



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: TÓPICOS DO MAGNETISMO NO  
ENSINO HÍBRIDO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE ACESSIBILIDADE**

**José Cordeiro Neto**

BRASÍLIA-DF  
2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: TÓPICOS DO MAGNETISMO  
NO ENSINO HÍBRIDO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE ACESSIBILIDADE**

**José Cordeiro Neto**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Fábio Ferreira de Monteiro

BRASÍLIA-DF

2021

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: TÓPICOS DO MAGNETISMO  
NO ENSINO HÍBRIDO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE ACESSIBILIDADE**

José Cordeiro Neto

Orientador:

Prof. Dr. Fábio Ferreira de Monteiro

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Dr. Fábio Ferreira de Monteiro

---

Dr. Ronni Gomes de Amorim

---

Dr. Sebastião Ivaldo Carneiro Portela

BRASÍLIA-DF

2021

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

“O que destrói a humanidade: A Política, sem princípios; o Prazer, sem compromisso; a Riqueza, sem trabalho; a Sabedoria, sem caráter; os negócios, sem moral; a Ciência, sem humanidade; a Oração, sem caridade.”

MAHATMA GANDHI

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Cleonice Cordeiro, companheira e amorosa, pela sabedoria.

Aos meus filhos, Isaac Cordeiro e Stella Cordeiro pela graça de ser pai.

À toda minha família pelo carinho.

Ao meu orientador, Professor Dr. Fábio Ferreira de Monteiro, pela atenção, paciência e dedicação.

Aos estudantes do Centro Educacional 16 de Ceilândia, pelo empenho e disponibilidade.

Aos membros da banca,

Ao corpo docente do Programa Nacional de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília (MNPEF-UnB).

Aos colegas do mestrado, turma 01/2018, em especial, Alex, Clenílson e Guilherme, pela amizade e parceria nessa jornada.

Ao professor Júlio Cesar, pelo apoio e incentivo durante todas as etapas do mestrado.

Ao amigo Edvaldo Cirilo, pela ajuda na confecção das maquetes.

À UnB e à Sociedade Brasileira de Física (SBF), pelo apoio e oportunidade.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

### SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: TÓPICOS DO MAGNETISMO NO ENSINO HÍBRIDO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE ACESSIBILIDADE

José Cordeiro Neto

Orientador:

Prof. Dr. Fábio Ferreira de Monteiro

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Universidade de Brasília (UnB) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

O presente trabalho aborda tópicos do magnetismo no ensino remoto utilizando ferramentas de acessibilidade para alunos com deficiência visual inseridos em escolas regulares de ensino. A pesquisa, de cunho qualitativo, se organizou no formato de sequência didática na forma de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), com o objetivo de analisar suas potencialidades no Ensino de Física, especificamente em tópicos do magnetismo para uma turma do terceiro ano do ensino médio. A fundamentação teórica utilizada adveio da teoria sociocultural de Lev Vygotsky e da Sequência de Ensino Investigativa proposta por Carvalho (2013). Na metodologia foram utilizadas maquetes táteis-visuais que representaram os ímãs, a bússola, as forças de atração e a repulsão magnética, o campo magnético terrestre, as linhas de campo magnético e a força magnética ampliaram os horizontes dos alunos em relação ao conteúdo, efetivando a participação tanto dos deficientes visuais como também dos alunos videntes. Por fim, pode-se evidenciar que a utilização desses recursos juntamente com estratégias didáticas adequadas contribui efetivamente para a inclusão de alunos com deficiência visual.

**Palavras-chave:** Ensino Remoto; Magnetismo; Maquete Tátil-visual; Sequência de Ensino Investigativa; Teoria Sociocultural; Aluno com Deficiência Visual.

## ABSTRACT

### SEQUENCE OF INVESTIGATIVE TEACHING: TOPICS OF MAGNETISM IN HYBRID TEACHING USING ACCESSIBILITY TOOLS

José Cordeiro Neto

Orientador:

Prof. Dr. Fábio Ferreira de Monteiro

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação Universidade de Brasília (UnB) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This work addresses topics of magnetism in remote teaching using accessibility tools for visually impaired students in regular schools. The research, of a qualitative nature, was organized in the format of a didactic sequence in the form of an Investigative Teaching Sequence (SEI), with the objective of analyzing its potential in the Teaching of Physics, specifically, in topics of magnetism for a third-year high school class. The theoretical foundation used came from the socio-cultural theory of Lev Vygotsky and the Investigative Teaching Sequence proposed by Carvalho (2013). In the methodology, tactile-visual models were used, which represented the magnets, the compass, the magnetic attraction and repulsion forces, the terrestrial magnetic field, the magnetic field lines and the magnetic force, which expanded the students' horizons in relation to the content, effecting the participation of both the visually impaired and sighted students. Finally, it can be seen that the use of these resources together with adequate teaching strategies effectively contributes to the inclusion of students with visual impairment.

**Keywords:** Physics teaching; Tactile-visual mockup; Inquiry-Based Teaching Sequence; Blind Student; Magnetism.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Processos Psicológicos .....	23
<b>Figura 2</b> - Processo de mediação entre o sujeito e objeto .....	25
<b>Figura 3</b> - Ímã tipo U .....	39
<b>Figura 4</b> – Bússola.....	40
<b>Figura 5</b> - Forças Atrativas e Repulsivas nos Ímãs em barra .....	40
<b>Figura 6</b> - Sentido do Campo Magnético .....	42
<b>Figura 7</b> - Linhas de Campo Magnético.....	42
<b>Figura 8</b> - Magnetismo Terrestre .....	43
<b>Figura 9</b> - Regra da Mão Direita.....	45
<b>Figura 10</b> - Rastros de dois elétrons.....	46
<b>Figura 11</b> - Linhas de Campo Magnético .....	48
<b>Figura 12</b> - Linhas de Campo Magnético Externas .....	48
<b>Figura 13</b> - Campo Magnético Terrestre .....	68
<b>Figura 14</b> - Campo Magnético Fio Reto.....	68
<b>Figura 15</b> - Campo Magnético numa Espira Circular .....	68
<b>Figura 16</b> - Grau de Concordância com a Proposição .....	71
<b>Figura 17</b> - Sala de Aula Magnetismo (Aba Mural).....	81
<b>Figura 18</b> - Aba Atividades .....	82
<b>Figura 19</b> - Aba Pessoas .....	83
<b>Figura 20</b> - Formulário 01.....	88
<b>Figura 21</b> - Montagem do Trilho .....	91
<b>Figura 22</b> - Espira (trilho) .....	91
<b>Figura 23</b> - Ímã de neodímio e pilha AAA.....	91
<b>Figura 24</b> - Alinhamento dos ímãs com a pilha .....	92
<b>Figura 25</b> - Funcionamento do trem magnético caseiro .....	92
<b>Figura 26</b> - Apresentação Magnetismo .....	95
<b>Figura 27</b> - Formulário 02.....	96
<b>Figura 28</b> - Polo Norte e Polo Sul.....	97
<b>Figura 29</b> - Maquete (atração e repulsão).....	97
<b>Figura 30</b> - Maquete (inseparabilidade dos polos) .....	98
<b>Figura 31</b> - Maquete (linhas de campo magnético).....	98
<b>Figura 32</b> - Maquete (bússola) .....	99
<b>Figura 33</b> - Maquete (campo magnético terrestre) .....	99
<b>Figura 34</b> - Formulário 03.....	101
<b>Figura 35</b> - Experimento de Oersted.....	102
<b>Figura 36</b> - Campo Magnético em um fio reto .....	103
<b>Figura 37</b> - Campo magnético em uma espira circular.....	104
<b>Figura 38</b> - Painel explicativo do trem magnético .....	104
<b>Figura 39</b> - Ímã e bússola.....	113
<b>Figura 40</b> - Planeta Terra e bússola .....	114

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Níveis de Desenvolvimento e Zona de Desenvolvimento Proximal .....	70
---	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Levantamento Bibliográfico (2000 – 2019).....	17
<b>Tabela 2</b> – Ordem de grandeza de alguns campos magnéticos .....	47
<b>Tabela 3</b> – Descrição e objetivo das atividades a serem desenvolvidas.....	51
<b>Tabela 4</b> – Formulário 1.....	64
<b>Tabela 5</b> – Formulários 2 e 3.....	65
<b>Tabela 6</b> – Sondagem Final.....	66
<b>Tabela 7</b> – Alunos com Desempenho Satisfatório .....	71
<b>Tabela 8</b> – Alunos com Desempenho Insatisfatório .....	72
<b>Tabela 9</b> – Descrição e objetivo das atividades a serem desenvolvidas.....	84

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	12
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	20
2.1 Lev Vygotsky .....	20
2.1.1 A Teoria da Aprendizagem de Vygotsky .....	21
2.1.2 As Principais Ideias de Vygotsky .....	23
2.1.3 A Questão da Mediação Simbólica .....	25
2.1.4 Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).....	26
2.2 Escolarização do Deficiente Visual na Educação Inclusiva .....	27
2.2.1 Leis da Educação Inclusiva .....	28
2.2 O Desenho Universal .....	31
2.2.1 Princípios do Desenho Universal de Aprendizagem .....	32
2.3 Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) .....	33
2.3.1 O problema .....	34
2.3.2 Leitura de texto e sistematização do conhecimento .....	34
2.3.3 Atividades que levam à contextualização social do conhecimento .....	35
2.3.4 Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI.....	35
3 MAGNETISMO .....	37
3.1 Histórico .....	37
3.2 Polos Magnéticos.....	38
3.3 Campos Magnéticos.....	39
3.4 Sensibilidade às condições iniciais e efeito borboleta .....	43
4 METODOLOGIA.....	49
4.1 Metodologia de pesquisa.....	49
4.2 Contextualização .....	49
4.3 Aplicação do produto na forma de uma Sequência de Ensino Investigativa .	50
4.4 Conexão das Atividades com o Referencial Teórico .....	52
5 RESULTADO E ANÁLISE.....	61
5.1 Dados da aplicação da Sequência de Ensino Investigativa .....	64
5.2 Análise e Avaliação da SEI .....	66
5.2.1 Nível de Desenvolvimento Real .....	66
5.2.2 Zona de Desenvolvimento Proximal .....	67
5.2.3 Nível de Desenvolvimento Potencial .....	69
5.2.4 Avaliação da SEI – Pesquisa de Opinião.....	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	74
REFERÊNCIAS.....	75
APENDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL .....	78

1	Introdução .....	79
2	Metodologia das Aulas Propostas .....	80
3	Proposta de Sequência de Ensino Investigativa .....	83
	3.1 Conexão das Atividades com o Referencial Teórico .....	85
4.	Atividades .....	87
	Primeiro Encontro: 1ª Aula.....	87
	Segundo Encontro: 2ª Aula.....	93
	Terceiro Encontro: 3ª Aula .....	100
	Quarto Encontro: 4ª Aula .....	105
5.	Referências.....	108
	APÊNDICE B – Pesquisa de Opinião (Avaliação da SEI) .....	110
	APÊNDICE C – Simulações PhET .....	113

## INTRODUÇÃO

O magnetismo e suas aplicações estão presentes em várias situações do cotidiano, servem de base para o funcionamento de vários aparelhos. Suas aplicações podem ser vistas nos motores elétricos, nos discos rígidos de computador, nos televisores, nos carros, nos cartões de crédito, entre outros. O ensino do magnetismo com uma visão histórica contextualizada ou através de suas aplicações no cotidiano é utilizado amplamente nos centros de pesquisa, principalmente, nos cursos de graduação em Física. Para Moreira (2000), em tempos de mudanças rápidas e drásticas, a aprendizagem deve ser não só significativa, mas também subversiva em relação ao que normalmente ocorre, como uma estratégia necessária para sobreviver na sociedade contemporânea de rápidas transformações, grande fluxo de informações e elevado grau de incertezas. Demonstrando, assim, a necessidade de novas metodologias de ensino mais atraentes, que permitam ao aluno perceber a importância do novo conhecimento a ser construído de maneira substantiva.

Os fenômenos magnéticos sempre provocaram dúvidas sobre o interior da matéria. Os primeiros relatos de experiências com a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) e o ímã natural são datadas de 800 a.C. A primeira bússola, criada pelos chineses na dinastia Han, em 200 d. C., só foi utilizada pelo mundo ocidental a partir do século XV. A descoberta da relação entre o magnetismo e a eletricidade se deu por meio das pesquisas do dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851), do francês André Marie Ampère (1775-1878), do inglês Michael Faraday (1791-1867) e do norte-americano Joseph Henry (1797-1878), para citar resumidamente poucos exemplos. Já pelo final do século XIX, vários fenômenos magnéticos já eram explicados e aplicados em áreas tecnológicas, como, por exemplo, o motor e o gerador elétrico. Em nível microscópico, o magnetismo foi estudado com o advento da física quântica pelo alemão Max Planck (1858-1947) e, mais tarde, levando ao desenvolvimento da Física Quântica, através dos trabalhos do físico alemão Albert Einstein (1879-1955), do dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), do alemão Werner Heisenberg (1901-1979), do britânico Paul Dirac (1902-1984), entre outros.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCEM, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, demonstram a fundamental importância de produzir um conhecimento efetivo.

Modelos de condução elétrica para condutores e isolantes poderiam ser desenvolvidos e caberia reconhecer a natureza eletromagnética dos fenômenos desde cedo, para não restringir a atenção apenas aos sistemas resistivos, o que tradicionalmente corresponde a deixar de estudar motores e geradores. Além

dos aspectos eletromecânicos, poder-se-ia estender a discussão de forma a tratar também elementos da eletrônica das telecomunicações e da informação, abrindo espaço para a compreensão do rádio, da televisão e dos computadores (BRASIL, 2000).

A abordagem do tema magnetismo e suas aplicações, também, está presente na proposta da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais (BRASIL, 2018, p. 551).

Colaborando com a proposta, destaca-se a necessidade de criar ferramentas de acessibilidade ao currículo, pensando nos educandos com necessidades especiais. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelo menos 45 milhões de pessoas, no Brasil, possuem algum tipo de deficiência. Praticamente 25% do total da população brasileira.

Os sistemas de ensino devem organizar as condições de acesso aos espaços, aos recursos pedagógicos e à comunicação que favoreçam a promoção da aprendizagem e a valorização das diferenças, de forma a atender as necessidades educacionais de todos os estudantes. A acessibilidade deve ser assegurada mediante a eliminação de barreiras arquitetônicas, urbanísticas, na edificação – incluindo instalações, equipamentos e mobiliários – e nos transportes escolares, bem como as barreiras nas comunicações e informações (BRASIL, 2018, p. 16).

Diante disso, a pesquisa apresenta recursos de acessibilidade visando o público de alunos deficientes visuais, oferecendo mais um instrumento de aprendizagem, que são as maquetes táteis-visuais, que pretendem facilitar o entendimento das propriedades magnéticas dos ímãs, do magnetismo terrestre, do funcionamento bússola, assim como modelos pra explicar o sentido e a direção do campo magnético criado por correntes elétricas.

Com o advento da pandemia do coronavírus, no Distrito Federal, o ensino remoto foi implementado em nossas escolas do Distrito Federal segundo a Portaria nº. 132, de 3 de junho de 2020, que valida o Plano de Gestão Estratégica para a Realização das Atividades Pedagógicas Não Presenciais na Rede Pública de Ensino do Distrito Federal, da Secretaria de Educação do Distrito Federal. As ferramentas de acessibilidade, tais como as maquetes táteis-visuais, foram disponibilizadas para os alunos com necessidades especiais.

