



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

ROGÉRIO DOS SANTOS ANDRADE

**PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATERIAL TÁTIL NO ENSINO DE
ELETROMAGNETISMO PARA ALUNOS COM E SEM DEFICIÊNCIA VISUAL**

FORTALEZA

2019

ROGÉRIO DOS SANTOS ANDRADE

**PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATERIAL TÁTIL NO ENSINO DE
ELETROMAGNETISMO PARA ALUNOS COM E SEM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará no curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A57p Andrade, Rogério dos Santos.
Produção e utilização de material tátil no ensino de eletromagnetismo para alunos com e sem deficiência visual / Rogério dos Santos Andrade. – 2019.
81 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.
1. Ensino de Física. 2. Inclusão. 3. Deficiência visual. 4. Eletromagnetismo. I. Título.

CDD 572

ROGÉRIO DOS SANTOS ANDRADE

**PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MATERIAL TÁTIL NO ENSINO DE
ELETROMAGNETISMO PARA ALUNOS COM E SEM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará no curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 23/08/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raquel Crosara Maia Leite
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho à minha
família e amigos.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) (Código de Financiamento 001), pelo apoio ao programa de Mestrado em Ensino de Física, pela iniciativa de colocar um programa de Mestrado em Ensino de Física, para que conseguíssemos nos atualizar na prática docente.

À MINHA FAMÍLIA, meus irmãos e parentes que, se mantiveram incansáveis em suas manifestações de apoio e carinho. À MINHA MÃE e MEU PAI Claude Ferreira Andrade (*In memoriam*).

AO MEU ORIENTADOR Dr. MARCOS ANTÔNIO ARAÚJO SILVA, um agradecimento por todas as sugestões para construção do desse trabalho.

AOS AMIGOS de Mestrado que compartilharam comigo esses momentos de aprendizado e trocas de experiências, o que muito contribui para o meu engrandecimento pessoal.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, por proporcionar condições para receber um polo de mestrado, e a todos os professores com os quais tive contato durante o decorrer do curso.

AOS MEUS ALUNOS, que possibilitaram e participaram na aplicação do presente trabalho.

AO NÚCLEO GESTOR, da EEM Governador Adauto Bezerra, por ter incentivado e proporcionado condições para participar desse projeto de aperfeiçoamento.

Enfim, a todos aqueles que de uma maneira ou de outra contribuíram para que este percurso pudesse ser concluído.

[...] “é preciso que tenhamos direito de ser diferente quando a igualdade nos descaracteriza e o direito de sermos iguais quando a diferença nos inferioriza.”
(Montoya)

RESUMO

A inclusão tem sido um dos grandes desafios das instituições de ensino na atualidade, pois apenas a presença crescente de pessoas com deficiência nas escolas não garante educação de qualidade. É necessário que as metodologias de ensino voltadas à inclusão de alunos com deficiência sejam diferenciadas para alcançar os objetivos almejados. O presente trabalho visa contribuir com a produção de uma ferramenta tátil inclusiva que auxilie tanto os alunos com e sem deficiência visual nas aulas de Física, para tanto foi abordado alguns conceitos de eletromagnetismo que é bastante relevante em aplicações práticas da realidade dos alunos. O produto educacional proposto foi aplicado em uma escola do ensino médio da cidade de Fortaleza, em uma turma que conta com alunos com deficiências visuais e o conjunto tátil produzido tem como finalidade auxiliar alunos no entendimento dos conceitos físicos envolvidos no eletromagnetismo. O presente trabalho trata de uma pesquisa qualitativa, que apresenta a descrição e o desenvolvimento das atividades propostas sobre o tema de Física, o eletromagnetismo. Espera-se que o material produzido sirva de suporte para professores de Física de escolas regulares que se deparem com alunos com deficiências visuais.

Palavras-chave: Ensino de Física. Inclusão. Deficiência Visual. Eletromagnetismo.

ABSTRACT

Inclusion has been one of the big problems of educational institutions nowadays, because only the growth of the presence handicapped people in schools does not ensure quality of education. It is necessary that the teaching methodology applied to handicapped students inclusion is differentiated in order to achieve the desired objectives. This work aims to contribute with the production of an inclusive tactile tool that assists both students with and without visual deficiency in physics classes. For that, some electromagnetism concepts, which are fairly relevant in practice applications of students reality were addressed. The proposed educational method was applied in a middle school from the city of Fortaleza, in a group where there are students with visual deficit and the produced tactile set aims to help students understand physics concepts regarding electromagnetism. This paper deals with a qualitative research that presents description and development of the proposed activities about the approached topic of physics. It is expected that the produced material serves as a support for physics teachers of regular schools when they encounter visual impaired students.

Keywords: Physics Teaching. Inclusion. Visual Deficiency. Electromagnetism.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 1: | Ímã natural magnetita (Fe_3O_4)..... | 30 |
| Figura 2: | Interação entre os polos magnéticos..... | 31 |
| Figura 3: | Quebrar o ímã em duas partes produz dois ímãs, e não dois polos isolados. | 31 |
| Figura 4: | Capa do livro De magnete..... | 32 |
| Figura 5: | Esboço do campo magnético da Terra. O campo, cuja origem imaginamos que seja a existência de correntes no núcleo líquido da terra..... | 32 |
| Figura 6: | A agulha magnética traçando o campo magnético ao redor de um ímã em barra..... | 33 |
| Figura 7: | Linhas de campo magnético exibidas por limalhas de ferro em uma folha de papel..... | 33 |
| Figura 8: | Barra sendo magnetizada, segundo a teoria de Weber..... | 34 |
| Figura 9: | Movimento dos elétrons no átomo..... | 34 |
| Figura 10: | Regra da mão direita espalmada..... | 36 |
| Figura 11: | Fio condutor percorrido por uma corrente elétrica..... | 37 |
| Figura 12: | Representação da força magnética em fios paralelos..... | 38 |
| Figura 13: | Desvio da agulha magnética pela ação da passagem de uma corrente por um fio condutor..... | 39 |
| Figura 14: | Linhas de campo magnético ao redor de fio condutor percorrido por corrente. | 40 |
| Figura 15: | O campo magnético criado por um condutor infinito percorrido por uma corrente elétrica..... | 42 |
| Figura 16: | Configuração esquemática de uma espira percorrida por uma corrente elétrica usada para o cálculo do campo magnético..... | 42 |
| Figura 17: | Campo magnético em um solenóide..... | 43 |
| Figura 18: | Solenóide percorrido por uma corrente elétrica..... | 44 |
| Figura 19: | As linhas de campo magnético ao redor de um fio percorrido por uma corrente. | 44 |
| Figura 20: | A aproximação e o afastamento do ímã de uma espira produz uma tensão induzida..... | 45 |
| Figura 21: | Demonstração do fenômeno de corrente induzida..... Fluxo magnético através de um elemento de área dA | 45 |
| Figura 22: | | 46 |
| Figura 23: | Variação do fluxo magnético sobre o condutor..... | 47 |
| Figura 24: | Sentido do vetor campo magnético induzido no centro da espira..... | 48 |
| Figura 25: | Modelos de ímãs..... | 51 |
| Figura 26: | Modelos de linhas de campo magnético gerados pelo ímã..... | 51 |
| Figura 27: | Modelos de campo magnético da terra e bússola..... | 52 |
| Figura 28: | Grupos de estudantes na aula prática com maquetes..... | 52 |
| Figura 29: | Um modelo (1) de um fio longo reto percorrido por uma corrente elétrica. | 55 |
| Figura 30: | Impressora 3D Finder Flash Forge Wi-F e USB Com Filamento..... | 56 |
| Figura 31: | Um modelo (2) de um fio longo reto percorrido por uma corrente elétrica. | 56 |
| Figura 32: | Um modelo de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica..... | 57 |
| Figura 33: | Um modelo de solenoide percorrido por uma corrente elétrica..... | 57 |

| | |
|--|----|
| Figura 34: Modelos de fios paralelos percorridos por correntes elétricas..... | 58 |
| Figura 35: Canos, ímãs e metal necessários para conduzir a prática..... | 59 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta 2 do pré-teste..... | 61 |
| Gráfico 2: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta 5 do pré-teste..... | 62 |
| Gráfico 3: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta 7 do pré-teste..... | 62 |
| Gráfico 4: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta 8 do pré-teste..... | 63 |
| Gráfico 5: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta c do pós-teste..... | 64 |
| Gráfico 6: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta h do pós-teste..... | 66 |
| Gráfico 7: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta k do pós-teste..... | 68 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------------|------------------------|----|
| Tabela 1: | Tabela de Snellen..... | 20 |
|------------------|------------------------|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------------|--|
| ACEC | Associação Cearense de Cegos |
| EJA | Educação de Jovens e Adultos |
| APESC | Associação de Professores do Ensino superior do Estado do Ceará |
| ABS | Acrilonitrila Butadieno Estireno (Acrylonitrile Butadiene Styrene) |
| CAPES | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| FDM | Fused Deposition Modeling |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INES | Instituto Nacional da Educação dos Surdos |
| INEP | Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais |
| PCN | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| PEEE | Política Estadual de Educação Especial |
| PLA | Polilático (Polyactic Acid) |
| PIBID | Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à |
| Docência LDB | Lei de Diretrizes de Bases da Educação |
| Nacional SEDUC | Secretaria de Educação do Estado do Ceará |

LISTA DE SÍMBOLOS

- ⊗ Vetor entrando na página
- ⊙ Vetor saindo da página Φ
- Letra fi minúscula
- \oint_B Fluxo magnético
- \int Sinal de integral
- Θ Ângulo teta
- β Ângulo beta
- Φ Ângulo fi

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | HISTÓRICO E LEGISLAÇÃO DA EDUCAÇÃO ESPECIAL NO BRASIL | 20 |
| 2.1 | Deficiência Visual | 20 |
| 2.2 | Educação inclusiva no Brasil | 22 |
| 2.3 | Educação inclusiva no Ceará | 26 |
| 2.4 | Educação de deficientes visuais no Ceará | 27 |
| 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 28 |
| 3.1 | Traços da teoria de Ausubel | 28 |
| 3.2 | Introdução ao Eletromagnetismo | 30 |
| 4 | METODOLOGIA | 49 |
| 4.1 | Material tátil visual | 50 |
| 4.1.1 | Estudo dos ímãs | 50 |
| 4.1.2 | Campo magnético ao redor de um fio | 55 |
| 4.1.3 | Fios paralelos percorridos por corrente | 58 |
| 4.1.4 | Indução magnética de Faraday-Lenz | 59 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 60 |
| 6 | CONCLUSÕES | 70 |
| | REFERÊNCIAS | 71 |
| | APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO PRÉ E PÓS TESTE APLICADO NA AULA SOBRE ÍMÃS | 75 |
| | APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DO PRÉ E PÓS-TESTE APLICADO NA AULA SOBRE CAMPO MAGNÉTICO AO REDOR DO FIO CONDUCTOR PERCORRIDO POR CORRENTE | 76 |
| | APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DO PRÉ E PÓS-TESTE APLICADO NA AULA SOBRE A LEI DE FARADAY-LENZ | 77 |

1 INTRODUÇÃO

A educação inclusiva é uma atribuição obrigatória da escola democrática e justa, pois atende às necessidades contemporâneas de defesa da universalidade e igualdade, e do respeito a diversidade dos direitos humanos.

A educação é um direito humano fundamental para todos e que permite a concretização de outros direitos, a população necessita do conhecimento científico para tentar compreender a realidade em que vive isso só é possível por meio da distribuição formal desses conhecimentos que é dada por meio da instituição escolar.

Nosso sistema educacional, diante da democratização do ensino, tem vivido muitas dificuldades para equacionar uma relação complexa, que é a de garantir escola para todos com qualidade. É inegável que a inclusão coloca mais lenha na fogueira, e que o problema escolar brasileiro é dos mais difíceis diante do número de alunos que temos de atender, das diferenças regionais, do conservadorismo das escolas, entre outros fatores (MONTAN e TEREZA, 2006).

Respeitar as diferenças na diversidade é garantir que a escola não seja apenas promotora do ingresso do estudante em seu espaço, mas também que essa possa garantir a esses estudante sucesso (COSTA, 2012).

A inclusão tem sido um dos grandes desafios das instituições de ensino na atualidade, pois apenas a presença crescente de pessoas com deficiência nas escolas não garante educação de qualidade. É necessário que as metodologias de ensino voltadas para a inclusão de alunos com deficiência sejam diferenciadas para alcançar os objetivos almejados.

Nesse contexto, os alunos com deficiência visual ao serem inseridos na escola regular, além de enfrentar o desafio das limitações biológicas impostas pela ausência da visão, enfrentam limitações impostas pelo sistema educacional, tais como, o despreparo dos educadores, a falta de material impresso em braille e de outros recursos didáticos que favoreçam o seu processo de aprendizagem.

Vale salientar que hoje, por força das leis que exigem que assim seja, a Escola encontra-se aberta ao diferente. Porém, nesta mesma Escola, ainda reside uma comunidade sem habilitação para socializar o desigual, pois as diferenças ainda vêm

se dando em espaços cujas capacidades humanas estão voltadas para uma aprendizagem centrada num modelo padrão homogêneo.

Nesse sentido, nosso sistema educacional deve lutar para eliminar as barreiras que comprometem o livre acesso ao conhecimento para todos em prol de uma educação cidadã e humanizante.

Para possibilitar essa educação inclusiva, toda comunidade escolar deve se unir em prol de uma reestruturação das políticas e práticas culturais de nossas escolas; que até então tem se configurado como excludentes e conservadoras. É imprescindível criar mecanismos que possibilitem integrar o aluno com e sem deficiência física e seus docentes em uma prática social permanente e saudável de convivência no ambiente escolar do ensino regular, uma escola só será verdadeiramente inclusiva quando docentes, estudantes e demais segmentos da comunidade escolar alcançarem metas de promoção da cidadania, na qual seja possível garantir aos estudantes, sem exceções, o acesso, a permanência e o sucesso.

É papel do docente, numa sala inclusiva, despojar-se do medo, da insegurança e dos preconceitos para com as pessoas com deficiência e desenvolver ações coletivas que possam contribuir concretamente para o processo de inclusão (COSTA, 2012).

Em relação ao Ensino de Física no nível médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) propõem uma orientação com base nos domínios de competências e habilidades básicas voltadas para o dia a dia dos alunos, buscando dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização dos assuntos debatidos em sala de aula.

Ao tratar do Ensino de Física, em particular, em que a utilização de imagens é muito frequente como uma forma de expressar resultados de simulações computacionais, experimentos ou situações-problemas. Nesse sentido, o professor deve dispor de diversos recursos didáticos para facilitar o sucesso educacional de todos os discentes. Como planejar e propor atividades que contemplem todos os alunos com ou sem deficiência visual? A resposta a essa questão é o principal objetivo desse trabalho, que é um grande desafio enfrentado pelos professores de Física que possuem em sua sala alunos com deficiências visuais.

Nesse contexto, a utilização de modelos didáticos tridimensionais ou semi planos (alto relevo) nas aulas de Física podem contribuir como instrumento favorável à perspectiva inclusiva do aluno com e sem deficiência visual.

A abordagem pedagógica desse trabalho é baseado nas ideias da aprendizagem significativas de Ausubel. Entretanto, não é um trabalho com aprendizagem significativa no sentido formal, apenas utilizamos os conhecimentos prévios dos alunos para o desenvolvimentos das atividades com materiais táteis. Semelhantemente ao (CAMARGO, 2016), que entende a combinação de processos sintéticos e analíticos com os diferentes canais de captação dos sentidos humanos possíveis para formar conhecimentos multissensoriais significativos. Nesse sentido, não faremos uso dos subsunçores advogado por Ausubel em sua teoria.

Para (CERQUEIRA e FERREIRA, 2000) em nenhuma forma de educação, os recursos didáticos assumem tanta importância, pois os estudantes com deficiência visual necessitam de contato tátil e da interação com materiais diferenciados que permitam sua participação nas atividades culminando com sua aprendizagem.

Os autores (RIZZO, BERTOLINI e REBEQUE, 2014), recomendam que o uso de maquetes multissensoriais, assim como de outros métodos inclusivos, devem ser cada vez mais presentes nas escolas, e que os professores podem utilizar esse tipo de material para promover a interação entre videntes e não videntes.

Entretanto, esse não é o primeiro trabalho que tenta contribuir com o ensino de Física para alunos com e sem deficiência. Destacamos as contribuições de Camargo [CAMARGO (2012), CAMARGO (2012), CAMARGO (2016), CAMARGO (2018), CAMARGO (2017), CAMARGO (2011), CAMARGO (2008)] que foi um dos primeiros a tratar desse tema, e hoje possui uma vasta contribuição no ensino de ciências e Física a alunos com deficiências visuais.

