. Uso de perguntas e diálogo socrático.

❖ *Etapa 2 – Exploração tátil individual (20 min):*

Cada aluno recebe uma maquete representando um tipo de configuração:

- Campo elétrico radial (carga pontual);
- Campo uniforme (entre duas placas paralelas);
- Campo cilíndrico e esférico.

Com mediação, o aluno explora com as mãos as linhas de força (feitas com palitos ou fio de nylon) e sente a orientação e densidade das linhas.

❖ *Etapa 3 – Descrição e construção do conceito (15 min):*

O aluno verbaliza ou registra (em áudio ou escrita assistida) o que compreendeu ao explorar a maquete. O professor complementa com explicações associadas à experiência sensorial.

❖ *Etapa 4 – Comparação entre diferentes modelos (10 min):*

Alunos trocam as maquetes entre si e fazem comparações entre diferentes campos (ex: campo radial vs. campo entre placas paralelas), fortalecendo a noção espacial e o conceito de intensidade.

❖ *Etapa 5 – Consolidação final (10 min):*

Revisão oral coletiva, sistematizando os conceitos de campo, direção, sentido e equipotenciais. Apresentação de áudio-resumo com os principais pontos da aula.

7. Critérios de avaliação:

- Participação ativa na atividade;
- Capacidade de descrever o campo elétrico com base na experiência tátil;
- Compreensão dos conceitos-chave verificada por perguntas orais ou gravação de relato;
- Interesse e envolvimento durante a aplicação.

8. Adaptações específicas:

- Uso de etiquetas em braille e materiais com texturas distintas;
- Possibilidade de uso de fones com instruções em áudio;
- Apoio por pares (alunos videntes auxiliando, usando vendas para experimentar a atividade juntos).

6. DISCUSSÕES

A implementação da proposta metodológica aqui descrita tem potencial para gerar impactos significativos na aprendizagem de conceitos de eletromagnetismo por estudantes com deficiência visual. Ao integrar recursos táteis, descrições orais e estratégias multissensoriais, busca-se não apenas transmitir informações, mas também criar condições para que o estudante construa representações mentais sólidas e compreensíveis, superando a barreira visual que caracteriza o ensino tradicional de Física.

A incorporação de modelos tridimensionais associados a recursos auditivos mostra-se uma estratégia pedagógica eficaz, pois favorece tanto a compreensão de conceitos abstratos quanto a retenção do conteúdo (BÓRRAS et al., 2023). Evidências atuais apontam que tais recursos sensoriais não devem ser considerados meras adaptações compensatórias, mas sim métodos legítimos de ensino embasados em práticas multimodais que promovem envolvimento e compreensão aprofundada (OKIMOTO; SANCHES; BUENO, 2021). Essa abordagem amplia a concepção de acessibilidade ao demonstrar que tais práticas beneficiam não apenas estudantes com deficiência visual, mas também alunos videntes, fortalecendo o caráter inclusivo, universal e inovador do processo educativo.

Espera-se que a aplicação da sequência didática contribua para:

1. **Aprofundamento conceitual** — Ao manipular maquetes e explorar texturas, relevos e representações espaciais das linhas de campo, o estudante pode internalizar relações

como direção, sentido e intensidade, elementos essenciais para compreender o comportamento do campo elétrico e superfícies equipotenciais.

2. **Maior engajamento e autonomia** — A interação direta com o material permite ao aluno assumir papel ativo na aprendizagem, o que, segundo Glat e Blanco (2009), é elemento central para uma inclusão efetiva.
3. **Sensibilização da comunidade escolar** — O uso de vendas para alunos videntes experimentarem a atividade sem visão pode fortalecer a empatia e a compreensão da importância de recursos adaptados, fomentando uma cultura escolar mais inclusiva.
4. **Replicabilidade e baixo custo** — Os materiais propostos utilizam recursos simples e acessíveis, o que favorece a reprodução da metodologia em diferentes contextos, sem necessidade de investimentos elevados, ampliando seu alcance em escolas públicas e privadas.

No entanto, alguns desafios são previstos:

- **Limitações de tempo** nas aulas de Física, que podem dificultar a aplicação completa da sequência;
- **Necessidade de formação docente continuada** para uso eficaz dos materiais e adaptação de estratégias;
- **Resistência a mudanças metodológicas** em ambientes ainda fortemente baseados na transmissão verbal e visual do conteúdo.

A superação desses obstáculos requer políticas institucionais que incentivem práticas inclusivas, bem como a disseminação de experiências bem-sucedidas. Assim, o presente trabalho pode servir como referência para outros docentes interessados em implementar metodologias multissensoriais no ensino de tópicos abstratos da Física, não apenas no eletromagnetismo, mas também em áreas como óptica, mecânica e termodinâmica, por exemplo.

Por fim, reforça-se que os resultados obtidos deverão ser analisados qualitativamente, considerando não apenas o domínio conceitual, mas também indicadores de participação, motivação e autoconfiança dos estudantes. A partir dessa análise, será possível ajustar e refinar a metodologia, visando sua incorporação de forma permanente ao currículo escolar e consolidando avanços rumo a uma educação científica mais justa e acessível a todos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema educacional brasileiro ainda enfrenta desafios significativos para garantir a inclusão de alunos com deficiência visual, especialmente em disciplinas como a Física, cuja

abordagem tradicional privilegia fortemente recursos visuais. Embora avanços legais e políticas públicas tenham sido implementados nas últimas décadas, a realidade escolar mostra que a simples presença desses estudantes nas salas de aula não assegura participação efetiva e aprendizagem significativa.