Com o intuito de alcançar seu objetivo, a presente pesquisa analisou as potencialidades de uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI<sup>1</sup> no ensino de Física com a temática “tópicos do magnetismo” realizada, de forma remota, com duas turmas de alunos do terceiro ano do Ensino Médio em uma perspectiva inclusiva para alunos cegos ou com baixa-visão. Para tanto, a proposta de situação problema foi sobre o funcionamento dos trens magnéticos e as aplicações do magnetismo em nossas vidas.

Conduzidas pelas orientações de Carvalho (2013) para a elaboração de uma sequência didática no formato de uma SEI, foram trabalhadas as seguintes etapas:

Etapa 1 – Apresentação do problema experimental relacionado às propriedades magnéticas dos ímãs e as aplicações do magnetismo; distribuição do material e proposição do problema pelo professor, com o objetivo de instigar os alunos sobre o magnetismo e o funcionamento dos trens magnéticos; resolução dos problemas pelos alunos; sondagem inicial.

Etapa 2 – Leitura de textos e sistematização do conhecimento; aplicação dos formulários Magnetismo – Segundo Encontro e Magnetismo – Terceiro Encontro.

Etapa 3 – Atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou aprofundamento do conteúdo; leitura do texto de contextualização Aplicações do Magnetismo; aplicação do formulário Magnetismo – Quarto Encontro.

Etapa 4 – Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI – Pesquisa de Opinião.

Formalizando todas as etapas da sequência didática, os instrumentos de aprendizagem utilizados, tais como as maquetes táteis-visuais, os experimentos demonstrativos, as videoaulas, leitores de tela, simuladores computacionais se revelaram adequados e eficientes na condução das atividades propostas.

Na análise dos dados, observando as respostas dos alunos, percebe-se um avanço em relação aos níveis de desenvolvimento propostos por Vygotsky, em que os alunos desenvolvem de um nível de desenvolvimento real para um nível de desenvolvimento potencial, visto que suas respostas são mais bem elaboradas e demonstram um rigor científico.

Com o objetivo de avaliar o grau de aceitação do produto educacional pelos estudantes foi utilizada uma escala Tipo Likert<sup>2</sup>, que verifica a aceitação do produto educacional independente do desempenho dos estudantes nas avaliações.

---

<sup>1</sup> A Sequência de Ensino Investigativa – SEI se trata de um ambiente investigativo em sala de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica (SASSERON e CARVALHO, 2008).

<sup>2</sup> Escala Tipo Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os



No tocante à organização do trabalho, tem-se a seguinte sequência:

- Primeiro capítulo: apresentação da revisão bibliográfica utilizada na pesquisa;
- Segundo capítulo: apresentação do referencial teórico que norteou a pesquisa;
- Terceiro capítulo: apresentação formal da teoria do magnetismo, abordando os aspectos históricos, polos magnéticos, campos magnéticos, sensibilidade às condições iniciais e efeito borboleta.
- Quarto capítulo: apresentação da metodologia, contextualização, aplicação do produto educacional e conexão com o referencial teórico;
- Quinto capítulo: apresentação da análise dos dados e análise dos dados coletados durante a aplicação da sequência didática; e
- Sexto capítulo: apresentação das considerações finais.

Por fim, o anexo A, B e C que apresenta, respectivamente, o produto educacional, o questionário de pesquisa de opinião e as simulações PhET.

---

perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação. Esta escala tem seu nome devido à publicação de um relatório explicando seu uso por Rensis Likert. (Wikipédia, 2020).

## 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica procura as contribuições encontradas nas teses e dissertações elaboradas sobre o assunto em questão, em especial o ensino de física apoiado em maquetes táteis-visuais. Para tanto, utilizou-se o banco de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Na pesquisa foram utilizados três descritores para cada busca. Os descritores escolhidos eram formados por palavras-chave relacionadas ao tema do trabalho no período de 2000 a 2019, conforme a tabela 1.

**Tabela 1** – Levantamento Bibliográfico (2000 – 2019)

Busca	1º descritor de busca	2º descritor de busca	3º descritor de busca	Quantidade de trabalhos
1ª	Ensino	Física	Magnetismo	56
2ª	Ensino	Física	“Deficiente Visual”	40
3ª	Ensino	Física	Maquetes	27
4ª	Ensino	Física	Maquetes	0
5ª	Física	Magnetismo	Maquetes	0
6ª	Ensino	Maquetes	Tátil	6
7ª	“Ensino de Física”	“Maquete tátil-visual”	MNPEF	

Fonte: produção do próprio autor.

Na primeira busca observou-se que dos cinquenta e seis trabalhos produzidos apenas vinte e dois tratavam, de fato, do tema magnetismo. Dessa amostra, apenas dezoito pesquisas abordavam o ensino de Física vinculado ao magnetismo. Evidenciando, assim, a carência em trabalhos nessa área de pesquisa.

Após a leitura, foram selecionados onze trabalhos, todos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), relevantes à pesquisa com suas respectivas sínteses:

Silvano et al. (2019), em seu artigo **“O mundo sem luz: ensinando física a alunos com deficiência visual”**, dá sequência à dissertação no MNPEF de Motta Filho (2015), que trabalhou algumas possibilidades em ensinar Física para alunos deficientes visuais, com aplicação de maquetes construídas com materiais em relevo ou experimentos demonstrativos dos fenômenos eletromagnéticos.

Mendonça (2015), em sua dissertação **“Desenvolvimento e aplicação de uma maquete sobre as leis de Kepler para inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de Física”**,

avalia a opinião dos alunos com deficiência visual quando são oferecidas condições de aprendizagem por meio de materiais adaptados, maquetes táteis-visuais, para o ensino das leis de Kepler. Maquetes elaboradas com materiais acessíveis e de baixo-custo. Mendonça (2015) conclui que os materiais colaboraram para a obtenção de novos conhecimentos por parte dos estudantes deficientes, verificando, assim, a sua importância para alcançar o objetivo de seu trabalho.

Silva (2017), em seu artigo “**Vivendo num Mundo sem Luz**”, mostra as dificuldades ao ensinar alunos deficientes visuais, descreve algumas atividades realizadas com maquetes táteis e analisa sua eficácia na inclusão desses alunos. Conclui-se que o uso desse material ajuda no aprendizado de todos os alunos, videntes ou não-videntes.

Kauvauti (2019), em sua dissertação “**Construção de material didático para o ensino de Física para alunos com deficiência visual**”, apresenta a construção de material didático para o ensino de Física para alunos deficientes visuais inseridos na inclusão, ou seja, em salas regulares. As maquetes utilizadas foram baseadas nas ilustrações do caderno de apoio ao currículo do Estado de São Paulo. No trabalho recomenda-se que o professor, antes de produzir o material, conheça as especificidades do aluno ao qual ele será aplicado.

Silva (2017), em sua dissertação “**Utilização de recursos de matemática inclusiva no ensino de física para pessoas com deficiência visual**”, aborda que para facilitar a aprendizagem dos estudantes os textos foram transcritos para o braile, os exercícios adaptados para utilização de soroban e uma maquete tátil inclinável com um carrinho de cadeira (com setas que representavam vetores reguláveis) foi utilizada. A teoria adotada foi a da aprendizagem significativa de Ausubel e os princípios da Defectologia de Vygotsky. Na pesquisa os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios, segundo o autor.

Mota Filho (2015), em sua dissertação “**O Ensino de Eletromagnetismo para Alunos com Deficiência Visual**”, trata da construção de maquetes táteis para o ensino de física, em particular, o eletromagnetismo. A ideia do trabalho foi criar um material que servisse de suporte para o professor de escola regular que trabalha com a inclusão de alunos deficientes visuais.

Roberto (2016), em sua dissertação “**Prática Inclusiva para o Ensino Inclusivo de Óptica e Astronomia**”, apresenta um guia didático-ilustrativo que visa à construção de um aparato de cunho inclusivo para o ensino de óptica geométrica.

Souza (2016), em sua dissertação “**Uma Proposta de Ensino de Física Moderna e Contemporânea para Alunos com e sem Deficiência Visual**”, descreve a construção e aplicação de maquetes táteis-visuais para expor conceitos de Física Moderna.

Costa (2017), em sua dissertação “**Ensino de Física: Uma Abordagem da Óptica Geométrica para Estudantes com Deficiência Visual**”, a sequência didática proposta apresenta modelos que representam Lentes Delgadas. A pesquisa apoia-se na teoria de Vygotsky sobre o ensino de alunos deficientes.

Azevedo (2012), em sua dissertação “**Produção de Material Didático e Estratégias para o Ensino de Física para Alunos Portadores de Deficiência Visual**”, segue com o objetivo de criar, desenvolver e adaptar materiais didáticos para o ensino de Física e Matemática, para tanto, faz uso do Ciclo de Aprendizagem de Karplus<sup>3</sup>. Os modelos apresentados fazem referência aos conceitos de óptica geométrica representados por maquetes que mostram a trajetória e o comportamento da luz.

Evangelista (2008), em sua dissertação “**O Ensino de Corrente Elétrica a Alunos com Deficiência Visual**”, propõe adequações aos materiais e aos procedimentos metodológicos no ensino de Física. Em sua pesquisa, os alunos, todos deficientes visuais, foram orientados a realizar atividades experimentais nas quais percebiam as diversas transformações de energia, tais como: elétrica em térmica, e em sonora. Os educandos também foram orientados a montar circuitos elétricos com materiais de baixo-custo.

Em todos os trabalhos pesquisados, de maneira geral, percebe-se que a inserção de práticas e materiais inclusivos: maquetes táteis-visuais, código Braile, textos ampliados, lentes de ampliação, audiobooks e soroban têm muita relevância quanto à aprendizagem do ensino de Física, pois quebram barreiras e diminuem as limitações desses alunos com deficiência visual. Percebe-se, principalmente, uma maior preocupação no tocante aos materiais e experimentos, deixando para segundo plano as orientações metodológicas fundamentadas nas pesquisas.

---

<sup>3</sup> O conceito de ciclo de aprendizagem como forma de aprendizagem estruturada e mediada foi inicialmente introduzida por Karplus em 1962 para o ensino de conceitos de ciência em escolas do ensino fundamental, dentro do referencial da teoria de Piaget do desenvolvimento intelectual.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo que segue fundamenta a base teórica do trabalho. Dentro dos limites do presente trabalho não é possível abordar todos os aspectos da obra vygotskyana. No entanto, será feita uma síntese das principais ideias fundadas nos postulados e desenvolvidas nos seus escritos, particularmente aquelas que propiciam reflexões no campo da educação especial.

As contribuições da teoria psicológica de aprendizagem de Vygotsky (1991) somam-se à proposta de planejamento e interações didáticas das sequências de ensino investigativo – SEI, proposto por Ana Maria Pessoa de Carvalho em seu livro *Ensino por Investigação – condições para implementação em sala de aula*.

O que se propõe é muito mais simples – queremos criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica como mostrada nos parágrafos anteriores, se alfabetizando cientificamente (SASSERON e CARVALHO, 2008, p. 333)

Percebe-se um alinhamento das teorias quando direcionadas ao ensino, particularmente, no enfoque ao aluno especial. O papel do professor como mediador nesse processo tem muita relevância, pois ele servirá de facilitador da aprendizagem, verificando passo a passo, os caminhos para o desenvolvimento do conhecimento. Também, nesse contexto, as ferramentas didáticas têm grande valia, principalmente em se tratando de alunos com deficiência visual, pois o professor, através da mediação, utilizará esses materiais para criar signos que viabilizariam o processo de aprendizagem.

### 2.1 Lev Vygotsky

Lev Semenovich Vygotsky nasceu em Orsha, uma pequena cidade provinciana, na Bielo-Rússia, em 17 de novembro de 1896. Na Universidade de Moscou, de 1914 a 1917, estudou Direito e Literatura, época em que começou sua pesquisa literária mais sistêmica. Mais tarde, em 1925, passou a dedicar-se à psicologia evolutiva, educação e psicopatologia, que deu origem ao livro *Psychology of Art* (Psicologia da Arte), publicado somente em 1965. Deste ponto em diante dedicou-se a sua obra em ritmo acelerado até a sua morte precoce, em 1934, com apenas

38 anos, devido à tuberculose adquirida há quatorze anos. Somente após o término da Guerra Fria seu patrimônio de conhecimento começou a ser revelado.

Um dos objetivos da obra vygotskyana era encontrar alternativas que contribuíssem para o desenvolvimento de crianças portadoras de deficiências, na qual ele trata como defeitos congênitos, tais como: cegueira, retardo mental severo, afasia etc.

Mesmo não alcançando plenamente suas metas, Vygotsky tem seu devido mérito na proporção em que “ele foi o primeiro psicólogo moderno a sugerir os mecanismos pelos quais a cultura torna-se parte da natureza de cada pessoa” (COLE e SCRIBNER, 1984, p. 7).

### **2.1.1 A Teoria da Aprendizagem de Vygotsky**

Vygotsky dedicou-se ao estudo de diversos temas, tais como a gênese das funções psicológicas superiores, as relações entre pensamento e linguagem, a questão da mediação simbólica, as relações entre desenvolvimento e aprendizagem e os processos de aprendizagem que ocorrem no contexto escolar e extraescolar, o papel das diferentes culturas no desenvolvimento das funções psíquicas, a questão do brincar, a evolução da escrita na criança e psicologia da arte.

Entre os anos de 1917 a 1923, Vygotsky lecionou literatura e psicologia numa escola em Gomel, onde dirigia também a seção de teatro do centro de educação de adultos, além de dar muitas palestras sobre os problemas da literatura e da ciência. Durante esse período, Vygotsky fundou a revista literária Verask. Foi aí que publicou sua primeira pesquisa em literatura, mais tarde reeditada com o título de A Psicologia da Arte. Também criou um laboratório de psicologia no Instituto de Treinamento de Professores, onde dava um curso de psicologia, cujo conteúdo foi publicado mais tarde, na revista Psicologia Pedagógica (COLE e SCRIBNER, 1984, p. 16).

Nos limites deste trabalho, não é possível abordar todos os aspectos de sua obra. No entanto, serão tratadas de forma simplificada as principais ideias fundadas nos seus postulados, em particular, as que pertencem ao campo da educação.

A teoria sociointeracionista elaborada de Vygotsky tem como objetivo central “caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo” (COLE e SCRIBNER, 1984).

Numa abordagem mais simples, a teoria da aprendizagem vygotskyana se ancora em três ideias principais: a compreensão da relação entre os seres humanos e o seu ambiente físico

e social; identificar novas atividades que fossem o meio fundamental de relacionamento entre homem e natureza; analisar as relações entre o uso de instrumentos e o desenvolvimento da linguagem.