Ainda no contexto do MNPEF já houve diversas Dissertações com esse tema, onde destacamos os seguintes trabalhos: "Uma proposta de ensino de Física Moderna e Contemporânea para alunos com e sem deficiência visual" (SOUZA, 2016), "Experimentação de geração e transformação de energia elétrica como facilitador no processo do ensino de física para alunos com deficiência visual", (COSTA, 2019), "Kit de brinquedos: lâminas em alto relevo para o ensino de ondas e fenôme-

nos ondulatórios a deficientes visuais”, (SILVA, 2018), “O ensino de eletricidade no ensino médio por meio de um conjunto experimental com suporte audiovisual”, (HERCK, N, 2017), “O uso do laboratório de ciências para o ensino fundamental com abordagem adaptada para deficientes visuais: Uma proposta inclusiva”, (VILHENA, 2017), “Produção e explicação de maquetes para deficientes visuais como ferramenta para aulas de astronomia”, (NANONE, 2017) ,“Experimentos de física adaptados para o ensino de estática dos fluidos a alunos com cegueira no ensino fundamental: Teorema de Stevin, vasos comunicantes e princípio de Pascal”, (BARBOSA, 2016).

A principal conclusão de (SOUSA, 2016), foi que o uso de material tátil alinhada a uma abordagem interativa foi de grande valia para a contribuir com a inclusão e a autonomia, mostrando-se uma ferramenta útil para despertar o interesse dos alunos. Já para (COSTA, 2019), a conclusão foi que os produtos experimentais em aulas de Física são prontamente acolhidos pelos estudantes, pois fortalecem o protagonismo no processo de Ensino Aprendizagem. (SILVA, 2018), conclui que as técnicas de imagem em alto relevo representam um avanço na autonomia na aprendizagem dos alunos com deficiência visual. (HERCK, 2017) conclui em seu trabalho que por meio de experimentos simples foi possível obter desempenho mais favorável, bem como contribui para educação inclusiva. (VILHENA, 2017), conclui que a aplicação do seu trabalho foi importante, pois com base nas análises dos pré e pós teste que verificou uma maior motivação para o entendimento dos assuntos de Física. (NANONE, 2017), concluiu que as maquetes multissensoriais favorecem a aprendizagem dos discentes, pois possibilita uma abordagem inovadora no Ensino de Física, já (BARBOSA, 2016), concluiu que foi possível observar uma maior interação através da utilização do material tátil, bem como permitiu uma maior ludicidade aos conteúdos de física.

Nesse contexto, propomos a elaboração de um modelo tátil inclusivo para colaborar com o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de eletromagnetismo e que fosse uma ferramenta para auxiliar os professores nas aulas com e sem deficientes visuais, visto que por métodos tradicionais de ensino, os estudantes teriam dificuldade em perceber as particularidades pertinentes ao conteúdo.

Neste trabalho propomos a adaptação e utilização de registros táteis e para a apresentação de noções teóricas de eletromagnetismo a alunos com e sem defici -

ência visual afim de que o mesmo possa evoluir em suas habilidades intelectuais e no seu comportamento adaptativo social.

A relevância desse trabalho está em utilizar procedimentos de experimentação a partir de materiais concretos, confeccionados pelo professor com a ajuda dos alunos monitores com o objetivo de trabalhar os conceitos de eletromagnetismo a serem abordados.

Apresente dissertação é composta em 5 (cinco) capítulos além da introdução. No capítulo que versa sobre histórico e legislação, fez-se um apanhado histórico a cerca da caracterização da deficiência visual, além do histórico da educação inclusiva no Brasil e no Ceará. Na fundamentação é tratado alguns traços da teoria de Ausubel e um resumo da teoria eletromagnética. Seguem, então, os capítulos de metodologia, resultados e discussões, conclusões e referências.

1.1 Justificativa

Este trabalho baseou-se nas dificuldades encontradas através de uma experiência pessoal, ao se deparar com a presença de alunos com deficiência visual em sala de aula regular do Ensino Médio. Deste modo, essa experiência nos motivou a procurar metodologias diferenciadas de atendimento que contemple não só as necessidades educacionais dos videntes, como também aos alunos com deficiência visual.

Propomos a utilização dos conhecimentos prévios dos alunos (inspirado no conceito de aprendizagem significativa de Ausubel), que entende a aprendizagem como um processo de articulação entre o conhecimento novo e o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do educando. Como conhecimento prévio estabelece conexões com referências visuais e não visuais. A produção de um produto multisensorial, auxilia tanto os alunos com deficiência visual como os sem deficiência visuais, reforçando de uma mesma forma o seu aprendizado científico.

A própria Lei de Diretrizes de Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), em seu artigo segundo, aponta o que se deseja do ensino brasileiro: preparar o cida

dão para exercer sua cidadania ao mesmo tempo que o qualifica para o mundo do trabalho.

A inclusão do aluno com deficiência visual em salas de aulas regulares representa um conjunto de desafios no processo de ensino e aprendizagem não apenas para os educandos que apresentam esse tipo de deficiência, mas também para os professores que devem estar capacitados para o trabalho inclusivo.

O processo de formação do professor é um direito e deve se estruturar a fim de possibilitar o desenvolvimento pessoal e profissional. Há a necessidade de formação continuada de saberes, que favoreçam às necessidades impostas pela educação inclusiva (MINETTO, 2008).

A formação continuada deve ser um processo permanente de aperfeiçoamento daquilo que foi passado na formação inicial. É imprescindível que o educador esteja atento as novas tendências educacionais, aos novos conhecimentos pedagógicos e curriculares.

Acreditamos que o aprimoramento da qualidade do ensino regular e a adição de princípios básicos educacionais válidos para todos os alunos, favorecem a condição indispensável para uma formação cultural e humana.

1.1.1 Objetivo Geral

Diagnosticar a eficiência da aplicação de maquetes táteis como ferramenta de suporte ao ensino de eletromagnetismo a alunos com deficiência visual em escola de ensino médio regular em Fortaleza.

1.1.2 Objetivo Específico

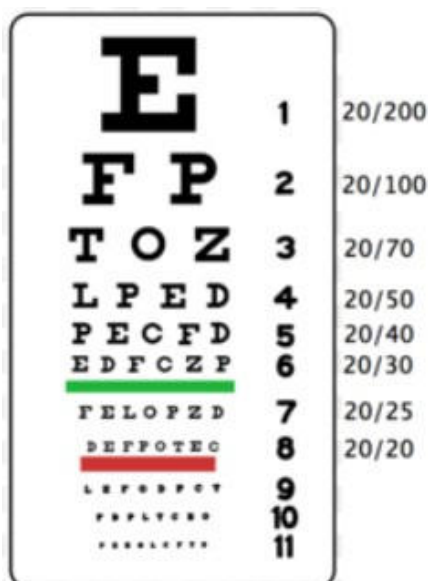
- Construir maquetes multifuncionais táteis para o ensino de eletromagnetismo.
- Promover uma maior interação entre os alunos com e sem deficiência visual.
- Utilização de uma metodologia que ajude a tornar o ensino de Física mais acessível aos alunos portadores de deficiência visual.

2 HISTÓRICO E LEGISLAÇÃO DA EDUCAÇÃO ESPECIAL NO BRASIL

2.1 Deficiência Visual

O (BRASIL, 2004) traz uma definição de deficiência visual baseada na acuidade visual, que é o grau de aptidão do olho para identificar detalhes especiais, forma e contornos dos objetos em conformidade com a tabela de Snellen mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de Snellen.



| | | |
|-------------|----|--------|
| E | 1 | 20/200 |
| F P | 2 | 20/100 |
| T O Z | 3 | 20/70 |
| L P E D | 4 | 20/50 |
| P E C F D | 5 | 20/40 |
| E D F C Z P | 6 | 20/30 |
| FELOPEZ | 7 | 20/25 |
| DEFFOTEC | 8 | 20/20 |
| LEFOPPT | 9 | |
| PAPLTCED | 10 | |
| ***** | 11 | |

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_de_Snellen/ Acessado em 23/04/2017.

No Brasil, de acordo com a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência – CORDE. A deficiência visual é o deficit visual ocorrido em ambos os olhos. É uma situação irreversível de diminuição da resposta visual, mesmo após o tratamento clínico, cirúrgico ou uso de óculos convencionais, com acuidade visual para distâncias de 20 por 200, ou seja, 10% no melhor olho após a correção ou campo visual de até 20 graus, caracterizando a baixa visão, que deverá ser estimulada para poder utilizar o resíduo visual da melhor forma possível. A cegueira total (amaurose) pressupõe completa perda de visão. A visão é totalmente nula, ou seja, nem a percepção luminosa está presente e em oftalmologia isso significa visão zero.

As causas da deficiência pode ser infecciosas, nutricionais, traumáticas ou originárias de outras causas, como traumas oculares, são acidentes que interferem na visão e que podem levar a diminuição da acuidade visual até a cegueira, como a

catarata, degeneração de mácula, o glaucoma, alterações retinianas relacionadas à hipertensão arterial ou diabetes.

Conforme o Ministério da saúde em (BRASIL, 2008).

§ 1º Considera-se pessoa com deficiência visual aquela que apresenta baixa visão ou cegueira.

§ 2º Considera-se baixa visão ou visão subnormal, quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho é menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20º no melhor olho com a melhor correção óptica (categorias 1 e 2 de graus de comprometimento visual do CID 10) e considera-se cegueira quando esses valores encontram-se abaixo de 0,05 ou o campo visual menor do que 10º (categorias 3, 4 e 5 do CID 10).

Segundo (BRASIL, 2008) “a cegueira é um estado grave ou total de uma ou mais das funções elementares da visão que afeta de modo irremediável a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo mais ou menos abrangente”.

No caso da baixa visão a identificação “[...] é complexa devido à variedade e a intensidade de comprometimentos das funções visuais. Essas funções englobam desde a simples percepção de luz até a redução da acuidade e do campo visual que interferem ou limitam a execução de tarefas e o desempenho geral” (BRASIL, 2008).

O cego substitui o que não vê por meio da linguagem, sobretudo, a verbal e pelos sentidos como (tato, olfato, paladar, audição) porém, isso não é uma compensação biológica. Como explica Vigotiski, o tato e a audição nunca farão o cego ver (VYGOTISKI, 1997).

Para incluir as pessoas com deficiências visuais ajudando-as a se relacionar com o mundo ao seu redor, é preciso conhecer e sentir a especificidade, respeitar as diferenças e romper com qualquer interação desumanizante.

Desse modo, podemos utilizar algumas estratégias entre as pessoas com baixa visão e cegueira. Na disposição de um ambiente educativo e na relação professor-aluno, como: i) Falar de forma audível; ii) convidar o aluno a se posicionar em um lugar da sala que lhe proporcione um melhor campo visual (no caso da baixa visão) e da audição (quando for um aluno com cegueira); iii) uso de material audivisual

com audiodescrição; iv) se possível, fornecer o material para estudo com antecedência (SÁ, 2008).

Neste sentido, a educação pode ser uma caminho importante para a socialização, podendo impulsionar o desenvolvimento global do deficiente visual com o meio que o cerca.

No contexto da diversidade, na Escola ou fora dela, em qualquer que seja o ambiente de aprendizagem no sentido de desenvolver o potencial dessas pessoas, respeitando suas diferenças e garantindo o seu sucesso (COSTA, 2012).

2.2 Educação inclusiva no Brasil

A educação inclusiva no Brasil foi marcada pela natureza e abrangência das ações concretizadas em dois períodos segundo (MAZZOTTA,1996): o primeiro, de 1854 a 1956 no qual se destaca iniciativas isoladas e descontinuadas, e o segundo, de 1993 a 1997 quando se estruturam as iniciativas oficiais de âmbito nacional. Mantoan, acrescenta, a esta segmentação, um terceiro período que perdura até os dias atuais, caracterizado pelos movimentos qualificados pela inclusão escolar.

O atendimento às pessoas com deficiência no Brasil data da época do Império em caráter “não-oficial”, de março a setembro de 1854. Segundo (ZENI, 2005) só por meio do Decreto nº 1.428, de 12 de setembro de 1854, foi oficialmente fundado o Imperial Instituto dos Meninos Cegos na cidade do Rio de Janeiro, tendo sido inaugurado, solenemente, no dia 17 de setembro do mesmo ano, na presença do Imperador, da Imperatriz.

Desejoso de fundar no Brasil uma instituição semelhante fez D. Pedro II criar o atual Instituto Benjamin Constant. Segundo (SANTOS, 2017), o Instituto foi a primeira escola da América e a única Instituição Federal de ensino para estudantes com deficiência visual no Brasil. Segundo a referida autora, atualmente o Instituto tem se dedicado à capacitação de recursos humanos, à publicação científica e a inserção de estudantes com deficiência visual no mercado de trabalho.

A partir de 1926, segundo (SANTOS, 2017), outras escolas inspiradas no Instituto Benjamin Constant foram criadas pelo Brasil: O Instituto São Rafael em 1926, em Belo Horizonte (MG), a Escola Profissional para Cegos em 1928 na cidade

de São Paulo (SP), o Instituto dos Cegos e, 1929, em Salvador (BA), foi criado o Instituto Santa Luzia, em 1943 em Porto Alegre (RS), foi fundado em 1957 o Instituto dos Cegos, em Fortaleza (CE), e o Instituto de Cegos Florisvaldo Vargas, em Campo Grande (MS).

Em 1857, também no Rio de Janeiro, foi criado o Instituto dos surdos-mudos, atualmente o Instituto Nacional da Educação dos Surdos (INES) (BRASIL, 2008).

Datam ainda do período imperial, segundo (LEITÃO, 2008), a criação de duas entidades de acolhimento às pessoas com deficiência intelectual no Brasil: o Hospital Psiquiátrico Juliano Moreira em 1874 em Salvador (BA) e a Escola México, em 1887, no Rio de Janeiro, realizando atendimento educacional a crianças com deficiências físicas, visuais e intelectuais.

Marcando o ensino de crianças com deficiências neste período, as Sociedades Pestalozzi nas décadas de 1940 e 1950, podendo-se destacar como as primeiras sedes a Sociedade Pestalozzi de Minas Gerais, fundada em 1932, em Belo Horizonte, a Sociedade Pestalozzi no Rio de Janeiro, fundada em 1945 e a Sociedade Pestalozzi de Niterói, fundada em 1948.

No mesmo período fundou-se no Rio de Janeiro, a primeira APAE, que teve apoio dos membros da associação norte-americana. Tais instituições filantrópicas marcaram o atendimento educacional destinados a pessoas com deficiência no Brasil.

Por meio do (BRASIL, 1961), estabelecem-se as primeiras normas de organização educacional voltados a educação de alunos com deficiência.

A assembleia das Nações Unidas proclamou em 1981 o ano internacional das pessoas com deficiência. Com o tema “participação plena e igualdade”, que permite a adoção de medidas eficazes de nível nacional e internacional para atingir as metas de participação plena das pessoas com deficiência na vida social e no desenvolvimento.

A Constituição Federal de 1988, elege como um dos princípios o ensino “a igualdade de condições de acesso e permanência na escola” (art. 206, inciso 1),

acrescentando que o “dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de acesso aos níveis mais elevados do ensino da pesquisa e da criação artística, segundo a capacidade de cada um”(art. 208, inciso V).

Em 1990, ocorreu a realização da Conferência Mundial de Educação para Todos e, com a declaração de Salamanca de princípios, política e prática para as necessidades educativas Especiais, determinou-se a “era da inclusão”, que não pregava apenas a integração social, mas também o dever da sociedade de se adaptar a essas diferenças individuais (BILL, 2017).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB – (BRASIL, 1996) em seu art. 59 diz que crianças e jovens portadores de necessidades especiais devem ser matriculadas preferencialmente em escolas regulares, recomenda ainda que as necessidades das crianças e jovens devem ser atendidas através de uma organização específica e da capacitação dos professores para a integração desses alunos em salas regulares.

Em 2008, a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação inclusiva, propôs um conjunto de diretrizes voltadas ao processo de inclusão escolar.

Segundo o Censo escolar 2018, o acréscimo de matrículas de alunos com necessidades especiais no últimos cinco anos, 2014 a 2018 cresceu 33,2% em todo país.

Em 2014, eram 886.815 os alunos com deficiência, altas habilidades e transtornos globais do desenvolvimento matriculados em escolas brasileiras. Este número tem aumentado ano a ano. Em 2018, chegou a cerca de 1,2 milhão. Entre 2017 e 2018 houve um aumento de aproximadamente 10,8% nas matrículas (BRASIL, 2018).

Por tudo isso, é possível perceber que o direito a educação da pessoa com deficiência no Brasil é algo historicamente recente e em decorrência disso, as políticas públicas de interesse à pessoa com deficiência são promulgadas com o intuito de oferecer e garantir efetivamente a igualdade de direitos e oportunidades, bem como combater o preconceito sofrido por estas.

Contudo, vale salientar que no início todas essas iniciativas eram voltadas ao processo de integração dos alunos com necessidades especiais no ensino regular. Isso não significa, que a necessidade esteja sendo atendida, pois são apenas colocados em salas regulares sem que haja infraestrutura e apoio para eles.