Este trabalho apresentou uma proposta metodológica baseada em recursos multissensoriais, com destaque para modelos táteis de baixo custo, como alternativa para tornar o ensino de eletromagnetismo mais acessível. Ao permitir que conceitos como linhas de campo elétrico e superfícies equipotenciais sejam explorados por meio do tato e, quando possível, complementados por estímulos auditivos, a metodologia busca reduzir barreiras conceituais e favorecer a construção de representações mentais mais sólidas.

A proposta aqui desenvolvida não se limita a atender exclusivamente estudantes com deficiência visual; ela também pode beneficiar alunos videntes, tornando os conteúdos menos abstratos e estimulando diferentes canais de aprendizagem. Essa característica está alinhada aos princípios do Design Universal para Aprendizagem, que defende a criação de práticas instrucionais capazes de atender a todos os perfis de estudantes desde o planejamento inicial.

Além dos benefícios pedagógicos, a implementação de metodologias inclusivas contribui para a formação de professores mais preparados para lidar com a diversidade, incentivando a empatia e a colaboração entre os alunos. A atividade proposta, ao permitir que estudantes videntes também experimentem a ausência da visão por meio de vendas, promove não apenas aprendizado conceitual, mas também vivências de sensibilização que fortalecem o respeito às diferenças.

Reconhece-se que a aplicação da proposta enfrenta desafios práticos, como a limitação de tempo nas aulas, a necessidade de formação continuada dos docentes e a disponibilidade de recursos para produção dos materiais. Ainda assim, acredita-se que, com adaptações e parcerias institucionais, tais barreiras possam ser superadas, possibilitando a adoção mais ampla dessa metodologia em escolas regulares e instituições especializadas.

Portanto, ao valorizar a multissensorialidade como eixo central da prática pedagógica, esta pesquisa reforça que a inclusão educacional não deve ser encarada como um esforço pontual, mas como um compromisso permanente de transformar a sala de aula em um espaço acessível, participativo e equitativo para todos. A continuidade de investigações e a disseminação de práticas como a aqui proposta podem contribuir de forma efetiva para um ensino de Física mais democrático, ampliando o acesso ao conhecimento científico e fortalecendo a cultura de inclusão no Brasil.

Contudo, a implementação dessas metodologias exige planejamento, formação continuada docente e tempo adequado nas aulas, o que demanda políticas públicas que favoreçam a inclusão real e a diversidade no ensino. Assim, este trabalho reforça a importância de ampliar as iniciativas de ensino multissensorial em Física, estendendo-as a outros conteúdos e contextos escolares, de modo a contribuir para um modelo educacional mais justo, democrático e acessível a todos.

8. REFERÊNCIA

BRASIL. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 19 jul. 2025.

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). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 19 jul. 2025.

BRASIL. *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeduc ESPECIAL.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.

BÓRRA S, M. A.; Ferrarini, C. F.; Marins, P. C.; Fontes, A. R. M.; Saltorato, P.; Moram, C. B. M.; de Souza, T. A. 3D Resources for Visually Impaired Students. *Global Journal of Human-Social Science*, v. 23, n. 2, p. 1–?, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380397879_3D_Resources_for_Visually_Impaired_Students. Acesso em: 30 Agost. 2025.

CUSTÓDIO, A. C.; NOGUEIRA, M. L.; CHAVES, S. C. A formação de conceitos por alunos com deficiência visual: obstáculos e possibilidades. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 48, p. 579–596, out./dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu>. Acesso em: 19 jul. 2025.

CAMARGO, E. P. et al. Como ensinar óptica para alunos cegos e com baixa visão. *Física na Escola*, v. 9, n. 1, p. 20–25, 2008.

CORREIA, L. M. Educação inclusiva e necessidades educativas especiais. In: GLAT, R.; BLANCO, R. N. (org.). *Inclusão escolar: o que é? Por quê? Como fazer?* Rio de Janeiro: Imaginário, 2016. p. 151–159.

GLAT, R.; BLANCO, R. N. A escola inclusiva: o que é? Por quê? Como fazer? *Revista Educação Pública*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, 2009.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Censo Escolar da Educação Básica*. Brasília, DF: INEP, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>. Acesso em: 19 jul. 2025.

KASSAR, M. C. M. Políticas de formação de professores e a educação inclusiva. *Educar em Revista*, Curitiba, n. 53, p. 101–120, jul./set. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/nVXsLjJXz5KxfRWmnT9cHYx>. Acesso em: 19 jul. 2025.

MAZZOTTA, M. J. S. *Educação especial no Brasil: história e políticas públicas*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 1999.

MONTOAN, M. T. Educação inclusiva: em busca de um novo sentido para a educação escolar. *Revista Pátio*, Porto Alegre, ano 10, n. 40, p. 8–11, 2006.

MORAN, Maryrose. Universal Design for Learning in science education: principles and practices for all learners. *Journal of Science Education and Technology*, v. 27, n. 3, p. 215-230, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9765-4>.

OKIMOTO, M. L.; Sanches, E. C. P.; Bueno, J. Designing Interactive 3D Printed Models with Teachers of the Visually Impaired. Conference Paper, out. 2021. Trabalho sobre gráficos áudio-táteis e uso de modelos 3D como material interativo e acessível para educação de deficientes visuais. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332741883_Designing_Interactive_3D_Printed_Models_with_Teachers_of_the_Visually_Impaired. Acesso em: 30 Agost. 2025.

SÁ, N. M. L. A inclusão escolar de alunos com deficiência: utopia ou realidade? *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 22, p. 207–225, 2003.

VARANO, Stefania; ZANELLA, Anita. Design and evaluation of a multi-sensory representation of scientific data. *Frontiers in Education*, v. 8, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2302.08226>. Acesso em: 13 ago. 2025.

UNESCO. *Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais*. Brasília, DF: UNESCO, 1994. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098427>. Acesso em: 19 jul. 2025.