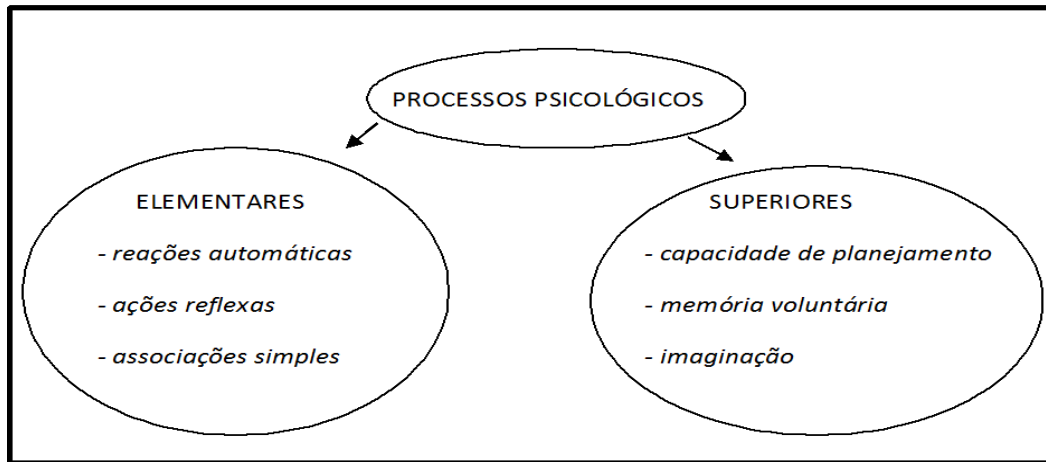
As funções psicológicas superiores (tipicamente humanas, tais como atenção voluntária, memória, abstração, comportamento intencional, etc.) são produtos da atividade cerebral, têm uma base biológica, mas fundamentalmente são resultados da interação do indivíduo com o mundo, interação mediada pelos objetos construídos pelos seres humanos (FACCI, 2004, p. 65-66).

Nesse aspecto, verifica-se que as funções psicológicas superiores consistem no modo de funcionamento psicológico tipicamente humano, tais como a capacidade de planejamento, memória voluntária, imaginação etc. Esses processos referem-se a mecanismos intencionais, ações conscientemente controladas, processos voluntários que dão ao indivíduo a possibilidade de independência.

A educação pode ser definida como sendo o desenvolvimento artificial da criança. [...] A educação não se limita somente ao fato de influenciar o processo de desenvolvimento, mas ela reestrutura de maneira fundamental todas as funções do comportamento (COLE e SCRIBNER, 1984, p. 107).

Esses processos psicológicos superiores necessitam de relações sociais entre indivíduos humanos e se desenvolvem ao longo da vida. Contrapondo os processos psicológicos elementares, tais como reações automáticas, ações reflexas e associações simples, que são de certa forma nativa aos seres humanos.

**Figura 1** - Processos Psicológicos



Fonte: produção do próprio autor.

A figura 1 ilustra os processos psicológicos elementares e superiores. Nesse sentido, os elementares são natos dos seres humanos, ou seja, biológicos, garantido pela natureza, e isto serve tanto para os animais quanto para os homens. Já as funções psicológicas superiores são exclusivamente humanas e desenvolvem-se como produto da vida social.

### **2.1.2 As Principais Ideias de Vygotsky**

As principais ideias vygotskianas ou teses básicas apresentam as diferentes abordagens da compreensão de sua teoria. A primeira refere-se à relação indivíduo/sociedade. Afirma-se que o indivíduo se transforma e também é agente de transformação do meio em que vive. Ressalta a importância das interações humanas com seu meio social para o desenvolvimento pleno de suas funções superiores.

[...] as funções psicológicas superiores do ser humano surgem da interação dos fatores biológicos, que são parte da constituição física do *Homo sapiens*, com os fatores culturais, que evoluíram através das dezenas de milhares de anos de história humana. (LÚRIA, 1992, p. 60).

A segunda ideia refere-se à origem cultural das funções psíquicas. Em que essas se originam nas relações do ser humano com seu contexto cultural e social, a experiência cultural do indivíduo também pode ser vista como um processo de desenvolvimento das funções psicológicas superiores.



[...] cada nova forma de experiência cultural não surge simplesmente desde fora, independente do estado do organismo no dado momento de desenvolvimento, mas que o organismo, ao assimilar as influências externas, ao assimilar toda uma série de formas de conduta, as assimila de acordo com o nível de desenvolvimento psíquico em que se encontra. (VYGOTSKY, 1930/1995, p. 155).

A terceira tese se refere à base biológica do funcionamento do cérebro, órgão responsável pela função mental. Apesar de sua estrutura morfológica ser similar aos indivíduos, o cérebro pode se modificar e se transformar ao longo da vida do ser humano. Assim nos diferenciando e definindo nossa personalidade, de acordo com a história e a vivência de cada pessoa.

Vygotsky rejeitou, portanto, a ideia de funções mentais fixas e imutáveis, trabalhando com a noção do cérebro como um sistema aberto, de grande plasticidade, cuja estrutura e modos de funcionamento são moldados ao longo da história da espécie e do desenvolvimento individual. Dadas às imensas possibilidades de realização humana, essa plasticidade é essencial: o cérebro pode servir a novas funções criadas na história do homem, sem que sejam necessárias transformações morfológicas no órgão físico. (OLIVEIRA, 1993, p. 24).

O quarto postulado fala sobre a mediação existente nas relações humanas. Essa mediação pode ser através de instrumentos técnicos ou sistema de signos. O objetivo desses instrumentos é servir de facilitador para o desenvolvimento do indivíduo e também para conduzir uma atividade. A linguagem é um signo mediador por excelência, pois é composta de conceitos generalizados e previamente elaborados pela cultura humana (REGO, 2011).

É importante salientar que o uso de instrumentos não se restringe à raça humana, uma vez que a comunicação não é privilégio desta espécie, pois “sabe-se ainda que a comunicação não mediatizada pela linguagem ou por outro sistema de signos ou de meios de comunicação, como se verifica no reino animal, viabiliza apenas a comunicação do tipo mais primitivo e nas dimensões mais limitadas” (VYGOTSKY, 2000, p. 11).

E por fim, a quinta tese

[...] a análise psicológica deve ser capaz de conservar características básicas dos processos psicológicos, exclusivamente humanos. Este princípio está baseado na ideia de que os processos psicológicos complexos se diferenciam dos mecanismos mais elementares e não podem, portanto, ser reduzidos à cadeia de reflexos. Estes modos de funcionamento psicológicos mais sofisticados, que se desenvolvem num processo histórico, podem ser explicados e descritos. Assim, ao abordar a consciência humana como produto da história social,

aponta na direção da necessidade do estudo das mudanças que ocorrem no desenvolvimento mental a partir do contexto social (REGO, 2011, p. 42-43).

Além de muito sofisticados, os processos psicológicos superiores se diferem dos processos psicológicos elementares por serem produtos do contexto social do indivíduo no decorrer de suas experiências de vida.

### 2.1.3 A Questão da Mediação Simbólica

Um dos conceitos mais importantes para se entender a teoria vygotskyana é o de mediação: “Mediação em termos genéricos é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento” (OLIVEIRA, 2002, p. 26).

Nessa relação do indivíduo com o mundo e com os outros indivíduos, é fundamental o papel da mediação para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

O processo de mediação, por meio de instrumentos e signos, é fundamental para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, distinguindo o homem dos outros animais. A mediação é um processo essencial para tornar possível as atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo. (OLIVEIRA, 2002, p. 33).

Segundo Vygotsky, a mediação se vale de dois elementos: o instrumento e o signo.

**Figura 2** - Processo de mediação entre o sujeito e objeto



Fonte: Ferreira (2016, p. 1).

O instrumento media a ação sobre os objetos enquanto o signo regula a ação sobre o psiquismo.

Através dos signos, o homem pode controlar voluntariamente sua atividade psicológica e ampliar sua capacidade de atenção, memória, [...] pode se

utilizar de um sorteio para tomar uma decisão, amarrar um barbante no dedo para não esquecer um encontro, anotar na agenda, escrever um diário para não esquecer detalhes vividos, construir um mapa (REGO, 2011, p. 52).

#### **2.1.4 Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)**

Segundo Vygotsky, o desenvolvimento humano compreende dois níveis. O primeiro, nível de desenvolvimento real ou efetivos se referem aos conhecimentos prévios, já internalizados no indivíduo, em que ele por si só é capaz de realizar funções sem auxílio externo. O segundo é o nível de desenvolvimento potencial, que indica o desenvolvimento prospectivamente, ou seja, refere-se ao futuro do aluno.

A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) ou zona de desenvolvimento imediato está associada aos processos mentais que estão em construção no indivíduo, que ainda não estão prontos.

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentes em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de “brotos” ou “flores” do desenvolvimento, ao invés de “frutos” do desenvolvimento. (COLE e SCRIBNER, 1984, p. 97).

Nesse sentido, devem ser observadas as potencialidades de cada aluno para se definir o conhecimento em amadurecimento e não somente os já amadurecidos.

[...] uma tese amplamente conhecida e indiscutível segundo a qual a criança orientada, ajudada e em colaboração sempre pode fazer mais e resolver tarefas mais difíceis do que quando sozinha. (VYGOTSKY, LURIA e LEONTIEV, 2001, p. 328).

É de suma importância o papel do professor como mediador nesse processo de desenvolvimento. Ele assiste a aprendizagem conduzindo os alunos durante as etapas de uma situação-problema complexa, concedendo que o aluno alcance o desenvolvimento.

[...] todas as pesquisas experimentais sobre a natureza psicológica dos processos de aprendizagem de aritmética, da escrita, das ciências naturais e de outras matérias na escola elementar demonstram que o seu fundamento, o eixo em torno do qual se montam, é uma nova formação que se produz em idade escolar. Estes processos estão todos ligados ao desenvolvimento do sistema nervoso central. [...]

Cada matéria escolar tem uma relação própria com o curso do desenvolvimento da criança, relação que muda com a passagem da criança de uma etapa para outra. Isto obriga a reexaminar todo o problema das disciplinas formais, ou seja, do papel e da importância de cada matéria no posterior desenvolvimento psicointelectual geral da criança”. (COLE e SCRIBNER, 1984, p. 116-117).

Conforme Valsiner (1984) a zona de desenvolvimento proximal segue em três direções:

**Primeira:** O conceito de ZDP enquanto escore que marcava a distância entre a atuação independente do indivíduo e a atuação "assistida", i.e. com a ajuda de alguém mais experiente.

**Segunda:** A explicação de ZDP enquanto assentada nas diferenças gerais que aparecem no desenvolvimento da criança quando esta se encontra em contextos assistidos socialmente e contextos individuais, direção esta que, na verdade, é uma generalização da primeira, diferenciando-se dessa por não se tratar de escore.

**Terceira:** A criação da ZDP através do jogo. Aqui o jogar assume o mesmo status que o processo de ensino-aprendizagem na interdependência com o desenvolvimento humano, uma vez que a criança vivencia papéis sociais que se encontram muito além de suas possibilidades.

A imitação aparece nas três direções. Citado por Vygotsky, a imitação contribui para o principal mecanismo do desenvolvimento, cria-se na Zona de Desenvolvimento Proximal. Na idade escolar, a criança faz uso desse instrumento para utilizá-lo como propulsor para o seu desenvolvimento.

## 2.2 Escolarização do Deficiente Visual na Educação Inclusiva

A educação inclusiva para os alunos com deficiência visual é uma preocupação recorrente para todos os docentes. No Distrito Federal, temos uma demanda significativa de alunos com deficiência visual e baixa visão. Esse é mais um desafio para as instituições de ensino, que é garantir um ensino igualitário, com qualidade, preservando o respeito às diferenças.

Os princípios que asseguram esse ensino com eficiência, conforme as Orientações Pedagógicas do Ensino Especial do Distrito Federal (2010), são:

- respeito à dignidade humana;
- educabilidade de todos os seres humanos, independentemente de comprometimentos que possam apresentar;

- direito à igualdade de oportunidades educacionais;
- direito à liberdade de aprender e de expressar-se; e
- direito a ser diferente.

Segundo a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, tem-se que:

Na perspectiva da educação inclusiva, a educação especial passa a integrar a proposta pedagógica da escola regular, promovendo o atendimento às necessidades educacionais especiais de estudantes com deficiência, Transtornos Globais de Desenvolvimento e altas habilidades/superdotação. Nestes casos e outros que implicam em transtornos funcionais específicos, a educação especial atua de forma articulada com o ensino comum, orientando para o atendimento às necessidades educacionais desses estudantes (BRASIL, 2008, p. 9).

De acordo com as Orientações Pedagógicas da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (DF, 2010), temos como deficiência visual uma situação de perda total da visão – denominada cegueira – ou a um quadro de baixa visão. Pode-se, portanto, conceituá-la como:

- cegueira: situação de ausência total de visão, chegando, inclusive, à perda total de projeção de luz. O estudante cego necessita, para o seu desenvolvimento educacional, de atendimentos específicos, tais como: domínio do Braille, soroban, orientação e mobilidade, dentre outros.

- baixa visão: prejuízo da função visual mesmo após tratamento e/ou refração óptica. As condições de baixa visão são variáveis, bem como as necessidades educacionais especiais do estudante com baixa visão, que variam de um para outro, de acordo com o grau de sua perda visual.

### **2.2.1 Leis da Educação Inclusiva**

No que se refere às garantias dos direitos da pessoa com deficiência visual, temos as seguintes normatizações, segundo as Orientações Pedagógicas da Secretaria de estado de Educação do Distrito Federal (DF, 2010):

#### **a) Legislação Internacional:**

- Declaração Universal dos Direitos Humanos: constitui um dos documentos básicos das Nações Unidas e foi assinada em 1948, na qual há a garantia de educação para todos independentemente de suas origens ou de suas condições sociais.

- Declaração de Jomtien, aprovada pela Conferência Mundial sobre Educação Para Todos, em 09 de março de 1990.

- Declaração de Salamanca, no ano de 1994, que propõe a concepção de educação para todos e o respeito às diferenças.

- Convenção da Guatemala, de 28 de maio de 1999, promulgada no Brasil pelo Decreto nº 3.956/2001, que afirma que as pessoas com deficiência têm os mesmos direitos humanos e liberdades fundamentais que as demais pessoas, definindo como discriminação com base na deficiência, toda diferenciação ou exclusão que possa impedir ou anular o exercício dos direitos humanos e de suas liberdades fundamentais.

- Declaração Internacional de Montreal sobre Inclusão, aprovada pelo Congresso Internacional “Sociedade Inclusiva” em Quebec – Canadá, em 05 de junho de 2001.

- Convenção da ONU, no ano de 2006, estabelece que os Estados Parte devem assegurar um sistema de educação inclusiva em todos as etapas e modalidades de ensino, em ambientes que maximizem o desenvolvimento acadêmico e social compatível com a meta de inclusão plena.

**b) Legislação Federal:**

- Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988. Dispõe, dentre outros assuntos, que o dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente, na rede regular de ensino.

- Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência.

- Lei nº 8.069, de 16 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e Adolescente. (ECA)

- Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. (LDB)

- Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para promoção da acessibilidade.

- Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais.

- Decreto nº 3.956 de 8 de outubro de 2001. Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência.