Esse apoio deve ser traduzido de forma adequada como professores de Libras Braille para alunos com deficiências sensoriais, além de ambientes e materiais adaptados para outras deficiências. O verdadeiro acolhimento só se consegue por meio do atendimento inclusivo, que garante um tratamento mais humanizado e preocupado em oferecer uma educação de qualidade.

2.3 Educação inclusiva no Ceará

De acordo com a Constituição Federal de 1988, a Constituição do Ceará de 1989, no capítulo II, que trata sobre a Educação, estabeleceu, no art. 215, § I, “[...] igualdade de condições para o acesso e permanência na escola” (CEARÁ, 1989), e no art. 218, § VI estabeleceu o “[...] atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência em qualquer idade, preferencialmente na rede regular de ensino” (CEARÁ, 1989).

O atendimento educacional especializado no Ceará emerge das legislações supracitadas como uma alternativa de atender os alunos com necessidades especiais em salas regulares, por força dos direitos conquistados, desde a constituição federal de 1988 e ratificados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB 9.304/96. Com isso, desponta a criação de instituições e parcerias entre as esferas federal, estaduais e municipais com foco em propor ações para o atendimento ao aluno com necessidades especiais.

Em 1996, no Ceará, houve a criação do Centro Integrado de Educação Especial, que tinha como objetivo promover ações específicas voltadas ao desenvolvimento psicossocial dos alunos e sua integração nos espaços escolar e social.

Com a (BRASIL, 1996), a Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC) lançou no ano de 1997, a Política Estadual de Educação Especial (PEEE) fundamentada na defesa da escola inclusiva que “[...] deve propiciar um atendimento especiali-

zado que permita ao aluno, mesmo inserido no ensino regular, receber apoio pedagógico e instrucional, segundo suas necessidades [...]” (CEARÁ, 1996).

A PEEE se fundamentou no redimensionamento da Educação Especial no Ceará, a implantação dos núcleos de atendimento especializado, na capital e no interior do Estado, seguindo uma proposta de expansão, interiorização e inclusão do educando com necessidades especiais no ensino regular (CEARÁ, 1996), por meio de parcerias entre os governos estaduais e municipais.

Em geral esses núcleos de atendimentos configuram-se como espaços pedagógicos que contam com uma equipe multiprofissional, compostas por pedagogos, assistentes sociais, psicólogos, fonoaudiólogos e terapeutas ocupacionais.

Essa assessoria especializada promoveu nos últimos anos uma expansão das matrículas de alunos com necessidades especiais no ensino regular em detrimento da redução de matrículas em instituições especializadas.

Embora o Ceará tenha registrado uma queda de 5,2% na matrícula na educação básica nos últimos cinco anos, entre 2014 e 2018 houve um crescimento de 58,2% nas matrículas da educação especial (BRASIL, 2018).

O levantamento revela que o número de matrículas de alunos com necessidades especiais em salas regulares no Estado foi de 56.316 em 2018. O total matriculado em classes especiais exclusivas, por sua vez, chegou a 1.251. Em 2014, o registro total foi de 36.366 matrículas, sendo 34.504 nas salas regulares e 1.862 em turmas exclusivas.

2.4 Educação de deficientes visuais no Ceará

No Ceará, a Secretaria de Educação do Estado (SEDUC) vem adotando políticas orientadas para os portadores de necessidades especiais em parceria com o Ministério da Educação, com os Municípios e organizações não governamentais. Isso tem resultado na ampliação da oferta dos serviços e na melhoria das condições de atendimento.

Pioneira no estado podemos destacar a Associação de Assistência aos cegos (SAC) , que atende da educação infantil até a 5ª série do fundamental a pessoas com de deficiência visual que desejam aprender a ler e escrever em braille.

Associação Cearense de Cegos (ACEC) atende adolescente e adultos, oferecendo matrículas para as turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA), desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio com o apoio da Associação de Professores do Ensino superior do Estado do Ceará (APESC), além de oferecer atendimento com programa de orientação e mobilidade.

A Escola de Ensino Fundamental do Instituto dos Cegos que atende crianças e adolescentes com deficiência visual e deficiências múltiplas bem como alunos acompanhantes sem necessidades especiais.

O Centro de Apoio Pedagógico para atendimento a pessoas com Deficiência Visual (CAP), que é uma unidade de atendimento pedagógico e suplementação didática oferecida às pessoas cegas e com baixa visão garantindo o acesso aos recursos específicos aos conteúdos curriculares das escolas regulares.

Em geral, o sistema de educação estadual oferece centros de atendimentos aos deficientes visuais em todas as faixas etárias, encontra-se também atendimento em escolas regulares mediante processo de inclusão educacional, abrindo suas portas para alunos com necessidades especiais, dando oportunidade de convivência social e cidadã.

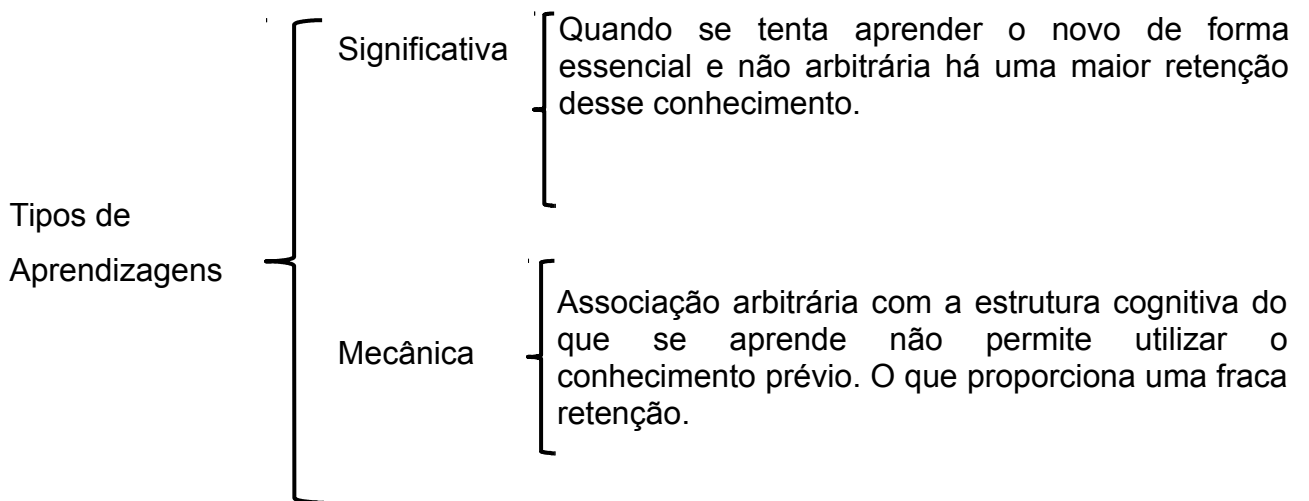
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo faremos uma breve descrição da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, não faremos uma abordagem completa, apenas aspectos que nos foram úteis. Como já afirmamos na Introdução, esse trabalho não trata de uma aplicação estrita dessa teoria, apenas usamos a ideia dos conhecimentos prévios na introdução das atividades propostas, visto que essa abordagem tem dado uma boa resposta em nosso trabalho.

3.1 Traços da teoria de Ausubel

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por David Paul Ausubel psicólogo nascido em Nova York, que concebe a aprendizagem como um processo de construção de novos conhecimentos a partir dos já previamente adquiridos. Relacionar o novo com o que já se conhece permite uma maior assimilação e retenção do conhecimento.

Para Ausubel a aprendizagem que é repassada sem levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos se torna mecânica e de difícil retenção, visto que esse novo conhecimento ocorre de forma original e mecânico. Os conceitos de aprendizagem significativa e mecânica se resume no seguinte esquema.



Quando o conhecimento escolar a ser repassado não se liga a algo já conhecido, é o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando novas

informações são repassadas sem interagir com conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Assim, o aluno decora leis e fórmulas que não lhe fazem sentido, e as esquece depois da avaliação.

Para a aprendizagem significativa o aluno não é apenas um receptor passivo, muito pelo contrário. É um agente ativo que utiliza os seus conhecimentos prévios, de modo a captar os significados dos materiais educativos que lhe oferecem. Se trata de um processo de construção progressiva de significados e contextualizações, promovendo o desenvolvimento gradual dos subsunçores dos alunos, proporcionando um ancoradouro para as novas informações.

Assim pode se verificar que o subsunçor é entendido como uma ideia ou conceito já existente na estrutura cognitiva do estudante, capaz de servir como ancoradouro a uma nova informação de modo que ela passe a representar um novo significado para ele.

Segundo (SILVA e SHIRLO, 2014) para Ausubel, subsunçor é uma estrutura específica na qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias do sujeito. Em Física, por exemplo, se os conceitos de unidades de medida já existirem na estrutura cognitiva do estudante, esses conceitos servirão de subsunçores para novas informações referentes aos conceitos de força e aceleração.

Neste contexto cabe ao professor criar situações para promover um elo entre a estrutura hierárquica de conhecimento e o conhecimento que já existe, permitindo a integração dos novos conceitos aprendidos, tornando mais fácil o relacionamento da nova informação com a estrutura cognitiva já existente.

Ausubel sugere que o professor deve identificar um conteúdo relevante na estrutura cognitiva do estudante e fazer uso desse conteúdo para o desenvolvimento da aprendizagem do novo material. Nesse caso, o professor pode fortalecer relações entre os conteúdos novos e os conteúdos velhos, oferecendo uma visão geral do material em um nível mais elevado de abstração.

Segundo (MOREIRA,1999), em algumas vezes o estudante possui os sub-
sunçores, mas estes não se representativos em sua estrutura cognitiva. Nesse caso,
o professor deve desenvolver um trabalho como organizadores prévios, para prepa-
rar ou ativar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do estudante.

Retornando ao ensino de Física, o professor poderia trabalhar com os estu-
dantes os conceitos unidades de medida, deixando o conteúdo velocidade para uma
segunda etapa. Assim, os conhecimentos prévios sobre unidades de medida, ajuda-
rão na elaboração do conceito de velocidade, pois eles funcionarão como suporte
para o novo conceito.

3.2 Introdução ao Eletromagnetismo

Os primeiros fenômenos magnéticos observados são aqueles relacionados
com os ímãs naturais. É dito que próximo a uma cidade chamada Magnésia (Ásia
Menor) foram encontradas pedras que tinham a propriedade de atrair o ferro. Esse
material chamado magnetita (Fe_3O_4), é mineral não metálico que apresenta um cam-
po magnético natural, mostrado na Figura 1.

A propriedade de atrair certos metais de forma mais intensa em uma parte
mais específica dos ímãs (chamadas polos). Thales de Mileto falou da existência de
certa pedra ímã porém para explicar suas propriedades atribuiu um “poder da alma”
que permitia atrair certos tipos de material.

Figura 1: Ímã natural magnetita (Fe_3O_4).



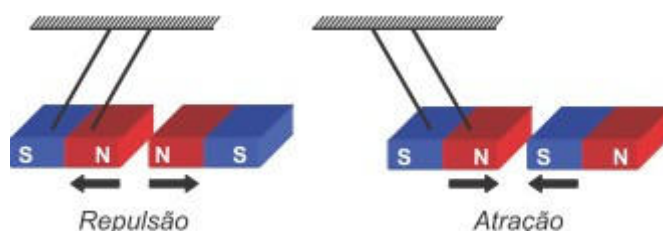
Fonte: <http://imasdafisica.blogspot.com/2012/11/definicoes-dos-tipos-de-imas.html/> Acesso:

24/04/2017.

Os chineses descobriam em 121 AC, que uma barra de ferro em contato com um pedaço desse material adquiriam suas propriedades e as conservava mesmo depois de separados. Assim perceberam que uma agulha imantada se suspensa de forma a girar livremente, esta se orienta de forma que aponta na direção norte-sul. Por essa razão os polos magnéticos recebem os nomes Norte e Sul de acordo com sua forma de orientação.

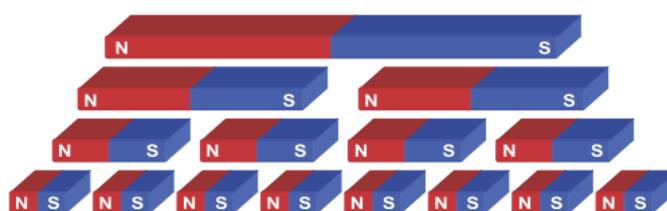
Segundo (MORAIS, 2014) em 1269, Pierre de Maricourt “pedro peregrino” (XIII) escreveu Epistola a Sygerius de Foucault. Esse é o primeiro registro científico que se tem notícia. As cartas se referem aos experimentos por ele realizados. Nelas são citadas que polos de mesmo nome se repelem e os de nomes contrários se atraem (Figura 2). Também se explica o fato de se romper um ímã se formam dois outros ímãs com seus pólos correspondentes (Figura 3).

Figura 2: Interação entre os polos magnéticos.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/12367807/> Acesso em 26/04/2017.

Figura 3: Quebrar o ímã em duas partes produz dois ímãs, e não dois polos isolados.



Fonte: http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/312SF/05_teorias_frame.htm/ Acesso em 26/04/2017.

Todos os conhecimentos sobre magnetismo até o renascimento foi incorporado no livro De mannete (Do magneto), escrito em 1600 pelo inglês William Gilbert (1544-1603), cuja capa encontra-se reproduzida na Figura 4. Ele elencou uma grande quantidade de observações a respeito dos ímãs e efeitos magnéticos, bem como detalhou vários experimentos com ímãs.

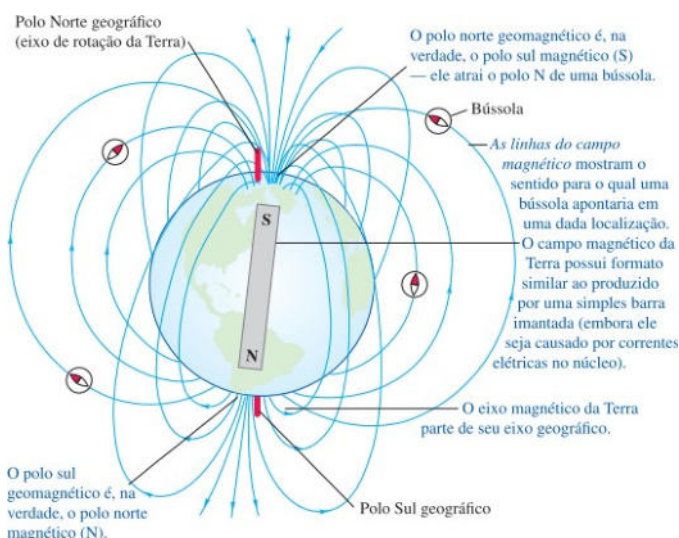
Figura 4: Capa do livro De magnetete.



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/De_Magnete / Acesso: 26/04/2017.

Gilbert em suas conclusões fazia analogia comparando a terra a um grande ímã, onde os polos magnéticos do planeta estavam próximos aos polos geográficos. Como o polo norte de uma agulha imantada aponta para o polo sul magnético de um ímã, conclui que próximo ao polo norte geográfico deve existir um sul magnético. O eixo de simetria do campo magnético da Terra não é paralelo ao eixo geográfico (ou eixo de rotação), de modo que a direção indicada pela agulha da bússola é ligeiramente desviada da direção geográfica norte-sul (Figura 5).

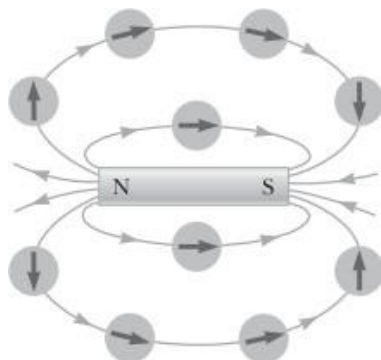
Figura 5: Esboço do campo magnético da Terra. O campo, cuja origem imaginamos que seja a existência de correntes no núcleo líquido da terra.



Fonte: Livro de Física III, Sears e Zemansky: eletromagnetismo/ Hugh D. Young, Roger A. Freedman, 2015. p. 220.

O sentido do vetor campo magnético em qualquer local é dado pelo sentido no qual aponta o norte da bússola. A Figura 6 mostra como pode ser traçado o campo magnético de um ímã em forma de barra com o auxílio de um bússola.

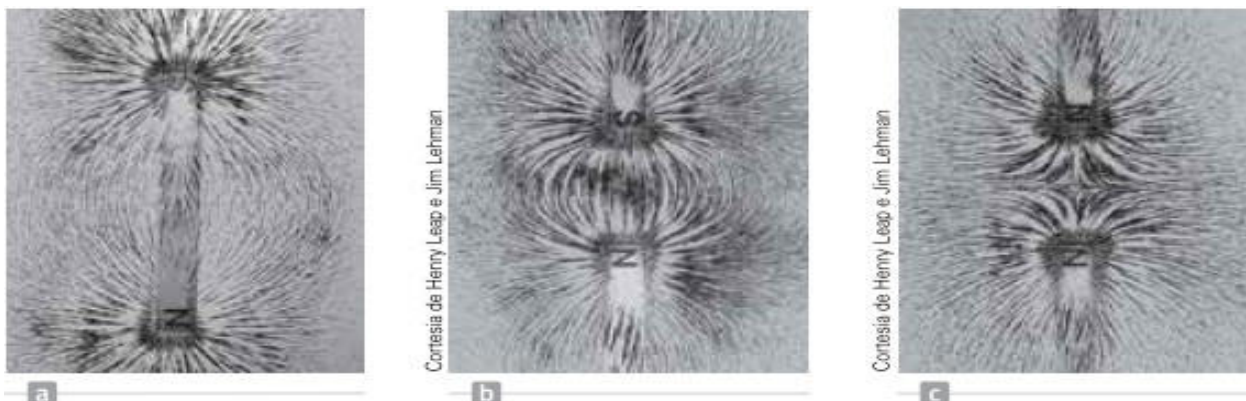
Figura 6: A agulha magnética traçando o campo magnético ao redor de um ímã em barra.



Fonte: Livro Princípios de Física. vol. 3. Eletromagnetismo, Serway; Jewett, Jr. p. 141.

É possível mapear o campo magnético de um ímã com o auxílio de limalha de ferro, conforme a Figura 7.

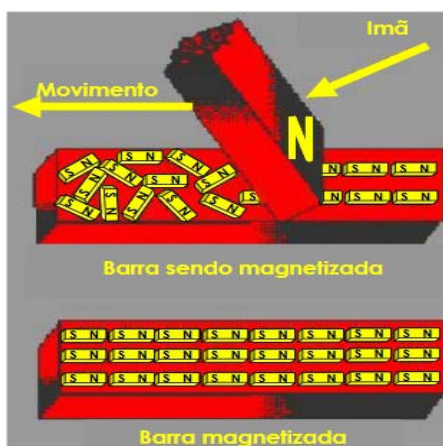
Figura 7: Linhas de campo magnético exibidas por limalhas de ferro em uma folha de papel.



Fonte: Livro Princípios de Física vol 3 eletromagnetismo, Serway; Jewett, Jr p. 141.

Antigamente para explicar as propriedades magnéticas dos corpos, admitia-se que na constituição de todos os corpos existisse um grande número de pequenos ímãs, assim no corpo neutro, esses ímãs tivessem, orientação quaisquer, e seus polos nessas disposições neutralizava o efeito magnético (Figura 8). Já se esse mesmo corpo fosse submetido a um campo magnético externo, todos os pequenos ímãs elementares internos do corpo se orientam de tal maneira que o corpo fica imantado.

Figura 8: Barra sendo magnetizada, segundo a teoria de Weber.



Fonte: http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/ee/311/src/311/documentos/311_RT.pdf/

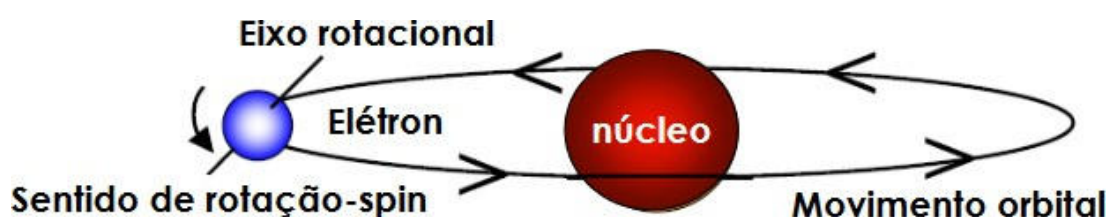
Acesso: 16/05/2018.

Atualmente, sabemos que não existe ímãs interiores, mas que dois movimentos eletrônicos são importantes neste modelo posto para explicar o magnetismo, como mostra a Figura 9.

O modelo de átomo simples que supõe a existência de um núcleo central positivo cercado por elétrons em várias órbitas circulares fornece resultados quantitativos razoáveis e proporciona uma teoria qualitativa satisfatória. (HAYT e BUCK, 2013).

Um elétron girando em torno do núcleo do átomo em um movimento de translação, que confere uma propriedade magnética à estrutura atômica. O segundo o movimento de rotação “spin” do elétron em torno de seu eixo. Esse o segundo é o mais importante, pois pode dar origem a uma resultante magnética quando um número de elétrons giram em um sentido e um grupo menor em sentido oposto, garantindo ao corpo propriedade magnética.

Figura 9: Movimento dos elétrons no átomo.



Fon-

te: http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/ee/311/src/311/documentos/311_RT.pdf/ Acesso:

16/05/2018.

O modelo de átomo simples é um modo conveniente de obter alguma informação sobre a diferença no comportamento dos vários materiais na presença de campo magnético.

Dessa forma, cada átomo contém muitos componentes de momentos diferentes, e a combinação desses momentos determina as características magnéticas do material e proporciona sua classificação magnética geral. De acordo com esse comportamento pode classificar em:

- 🌐 Diamagnéticos
- 🌐 Paramagnéticos
- 🌐 Ferromagnéticos

As substâncias diamagnéticas são as que apresentam repulsão a polos magnéticos, pois apresentaram orbitais duplamente ocupados, isso resulta que o dipolo devido ao spin se cancela, visto que segundo o princípio da exclusão de Pauli, ambos os elétrons têm spins opostos. São substâncias diamagnéticas o bismuto, cobre, silício, germânio, ouro e os gases nobres.

No caso dos paramagnéticos spins se orientam parcialmente, reforçando-o rapidamente. São atraídos fracamente por um ímã, porém não são imantados pelo mesmo. Exemplos: ar, alumínio, magnésio, titânio.

São considerados ferromagnéticos os materiais fortemente atraídos por um ímã, seus domínios magnéticos ficam alinhados. Acredita-se que o ferromagnetismo pode ser causado pelos momentos magnéticos de spins nos elétrons em combinação com o mecanismo conhecido como acoplamento de troca, que alinha todos os spins em cada domínio magnético. São exemplos: ferro, cobalto, níquel e as ligas desses metais.

Como o paramagnetismo, o ferromagnetismo envolve dipolos associados aos spins dos elétrons sem par. A nova característica que torna o ferromagnetismo diferente do paramagnetismo é a interação entre dipolos próximos: em um ferromagneto, cada dipolo gosta de apontar na direção do seu vizinho (GRIFFITTS, 2011).

Quando uma carga de prova em move-se uma direção não paralela ao vetor campo magnético, a força magnética age numa direção perpendicular ao plano formado por \vec{V}' e \vec{B}' .

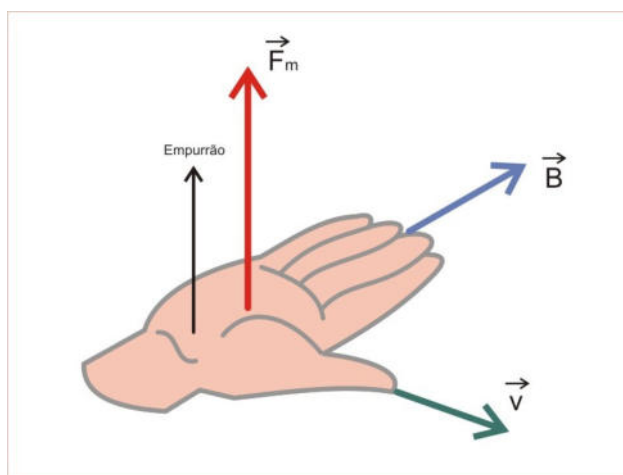
$$\vec{F}'_M = q \vec{V}' \times \vec{B}'$$

Então a \vec{F}'_M que age sobre a partícula é igual a multiplicada pelo produto vetorial da velocidade pelo campo (medidos no mesmo referencial). Também podemos escreve na forma.

$$F'_M = |q| V \cdot B \cdot \text{sen}\phi$$

A regra da mão direita espalmada (Figura 10), que está de acordo com as observações experimentais, permite determinar a direção e o sentido da força magnética. Para isso apontamos, com a mão direita espalmada, o polegar (dedão) no sentido da velocidade e os outros 4 dedos no sentido de \vec{B}' . A força \vec{F}'_M será, então, perpendicular a palma da mão, saindo dela, se a carga for positiva.

Figura 10: Regra da mão direita espalmada.

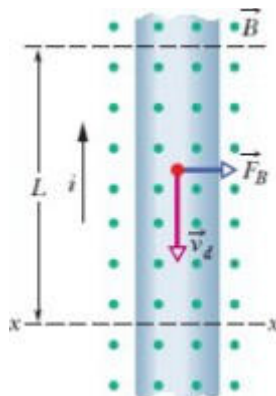


Fonte: [http:// Osfundamentosdafisica.blogspot.com/2011/11/cursos-do-blog-eletricidade.html/](http://Osfundamentosdafisica.blogspot.com/2011/11/cursos-do-blog-eletricidade.html/) Acesso: 28/04/2018.

Por exercer uma força magnética sobre uma partícula carregada quando ela se movimenta através de um campo magnético externo, é de se esperar que em um fio condutor percorrido por corrente também experimente uma força magnética quando colocado em uma região com campo magnético externo. Podemos imaginar,

portanto, para efeitos de cálculos, que a corrente seja constituída por um conjunto de cargas positivas.

Figura11: Fio condutor percorrido por uma corrente elétrica.



Fonte: Livro Fundamentos de Física. Volume 3 – Resnick, p. 204.

Considere um trecho do fio de comprimento L , após um intervalo de tempo $t = L / v_d$, todos os elétrons de condução desse trecho passam pelo plano xx' .

$$q = it = i \frac{L}{v_d}$$

Então temos:

$$F_M = q \frac{B \sin \varnothing}{V} = \frac{iL}{v_d} \frac{B \sin 90^\circ}{V} = iLB.$$

Se o campo magnético não é perpendicular ao fio, a força magnética sobre a corrente é dada por:

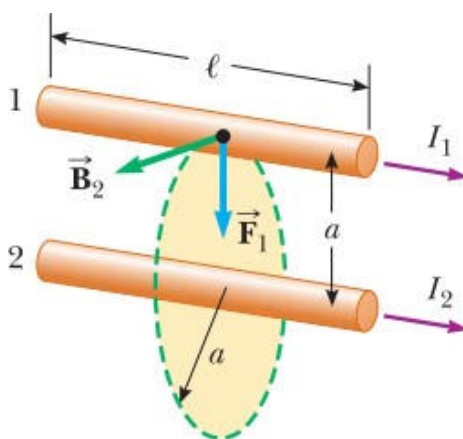
$$F'_M = i L' B'$$

Ampère descobriu que o fenômeno da atração e repulsão magnética também pode ser associado à corrente elétrica em fios condutores. Demonstrou sua descoberta em fios percorridos por eletricidade, instalando dois fios paralelos eletrificados (Figura 12).

Imagine dois fios longos e retos, paralelos separados por uma distância a e que levam correntes I_1 e I_2 na mesma direção, como se mostra na Figura 12. Podemos determinar a intensidade da força, devido ao campo magnético produzido pelos

fios. O fio 2 que leva a corrente I_2 cria o campo B'_2 , que age sobre o fio 1, é o fio de prova. A direção de B'_2 é perpendicular ao fio 1, como se ver na Figura 12. De acordo com a equação $F'_1 = I_1 l \times B'_2$. Em vista que neste caso l é perpendicular a B'_2 , a intensidade F'_1 é $F'_1 = I_1 l B'_2$.

Figura 12: Representação da força magnética em fios paralelos.



Fonte: Livro Física para Ciências e Engenharia. vol. 2 – p. 843.

$$F'_1 = I_1 l \times B'_2 = I_1 l \left(\frac{\mu_0 I_2}{2\pi a} \right) = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} l$$

Utilizando a regra da mão direita, podemos ver que, se as correntes estiverem no mesmo sentido, a força magnética entre os fios será de atração. Caso as correntes possuam sentidos contrários, a força será de repulsão entre os fios.

Como a magnitude das forças em ambos os fios são iguais, Podemos reescrever a força por unidade de comprimento.

$$\left| \frac{F'_M}{l} \right| = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$$

A força magnética entre dois fios paralelos é utilizada para definir o Ampère dessa forma:

Quando $2,0 \times 10^{-7}$ N/m é a força por unidade de comprimento presente entre dois fios longos e paralelos que são percorrido por correntes idênticas e separados por 1,0 m, se define a corrente em cada fio como 1,0 A.

A unidade de indução magnética B deve ser a mesma de F/qv , portanto no SI são equivalentes 1 Ns/Cm , ou, como Ampère é igual a um Coulomb por segundo ($1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$), obtemos unidade 1 N/Am . Essa unidade é conhecida como Tesla (abreviado por T), em homenagem a Nikola Tesla, eminente cientista e inventor sérvio. Então,

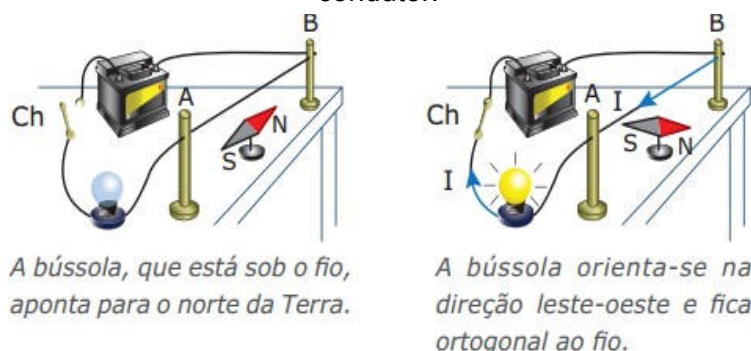
$$1 \text{ tesla} = 1 \text{ T} = \text{N/Am}$$

Tesla é a indução magnética que exerce uma força de um Newton sobre uma corrente de um Ampère que se move perpendicularmente às linhas do campo magnético com uma velocidade de um metro por segundo.

A unidade de B do sistema cgs é o gauss ($1 \text{ gauss} = 10^{-4} \text{ T}$), que é também muito usada. O campo magnético da Terra é da ordem de 10^{-4} T ou 1 gauss.

A origem do campo magnético só começou a ser entendida realmente nas primeiras décadas do século XIX, especialmente depois que Hans Christian Oersted mostrou experimentalmente que os fenômenos elétricos e magnéticos não eram tão independentes como se supunha até então. Oersted descobriu que um fio percorrido por corrente elétrica, posto nas proximidades de uma bússola, era capaz de provocar desvio na agulha magnética, conforme mostra a Figura 13.

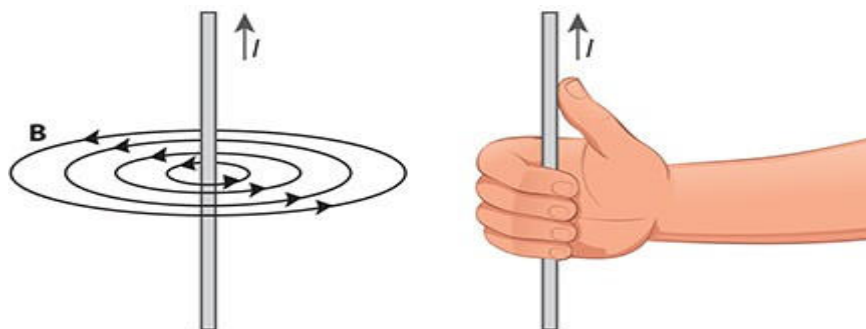
Figura13: Desvio da agulha magnética pela ação da passagem de uma corrente por um fio condutor.



Fonte: Livro de Física III, Sears e Zemansky: Eletromagnetismo/Hugh D. Young, Roger A. Freedman, 2015. p. 239.

A experiência nos permite concluir que as linhas de campo magnético formam circunferências concêntricas ao condutor (Figura 14), situadas em planos perpendiculares a ele. Para determinarmos o sentido da linha, lembre-se que o polo norte da agulha aponta para o sentido da linha.

Figura 14: Linhas de campo magnético ao redor de fio condutor percorrido por corrente.



Fonte: <http://www.universiaenem.com.br/sistema/faces/pagina/publica/conteudo/texto-html.xhtml>

Acesso: 13/09/2018.


A direção do vetor campo magnético B é sempre tangente às linhas de campo em cada ponto considerado, e sempre no mesmo sentido delas. Uma observação, nas figuras do eletromagnetismo é comum a existência de grandezas tridimensionais, em três planos diferentes. Para representarmos as grandezas perpendiculares ao plano do papel onde está feita a figura, usamos a notação a seguir:


- ⊙ Grandeza saindo do plano
- ⊗ Grandeza entrando no plano

Posteriormente Biot, Savart e Ampère estabeleceram o valor da indução do campo magnético em um ponto situado nas proximidades de um condutor percorrido por corrente.

Suponha que a distribuição da corrente esteja em um fio transportando uma corrente I . Os resultados experimentais mostram que o campo magnético $d\vec{B}'$ no ponto P criado por um elemento de comprimento ds' do fio têm as seguintes propriedades:

- O vetor $d\vec{B}'$ é perpendicular a ds' (que está na direção da corrente) e ao vetor unitário \hat{r} direcionado a partir do elemento em direção a P .
- O módulo de $d\vec{B}'$ é inversamente proporcional a r^2 , em que r é a distância do elemento até P .