- Decreto nº 5.154/2004. Preconiza que a Educação de Jovens e Adultos e a Educação Profissional sejam desenvolvidas concomitantemente em nível de formação inicial e continuada.
  - Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10.436 de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais; e o artigo 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000.
  - Decreto nº 6.094, de 24 de abril de 2007. Dispõe sobre a implementação do Plano de Metas - Compromisso Todos pela Educação, que estabelece a garantia de acesso e permanência no ensino regular e o atendimento às necessidades educacionais especiais dos estudantes, a fim de fortalecer a inclusão educacional nas instituições de educação públicas.
  - Decreto nº 186, de 09 de julho de 2008. Aprova o texto da Convenção da ONU sobre os direitos da pessoa com deficiência.
  - Decreto nº 6.571/2008. Estabelece que os estudantes público-alvo da educação especial serão contabilizados duplamente no FUNDEB, quando tiverem matrícula em classe comum de ensino regular da rede pública e matrícula no atendimento educacional especializado – AEE, conforme registro no Censo Escolar/MEC/ INEP do ano anterior.
  - Portaria nº 2.678/02. Aprova diretriz e normas para o uso, o ensino, a produção e a difusão do Sistema Braille em todas as modalidades de aplicação, compreendendo o projeto da Grafia Braille para a Língua Portuguesa e a recomendação para o seu uso em todo o território nacional.
  - Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de setembro de 2001. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Especial.
  - Resolução nº 4 CNE/CEB, de 02 de outubro de 2009. Institui Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, modalidade Educação Especial.
  - Parecer nº 711/87 do Conselho Federal de Educação. Estabelece ações de atendimento ao superdotado.
  - Parecer CNE/CEB nº 13/2009. Institui as Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica na modalidade Educação Especial.
- c) **Legislação Local:**
- Lei Orgânica do Distrito Federal, de 08 de junho de 1993.
  - Lei nº 2.352, de 26 de abril de 1999. Dispõe sobre o atendimento aos estudantes portadores de altas habilidades.

- Decreto nº 22.912, de 25 de abril de 2002. Regulamenta a Lei nº 2.698/2001. Dispõe sobre atendimentos especializados aos estudantes portadores de deficiência na Educação Básica em estabelecimentos públicos e particulares do DF.
- Lei nº 3.218, de 05 de novembro de 2003. Dispõe sobre a universalização da educação inclusiva nas escolas da rede pública de ensino do Distrito Federal.
- Lei nº 4.317, de 09 de abril de 2009. Institui a Política Distrital para Integração da Pessoa com Deficiência, consolida as normas de proteção e dá outras providências.

## 2.2 O Desenho Universal

Desenvolvido pelos profissionais da área de arquitetura na Universidade da Carolina do Norte – EUA, o Desenho Universal tinha o objetivo de definir um projeto de produtos e ambientes que fossem utilizados por todos, sem a necessidade de adaptação para pessoas com deficiência. Como definiu Ostroff (2001): “Desenho universal e desenho inclusivo são termos usados frequentemente e indistintamente, nos Estados Unidos, para descrever uma abordagem de design que implica em equidade e justiça social através do projeto.” (OSTROFF, 2001, p. 15).

A intenção do desenvolvimento desse termo foi suprimir a ideia de adaptação de espaços por causa das pessoas com deficiência e proporcionar um conceito mais amplo de projeto, que não segregue nenhuma parcela da população e que possa passar despercebido aos olhos dos usuários em geral (STEINFELD e MAISEL, 2012).

Para compreender o conceito de acessibilidade é preciso considerar estes quatro componentes básicos:

- **Orientação** está relacionada à compreensão dos ambientes, permitindo que um indivíduo possa situar-se e deslocar-se a partir das informações dadas pelo ambiente, sejam elas visuais, sonoras, entre outras. Por exemplo, quando não se consegue identificar todo um ambiente a partir de seus diferentes locais, a presença de mapas e placas informativas contribui para a orientação do usuário (DISCHINGER, BINS ELY e PIARDI, 2013).
- **Comunicação** interpessoal corresponde à facilidade de interação entre os usuários e entre eles e o ambiente, e pode ser garantida a partir de configurações espaciais, como posicionamento de bancos frontalmente ou de tecnologias assistivas, como terminais de informação computadorizados para atender a pessoas com problemas auditivos e de produção linguística (DISCHINGER, BINS ELY e PIARDI, 2013)).



- **Deslocamento** corresponde às condições de movimento e livre fluxo, que devem ser garantidas pelas características das áreas de circulações verticais e horizontais. A implantação de pisos regulares e antiderrapantes, a presença de corrimões e patamares em escadas e rampas, presença de faixa de mobiliário fora das áreas de circulação etc., são exemplos de características que contribuem para o deslocamento (DISCHINGER, BINS ELY e PIARDI, 2013).
- **Uso** é o componente que está relacionado à participação em atividades e utilização dos equipamentos, mobiliário e objetos dos ambientes, e é garantido a partir de configurações espaciais e características ergonômicas de mobiliários adequadas aos usuários, as quais o permitam sua aproximação e presença, como no caso de mesas para jogos com espaço para cadeiras de rodas (DISCHINGER, BINS ELY e PIARDI, 2013).

Um projeto para ser considerado universal ou inclusivo deve considerar esses quatro componentes básicos, dessa maneira, teremos um espaço acessível na qual as barreiras inexistentes.

### 2.2.1 Princípios do Desenho Universal de Aprendizagem

A diversidade entre os estudantes deve ser modelada pelo Desenho Universal de aprendizagem. Norteando, assim, as práticas pedagógicas, materiais, métodos de avaliação que subsidiaram o professor no envolvimento de todos os alunos em sala.

Entende-se por Desenho Inclusivo ou Universal um conjunto de preocupações, conhecimentos, metodologias e práticas que visam à concepção de espaços, produtos e serviços, utilizáveis com eficácia, segurança e conforto pelo maior número de pessoas possível, independentemente das suas capacidades (CORREIA e CORREIA, 2005, p. 29).

Essa prática deve estar presente em todas as ações didáticas da escola, compreendendo o currículo como representação das necessidades de todos os educandos.

O Desenho Universal para Aprendizagem amplia o conceito de desenho universal em dois modos básicos. Primeiro, ele aplica a ideia de flexibilidade, inerente ao currículo educacional. Segundo ele coloca o desenho universal um passo a frente, através do apoio não apenas ao melhor acesso, a informação

dentro da sala de aula, mas também melhor acesso à aprendizagem (CAST, 2015, p. 4).

Nesse sentido, para potencializar a participação e o envolvimento dos alunos na realização das atividades educativas, é essencial a preocupação com a elaboração de materiais pedagógicos adequados ao uso da Tecnologia Assistiva (TA).

De acordo com o IMS, se a tecnologia aplicada ao aprendizado distribuído é universalmente acessível, este aprendizado terá potencial para atender além de uma grande porcentagem de pessoas com desabilidades, pessoas com dificuldades de aprendizado, preferências, estilos de aprendizagem (visual, auditivo ou tátil) e habilidades particulares dos usuários (BARSTOW e ROTHBERG, 2002, p. 1).

Os princípios orientadores do desenho universal da aprendizagem servem de subsídios teóricos para construção de qualquer atividade pedagógica inclusiva, que visam guiar o conjunto de estratégias didáticas que possibilitem a aprendizagem de todos.

### **2.3 Sequências de Ensino Investigativas (SEIs)**

As aulas apresentadas, no ensino por investigação, propostas por Ana Maria Pessoa de Carvalho, devem ser planejadas pensando no material e suas relações didáticas, com o objetivo de transpor os conhecimentos prévios para o conhecimento científico.

[...] na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos ao tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. [...] Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2013, p. 9)

De acordo com Carvalho (2013), todo o trabalho na elaboração de uma SEI deve envolver as seguintes atividades: problema experimental ou não, demonstração investigativa, leitura de texto, contextualização social do conhecimento e atividade de avaliação.

Os parágrafos seguintes relatam, brevemente, o planejamento e as interações didáticas das principais etapas que compõem as sequências de ensino investigativas.

### **2.3.1 O problema**

Na organização de uma SEI, vários são os tipos de problemas que o professor poderá utilizar para iniciar a sequência de ensino, entre eles temos o mais usual, que é o problema experimental, em que os próprios alunos manipulam livremente e executam as experiências. Contudo, pensando na segurança dos alunos ao manipular os experimentos, para que não ocorram situações de choque elétrico ou risco de acidente, por exemplo, o professor, neste caso, ficará responsável por apresentar o problema experimental com um formato de demonstração investigativa.

Pensando nas aulas durante o ensino remoto, o problema foi apresentado de maneira demonstrativa para os alunos videntes e no caso dos alunos baixa-visão foi disponibilizado um kit com os materiais para a realização dos experimentos sobre as propriedades dos ímãs, do trem magnético caseiro e do experimento de Oersted.

Em outras situações, o problema também pode ser instigado a partir de textos, imagens, ou a partir de conceitos presentes no nível de desenvolvimento real dos alunos. Estes são denominados de problemas não-experimentais.

Carvalho (2013) descreve que independentemente do tipo de problema escolhido ele deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidade de os alunos levantarem e testarem suas hipóteses, passarem da ação manipulativa à intelectual, estruturando o pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor.

### **2.3.2 Leitura de texto e sistematização do conhecimento**

Após a apresentação e a discussão do problema, o professor sistematiza o conceito ou conhecimento que foi o objetivo do problema. Para tanto, utiliza um texto de sistematização do conhecimento que servirá para repassar a resolução do problema, convergindo, também, com as proposições que apareceram nas aulas anteriores. A linguagem do texto é apresentada de maneira formal, fazendo com que os alunos percebam a diferença entre a linguagem anterior, pouco formal, e a do texto, que é mais refinada, sofisticada e com rigor científico.

### 2.3.3 Atividades que levam à contextualização social do conhecimento

Existem várias atividades propostas para a contextualização social do conhecimento. Para um objetivo mais elaborado, os textos de contextualização devem apresentar questões relacionadas ao problema social (ou tecnológico) que permitam uma conexão entre o conhecimento estudado e a realidade dos alunos.

Todas as atividades propostas devem ser pensadas como atividades investigativas, ou seja, devem ser planejadas para que os alunos discutam, expondo suas ideias e seus entendimentos do texto para que após a discussão o professor sistematize o conhecimento retomando ao texto.

### 2.3.4 Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI

As atividades propostas devem ter caráter de avaliação formativa, em que os estudantes e o professor percebam se estão ou não aprendendo. Seguem com os mesmos objetivos da SEI e visam tanto o aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas (aprendizado conceitual) quanto no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica (aprendizado atitudinal).

A seguir, tem-se exemplos das etapas da SEI e o comportamento esperado para a aprendizagem atitudinal e a aprendizagem processual.

- **Etapa da resolução do problema em pequenos grupos:**
  - Aprendizagem atitudinal – Se eles colaboram entre si na busca da solução do problema.
  - Aprendizagem processual – Se eles discutem buscando ideias que servirão de hipóteses e as testam.
- **Etapa da discussão aberta:**
  - Aprendizagem atitudinal – Se eles esperam a sua vez para falar ou prestar atenção e considerar a fala do colega.
  - Aprendizagem processual – Se eles descrevem as ações observadas, relaciona causa e efeito, explica o fenômeno.
- **Etapa do trabalho escrito pelos alunos:**
  - Aprendizagem atitudinal – Se eles escrevem verbos de ação no plural mostrando o respeito pelo trabalho feito em grupo.

Aprendizagem processual – Se eles relatam por meio de textos e/ou desenhos, a sequência das ações realizadas e as relações existentes.

Os comportamentos observados dos alunos podem mostrar indícios que estão aprendendo o processo da construção do conhecimento científico e tendo atitudes compatíveis com esse processo.

## 3 MAGNETISMO

### 3.1 Histórico

As pessoas são fascinadas por ímãs, principalmente porque os ímãs atuam a distância. Trazem curiosidades diversas, tais como o seu funcionamento, a sua atuação e suas características. As aplicações das propriedades magnéticas são muito comuns atualmente, podem ser evidenciadas nos motores elétricos das furadeiras, equipamentos automotivos, ventiladores, periféricos de computadores e relógios. A utilidade dos ímãs cresce a cada dia.

O termo “magnetismo” provém do nome magnésia, um distrito costeiro da antiga Tessália, na Grécia, onde pedras incomuns eram encontradas pelos gregos há mais de 2.000 anos. Tais pedras, chamadas de ímãs naturais, possuem a propriedade surpreendente de atrair pedaços de ferro. Os ímãs foram primeiro empregados em bússolas e usados para navegação pelos chineses, no século XII.

Fenômenos como a atração entre os minérios já eram conhecidos desde os primórdios das civilizações mesoamericanas, egípcia, egeia e chinesa. Através da descoberta da pedra-ímã<sup>4</sup> e de seus efeitos sobre pedaços de ferro, inicia-se o desenvolvimento do estudo do campo magnético.

Nos estudos de Tales de Mileto (c.570 a.C.) estes fenômenos também eram conhecidos, tais como o efeito de atração (eletrostático) que o âmbar esfregado exerce sobre pequenos pedaços de quaisquer materiais. Para Tales, o efeito da pedra-ímã era associado à ação da alma, já Empédocles relacionava o efeito a partir do princípio do amor, em que o amor seria responsável pela força atrativa, enquanto o ódio, pela força repulsiva.

Outra explicação, essa em níveis atômicos, aparece em 60 a.C. no poema de Lucrecio, *Da natureza* (cf. 1980 [c. 60 a.C.], livro vi, linhas 998-1088). Ele sugere que pequenas

---

<sup>4</sup> "Pedra-ímã" é a tradução do inglês lodestone, cujo significado etimológico seria leading stone ou "pedra condutora", em referência à bússola magnética. O termo designa qualquer amostra natural de minério que tenha magnetização permanente. As pedras-ímãs mais fortes são obtidas naturalmente a partir da magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), mas também estão associadas a outros minérios, incluindo os produtos de oxidação da magnetita, a maghemita e a hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Sabe-se hoje que a magnetização da hematita é devida a domínios de maghemita. Assim como o ferro, toda amostra de magnetita é atraída por um ímã permanente (sendo assim identificável com uma bússola), mas apenas uma pequena parte da magnetita terrestre tem magnetização permanente (ou seja, é pedra-ímã). Uma das hipóteses para a origem das pedras-ímã é que sua magnetização permanente é causada pela queda de raios em veios superficiais dos citados minérios, o que explica porque pedras-ímã não são encontradas em minas profundas (WASILEWSKI e KLETETSCHKA, 1999).

“sementes” do ímã, criariam um vácuo na frente da pedra-ímã, na qual exerceria uma pressão que o atrairia em direção ao ferro; explicando também o seu efeito contrário, o efeito de repulsão.

No século XVI, William Gilbert, médico da rainha Elizabeth I, confeccionou ímãs artificiais esfregando pedaços de ferro comum em pedaços de magnetita. Ele também sugeriu que uma bússola sempre se alinhe com a direção norte-sul, porque a Terra possui propriedades de um ímã. Mais tarde, na Inglaterra, em 1750, John Michell, físico e astrônomo inglês, descobriu que os polos magnéticos obedecem à lei do inverso do quadrado da distância, e seus resultados foram confirmados por Charles Coulomb.

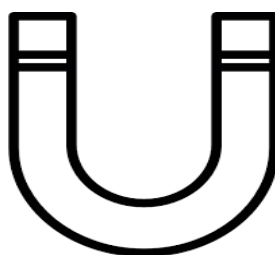
Em 1820, Hans Christian Oersted, ao posicionar uma bússola de um fio percorrido por uma corrente elétrica, percebeu uma perturbação na agulha da bússola. Mais tarde, utilizando um aparelho galvânico, entendeu o fenômeno com mais clareza e, após sucessivos testes, estabeleceu a lei fundamental do eletromagnetismo, na qual o campo magnético gerado por um condutor percorrido por uma corrente elétrica posiciona-se ao redor do fio.