 O módulo de $d\vec{B}'$ é proporcional a corrente I e ao comprimento ds do elemento.

 O módulo de $d\vec{B}'$ é proporcional a $\sin\theta$, em que θ é o ângulo entre $d\vec{s}$ e \vec{r}' .

A Lei de Biot-Savart descreve esses resultados e pode ser resumida na seguinte expressão matemática:

$$d\vec{B}' = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{s} \times \vec{r}'}{r'^2}$$

É importante observar que a Lei de Biot-Savart fornece o campo magnético em um ponto apenas para um pequeno elemento do comprimento do condutor. Identificamos o produto $I d\vec{s}$ como um elemento infinitesimal de corrente. Para descobrir o campo magnético total em algum ponto devido a um condutor de tamanho

\vec{B}'
 finito, devemos somar as contribuições de todos os elementos de corrente formando o condutor. Ou seja, determinamos \vec{B}' integrando a Equação acima.

\vec{B}'
 Vamos agora calcular o campo magnético em um ponto P localizado a uma distância R de um fio "infinito" percorrido por uma corrente elétrica I, conforme mostra a Figura 15, utilizando a Lei de Biot-Savart.

Observe que $d\vec{B}'$ no ponto P tem a mesma orientação para todos os elementos de corrente nos quais o fio pode ser dividido. Assim podemos calcular o módulo do campo magnético produzido na metade superior de um fio infinitamente longo integrando dB de zero a infinito. (Halliday, p. 221, 2012)

Este caso particular nos leva a

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I ds \sin\theta}{r^2}$$

$$B = 2 \int_0^{\infty} dB = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_0^{\infty} \frac{\sin\theta ds}{r^2}$$

Seja que:

$$r = \sqrt{R^2 + s^2} \quad e \quad \sin \theta = \sin(\pi - \theta) = \frac{-R}{\sqrt{R^2 + s^2}}$$

$$B = \frac{I \cdot \mu_0}{4\pi} \int_0^\infty \frac{R ds}{(R^2 + s^2)^{3/2}} = \frac{I \cdot \mu_0}{4\pi} \left[\frac{s}{R^2 + s^2} \right]_0^\infty = \frac{I \cdot \mu_0}{4\pi} \frac{1}{R}$$

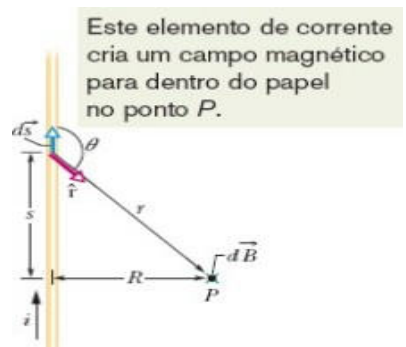
$$2 \pi \cdot \mu_0 (R^2 + s^2)^{3/2}$$

$$2 \pi (R^2 + s^2)^{3/2} = 2 \pi R$$

Este é o resultado da lei de Biot e Savart para o campo magnético criado por um fio infinito percorrido por corrente I:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2 \pi R}$$

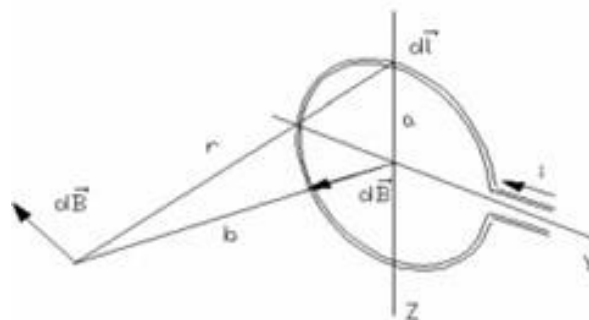
Figura 15: O campo magnético criado por um condutor infinito percorrido por uma corrente elétrica.



Fonte: Livro Fundamentos da Física. vol 3, Resnick, 2011. p 221.

Um outro exemplo que veremos é o caso de um condutor dobrado segundo uma circunferência, onde temos uma espira circular de raio r (r = a), percorrido por corrente i (Figura 16). Nesse caso, a corrente produz um vetor campo magnético cujo o sentido pode ser mapeado pela regra da mão direita, conforme a Figura 16.

Figura 16: Configuração esquemática de uma espira percorrida por uma corrente elétrica usada para o cálculo do campo magnético.



Fonte: Livro Fundamentos da Física. vol. 3, Resnick, 2011. p 221.

No centro da espira a intensidade da indução magnética é dada por:

$$B = \int dB = \int \frac{\mu_0 i dl \sin\theta}{4\pi r^2} = \frac{i}{4\pi a^2} \int dl = \frac{\mu_0 i}{4\pi a^2} (2\pi a) = \frac{\mu_0 i}{2a}$$

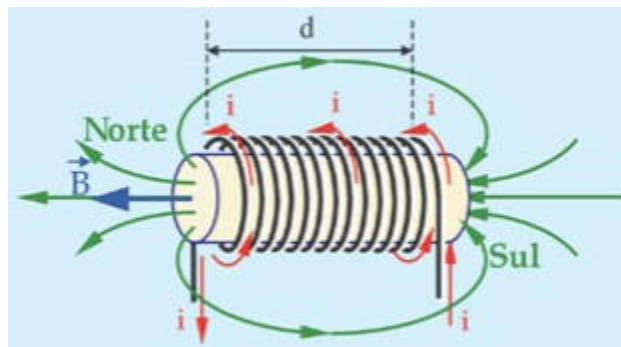
Ao se somar todos os vetores de indução magnética, vemos que devemos fazê-lo adicionando suas projeções no eixo que coincide com a espira, uma vez que as outras componentes se anulam.

Desta forma e considerando o ângulo β que forma o vetor B com o eixo da espira e tendo em mente que $\cos \beta = a/r$:

$$B = B \cos \beta = \frac{\mu_0 i a a}{2 r^2 r} = \frac{\mu_0 i a}{r^3}$$

Um último exemplo que é extremamente prático é um solenóide, um conjunto de espiras em formato helicoidal. Um solenóide é formado por um fio comprido e enrolado de modo que se assemelhe a uma mola, composto por espiras arredondadas identicamente separadas, eletricamente isoladas (Figura 17).

Figura 17: Campo magnético em um solenóide.



Fonte: <http://www.fisic.org/tc-de-fsica-no-03--3-srie--ensino-mdio.html?page=2> Acesso em:

13/09/2018.

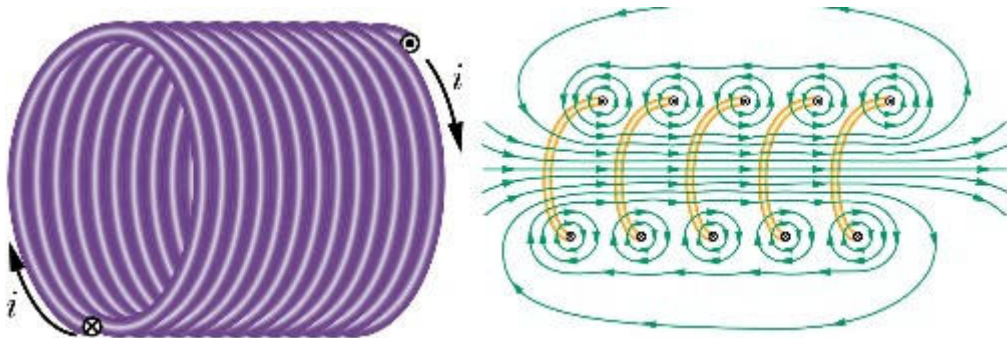
A intensidade do vetor indução magnética no centro da solenóide é dada por:

$$\oint B ds = Bl = \mu_0 \ni i$$

$$B = \mu \frac{N}{l} I = \mu n I$$

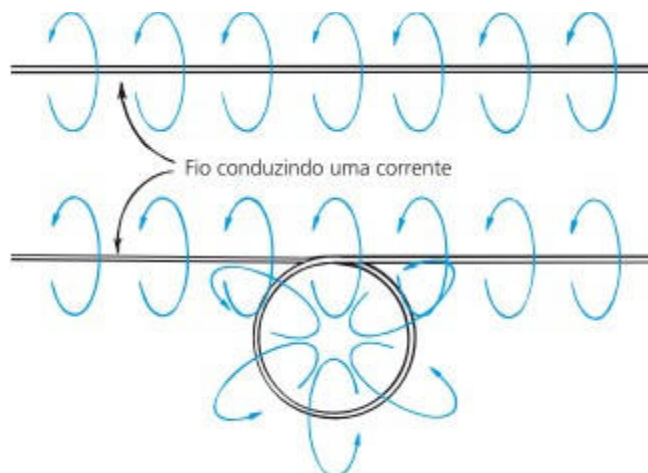
onde N é o número total de espiras do solenóide, l é o comprimento do solenóide e n é a densidade de espiras ($n = N/l$).

Figura 18: Solenóide percorrido por uma corrente elétrica.



Fonte: <https://donaatraente.wordpress.com/enquadramento-teorico/campo-magnetico/campo-magnetico-de-um-solenóide-e-de-uma-bobina-toroidal/> Acesso: 13/09/2018.

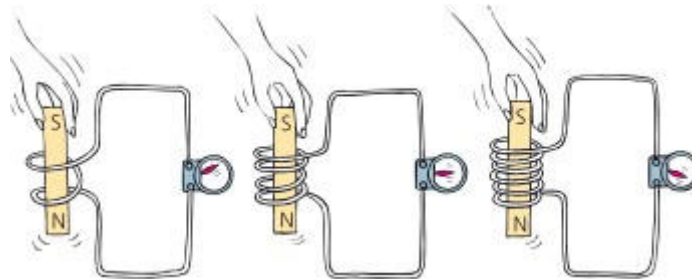
Figura 19: As linhas de campo magnético ao redor de um fio percorrido por uma corrente.



Fonte: Livro Física Conceitual. Paul Hewitt, 2015. p. 458.

Faraday e Henry descobriram que podem produzir corrente elétrica ao aproximar e afastar um ímã rapidamente de uma espira. Este fenômeno da indução de uma voltagem pela variação de campo magnético em uma espira é conhecido como indução eletromagnética. Nele, o valor da voltagem induzida depende da rapidez da variação do campo magnético nas proximidades da bobina. Um movimento muito lento produz voltagem de pequena intensidade.

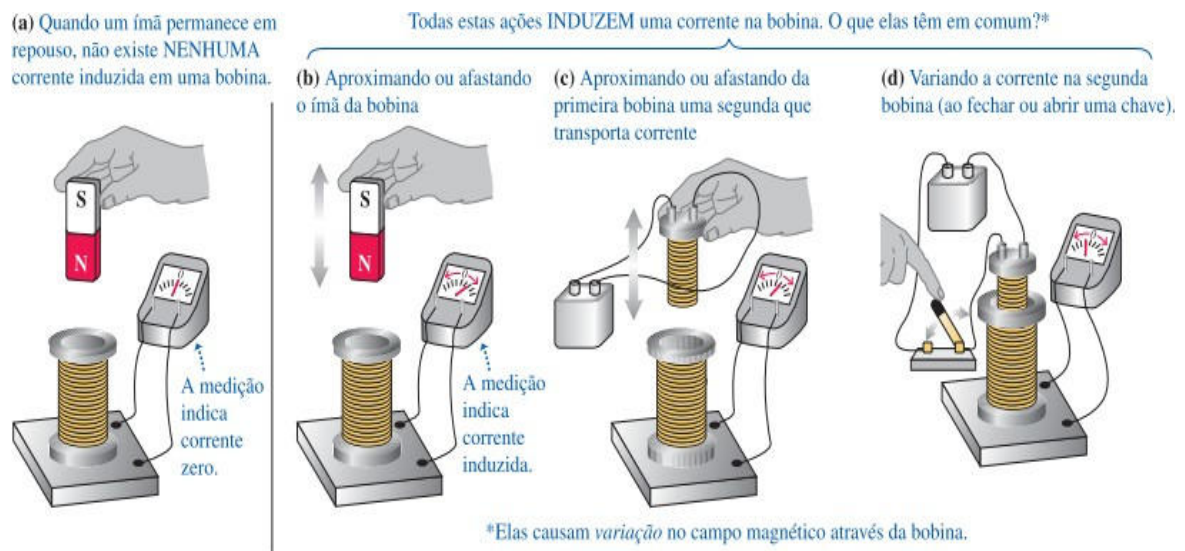
Figura 20: A aproximação e o afastamento do ímã de uma espira produz uma tensão induzida.



Fonte: Livro Física Conceitual. Paul Hewitt, 2015. p 471.

A compreensão do processo de indução magnética requer o conhecimento de uma das leis mais fundamentais do eletromagnetismo, a lei de Faraday.

Figura 21: Demonstração do fenômeno de corrente induzida.

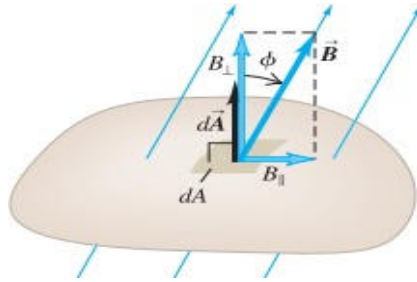


Fonte: Livro de Física III, Sears e Zemansky: Eletromagnetismo/Hugh D. Young, Roger A. Freedman, 2015. Pág. 324.

Segundo Faraday, a variação temporal do campo magnético produz um campo elétrico no interior da rede cristalina do metal. Por isso, seus elétrons livres sofrem a ação desse campo elétrico e, em consequência, uma corrente elétrica é estabelecida em seu interior.

Esta lei é responsável pela unificação da eletricidade e do magnetismo, já que o processo de indução é mediado pelo campo elétrico.

Figura 22: Fluxo magnético através de um elemento de área dA' .



Fonte: Livro de Física III, Sears e Zemansky: Eletromagnetismo/Hugh D. Young, Roger A. Freedman, 2015. Pág. 307.

O conceito de fluxo magnético Φ_B em relação a um elemento infinitesimal de área dA' em um campo magnético B' (Figura 22) um fluxo magnético $d\Phi_B$ através da área é

$$d\Phi_B = \vec{B}' \cdot d\vec{A}' = B_{\perp} dA = B dA \cos \phi$$

Onde B_{\perp} é a componente de B' perpendicular à superfície do elemento de área e ϕ que é o ângulo entre B' e dA' .

Então, o fluxo magnético total Φ_B através de uma área finita é a integral dessa expressão

$$\Phi_B = \int \vec{B}' \cdot d\vec{A}' = \int B dA \cos \phi$$

Se B' é uniforme em toda área plana, então temos

$$\Phi_B = \vec{B}' \cdot \vec{A}' = B A \cos \phi$$

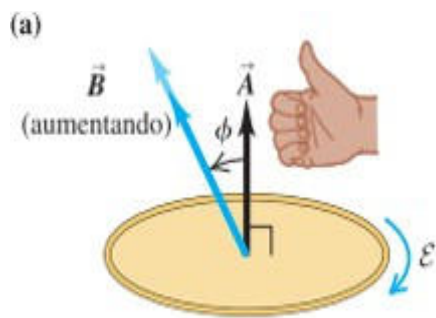
Então a lei de indução de Faraday é dada por

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

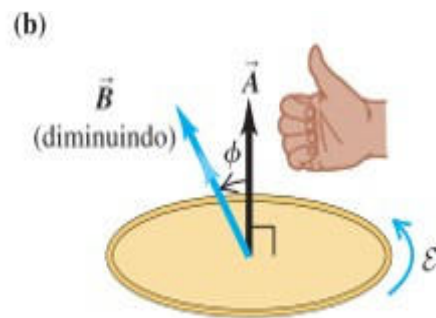
O sinal negativo da lei está relacionado com o princípio da conservação da energia e foi interpretado através da lei de Lenz que pode ser enunciada como:

A força eletromotriz induzida no condutor fechado gera uma corrente de indução que se opõem ao fluxo temporal do campo magnético que lhe deu origem.

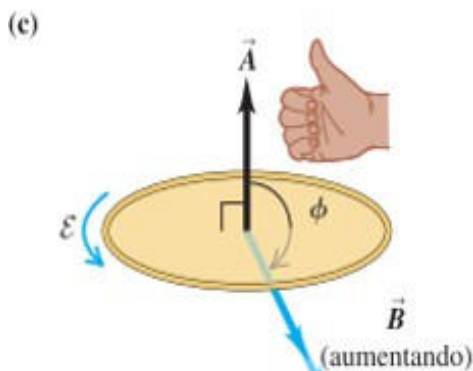
Figura 23: Variação do fluxo magnético sobre o condutor.



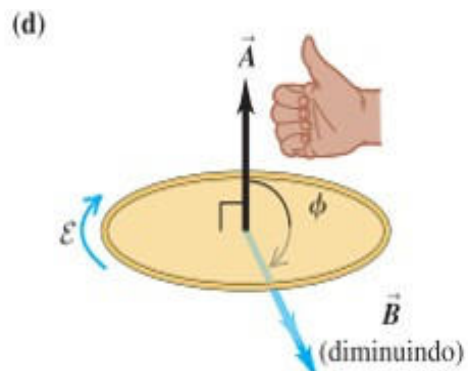
- O fluxo é positivo ($\Phi_B > 0$) ...
- ... e está se tornando mais positivo ($d\Phi_B/dt > 0$).
- A fem induzida é negativa ($\mathcal{E} < 0$).



- O fluxo é positivo ($\Phi_B > 0$) ...
- ... e está se tornando menos positivo ($d\Phi_B/dt < 0$).
- A fem induzida é positiva ($\mathcal{E} > 0$).



- O fluxo é negativo ($\Phi_B < 0$) ...
- ... e está se tornando mais negativo ($d\Phi_B/dt < 0$).
- A fem induzida é positiva ($\mathcal{E} > 0$).



- O fluxo é negativo ($\Phi_B < 0$) ...
- ... e está se tornando menos negativo ($d\Phi_B/dt > 0$).
- A fem induzida é negativa ($\mathcal{E} < 0$).

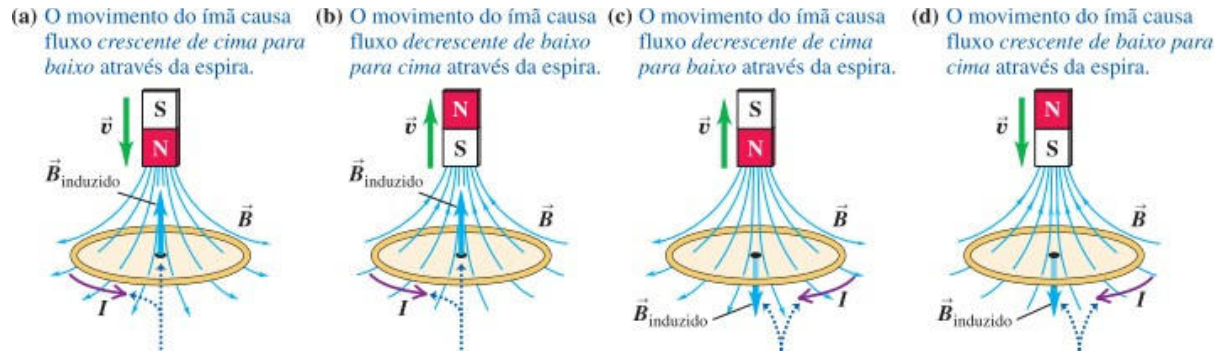
Fonte: Livro de Física III, Sears e Zemansky: Eletromagnetismo/Hugh D. Young, Roger A. Freedman, 2015. Pág. 328.

No interior da área do circuito, o campo magnético produzido é oposto ao original quando ele está crescendo, porém possui o mesmo sentido do original quando ele está diminuindo (Veja as Figuras 23 e 24). Ou seja, a corrente induzida se opõe à variação do fluxo magnético através do circuito e não o próprio fluxo.

Quando se produz uma variação do fluxo magnético que atravessa uma superfície, o campo magnético devido a corrente induzida gera um fluxo magnético sobre a mesma superfície que se opõe a referida variação.

Com isso, encerramos uma abordagem básica mínima para compreender o eletromagnetismo clássico.

Figura 24: Sentido do vetor campo magnético induzido no centro da espira.



Fonte: Livro de Física III, Sears e Zemansky: Eletromagnetismo/Hugh D. Young, Roger A. Freedman, 2015. Pág. 235.

4 METODOLOGIA

O presente Capítulo versa sobre a descrição e a utilização do produto educacional usado nesse projeto, que tem como finalidade a produção de material tátil e sua utilização para o ensino de eletromagnetismo para alunos com e sem deficiência visual. Os materiais táteis confeccionados neste trabalho estão apresentados nas Figuras 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33 e 34.

A presente pesquisa foi realizada numa sala de Ensino Médio regular, na escola estadual Governador Adauto Bezerra, localizada na rua Monsenhor Liberato, nº 1850, bairro de Fátima em Fortaleza. A referida escola atende jovens portadores com deficiências em sala regulares desde 2010 e conta com o suporte de uma sala de recursos multifuncionais destinada ao atendimento educacional a alunos com necessidades especiais. A escola também conta com uma profissional regente no atendimento e suporte educacional a alunos portadores de deficiência, um professor de libras e algumas parcerias com Projetos do Governo Federal (CAPES) tais como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) e Residência Pedagógica da UECE e da UFC.

A turma onde o produto foi aplicado tem aproximadamente 65 alunos e conta com alunos com deficiência visual total ou parcial. O material tátil aplicado nos encontros para auxiliar o entendimento de eletromagnetismo foi confeccionado previamente em oficinas que contaram com a ajuda dos alunos monitores, baseado na teoria de Ausubel que aborda a importância dos conhecimentos prévios para adquirir novos significados.

A pesquisa foi realizada em duas etapas. A primeira etapa com a aplicação de um questionário aos alunos, procurando verificar suas concepções sobre o assunto; e a segunda etapa após o contato com o material tátil. Objetivando estabelecer relação entre as duas etapas e o impacto do material no desenvolvimento cognitivo dos alunos envolvidos.

Os questionários de verificação dos conceitos iniciais e finais é constituído por questões abertas a respeito do tema, possibilitando que os estudantes respondam livremente as suas impressões sobre o tema abordado.

A aplicação do modelo tátil foi realizado em três encontros de 50 minutos e ao final de cada aplicação foi tomada a opinião espontânea dos alunos com e sem deficiência, sobre a utilização da maquete e do tema abordado. Os participantes tinham que realizar 3 atividades:

- i) Responder a um pré-teste;
- ii) Interagir com as maquetes táteis;
- iii) Responder um pós-teste.

O produto foi aplicado em uma turma de terceiro ano regular do ensino médio que conta com 65 alunos dentre os quais, quatro com deficiência visual. Inicialmente a sala de aplicação foi dividida em grupos de cinco pessoas através da livre escolha dos participantes, contanto que os deficientes visuais ficassem em turmas distintas ao longo dos encontros com duração de 50 minutos esses grupos se mantiveram fixos.

O tema eletromagnetismo ainda não tinha sido desenvolvido na turma, e por isso, durante todo o processo de aplicação das maquetes táteis, foram feitas intervenções no sentido de auxiliar os grupos na realização e percepção dos temas abordados.

4.1 Material tátil visual

Apresentaremos agora a organização das aulas temas desenvolvidas no trabalho.

4.1.1 Estudo dos ímãs

No primeiro encontro (registrado na Figura 28), a finalidade do material é apresentar as propriedades magnéticas dos ímãs e da terra.

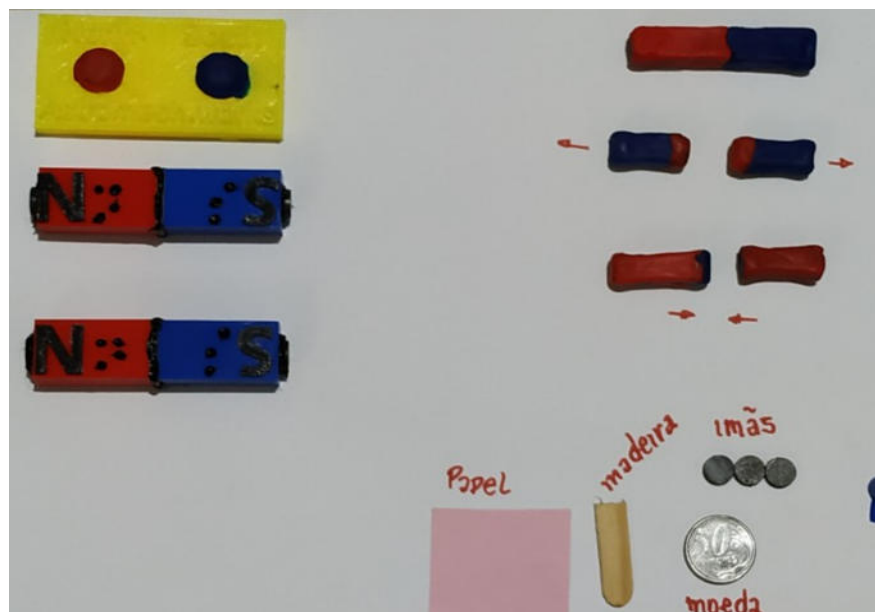
Material:

- Dois ímãs
- Massa de biscuit
- Madeira
- Papel

- Clips
- Filamento ABS
- Liga de dinheiro
- Palito de dente.

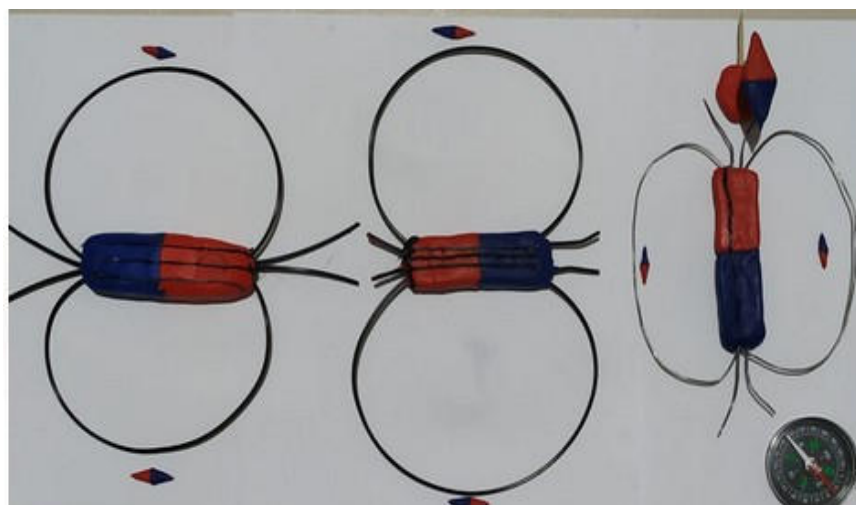
O objetivo desse material é fazer com que os alunos com e sem deficiência manuseiem ímãs e percebam suas propriedades e o campo magnético nas imediações do ímã e da terra.

Figura 25: Modelos de ímãs.



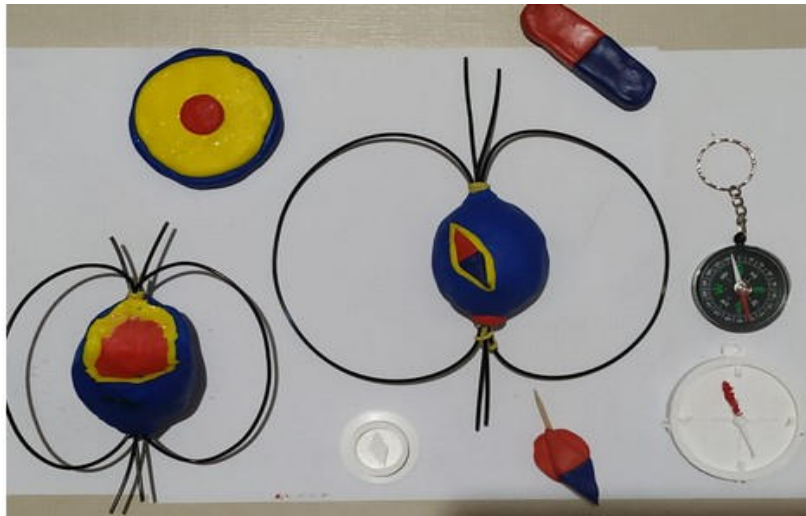
Fonte: autor.

Figura 26: Modelos de linhas de campo magnético gerados pelo ímã.



Fonte: autor

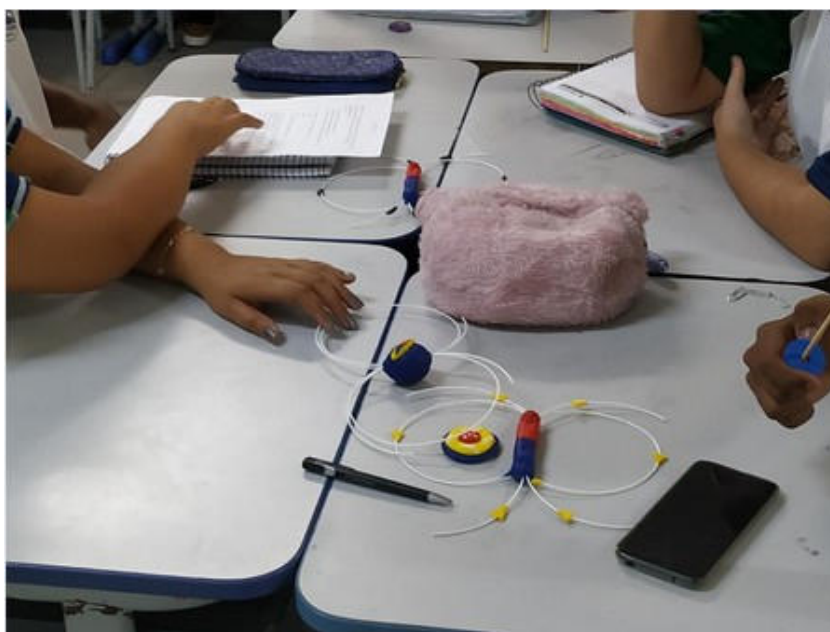
Figura 27: Modelos de campo magnético da terra e bússola.

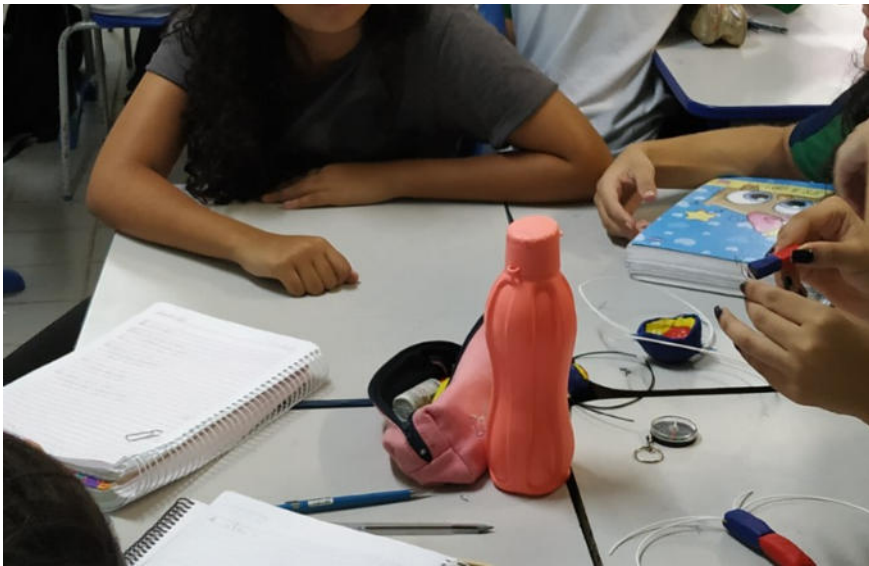


Fonte: autor.

Para confeccionar esse material, utilizou-se massa de biscoito colorida que foi moldada na forma de retângulos e pequenos ímãs foram colocados nos extremos desses retângulo. Para simular o campo magnético dos ímãs foram utilizados filamento de ABS, que foi devidamente moldado com liga de dinheiro. A maquete da terra foi produzida com massa de biscoito colorida com três texturas de cores diferentes. Foi aderido a cada cor um componente diferente, amarelo (colocamos sal), vermelho (talco) e azul (areia).

Figura 28: Grupos de estudantes na aula prática com maquetes.







Fonte: autor.

4.1.2 Campo magnético ao redor de um fio

No segundo encontro, a finalidade do material foi apresentar a geração do campo magnético ao redor de um fio longo (Figura 29 e 31), espira circular e solenóide atravessados por corrente elétrica. Para o fio longo realizamos dois modelos.

Material utilizado:

- Cano de plástico
- Esfera de aço
- Suporte de cabo de vassoura
- Círculos de PLA
- Ímãs de ferrite
- Espiral de plástico (encadernação).

O modelo foi idealizado para que os alunos possam ter uma noção de campo magnético circular que se forma no entorno do fio.

Figura 29: Um modelo (1) de um fio longo reto percorrido por uma corrente elétrica.



Fonte: autor.

Parte dos próximos materiais táteis foram confeccionados com o uso da impressão 3D (Figura 30) que utiliza o princípio da adição de material camada por camada. Essa tecnologia é conhecida como base de fusão e deposição (extrusão), onde explora-se materiais termoplastos na forma de filamentos para a produção das peças bi e tridimensionais.