### **3.2 Polos Magnéticos**

As forças que os ímãs exercem entre si são parecidas com as forças elétricas, pois elas também podem atrair ou repelir sem tocar, dependendo de quais extremidades dos ímãs estão mais próximas. Também como as forças elétricas, as intensidades de suas interações dependem da distância de afastamento entre os dois ímãs. Enquanto as cargas elétricas são centrais para as forças elétricas, são as regiões dos ímãs chamadas de polos magnéticos que dão origem às forças magnéticas. Se você suspender um ímã em barra por um barbante amarrado no centro da barra, obterá uma bússola. Uma das extremidades aponta para o norte e, por isso, é chamada de polo norte magnético, enquanto a outra aponta para o sul e é chamada correspondentemente de polo sul magnético, que chamaremos, mais simplesmente, de polos norte e sul, respectivamente. Qualquer ímã possui tanto um polo norte como um polo sul (embora alguns ímãs possuam mais de um de cada tipo). Os ímãs de refrigerador, muito populares nos últimos anos, possuem atrás tiras estreitas com polos sul e norte que se alternam ao longo do comprimento. Esses ímãs são suficientemente fortes para segurar folhas de papel contra a porta do refrigerador, mas têm um alcance muito curto em virtude do cancelamento promovido entre os polos norte e sul. Em um ímã em barra simples, um único polo norte e um único polo sul situam-se nas extremidades da barra. Um ímã comum do tipo ferradura é simplesmente uma barra que foi dobrada até adquirir

a forma da letra “U”. Seus polos estão também nas duas extremidades (Figura 3). Quando o polo norte de um ímã é colocado próximo ao polo norte de outro, o mesmo é verdadeiro para um polo sul próximo a outro polo ímã, eles se repelem do mesmo tipo. Mas se dois polos magnéticos opostos forem colocados próximos, aparecerá uma força atrativa entre eles. Daí verifica-se que polos iguais se repelem; polos opostos se atraem.

**Figura 3 - Ímã tipo U**



Fonte: produção do próprio autor.

Se você partir em dois um ímã em barra, cada metade ainda se comportará como um ímã completo. Se quebrar esses dois pedaços novamente, obterá quatro ímãs completos. E você pode seguir quebrando esses pedaços pela metade que jamais obterá um único polo magnético que esteja isolado. Mesmo quando o pedaço que você obteve for do tamanho de um único átomo, ainda assim haverá nele dois polos. Isso sugere que os próprios átomos sejam ímãs.

### **3.3 Campos Magnéticos**

Ímãs permanentes são usados há muito tempo em bússolas de navegação. Como ilustrado na Figura 4, a agulha da bússola é um ímã permanente apoiado de modo a poder girar livremente em um plano. Quando a bússola é colocada sobre uma superfície horizontal, a agulha gira até que uma extremidade aponte aproximadamente para o norte. A extremidade da agulha que aponta para o norte é identificada como o polo norte magnético; a extremidade oposta é o polo sul magnético. Ímãs podem exercer forças uns sobre os outros. A Figura 4 mostra que as forças magnéticas entre os polos norte e sul têm a seguinte propriedade:

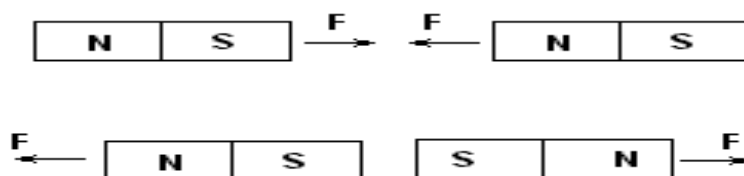


**Figura 4** – Bússola



Fonte: página da Ultracoloringpages<sup>5</sup>.

**Figura 5** - Forças Atrativas e Repulsivas nos Ímãs em barra



Fonte: produção do próprio autor.

Este comportamento é semelhante àquele observado em cargas elétricas de mesma natureza e de naturezas diferentes. No entanto, há uma diferença significativa entre polos magnéticos e cargas elétricas. É possível separar cargas elétricas positivas de cargas elétricas negativas e produzir cargas isoladas de qualquer um dos dois tipos. Em contraste, um monopolo magnético (um polo norte ou sul isolado) nunca foi encontrado. Qualquer tentativa de separar polos nortes e sul cortando-se ao meio um ímã em barra falha, pois cada parte vira um ímã menor, com seus próprios polos nortes e sul.

Ao redor de um ímã, existe um campo magnético. O campo magnético é análogo ao campo elétrico que existe no espaço ao redor de cargas elétricas. Como o campo elétrico, o campo magnético possui tanto módulo quanto direção e sentido. A direção e o sentido do campo magnético em qualquer ponto do espaço são indicados pelo polo norte de uma pequena agulha de bússola colocada nesse ponto. Na Figura 4, a agulha da bússola é representada por uma seta, cuja ponta representa o polo norte. O desenho mostra como bússolas podem ser usadas para mapear o campo magnético no espaço ao redor de um ímã em barra.

---

<sup>5</sup> Fonte: Ultracoloringpages (2020).

Como polos de mesma natureza se repelem, e polos de naturezas diferentes se atraem, a agulha de cada bússola fica alinhada em relação ao ímã como mostrado na figura. As agulhas das bússolas fornecem uma representação visual do campo magnético criado pelo ímã em barra. É possível desenhar linhas de campo magnético, e a Figura 7a ilustra algumas das linhas ao redor de um ímã em barra. As linhas parecem se originar no polo norte e terminar no polo sul; elas não começam nem acabam no meio do espaço. Uma representação visual das linhas de campo magnético pode ser obtida espalhando-se limalha de ferro bem fina sobre um pedaço de papel que cobre o ímã. As limalhas de ferro em um campo magnético se comportam como minúsculas bússolas e se alinham ao longo das linhas de campo, como mostrado na fotografia da Figura 7b.

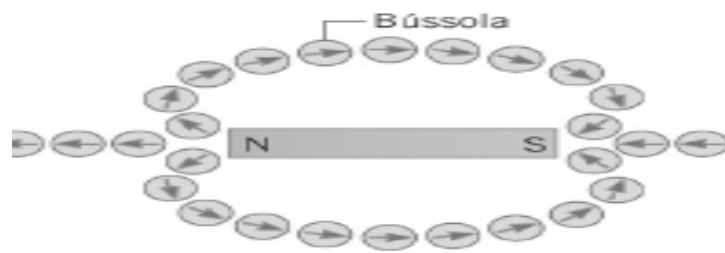
Como acontece no caso das linhas de campo elétrico, o campo magnético em qualquer ponto é tangente à linha de campo magnético nesse ponto. Além disso, a intensidade do campo é proporcional ao número de linhas por unidade de área que atravessam uma superfície orientada perpendicular às linhas. Dessa forma, o campo magnético é mais forte em regiões onde as linhas de campo estão relativamente mais próximas umas das outras e é mais fraco onde elas estão relativamente mais afastadas umas das outras. Por exemplo, na Figura 7a, as linhas estão mais próximas perto dos polos norte e sul, refletindo o fato de que a intensidade do campo é maior nestas regiões. Distante dos polos, o campo magnético fica mais fraco.

Observe no item c do desenho que as linhas de campo na abertura entre os polos do ímã em forma de ferradura são praticamente paralelas e igualmente espaçadas, indicando que o campo magnético neste local é aproximadamente constante. Apesar de o polo norte da agulha de uma bússola apontar em direção ao norte, ele não aponta exatamente para o polo norte geográfico. O polo norte geográfico é o ponto no qual o eixo de rotação da Terra intercepta a sua superfície no hemisfério norte (veja a Figura 8). Medições do campo magnético ao redor da Terra mostram que a Terra se comporta magneticamente quase como se fosse um ímã em forma de barra.

Como ilustrado no desenho, a orientação deste ímã em barra fictício define o eixo magnético terrestre. O local onde o eixo magnético atravessa a superfície no hemisfério norte é conhecido como o polo norte magnético. Ele recebe este nome porque é para lá que a extremidade norte da agulha de uma bússola aponta. Como polos de naturezas diferentes se atraem, o polo sul do ímã em barra fictício da Terra está abaixo do polo norte magnético, como indicado na Figura 8. O polo norte magnético não coincide com o polo norte geográfico, estando de fato em uma latitude de aproximadamente  $80^\circ$ , bem a noroeste da Ilha Ellef Ringnes, no extremo norte do Canadá. É interessante observar que a posição do polo norte magnético não é fixa, mas

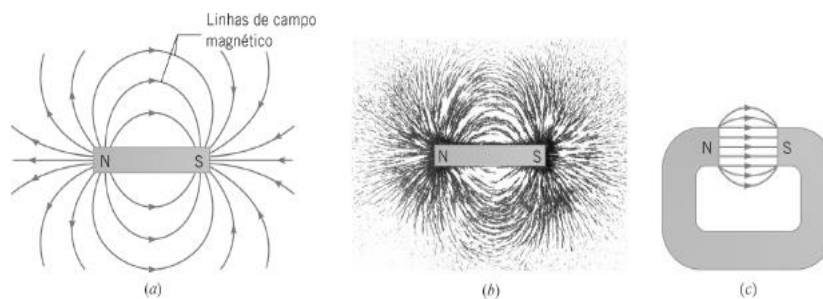
se move ao longo dos anos. Apontando para o polo norte magnético, uma agulha de bússola se desvia do polo norte geográfico. O ângulo que uma agulha de bússola se desvia é chamado de ângulo de declinação. Para a cidade de Nova York, o ângulo de declinação atual é de aproximadamente  $13^\circ$  oeste, significando que uma agulha de bússola aponta para  $13^\circ$  para oeste do norte geográfico.

**Figura 6 - Sentido do Campo Magnético**



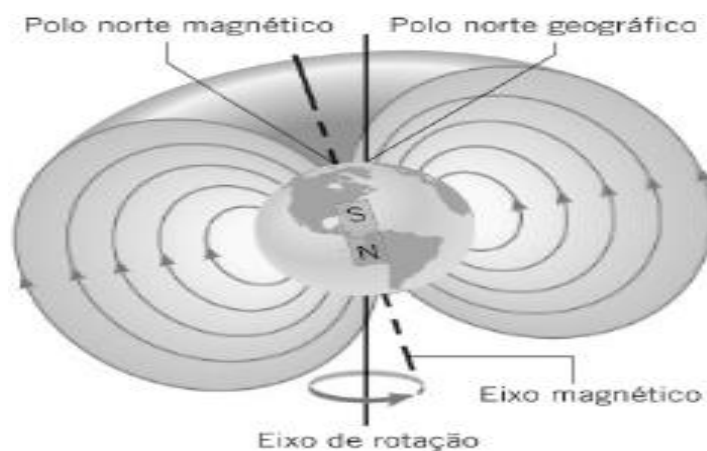
Fonte: Cutnel e Johnson (2016).

**Figura 7 - Linhas de Campo Magnético**



Fonte: Cutnel e Johnson (2016).

**Figura 8** - Magnetismo Terrestre



Fonte: Cutnel e Johnson (2016).

A Figura 8 mostra que as linhas de campo magnético terrestre não são paralelas à superfície em todos os pontos. Por exemplo, próximo ao polo norte magnético as linhas de campo são praticamente perpendiculares à superfície da Terra. O ângulo que o campo magnético faz com a superfície em qualquer ponto é conhecido como o ângulo de mergulho.

### 3.4 Sensibilidade às condições iniciais e efeito borboleta

Já que o campo elétrico  $\vec{E}$  é produzido por cargas elétricas, seria natural que o campo magnético  $\vec{B}$  fosse produzido por cargas magnéticas. Entretanto, embora a existência de cargas magnéticas (conhecidas como monopolos magnéticos) seja prevista em algumas teorias, essas cargas até hoje não foram observadas. Como são produzidos, então, os campos magnéticos? Os campos magnéticos podem ser produzidos de duas formas. A primeira forma consiste em usar partículas eletricamente carregadas em movimento, como os elétrons responsáveis pela corrente elétrica em um fio, para fabricar um eletroímã. A corrente produz um campo magnético que pode ser usado, por exemplo, para fazer girar o disco rígido de um computador ou para transportar sucata de um lugar para outro. A outra forma de produzir um campo magnético se baseia no fato de que muitas partículas elementares, entre elas o elétron, possuem um campo magnético intrínseco.

O campo magnético é uma propriedade básica das partículas elementares, como a massa e a carga elétrica. Em alguns materiais os campos magnéticos dos elétrons se somam para produzir um campo magnético no espaço que cerca o material. É por isso que um ímã permanente,

do tipo usado para pendurar bilhetes na porta das geladeiras, possui um campo magnético permanente. Na maioria dos materiais, porém, os campos magnéticos dos elétrons se cancelam e o campo magnético em torno do material é nulo. Essa é a razão pela qual não possuímos um campo magnético permanente em torno do nosso corpo, o que é bom, pois não seria nada agradável ser atraído por portas de geladeira. Para definir o campo magnético  $\vec{B}$ , vamos usar o fato experimental de que, quando uma partícula com carga elétrica se move na presença de um campo magnético, uma força magnética  $\vec{F}_b$  age sobre a partícula.

Determinamos o campo elétrico  $\vec{E}$  em um ponto colocando uma partícula de prova com uma carga  $q$  nesse ponto e medindo a força elétrica  $\vec{F}_e$  que age sobre a partícula. Em seguida, definimos o campo usando a relação  $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$ .

Se dispuséssemos de um monopolo magnético, poderíamos definir  $\vec{B}$  de forma análoga. Entretanto, como os monopolos magnéticos até hoje não foram encontrados, devemos definir  $\vec{B}$  de outro modo, ou seja, em termos da força magnética  $\vec{F}_b$  exercida sobre uma partícula de prova carregada eletricamente e em movimento.

**Partícula Carregada em Movimento.** Em princípio, fazemos isso medindo a força  $\vec{F}_b$  que age sobre a partícula quando ela passa, com várias velocidades e direções, pelo ponto no  $\vec{B}$  está sendo medido. Depois de executar muitos experimentos desse tipo, constatamos que, quando a velocidade  $\vec{v}$  da partícula tem certa direção, a força  $\vec{F}_b$  é zero. Para todas as outras direções de  $\vec{v}$ , o módulo de  $\vec{F}_b$  é proporcional a  $v \cdot \sin \phi$ , em que  $\phi$  é o ângulo entre a direção em que a força é zero e a direção de  $\vec{v}$ . Além disso, a direção de  $\vec{F}_b$  é sempre perpendicular à direção de  $\vec{v}$ . (Esses resultados sugerem que um produto vetorial está envolvido).

**O Campo.** Podemos em seguida definir um campo magnético  $\vec{B}$  como uma grandeza vetorial cuja direção coincide com aquela para a qual a força é zero. Depois de medir  $\vec{F}_b$  para  $\vec{v}$  perpendicular a  $\vec{B}$ , definimos o módulo de em termos do módulo da força:  $B = \frac{F_b}{|q|v}$ , em que  $q$  é a carga da partícula.