O processo de impressão 3D por FDM (Fused Deposition Modeling) consiste basicamente, em submeter um material sólido a altas temperaturas (200 a 300 graus Celsius), realizando um processo de fusão (derretimento). Esse material é de-

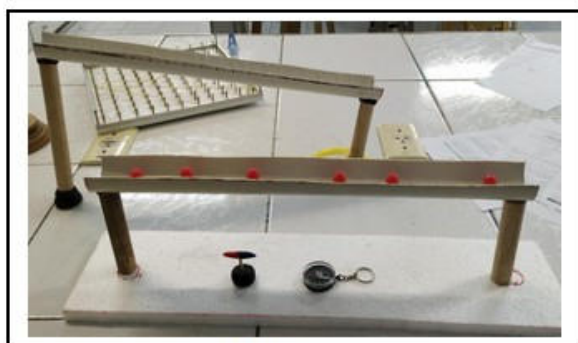
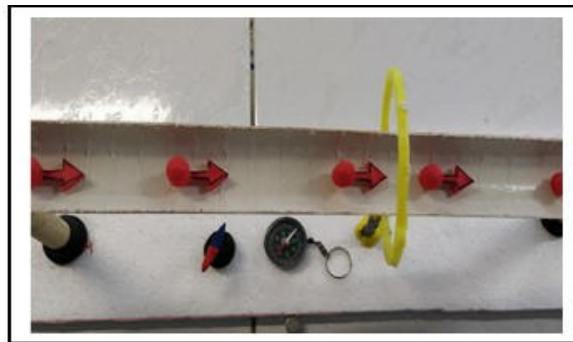
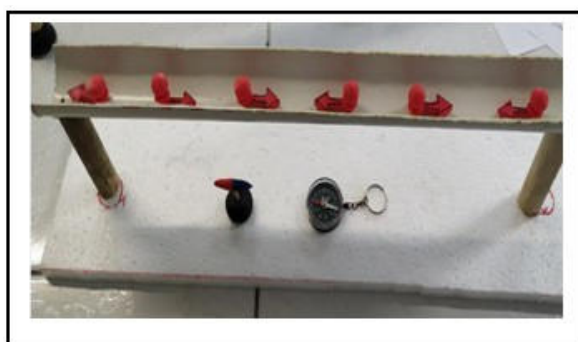
positado em pequenas quantidades, formando uma camada; sucessivamente essas camadas vão se acumulando, até formar o objeto a ser impresso.

Figura 30: Impressora 3D Finder Flash Forge Wi-F e USB Com Filamento.



Fonte: autor.

Figura 31: Um modelo (2) de um fio longo reto percorrido por uma corrente elétrica.



cargas em movimento desorganizado
não produz campo magnético

cargas em movimento organizado
produz um campo magnético circular

Fonte: autor.

Nas espiras o material tem o objetivo de permitir que os estudantes possam, por meio do tato, perceber o sentido da corrente circundante e o sentido do campo magnético no centro da espira (Figura 32). Para incentivar a experimentação, ímã

permanente com seus respectivos pólos foram colocados na parte de trás da simulação do campo na região com massa de Biscuit (em amarelo no modelo).

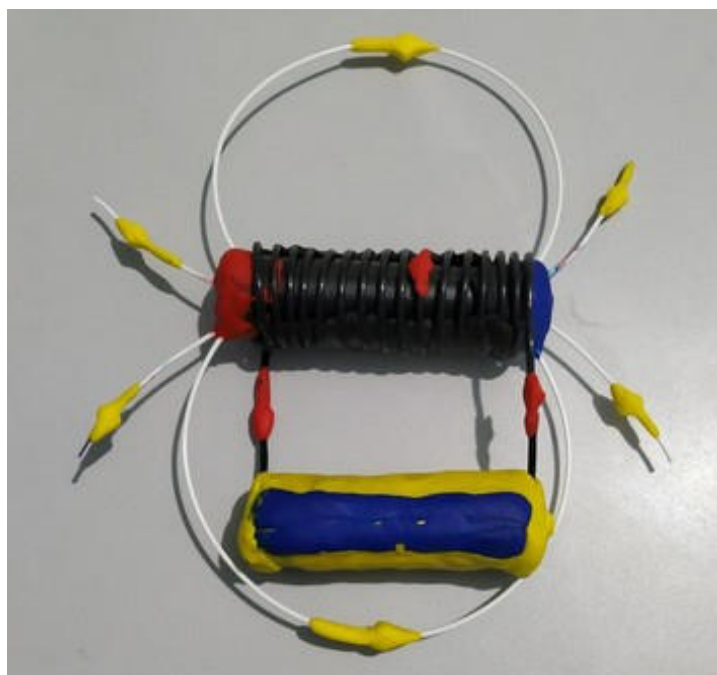
Figura 32: Um modelo de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica.



Fonte: autor.

No solenoide (Figura 33) o material tem como objetivo permitir que os estudantes possam perceber o sentido da corrente circundante e o sentido do campo magnético no entorno do solenoide.

Figura 33: Um modelo de solenoide percorrido por uma corrente elétrica.



Fonte: autor.

4.1.3 Força magnética

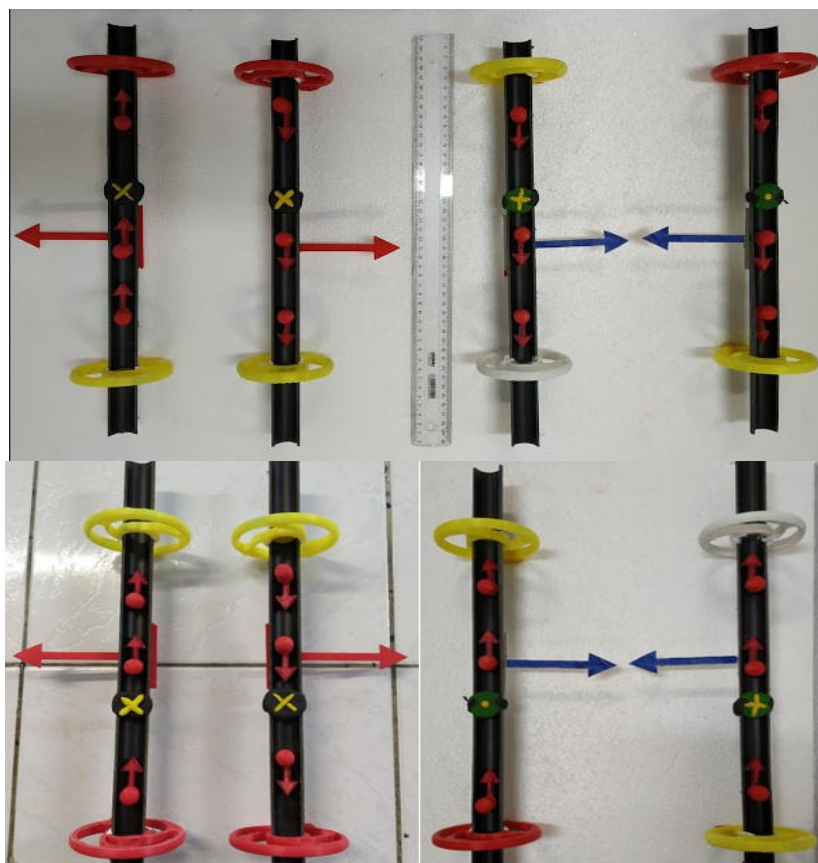
Verificar a força magnética de atração e repulsão entre fios paralelos percorridos por uma corrente elétrica.

Material:

- Canos de eletrodutos serrados de 40 cm
- Esferas de PLA
- Círculos de PLA
- Setas de PLA
- Cola quente
- Ímãs de ferrite.

Essa maquete tem como finalidade dar a noção do comportamento da força magnética que atua em fios paralelos atravessados por correntes elétricas no mesmo sentido e em sentidos contrários.

Figura 34: Modelos de fios paralelos percorridos por correntes elétricas.



Fonte: autor.

4.1.4 Indução magnética de Faraday-Lenz

O terceiro encontro teve como objetivo produzir um modelo que facilite o entendimento da lei de Faraday de produção de uma corrente induzida, bem como evidenciar a lei de Lenz na prática por meio do freio magnético.

Figura 35: Canos, ímãs e metal necessários para conduzir a prática.



Fonte: autor.

Material:

- 1 tubo oco de alumínio com cerca de 30 cm de comprimento
- 1 tubo oco de pvc de mesmo tamanho e diâmetro do tubo de alumínio
- 1 ímã cilíndrico de neodímio
- 1 cilindro de metal de mesmo tamanho e massa do ímã cilíndrico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No início de cada encontro aplicou-se um pré-teste (Apêndices B, C e D) para diagnosticar a familiaridade com o assunto. Mesmo que qualitativamente, foi possível constatar que os conceitos de eletromagnetismo não são muito claros no sistema cognitivo dos alunos. Porém, foi muito útil verificar os conhecimentos prévios para em seguida fazer as intervenções necessárias.

Resumindo, esse trabalho foi aplicado em 3 (três) encontros, em cada encontro foram realizados pré-testes e pós-testes no início e final do encontro, as questões relativas aos pré-testes foram numerados de (1) a (17) e os pós-testes foram chamadas por letras de (a) a (k); entre eles foram aplicados os materiais táteis.

O primeiro encontro tem como finalidade apresentar as propriedades magnéticas dos ímãs e da terra. Seguem as oito perguntas e respostas dadas pelos grupos no **pré-teste** relativo ao primeiro encontro.

Pergunta 1: Os ímãs podem atrair: pedaços de madeiras? ferro? papel?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação a interação dos ímãs com alguns materiais.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma coerente a pergunta realizada. Significando que esse conhecimento já faz parte da estrutura cognitiva dos estudantes.

Pergunta 2: Os ímãs se atraem ou se repelem? Em que condições?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre a propriedade de interações dos polos dos ímãs.

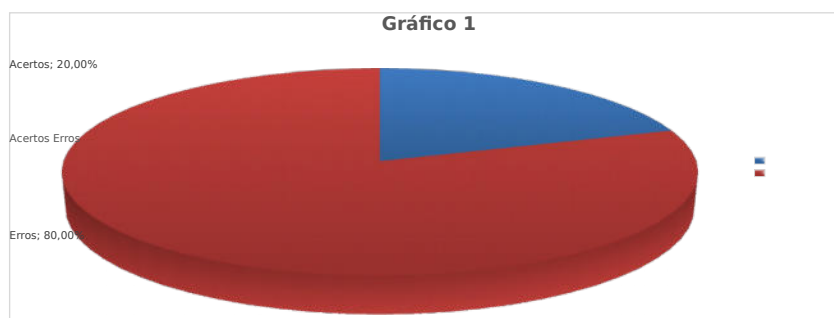
Resultado: 20% dos grupos responderam de forma correta a totalidade da pergunta realizada, os demais não conseguiram explicar o porquê dessa propriedade apresentada pelos ímãs. O Gráfico 1 a seguir representa o percentual de acertos e erros da pergunta 2.

Pergunta 3: A terra pode ser considerada um ímã? Explique.

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre a propriedade magnética da terra.

Resultado: 100% dos grupos erraram pois embora entendam que a terra tem propriedades magnéticas não conseguiram explicar o porquê dessa propriedade apresentada.

Gráfico 1: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta 2 do pré-teste.



Fonte: o autor.

Pergunta 4: Qualquer corpo pode ser magnetizado? Explique.

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre a propriedade que alguns corpos apresentam em se magnetizar quando submetidos a um campo magnético externo.

Resultado: 100% dos grupos erraram pois segundo eles só ímãs e a terra possuem magnetismo.

Pergunta 5: Como funciona uma bússola? Explique.

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o comportamento de uma bússola.

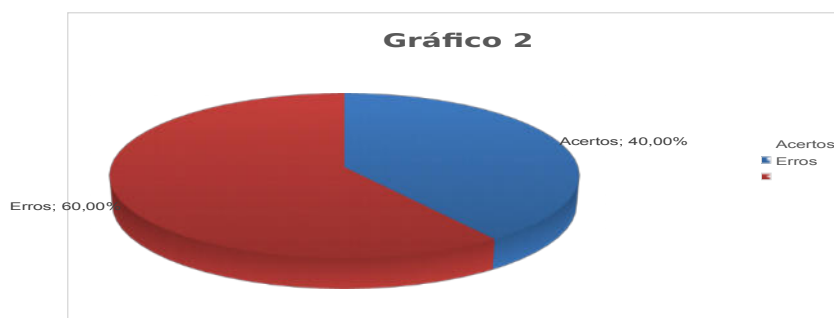
Resultado: 40% dos grupos responderam de forma correta a totalidade da pergunta realizada, os demais não conseguiram explicar o porquê da orientação apresentada por uma bússola. O gráfico 2 representa o percentual de acertos e erros da pergunta 5.

Pergunta 6: Um ímã é capaz de desorientar uma bússola?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre a influência de um campo magnético externo sobre o comportamento regular de uma bússola.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma correta a pergunta realizada.

Gráfico 2: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta 5 do pré-teste.



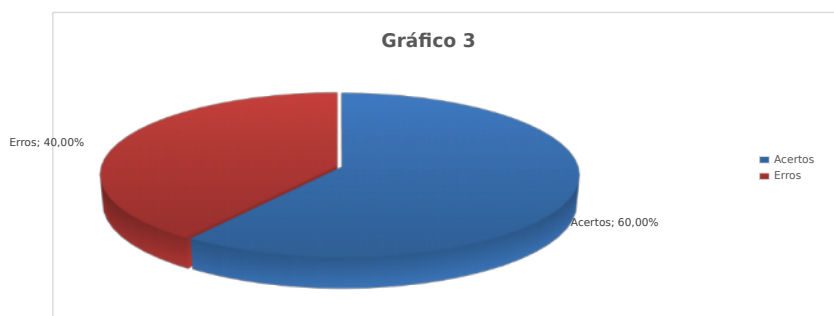
Fonte: o autor.

Pergunta 7: É possível a utilização de uma bússola na lua?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o comportamento regular de uma bússola na superfície lunar.

Resultado: 60% dos grupos responderam de forma correta à pergunta realizada, embora não saibam explicar corretamente o motivo do não funcionamento da bússola na superfície lunar. O Gráfico 3 a seguir representa o percentual de acertos e erros da pergunta 7.

Gráfico 3: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta 7 do pré-teste.



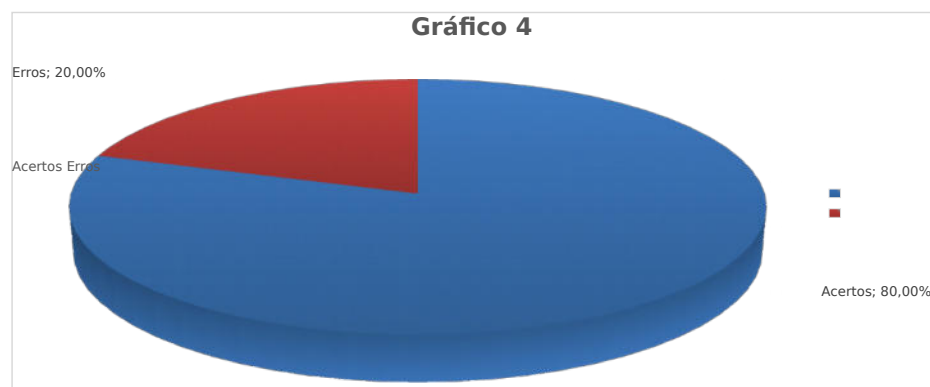
Fonte: o autor.

Pergunta 8: O que acontece quando se quebra um ímã ao meio?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre a propriedade da inseparabilidade dos polos.

Resultado: 80% dos grupos responderam de forma correta à pergunta realizada, embora não saiba explicar corretamente o motivo dos ímãs continuarem com suas propriedades mesmo após sua quebra. O Gráfico 4 a seguir representa o percentual de acertos e erros da pergunta 8.

Gráfico 4: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta 8 do pré-teste.



Fonte: o autor.

Continuando o primeiro encontro, como forma de verificar a eficácia da aplicação dos modelos táteis no fortalecimento da evolução do conhecimentos dos alunos, segue a análise das respostas apresentadas pelos grupos no **pós-teste**, relativos ao primeiro encontro. Lembrando que entre o **pré-teste** e o **pós-teste** aplicamos o material tátil objeto desse trabalho.

Pergunta a: Explique o que são “polos de um ímã”?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos quanto ao comportamento da força magnética exercida por certas partes do ímã.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma coerente à pergunta realizada.

Pergunta b: Um ímã ao ser cortado em duas partes irá apresentar polos nortes e sul separados? Por quê?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos quanto à propriedade da inseparabilidade dos polos.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma coerente à pergunta realizada.

Pergunta c: Qual a característica do campo magnético produzido por um ímã?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos quanto a propriedade da inseparabilidade dos polos.

Resultado: 80% dos grupos responderam de forma coerente a pergunta realizada. O Gráfico 5 a seguir representa o percentual de acertos e erros da pergunta **c**.

Pergunta d: O funcionamento regular de uma bússola pode ser influenciado pela presença de um ímã?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos quanto ao funcionamento de uma bússola.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma correta a pergunta realizada.

Gráfico 5: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta c do pós-teste.



Fonte: o autor.

No segundo encontro, como explicado na Metodologia, a finalidade do material é apresentar a geração do campo magnético ao redor de um fio longo, espira circular e solenoide atravessados por uma corrente elétrica, bem como a verificação de forças de interação entre fios paralelos percorridos por corrente elétrica. A seguir, apresentamos as perguntas e respostas ao pré-teste do segundo encontro.