Podemos expressar esses resultados usando a seguinte equação vetorial:

$$\vec{F}_b = q \vec{v} \times \vec{B} \quad (1)$$

Substituindo na equação:  $\vec{v} \times \vec{B} = v B \sin \phi$ , teremos:

$$\vec{F}_b = |q|vB\text{sen}\phi \quad (2)$$

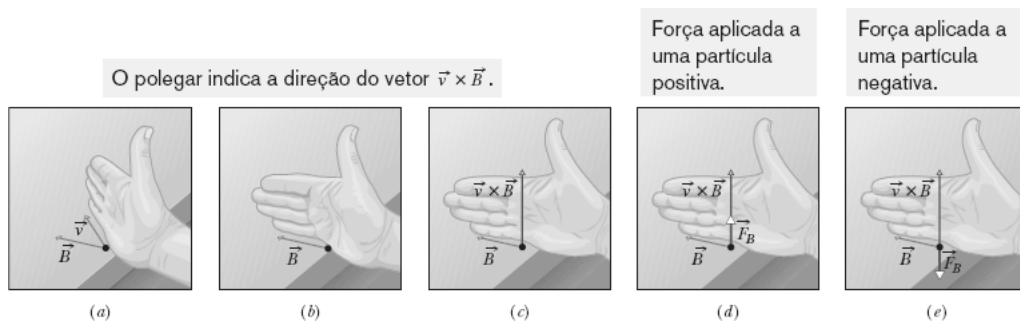
Em que  $\phi$  é o ângulo entre as direções da velocidade  $\vec{v}$  e do campo magnético  $\vec{B}$ .

**Determinação da Força Magnética.** De acordo com a Equação 2, o módulo da força  $\vec{F}_b$  que age sobre uma partícula na presença de um campo magnético é proporcional à carga  $q$  e à velocidade  $v$  da partícula. Assim, a força é zero se a carga é zero ou se a partícula está parada. A Equação 2 também mostra que a força é zero, se  $\vec{v}$  e  $\vec{B}$  são paralelos ( $\phi = 0^\circ$ ) ou antiparalelos ( $\phi = 180^\circ$ ), e é máxima se  $\vec{v}$  e  $\vec{B}$  são mutuamente perpendiculares.

**Orientação.** A Equação 1 também fornece a orientação de  $\vec{F}_b$ . De acordo com a regra da mão direita (Figuras 9a a 9c), o polegar da mão direita aponta na direção de  $\vec{v} \times \vec{B}$  quando os outros dedos apontam de  $\vec{v}$  para  $\vec{B}$ . De acordo com a Equação 1, se a carga  $q$  é positiva, a força  $\vec{F}_b$  tem o mesmo sinal que  $\vec{v} \times \vec{B}$ ; assim, para  $q$  positiva,  $\vec{F}_b$  aponta no mesmo sentido que o polegar (Fig. 9d). Se  $q$  é negativa, a força  $\vec{F}_b$  e o produto vetorial  $\vec{v} \times \vec{B}$  têm sinais contrários e, portanto, apontam em sentidos opostos. Assim, para  $q$  negativa,  $\vec{F}_b$  aponta no sentido oposto ao do polegar (Fig. 9e).

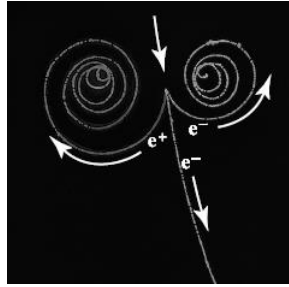
Seja qual for o sinal da carga, a força  $\vec{F}_b$  que age sobre uma partícula carregada que se move com velocidade  $\vec{v}$  na presença de um campo magnético  $\vec{B}$  é sempre perpendicular a  $\vec{v}$  e a  $\vec{B}$ .

**Figura 9** - Regra da Mão Direita



Fonte: Halliday e Resnick (2003).

**Figura 10** - Rastros de dois elétrons



Fonte: Lawrence Berkeley Laboratory/Photo Researchers, Inc.

Assim, a componente de  $\vec{F}\vec{b}$  na direção de  $\vec{v}$  é sempre nula. Isso significa que  $\vec{F}\vec{b}$  não pode mudar a velocidade escalar de  $v$  da partícula e, portanto, também não pode mudar a energia cinética da partícula. A força  $\vec{F}\vec{b}$  pode mudar apenas a direção de  $\vec{v}$ , ou seja, a trajetória da partícula; esse é o único tipo de aceleração que  $\vec{F}\vec{b}$  pode imprimir à partícula.

Para compreender melhor o significado da Eq. 3, considere a Figura 10, que mostra alguns rastros deixados em uma *câmara de bolhas* por partículas carregadas. A câmara, que contém hidrogênio líquido, está submetida a um forte campo magnético uniforme que aponta para fora do papel. Um raio gama, que não deixa rastro porque é eletricamente neutro, interage com um átomo de hidrogênio e se transforma em um elétron (trajetória espiral  $e^-$ ) e um pósitron (trajetória espiral  $e^+$ ), ao mesmo tempo em que arranca um elétron do átomo de hidrogênio (trajetória quase retilínea  $e^-$ ). As curvaturas das trajetórias das três partículas estão de acordo com a Eq. 1 e a Fig. 9.

**Unidade de Medida.** De acordo com as Equações 1 e 2, a unidade de  $\vec{B}$  no SI é o newton por coulomb-metro por segundo. Por conveniência, essa unidade é chamada de **tesla** (T):

$$1T = 1 \frac{\textit{newton}}{(\textit{coulomb})\left(\frac{\textit{metro}}{\textit{segundo}}\right)}$$

Lembrando que um coulomb por segundo equivale a um ampère, temos:

$$1 T = 1 \frac{\textit{newton}}{\left(\frac{\textit{coulomb}}{\textit{segundo}}\right)\textit{metro}} = 1 \frac{N}{A \cdot m} \tag{3}$$

Uma unidade antiga de  $\vec{B}$ , que não pertence ao SI, mas ainda é usada na prática, é o *Gauss* (G). A relação entre o gauss e o tesla é a seguinte:

$$1 \textit{Tesla} = 10^4 \textit{gauss} \tag{4}$$

A tabela 2 mostra a ordem de grandeza de alguns campos magnéticos. Note que o campo magnético na superfície da Terra é da ordem de  $10^4 T$  ( $100 \mu T$  ou  $1 G$ ).

**Tabela 2** – Ordem de grandeza de alguns campos magnéticos

Alguns Campos Magnéticos	Campo Magnético (T)
Na superfície de uma estrela de nêutrons	$10^8$
Perto de um grande eletroímã	1,5
Perto de um ímã pequeno	$10^{-2}$
Na superfície da Terra	$10^{-4}$
No espaço sideral	$10^{-10}$
Em uma sala magneticamente blindada	$10^{-14}$

Fonte: Halliday e Resnick (2003).

**Linhas de Campo Magnético.** O campo magnético, como o campo elétrico, pode ser representado por linhas de campo. As regras são as mesmas: (1) a direção da tangente a uma linha de campo magnético em qualquer ponto fornece a direção de  $\vec{B}$  nesse ponto; (2) o espaçamento das linhas representa o módulo de  $\vec{B}$ : quanto mais intenso o campo, mais próximas estão as linhas, e vice-versa.

A Figura 11a mostra as linhas de campo magnético nas proximidades de um ímã em forma de barra. Todas as linhas passam pelo interior do ímã e formam curvas fechadas (mesmo as que não parecem formar curvas fechadas na figura). O campo magnético externo é mais intenso perto das proximidades do ímã em forma de barra da Figura 11b recolhe muito mais limalha de ferro nas extremidades.

**Dois Polos.** As linhas de campo entram no ímã por uma das extremidades e saem por outra. A extremidade pela qual as linhas saem é chamada de *polo norte* do ímã; a outra extremidade, pela qual as linhas entram, recebe o nome de *polo sul*. Como um ímã tem dois polos, dizemos que ele se comporta como um dipolo magnético.

A Terra possui um campo magnético que é produzido, no interior do planeta, por um mecanismo até hoje pouco conhecido. Na superfície terrestre, podemos observar esse campo com o auxílio de uma bússola, constituída por um ímã fino em forma de barra montado em um eixo de baixo atrito. Esse ímã em forma de barra, ou agulha, aponta aproximadamente na direção norte-sul porque o polo norte do ímã é atraído para um polo situado nas proximidades do polo geográfico norte. Isso significa que o polo sul do campo magnético da Terra está situado



nas proximidades do polo geográfico norte. Assim, o correto seria chamarmos de polo magnético sul o polo magnético mais próximo do polo geográfico norte. Entretanto, por causa da proximidade com o polo geográfico norte, esse polo costuma ser chamado de *polo geomagnético norte*.

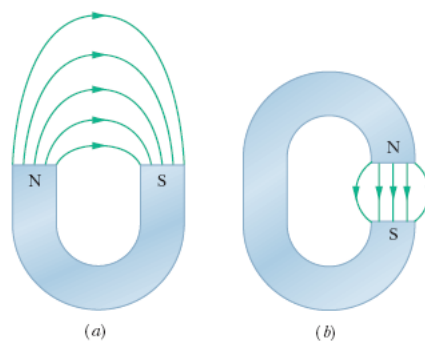
Medidas mais precisas revelam que, no hemisfério norte, as linhas do campo magnético da Terra apontam para baixo, na direção do polo geomagnético norte, enquanto no hemisfério sul apontam para cima, na direção oposta à do *polo geomagnético sul*, situado nas proximidades do polo geográfico sul.

**Figura 11** - Linhas de Campo Magnético



Fonte: Cortesia do Dr. Richard Cannon, Southeast Missouri State University, Cape Girardeau.

**Figura 12** - Linhas de Campo Magnético Externas



Fonte: Halliday e Resnick (2003).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Metodologia de pesquisa**

Neste tópico a pesquisa segue as orientações propostas por Carvalho (2012) para elaboração e aplicação de uma sequência didática no formato de uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI, em que propõe uma série de atividades planejadas sob o ponto de vista do material e das interações didáticas orientadas pela teoria sociocultural de Lev Vygotsky.

O ensino remoto foi implementado nas escolas do Distrito Federal segundo a Portaria nº. 132, de 3 de junho de 2020, que valida o Plano de Gestão Estratégica para a Realização das Atividades Pedagógicas Não Presenciais na Rede Pública de Ensino do Distrito Federal, da Secretaria de Educação do Distrito Federal.

A turma de magnetismo foi construída em um ambiente virtual, Google Classroom<sup>6</sup>. Todos os alunos receberam os convites para participar pelo e-mail institucional da Secretaria de Educação do Distrito Federal.

O trabalho contou com a participação efetiva do professor pesquisador junto aos educandos, no ambiente virtual, com a intenção de promover a participação efetiva da turma de maneira crítica na resolução dos problemas propostos, seguindo a proposta do referencial teórico adotado.

Para os alunos com baixa-visão foram disponibilizados as maquetes táteis-visuais e o kit experimental para realização das atividades práticas.

### **4.2 Contextualização**

A pesquisa em forma de SEI foi aplicada no Centro Educacional 16 de Ceilândia – Ced 16, escola pertencente à rede pública de educação do Distrito Federal, localizada em Ceilândia, região administrativa do Distrito Federal.

A escola possui dois pavimentos, com 13 salas de aulas e capacidade de atendimento para 450 alunos por turno. Possui acessibilidade para alunos deficientes físicos no primeiro

---

<sup>6</sup> Google Classroom é um sistema de gerenciamento de conteúdo para escolas que procuram simplificar a criação, a distribuição e a avaliação de trabalhos. Ele é um recurso do Google Apps para a área de educação e foi lançado para o público em agosto de 2014. Wikipédia.

pavimento, com banheiros e bebedouros adaptados no piso inferior, banheiros e bebedouros no piso superior. Há um espaço destinado à coordenação pedagógica, ao Atendimento Educacional Especializado – AEE, biblioteca, sala dos professores, sala de coordenação pedagógica, duas quadras cobertas, sala de informática/vídeo, secretaria, sala de gestão, sala do administrativo, cantina, refeitório, pátio e estacionamento para os funcionários e alunos.

A escola está localizada no setor QNQ, área de vulnerabilidade social, indicada pelo Governo do Distrito Federal. Atende estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação de Jovens e Adultos – EJA Regular, EJA Interventiva e Classe Especial. Comporta 1368 estudantes no total, 199 no Ensino Fundamental, 429 no Ensino Médio, 512 na EJA Regular, 22 na EJA Interventiva e 36 na Classe Especial. Trata-se de uma escola de dois pavimentos, com 12 turmas de ensino médio, 1 classe especial e 1 EJA interventiva II segmento, no matutino; e 6 turmas de ensino fundamental anos finais, 4 turmas de ensino médio, 2 classes especiais e 1 EJA interventiva I segmento, no vespertino.

Para este trabalho, foram escolhidas duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio, pois o conteúdo em questão, o Magnetismo, é abordado nessa série. Também se deve ao fato de que a turma possuía um estudante matriculado com deficiência visual, nesse caso, tínhamos dois alunos com baixa visão<sup>7</sup>.

#### **4.3 Aplicação do produto na forma de uma Sequência de Ensino Investigativa**

Seguindo os preceitos de Carvalho (2013), foi desenvolvida um SEI com a temática sobre os tópicos do magnetismo, desenvolvida durante 4 aulas de 1h e 40 min, de forma síncrona, no Google Meet, e assíncrona, através dos formulários Google Forms.

A sala de aula, os formulários e os planos de aula de cada encontro apresentam-se no corpo do produto educacional, apêndice A.

Os registros das atividades foram anotados em um diário de bordo<sup>8</sup> do professor pesquisador durante a aplicação das atividades propostas.

O produto educacional foi desenvolvido em quatro etapas: (I) O problema; (II) Leitura de texto e sistematização do conhecimento; (III) Atividades que levam à contextualização social

---

<sup>7</sup> Visão Subnormal ou Baixa Visão ocorre quando há uma grande perda da visão (visão abaixo de 20% nos dois olhos), mas com alguma funcionalidade preservada (ao contrário da cegueira). Segundo Relatório do Conselho Brasileiro de Oftalmologia (CBO).

<sup>8</sup> O diário de bordo é um caderno no qual o professor registra as etapas do desenvolvimento das aulas.

do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo e (IV) Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI.

A seguir, a descrição de cada encontro da Sequência de Ensino Investigativa e seus respectivos objetivos.

**Tabela 3** – Descrição e objetivo das atividades a serem desenvolvidas.

NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO REAL		
Etapa	Atividades	Objetivos
I	<b>O problema experimental:</b> Formulário 1: Magnetismo – Primeiro Encontro. Questionário de Sondagem Inicial.	Levantar conhecimentos prévios, dos estudantes acerca do tema principal: magnetismo. Instigar os estudantes a levantar hipóteses para resolução do problema. Construir e reconstruir conceitos a partir das hipóteses iniciais.
ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL		
Etapa	Atividades	Objetivos
II	<b>Leitura de textos e sistematização do conhecimento:</b> Formulário 2: Magnetismo – Segundo Encontro. Formulário 3: Magnetismo – Terceiro Encontro.	Identificar informações contidas no texto. Discutir as informações contidas no texto. Sistematizar o conceito e o conhecimento que foi objetivo do problema. Repassar todo o processo da resolução do problema.
NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO POTENCIAL		
Etapa	Atividades	Objetivos
III	<b>Atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo:</b> Formulário 4: Magnetismo – Quarto Encontro. Questionário de Sondagem Final.	Ampliar informações a respeito do tema. Retomar as hipóteses iniciais e discutir novos conhecimentos. Avaliar os conceitos, termos e noções científicas;
PESQUISA DE OPINIÃO SOBRE AS ATIVIDADES PROPOSTAS		
IV	Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI. Formulário Pesquisa de Opinião.	Avaliar: - As ações e processos da ciência; - As atitudes exibidas durante as atividades de ensino.

Fonte: produção do próprio autor.

#### **4.4 Conexão das Atividades com o Referencial Teórico**

O objetivo dessa SEI é promover o desenvolvimento do conhecimento científico relacionado à teoria de alguns tópicos do Magnetismo, tais como as propriedades dos ímãs, o magnetismo terrestre, o experimento de Oersted e o campo magnético. Para tanto, segue o roteiro da Sequência de Ensino Investigativa – SEI numa visão interdisciplinar para o ensino de tópicos do magnetismo. Todas as atividades foram apresentadas na plataforma Google Classroom e, para cada encontro, foi destinado um formulário em que constavam as orientações e os questionários avaliativos dos encontros síncronos no ambiente Google Meet.

#### **ETAPA 1: Apresentação do Problema**

##### **Primeiro momento: O problema experimental**

Leitura dos textos introdutórios: a) O magnetismo em nossas vidas; b) Como funcionam os Trens Maglev. Questionamentos: a) Na sua opinião, qual a importância do magnetismo em nossas vidas? b) Como você explica o funcionamento dos trens Maglev? Em seguida, o professor fez a demonstração investigativa da Atividade prática I – Trem Magnético Caseiro, com o objetivo de instigar os alunos sobre o magnetismo e o funcionamento dos trens magnéticos. Também foi disponibilizado um vídeo demonstrativo ([https://www.youtube.com/watch?v=eTjrWF8sOHw&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=eTjrWF8sOHw&feature=emb_logo)).

##### **Segundo momento: Distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor**

Realização da atividade prática II, que consiste em verificar as propriedades magnéticas de diversos materiais, tais como: ímãs comuns e de neodímio (diversos tamanhos e formatos); borracha; arame de estanho, lápis; moedas; botões; isopor; papel; alfinetes; pregos; clipes de metal; papel pardo e pincel. Os alunos com baixa-visão receberam o kit experimental para que realizassem as atividades. Para os alunos videntes foi apresentado o vídeo Propriedades Magnéticas ([https://www.youtube.com/watch?v=usdE-cPvVrc&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=usdE-cPvVrc&feature=emb_logo)).

### **Terceiro momento: Resolução do problema pelos alunos**

Foram solicitados que respondessem o formulário Magnetismo – Primeiro Encontro, as questões versam sobre as propriedades magnéticas dos ímãs.

#### **Formulário: Magnetismo – Primeiro Encontro (Sondagem Inicial)**

**Objetivos:** Compreender as propriedades, os conceitos e as definições presentes na teoria do magnetismo e como ele afeta nossas vidas.

**Objetivos Complementares:** Promover discussões a respeito do funcionamento dos trens magnéticos.

**Questão 01:** Os ímãs atraem todos os tipos de materiais?

**Objetivo:** Verificar os conhecimentos prévios sobre a classificação dos materiais quanto a suas propriedades magnéticas.

**Questão 02:** Como funciona o ímã? De forma resumida, tente dar uma explicação.

**Objetivo:** Analisar os conhecimentos prévios sobre as propriedades magnéticas dos ímãs.

**Questão 03:** O que acontece quando dividimos um ímã? De forma resumida, formule uma explicação.

**Objetivo:** Verificar o entendimento de uma das propriedades magnéticas dos ímãs, a inseparabilidade dos polos magnéticos.

**Questão 04:** O que faz o trem Maglev se mover?

**Objetivo:** Verificar o entendimento sobre a aplicação do magnetismo no dia a dia.

**Questão 05:** Se a pilha estiver descarregada, será que o trem caseiro se movimentará?

**Objetivo:** Verificar se os estudantes percebem uma relação entre a eletricidade e o magnetismo.

### **ETAPA 2: Leitura de texto e sistematização do conhecimento**

Discussão aberta com os alunos com os alunos retomando todas as atividades realizadas nas aulas anteriores, dando oportunidade de refletir sobre os procedimentos e conceitos trabalhados. Na discussão aberta, do terceiro encontro – formulário 3, os alunos fizeram uso do simulador PhET. Em seguida, realizaram a leitura dos textos de sistematização do conhecimento e explicação dos conhecimentos sobre o magnetismo, propriedades dos ímãs, magnetismo terrestre, experimento de Oersted e campo magnético. Para o auxílio da construção do conhecimento, foram utilizadas maquetes táteis-visuais e experimentos demonstrativos. Nessa etapa,

os objetivos principais são sistematizar o conceito e o conhecimento que foi objetivo do problema e repassar todo o processo da resolução do problema. Foram utilizados os formulários 2 e 3, respectivamente, Magnetismo – Segundo Encontro e Magnetismo – Terceiro encontro.

**Formulário: Magnetismo – Segundo Encontro**

**Objetivos:** Apresentar de maneira formal as propriedades do magnetismo e repassar todo o processo da resolução do problema da aula anterior.

**Objetivos Complementares:** Verificar o produto do conhecimento discutido na aula anterior, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas.

**Questão 01:** Os ímãs atraem todos os tipos de materiais?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 02:** Veja a figura abaixo. Nela temos uma barra magnetizada aproximando de uma pequena bola de metal. Diante dessa situação, podemos concluir que a bola de ferro:



- (a) Será atraída pelo polo norte e repelida pelo polo sul.
- (b) Será atraída pelo polo sul e repelida pelo polo norte.
- (c) Será atraída por qualquer um dos polos da barra.
- (d) Será repelida por qualquer um dos polos da barra.
- (e) Será repelida pela parte mediana da barra magnetizada.

**Questão 03:** O que acontece quando dividimos um ímã?

- (a) O ímã perde todas as suas propriedades magnéticas.
- (b) Mantém-se apenas o polo norte.
- (c) Mantém-se apenas o polo sul.
- (d) Cada pedaço permanecerá com os polos norte e sul.
- (e) Um pedaço ficará com o polo norte e o outro com polo sul.

**Questão 04:** O trem magnético utiliza as propriedades da...

- (a) Levitação Magnética.
- (b) Energia Atômica.
- (c) Energia Solar.

- (d) Força da Gravidade.
- (e) Outros.

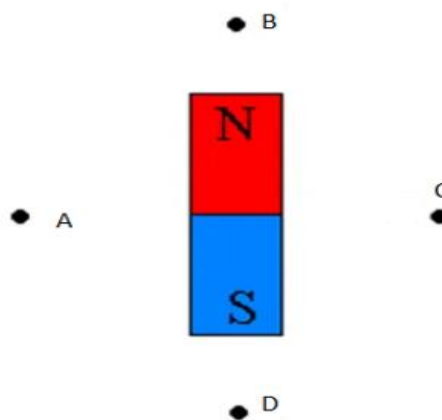
**Questão 05:** Se a pilha estiver descarregada, será que o trem caseiro se movimentará?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 06:** Sobre o campo magnético terrestre, assinale a alternativa verdadeira:

- (a) O polo norte magnético encontra-se no polo norte geográfico da Terra.
- (b) O polo sul magnético encontra-se no polo norte geográfico da Terra.
- (c) O campo magnético terrestre é mais fraco na região dos polos.
- (d) O campo magnético terrestre é mais intenso na região dos polos.
- (e) O campo magnético terrestre surge por causa da velocidade de rotação do núcleo e da crosta terrestre serem iguais.

**Questão 07:** Uma pequena bússola é colocada próxima de um ímã permanente. Em quais posições assinaladas na figura a extremidade norte da agulha apontará para o alto da página?



- (a) Somente em B ou D.
- (b) Somente em A ou C.
- (c) Somente em B, C ou D.
- (d) Somente em A, C ou D.
- (e) Em A, B, C ou D.

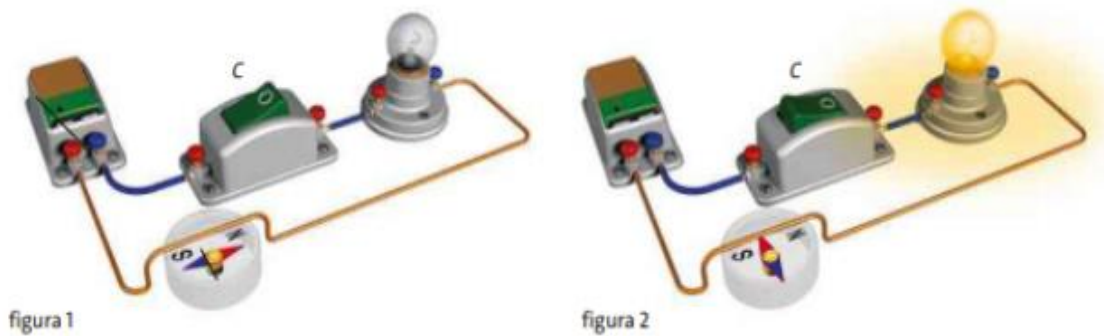
### **Formulário: Magnetismo – Terceiro Encontro**

**Objetivos:** Apresentar de maneira formal os campos magnéticos criados por correntes elétricas, identificando a sua direção e o seu sentido e repassar todo o processo da resolução do problema da aula anterior, em particular, o funcionamento do trem magnético caseiro.



**Objetivos Complementares:** Verificar o produto do conhecimento discutido na aula anterior, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas.

**Questão 01:** (PUC-SP) Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passou sobre uma agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha alinha-se como mostra a figura 1. Fechando-se a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (figura 2).



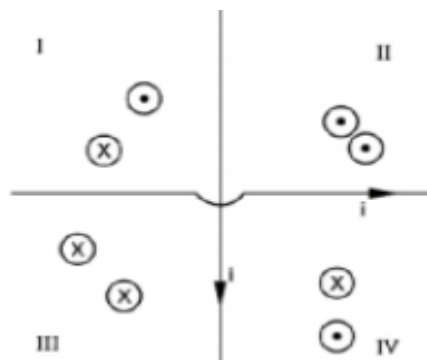
A partir desse experimento, Oersted concluiu que a corrente elétrica estabelecida no circuito:

- (a) gerou um campo elétrico numa direção perpendicular à da corrente.
- (b) gerou um campo magnético numa direção perpendicular à da corrente.
- (c) gerou um campo elétrico numa direção paralela à da corrente.
- (d) gerou um campo magnético numa direção paralela à da corrente.
- (e) não interfere na nova posição assumida pela agulha da bússola, que foi causada pela energia térmica produzida pela lâmpada.

**Questão 02:** Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica que cria um campo magnético  $B$ (vetor) em torno do fio. Nessa situação:

- (a)  $B$  tem direção paralela ao fio.
- (b)  $B$  tem a mesma direção em qualquer ponto equivalente do fio.
- (c)  $B$  tem o mesmo sentido da corrente elétrica.
- (d) o módulo de  $B$  não depende da intensidade da corrente elétrica.
- (e) o módulo de  $B$  diminui à medida que a distância em relação ao condutor aumenta.

**Questão 03:** (UFPEL) A figura abaixo mostra dois fios retos e longos ortogonais entre si, cada um percorrido por uma corrente elétrica  $i$ , de mesma intensidade, com os sentidos mostrados.



De acordo com seus conhecimentos e com as informações dadas, das regiões I, II, III, IV, aqueles em que podem existir pontos nos quais o campo magnético resultante criado pelas correntes seja “não nulo”, são:

- (a) Apenas I e IV.
- (b) I, II, III e IV.
- (c) Apenas II e III.
- (d) Apenas II, III e IV.
- (e) Apenas I, II e III.

### **ETAPA 3: Atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo**

Discussão aberta com os alunos retomando todas as atividades realizadas nas aulas anteriores, dando a oportunidade de refletir sobre os procedimentos e conceitos trabalhados. Em seguida, leitura do texto de contextualização *Aplicações do Magnetismo*. Depois, foi proposta a resolução das questões que relacionam o problema investigado sobre as propriedades magnéticas, com o problema tecnológico, que são as aplicações do magnetismo.

#### **Formulário: Magnetismo – Quarto Encontro (Sondagem Final)**

**Objetivos:** Vincular o conhecimento sobre o magnetismo à sua origem e à sua aplicação.

**Objetivos Complementares:** Verificar o produto do conhecimento discutido na aula anterior, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas.

**Questão 01:** Cite uma situação cotidiana que empregamos os fenômenos magnéticos. E também explique de que maneira o magnetismo atua.

**Questão 02:** Podemos dizer que ímãs atraem quaisquer substâncias? Dê exemplos.

**Questão 03:** Atualmente a maioria das lojas nos grandes centros urbanos possuem um sistema antifurto. Muitos deles funcionam com base no magnetismo. Explique de forma resumida o funcionamento desse tipo de equipamento.

**Questão 04:** Um vendedor de uma loja, após registrar a venda, passa a etiqueta do produto (ou uma espécie de tarja) sobre uma base magnetizada. Ele pede ao cliente que não apoie o cartão de crédito nessa área. Formule uma hipótese do funcionamento dessa máquina.

O trabalho realizado em sala de aula obedeceu às mesmas etapas já apresentadas: discussão em grupos pelos alunos, abertura das discussões com toda a classe, coordenada pelo professor, e a escrita individual pelos alunos.

#### **ETAPA 4: Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI – Pesquisa de Opinião**

Em cada etapa foi observado o comportamento dos alunos. Essa observação indica se estão aprendendo o processo da construção do conhecimento científico, e mostram se as atitudes são compatíveis com o processo em cada etapa.

A pesquisa de opinião será através do formulário Pesquisa de Opinião, presente na aba Atividades, no Google Classroom Magnetismo. Nele apareceram todas as informações e orientações para o seu preenchimento.

Foram apresentadas afirmativas acerca do grau de satisfação com a proposta da SEI. Assim, o aluno poderá assinalar o seu grau de satisfação em: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente, 3 – Não discordo nem concordo, 4 – Concordo parcialmente e 5 – Concordo totalmente.

#### **Questões do formulário Magnetismo – Pesquisa de Opinião:**

**QUESTÃO 01.** Os textos apresentados durante as aulas foram de fácil compreensão e são suficientes para acompanhar as aulas de Magnetismo.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 02.** As aulas indicadas no YouTube foram importantes para o aprendizado.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo

4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 03.** As aulas no Google Meet presentes em cada encontro foram úteis para orientar o aprendizado.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 04.** As apresentações no PowerPoint do conteúdo foram adequadas.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 05.** Me senti motivado pelas aulas e me apliquei adequadamente aos estudos.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 06.** O conteúdo apresentado nesse formato é organizado e as informações relevantes são apresentadas de forma clara e acessível.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 07.** A apresentação dos experimentos foi de maneira adequada e de fácil compreensão.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 08.** A utilização do aplicativo de leitura facilitou o entendimento das tarefas.

1. Discordo totalmente.
2. Discordo parcialmente.
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 09.** As maquetes táteis-visuais facilitam a compreensão do conteúdo apresentado.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Nem discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente

5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 10.** O aplicativo PhET Simulation facilitou o entendimento do conteúdo.