Pergunta 9: Existe alguma relação entre eletricidade e magnetismo?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação aos conceitos de eletromagnetismo.

Resultado: 100% dos grupos erraram a pergunta realizada. Todos os grupos afirmaram que não havia relação por se tratar de conceitos distintos.

Pergunta 10: Fios condutores percorridos por corrente produz campo magnéticos?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação à produção de campo magnético por um fio condutor percorrido por corrente.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma errada à pergunta realizada. Todos os grupos afirmaram que somente o ímã produz campo magnético.

Pergunta 11: Fios condutores percorridos são capazes de desorientar uma bússola?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação a influência do campo magnético de um fio sobre uma bússola.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma errada à pergunta realizada. Todos os grupos afirmaram que somente o ímã é capaz de alterar o funcionamento regular de uma bússola.

Pergunta 12: Um fio na forma de um círculo percorrido por corrente é capaz de produzir campo magnético?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação à produção de campo magnético em uma espira circular.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma errada à pergunta realizada. Todos os grupos deram respostas idêntica à da questão 11, que somente o ímã produz campo magnético.

Pergunta 13: O que é solenoide? Ele tem comportamento parecido com um ímã?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao funcionamento de um solenoide.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma errada à pergunta realizada. Todos os grupos nunca ouviram falar em tal dispositivo e muito menos alguma informação sobre o seu comportamento.

Pergunta 14: Existe algum tipo de interação entre fios paralelos percorridos por corrente?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao comportamento da força magnética entre fios paralelos percorridos por correntes.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma errada à pergunta realizada. Todos os grupos nunca perceberam nenhum tipo de força em seu cotidiano.

Como forma de verificar a eficácia da aplicação dos modelos táteis no fortalecimento da evolução do conhecimentos dos alunos, segue a análise das respostas apresentadas pelos grupos no **pós-teste** relativos ao segundo encontro.

Pergunta e: Quais as características do campo magnético ao redor de um fio reto?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o comportamento do campo magnético produzido por um fio reto percorrido por uma corrente elétrica.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma coerente à pergunta realizada.

Pergunta f: Por que o fio percorrido por corrente é capaz de desorientar a bússola?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o comportamento do campo magnético produzido por um fio reto percorrido por uma corrente elétrica.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma coerente a pergunta realizada.

Pergunta g: Faz diferença no sentido do campo magnético no centro da espira, se a corrente flui no sentido horário ou anti-horário?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o comportamento do campo magnético produzido no centro da espira percorrida por uma corrente elétrica.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma coerente a pergunta realizada.

Pergunta h: Qual a característica do campo magnético produzida por uma espira no centro e nas extremidades do solenoide?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o comportamento do campo magnético produzido por um solenoide.

Resultado: 80% dos grupos responderam de forma coerente à pergunta realizada.

O gráfico a seguir representa o percentual de acertos e erros da pergunta **h**.

Gráfico 6: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta **h** do pós-teste.



Fonte: o autor.

Pergunta i: Quando ocorre força de atração e repulsão entre fios paralelos?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o tipo de força que atua entre fios paralelos percorridos por corrente elétrica.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma coerente à pergunta realizada.

No terceiro encontro a finalidade do material é apresentar a indução magnética de uma maneira aplicada facilitando o entendimento da lei de Faraday de produção de uma corrente induzida, bem como evidenciar a lei de Lenz na prática por meio do freio magnético.

Segue algumas respostas dadas pelos grupos no **pré-teste** relativos ao terceiro encontro.

Pergunta 15: Campos magnéticos são capazes de produzir correntes?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao fenômeno de indução magnética.

Resultado: 100% dos grupos responderam errado à pergunta realizada. Todos os grupos afirmaram não haver relação.

Pergunta 16: Como funciona a lei de Lenz?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação à lei de Lenz.

Resultado: 100% dos grupos erraram a pergunta realizada. Todos os grupos afirmaram não conhecer tal cientista.

Pergunta 17: Como funciona o freio magnético?

Objetivo: Verificar o conhecimento prévio dos alunos em explicar o funcionamento do freio magnético.

Resultado: 100% dos grupos erraram a pergunta realizada. Todos os grupos não apresentaram respostas coerentes ao funcionamento do experimento.

Realizamos o **pós-teste** como forma de verificar a eficácia do experimento tátil do freio magnético para explicar as leis de Faraday e Lenz.

Pergunta j: Quando se estabelece uma corrente induzida em um condutor metálico?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre a produção de corrente induzida.

Resultado: 100% dos grupos responderam de forma coerente à pergunta realizada.

Pergunta k: Qual o sentido da corrente induzida no tubo metálico?

Objetivo: Verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o sentido do campo e da corrente induzida.

Resultado: 80% dos grupos responderam de forma coerente à pergunta realizada. O Gráfico 7 representa o percentual de acertos e erros à pergunta k.

Gráfico 7: Percentual de acertos e erros dos grupos à pergunta k do pós-teste.



Fonte: o autor.

A partir do exposto, foi possível notar que a maioria da turma tinha pouco conhecimento sobre eletromagnetismo e que a utilização de maquetes táteis permitiu despertar um maior ânimo e interesse nos conhecimentos abordados.

Segundo relatos dos alunos para a maioria foi a primeira experiência com esses recursos tridimensionais, porém mesmo diante do desafio abraçaram com entusiasmo a proposta e conseguiram obter respostas positivas aos desafios impostos.

Quando da abordagem da sequência didática, o trabalho em grupo se mostrou importante para a socialização dos estudantes, pois tiveram a oportunidade de interagirem ativamente no manuseio das maquetes.

Além disso, os grupos apresentaram opiniões positivas a respeito do manuseio dos materiais táteis, pois através deles foi possível perceber o comportamento de alguns fenômenos bem como visualizar de forma concreta os conceitos abordados.

Os alunos com deficiências visuais, que ficaram em 4 (quatro) grupos distintos participaram ativamente de cada aplicação, tateando o modelo apresentado e interagindo com os demais participantes do grupo.

No decorrer de cada encontro o professor introduzia uma abordagem conceitual para auxiliar na reflexão dos temas em estudo. Percebe-se nestes momentos uma maior participação/interação com o tema apresentado.

Em cada encontro foi tomada a opinião espontânea dos alunos com e sem deficiência visual sobre a condução do encontro e a utilização das maquetes, notou-se uma boa aceitação por parte de todos. Os alunos cegos elogiaram o material e deram algumas sugestões de melhorias.

6 CONCLUSÕES

A quantidade de alunos com deficiência visual matriculados em escolas regulares vem crescendo gradativamente. Em um mundo de grandes avanços tecnológicos é necessário produzir condições que garanta a acolhida e possibilite integrar os alunos e seus docentes, em uma prática social permanente e saudável de convivência no ambiente escolar do ensino regular.

A inclusão escolar se baseia no princípio de que haja uma mudança significativa em todo o sistema para receber esses alunos, em ambientes regulares, para garantir o aprendizado de todos e buscar o respeito às diferenças, combatendo o preconceito.

Afim de contribuir com o processo da inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de Física, o presente trabalho se baseou na produção de maquetes táteis que visam explorar conceitos e aplicações sobre o eletromagnetismo. O público alvo era formado por alunos com e sem deficiência visual.

Percebeu-se que as maquetes possuem a capacidade de despertar no aluno a curiosidade para o desenvolvimento dos conhecimentos teóricos, e possibilita a promoção da cidadania e habilidades de vivência em sociedade. Pois durante os encontros percebemos uma maior interação entre os alunos com e sem deficiência visual.

Conclui-se que as maquetes táteis possuem grande importância, pois favorecem a aprendizagem, pois é uma prática diferente que possibilita uma forma mais dinâmica de entender conceitos de eletromagnetismo.

Esperamos que esse trabalho sirva de base para novos projetos envolvendo a produção de materiais táteis que possam ajudar aos professores que se deparam com alunos deficientes visuais em escolas regulares, na busca contínua de ensino que valorize a diversidade humana. Fazendo com que todos tenham a oportunidade de aprender e conviver juntos em um mesmo espaço na busca contínua de um ensino com maior equidade e qualidade para estes educandos.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: interamericana, 1980.
- BARBOSA, C. D. **Experimento de física adaptados para o ensino de estática dos fluidos a alunos com cegueira do fundamental: teorema de Stevin, vasos coípo de Pascal**. Dissertação (mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de São Paulo. São Paulo. 2016.
- BILL, L. B. **Educação de pessoas com deficiência visual uma forma de exergar**. 1. ed. Curitiba: appris, 2017.
- BRASIL. **Decreto nº 1.428, de 12 de setembro**, 1854. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-1428-12-setembro-1854-508506-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 17 out. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 4.024, de 20 de dezembro**, 1961. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 19 mar. 2018.
- BRASIL. **Constituição Da República Federativa Do Brasil**, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituiCaocompilado. Acesso em: 11 nov. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**.. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 11 nov. 2018.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio-Pcnem**, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2018.
- BRASIL. **Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro, 2004**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm#:~:text=Regulamenta%20as%20Leis%20nos,mobilitade%20reduzida%2C%20e%20d%C3%A1%20outras. Acesso em: 13 nov. 2018.
- BRASIL. **Portaria nº 3.128, de 24 de dezembro**, 2008. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=3337>. Acesso em: 17 out. 2018.
- BRASIL. **censo escolar, 2018**. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/dados-finais-do-censo-escolar-2018-sao-publicados-no-diario-oficial-da-uniao/21206. Acesso em: 16 abr. 2019.
- CAMARGO, E. P. **Estrangeiro**. 2. ed. São Paulo: plêiade, V. 1, 2018.
- CAMARGO, E. P. D. **Ensino de física e deficiência visual: Dez anos de investigação no Brasil**. 1. ed. São Paulo: plêiade, 2008.

CAMARGO, E. P. D. **Ensino de óptica para alunos cegos: possibilidades.** 1. ed. Curitiba: crv, 2011.

CAMARGO, E. P. D. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física.** São Paulo: unesp, 2012.

CAMARGO, E. P. D. **Ensino de ciências e inclusão escolar: investigações sobre o ensino e a aprendizagem de estudantes com deficiência visual e estudantes surdos.** 1. ed. Curitiba: crv, 2016.

CAMARGO, E. P. D. **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência visual.** 1. ed. São Paulo: livraria da física, 2016.

CEARÁ. **Constituição do Ceará,** Fortaleza, Ce, 1989. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/Const-2015-260-200-Atualizada-emenda-86-4.pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.

CEARÁ. **Resolução CEE Nº 456 DE 01/06/2016.** Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=326829>. Acesso em: 14 set. 2018.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. D. M. B. **Recursos didáticos na educação especial,** 2000. Disponível em: <http://www.ibr.gov.br/revistas/210-edicao-15-abril-de-2000>. Acesso em: 14 set. 2017.

COSTA, T. V. **Experimento de geração e transformação de energia elétrica como facilitador no processo de ensino de física para alunos com deficiência visual.** Dissertação (mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Tocantins. Araguaína. 2019.

COSTA, V. B. D. **Inclusão escolar do deficiente visual no ensino regular.** São Paulo: paco editorial, 2012.

GRIFFITHS, J. D. **Eletrodinâmica.** 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

HALLIDAY, D.; RESNIC, R. **Fundamentos de física.** 9. ed. Rio de Janeiro: Lltc, V. 3, 2012.

HAYT, J.; BUCK, J. **Eletromagnetismo.** Porto Alegre: Mcgraw-hill, 2013.

HERCK, N. **O ensino de eletricidade no ensino médio por meio de um conjunto experimental com suporte audiovisual.** Dissertação (mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 2017.

LEITÃO, V. M. **Instituições, campanhas e lutas: história da educação especial no Ceará.** Fortaleza: edições Ufc, 2008.

MAZZOTTA, M. J. S. **Educação especial no brasil: história e políticas públicas.** 1. ed. São Paulo: Cortez, V. 1, 1996.

MINETTO, M. D. F. **O currículo na educação inclusiva: entendendo esse desafio.** 2. ed. Curitiba: Intersaberes, 2008.

MORAIS, A. **Notas de aula de eletromagnetismo**. Disponível em: <http://docplayer.com.br/44071216-Materiais-de-apoio-para-fisica-iv-prof-msc-antonio-morais.html>. Acesso em: 13 nov. 2018.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Epu, 1999.

MOTOAN, E.; TEREZA, M. **Igualdade e diferenças na escola: como andar no fio da navalha**. 5. ed. São Paulo: Sammus, 2006.

NANONE, N. J. D. O. **Produção e aplicação de maquetes para deficientes visuais como ferramenta para as aulas de astronomia**. Dissertação (mestrado em Ensino de Física). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2017.

RIZZO, A.; BORTOLINI, S.; REBEQUE, P. **Ensino do sistema solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo**. revista brasileira de pesquisa em educação em ciências, v.14, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4288>. Acesso em: 19 jun. 2018.

SÁ, D. E. **Alunos com baixa visão: um desafio para os educadores**. Aprendizagem, São Paulo, V. 8, P. 48- 49, 2008.

SANTOS, R. C. D. **Observação da revisão de gráficos e tabelas estatísticas adaptados em livros didáticos de matemática em braile produzidos pelo instituto benjamim constant**. Rio de Janeiro, V. 1, P. 139, jan-jun 2017.

SILVA, A. C. D. **Lâminas em alto relevo para o ensino de ondas e fenômenos ondulatórios a deficientes visuais**. Dissertação (mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2018.

SILVA, S. D. C.; SHIRLO, A. C. **Teoria da aprendizagem significativa de ausubel. imagens da educação**, 2014. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/issue/view/870>. Acesso em: 14 set. 2018.

SOUZA, B. E. M. D. **Uma proposta de ensino de física moderna e contemporânea para alunos com e sem deficiência visual**. Dissertação (mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2016.

TOKARNIA, M. AGÊNCIA BRASIL. **Cresce o número de estudantes com necessidades especiais**, 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2019-01/cresce-o-numero-de-estudantes-com-necessidades-especiais>. Acesso em: 13 fev. 2019.

VILHENA, J. D. F. **O uso do laboratório de ciências para o ensino de física no ensino fundamental com uma abordagem adaptada para deficientes visuais: uma proposta inclusiva**. Dissertação (mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Pará. Belem, 2017.

VYGOTSHY, L. **Fundamentos de defectologia**. Madrid: Machado grupo de distribución, 1997.

ZENI, M. **Os cegos no rio de janeiro do segundo reinado e começo da república**. Tese (doutorado em História). Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2005.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO PRÉ E PÓS-TESTE APLICADO NA AULA SOBRE ÍMÃS

Questionário Pré-Teste

1. Os ímãs podem atrair pedaços de madeiras? ferros? e papel?
2. Ímãs se atraem ou se repelem? por que?
3. A terra pode ser considerada um ímã? Explique
4. Qualquer corpo pode ser magnetizado? Explique
5. Como funciona uma bússola?
6. Um ímã é capaz de desorientar uma bússola?
7. É possível a utilização de uma bússola na lua?
8. O que acontece quando se quebra um ímã ao meio?

Etapa do Pós-Teste:

- a) Explique o que são “polos” de um ímã.
- b) Um ímã ao ser cortado em duas partes irá apresentar polos sul e norte distintos? Por que?
- c) Qual a característica do campo magnético produzido por um ímã ?
- d) O funcionamento regular de uma bússola pode ser influenciado por um ímã ?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DO PRÉ E PÓS-TESTE APLICADO NA AULA SOBRE CAMPO MAGNÉTICO AO REDOR DO FIO CONDUTOR PERCORRIDO POR CORRENTE ELÉTRICA

Questionário Prévio

9. Existe alguma relação entre a eletricidade e o magnetismo?
10. Fios percorridos por corrente produz campo magnético?
11. Fios percorrido por correntes são capazes de desorientar uma bússola?
12. Um fio na forma de um círculo percorrido por corrente elétrica é capaz de produzir campo magnético?
13. O que é solenoide? ele tem comportamento parecido com um ímã?
14. Existe algum tipo de interação entre fios paralelos percorridos por corrente?

Etapa do Pós-Teste:

- e) Quais as características do campo magnético ao redor do fio?
- f) Por que o fio percorrido por corrente é capaz de desorientar a bússola?
- g) Faz diferença no sentido do campo magnético no centro da espira, se a corrente flui no sentido horário e anti-horário ?
- h) Qual a característica do campo magnético no centro e nas extremidades do solenoide?
- i) Quando ocorre força de atração e repulsão entre fios paralelos ?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DO PRÉ E PÓS-TESTE APLICADO NA AULA SOBRE A LEI DE FARADAY-LENZ

Questionário Prévio

15. Campos magnéticos são capazes de produzir correntes?

16. Como funciona a Lei de Lenz?

17. Como funciona o freio magnético?

Etapa do Pós-Teste:

j) Quando se estabelece uma corrente induzida em um condutor metálico?

k) Qual o sentido da corrente induzida no tubo metálico?