1. Discordo totalmente

2. Discordo parcialmente

3. Nem discordo nem concordo

4. Concordo parcialmente

5. Concordo totalmente.

## 5 RESULTADO E ANÁLISE

Neste capítulo analisaremos as informações coletadas durante a aplicação da Sequência de Ensino Investigativa. Foram verificadas as respostas dos formulários aplicados em cada aula, com o objetivo de verificar a aprendizagem conceitual e processual, e também as observações e o registro do professor-pesquisador sobre os alunos, que mostraram as mudanças comportamentais ao acompanhar o desempenho dos educandos durante a realização das atividades propostas na Sequência de Ensino Investigativa.

A análise qualitativa das respostas dissertativas apresentadas nos formulários 1 e 4 baseou-se nas categorias apresentadas no trabalho feito por Ferreira et al. (2018), em que define o seguinte formato:

- Não responderam (NR): São questões em que os alunos não responderam.
- Fuga do Tema (FT): São consideradas respostas cuja essência não se relaciona de maneira alguma com o tema abordado.
- Incoerente (IN): São respostas em que aparecem elementos relacionados ao tema, porém abordados com pouco ou nenhum rigor técnico científico.
- Coerente (CO): São respostas em que se relacionam com o tema, porém com pouco ou nenhum detalhamento.
- Resposta Adequada (RA): São respostas coerentes e que contém riquezas de detalhes do tema abordado. (Ferreira et al., 2018, p. 43-48).

Seguem os exemplos de respostas apresentadas pelos estudantes a partir da aplicação dos formulários de sondagens com suas respectivas categorizações.

QUESTÃO 02: Como funciona um ímã? Tente de forma resumida dar uma explicação.

Respostas:

- a) “carcaça é construída em aço de baixo carbono e alta permeabilidade magnética. Têm grande resistência ao impacto e ao desgaste. As laterais são aletadas” (Fuga do Tema – FT).
- b) “Ó pólo norte do ímã se alinha em direção ao polo norte geográfico, e o polo sul, se alinha com o o polo sul geográfico. Devido ao campo magnético da terra ser contrário.” (Resposta Incoerente – IN).
- c) “O ímã atraí metais ferros . e outros objetos q tenha um campo magnéticos” (Resposta Coerente – CO).
- d) “Os ímãs são corpos de materiais ferromagnéticos que têm a capacidade de atrair outros materiais ferromagnéticos e também, mas muito fracamente,

materiais paramagnéticos, como platina, potássio, paládio, sódio, lítio, alumínio, cromo e algumas ligas de ferro.” (Resposta Adequada – RA).

QUESTÃO 04: Um vendedor de uma loja, após registrar a venda, passa a etiqueta do produto (ou uma espécie de tarja) sobre uma base magnetizada. Ele pede ao cliente que não apoie o cartão de crédito nessa área. Formule uma hipótese do funcionamento dessa máquina.

Respostas:

- a) “Etiqueta” (Fuga do Tema – FT).
- b) “A máquina tem polos negativos e positivo e o cartão é um condutor de energia” (Resposta Incoerente – IN).
- c) “a maquina pode demagnetiza o cartão” (Resposta Coerente – CO).
- d) “O chip do cartão de crédito possui magnetismo, a base magnetizada tem função de desmagnetizar, assim se o cartão de crédito for aproximado dessa base o chip perderá a função.” (Resposta Adequada – CA).

Nos formulários 2 e 3, que continham questões objetivas, o critério utilizado foi quanto ao acerto ou erro da proposição, verificando os valores e, em seguida, apresentado o nível de desempenho em cada atividade.

Quanto ao formulário da pesquisa de opinião, os comportamentos e as atitudes dos alunos foram mensurados pela escala Tipo Likert, em que é apresentada uma afirmação autodescritiva e, em seguida, oferecem como opção de resposta uma escala de pontos com descrições verbais. Para esta pesquisa, a escala de verificação utilizou os números de 1 a 5 para os seguintes diferenciais semânticos<sup>9</sup>, discriminados assim: 1 – Discordo totalmente (DT); 2 – Discordo Parcialmente (DP); 3 – Não Discordo nem Concordo (NDC); 4 – Concordo Parcialmente (CP); 5 – Concordo Totalmente (CT).

No que se refere à avaliação processual e atitudinal, segundo Carvalho (2013, p. 19), “Se o trabalho dos alunos foi individualmente e por escrito, esses objetivos podem ser classificados como conceituais; no entanto, se forem debatidos professor/classe é possível, que, durante a discussão, surja atitudes e procedimentos que mereçam uma avaliação (positiva) do professor”. Deste modo, foram criados momentos no início de cada aula síncrona, no Google Meet que o professor oportunizava uma discussão aberta com os alunos, retomando todas as

---

<sup>9</sup> “O diferencial semântico é uma técnica utilizada para medir o significado atribuído a conceitos, desenvolvida por Osgood, Suci e Tannenbaum (1957). Pode ser considerada uma escala de atitudes, pois permite avaliar qualquer conceito, como, por exemplo, o que as pessoas pensam sobre coisas específicas (roupas, drogas), locais (parques, museus), pessoas (políticos, empresários), ideias (desarmamento, igualdade de gênero) ou comportamentos (usar transporte público, frequentar igreja)” (GIL, 2008, p. 145).

atividades realizadas nas aulas anteriores, dando oportunidade de reflexão sobre os procedimentos e conceitos trabalhados. Para tanto, foram realizados levantamentos dos conhecimentos anteriores, questionamentos sobre o problema proposto e se eles percebiam uma aplicabilidade do assunto estudado. O pesquisador fez o registro desse átimo no diário de bordo, citado anteriormente neste trabalho, no subcapítulo 4.3.

Durante as discussões realizadas no segundo encontro, um aluno fez o seguinte questionamento: “Como eu sei qual é o polo norte e o polo sul de um ímã, se eles têm a mesma cor?”. Surgiram várias hipóteses, como: “Arruma um ímã colorido (diferenciando o polo norte e o polo sul) e aproxima dele!”; “Coloca perto de uma pilha do lado positivo e/ou negativo!”; “usa uma bússola (sem explicar como usar)”; e outras. As hipóteses ficaram em aberto e o professor seguiu com as atividades que apresentavam os textos de sistematização do conhecimento sobre a origem do magnetismo, as propriedades magnéticas dos ímãs, o funcionamento da bússola e o magnetismo terrestre. No terceiro encontro, no momento das discussões abertas, foram confrontadas as ideias e as hipóteses da discussão da aula anterior com o objetivo de verificar se eles conseguiam responder de maneira mais complexa e fundamentada o problema investigado. Feito isso, observou-se através dos comentários que, de maneira geral, a maioria dos alunos usaria uma bússola ou “um ímã colorido” para determinar os polos do ímã investigado e, também, saberia explicar como determinar o polo norte e sul de um ímã não caracterizado.

Nesse cenário, ao verificar que os alunos conseguem resolver os problemas propostos e explicar os fenômenos investigados, temos indícios de elementos para evidenciar a avaliação processual positiva, em que o estudante é capaz de descrever os procedimentos observados e relacionar causa e efeito.

Quanto à avaliação atitudinal, foram percebidos comportamentos que demonstram uma postura de respeito em relação às atividades propostas e aos colegas. Nos momentos de discussão aberta verificou-se que, no primeiro encontro, os alunos falavam quase todos simultaneamente, não esperavam sua vez de falar e esqueciam o microfone aberto na hora das falas dos colegas e do professor. Lembrando que, no Google Meet, existe um recurso de levantar a mão e esperar que o professor indique a vez de cada aluno expressar sua opinião. Nesse contexto, surgiram questões e demandas não relacionadas ao tema proposto no debate. No entanto, após a intervenção do professor no papel de mediador, explicando as “regras de convivência” nos debates, tais como levantar a mão para dar sua opinião, esperar a vez dos colegas, deixar o microfone desligado e outras, notou-se uma mudança gradativa no comportamento dos estudantes. Nos encontros seguintes, observou-se um aumento significativo do número de alunos que respeitavam a fala dos colegas, esperavam sua vez para falar e, na maioria das vezes,



validavam a opinião dos seus pares. No último encontro, percebeu-se um ambiente mais amigável e favorável ao debate, sustentando, desta forma, indícios de uma avaliação atitudinal positiva.

### 5.1 Dados da aplicação da Sequência de Ensino Investigativa

A sequência de ensino foi aplicada em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio do Centro Educacional 16 de Ceilândia. Essas turmas somadas possuem 90 alunos, respectivamente, mas durante a aplicação dos questionários apenas 60 alunos responderam o formulário 1, 84 responderam o formulário 2, 64 responderam o formulário 3, 47 responderam o formulário 4 e 48 responderam o formulário Pesquisa de Opinião. Todas as atividades apresentadas no formato da SEI, foram apresentadas nos formulários de magnetismo 1, 2, 3 e 4 e no formulário de pesquisa de opinião.

Os três níveis de desenvolvimento, conforme Vygotsky: nível de desenvolvimento real (NDR), zona de desenvolvimento proximal (ZDP) e nível de desenvolvimento potencial (ZDP), foram inferidos a partir dos dados caracterizados nas tabelas 4, 5 e 6.

A Tabela 4 categoriza os dados do formulário de sondagem inicial, explicando o tipo de conhecimento encontrado nas respostas.

**Tabela 4** – Formulário 1

Nível de Desenvolvimento Real						
Questões	NR	FT	IN	CO	RA	Total
1	23	6	8	12	11	60
2	5	16	14	20	5	60
3	6	7	15	25	7	60
4	11	7	6	25	11	60
5	28	3	13	15	1	60
Total	73	39	56	97	35	300
	<b>37%</b>		<b>19%</b>		<b>44%</b>	
	-		Espontâneo		Científico	
	Tipos de Conhecimento					

Fonte: produção do próprio autor.

A Tabela 5 apresenta a quantidade de questões sinalizadas como certas ou erradas nos formulários 2 e 3 para a verificação do nível de desempenho total nesta aprendizagem.

**Tabela 5** – Formulários 2 e 3

Zona de Desenvolvimento Proximal			
	Formulário 2		
Questões	Certo	Errado	Total
1	75	9	84
2	47	37	84
3	66	18	84
4	66	18	84
5	45	39	84
6	19	65	84
7	47	37	84
	Formulário 3		
Questões	Certo	Errado	Total
1	75	9	84
2	47	37	84
3	66	18	84
4	66	18	84
5	45	39	84
6	19	65	84
7	47	37	84
	365	223	84
	<b>Certo</b>	<b>Errado</b>	
	<b>58%</b>	<b>42%</b>	84
Nível de Desempenho			

Fonte: produção do próprio autor.

A Tabela 6 descreve a caracterização das questões do formulário de sondagem final, apresentando o tipo de conhecimento encontrado nas respostas.

**Tabela 6 – Sondagem Final**

Nível de Desenvolvimento Potencial						
Questões	NR	FT	IN	CO	RA	Total
1	0	7	7	24	9	47
2	4	4	6	22	11	47
3	4	4	2	12	25	47
4	2	9	11	16	9	47
Total	10	24	26	74	54	188
	<b>18%</b>		<b>14%</b>		<b>68%</b>	
	-		Espontâneo		Científico	
	Tipos de Conhecimento					

Fonte: produção do próprio autor.

## 5.2 Análise e Avaliação da SEI

### 5.2.1 Nível de Desenvolvimento Real

Para verificar o nível de desenvolvimento real dos estudantes, no primeiro momento, o professor propôs um problema não-experimental utilizando dois textos constantes no Formulário1, que tratavam da importância do magnetismo em nossas vidas e o funcionamento dos trens magnéticos. Em seguida, o professor (no papel de mediador) fez uma demonstração experimental do Trem Magnético Caseiro. Por fim, foi solicitado que os alunos respondessem um questionário de sondagem inicial, com o intuito de verificar os conhecimentos prévios, ou seja, o nível de desenvolvimento real dos alunos.

Nas questões 01, 02 e 03, o objetivo era verificar os conhecimentos prévios sobre as propriedades magnéticas dos ímãs. Observando os dados contidos na Tabela 4, percebemos que, na questão 01, o índice de alunos que não responderam foi quase a metade dos partícipes da pesquisa: 38,4%. Os caracterizados como fuga do tema e resposta incoerente somam 23,2%. Na questão 02, 58,52% dos estudantes não conseguiram formular uma resposta coerente ou adequada. Analisando a questão 03, vemos que 46,7% não souberam responder dentro das categorias resposta coerente e resposta adequada.

As questões 04 e 05 trouxeram questionamentos quanto ao funcionamento do trem magnético, experimento demonstrado pelo professor com o intuito de verificar o entendimento sobre a aplicação do magnetismo no cotidiano e se os alunos percebem uma relação entre a eletricidade e o magnetismo. Na questão 04 os alunos compreendem uma relação entre o magnetismo e o funcionamento do trem magnético, 41,8% de respostas coerentes. No entanto, não conseguem apresentar de uma forma mais sofisticada, isto é, que indiquem o uso de habilidades cognitivas superiores. Da mesma maneira que as questões anteriores deste formulário, percebe-se que, na questão 05, a maioria não consegue desenvolver uma resposta coerente ou adequada para a situação solicitada.

Portanto, temos 37% de respostas inválidas, 19% de conhecimento espontâneo e apenas 44% dos alunos apresentaram indício de conhecimento científico. Diante do exposto, o questionário de sondagem inicial indica deficiência de conhecimentos relacionados às propriedades magnéticas dos ímãs e as aplicações práticas do magnetismo.

### **5.2.2 Zona de Desenvolvimento Proximal**

Essa atividade corresponde à Etapa 2, em que foram utilizados os Formulários 2 e 3, que constavam de textos de sistematização do conhecimento sobre o magnetismo, propriedades dos ímãs, magnetismo terrestre, experimento de Oersted e campo magnético. Foram utilizadas as maquetes táteis-visuais e experimentos demonstrativos pelo professor/mediador no decorrer das aulas síncronas no Google Meet. As atividades tinham o objetivo de sistematizar o conceito e o conhecimento sobre o problema inicial e repassar todo o processo da resolução dele.

Pelos índices de acerto (58%) percebe-se que houve um avanço no entendimento sobre os conceitos e conhecimentos trabalhados sobre as propriedades magnéticas dos ímãs, o magnetismo terrestre e o funcionamento do trem magnético.

Observando as respostas das questões do Formulário 3, também é notada uma melhora nos índices de acerto. Apenas na questão 3, que necessita de um conhecimento mais bem elaborado, os alunos tiveram um percentual menor.

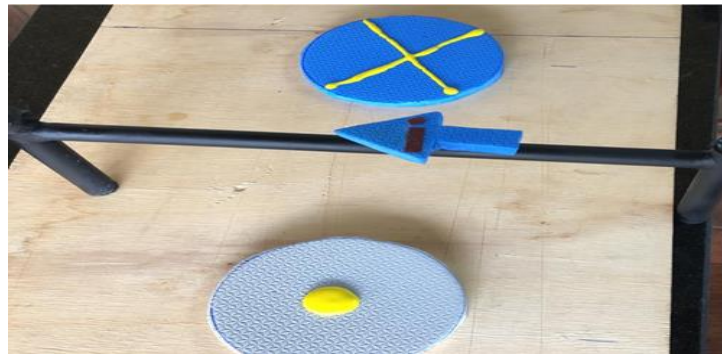
Nos comentários dos alunos durante as aulas síncronas, nota-se um maior interesse e participação quando são apresentadas as maquetes táteis-visuais, por exemplo, as maquetes que indicam o campo magnético terrestre (Figura 13) e as que indicam o campo magnético nas proximidades de um fio (Figura 14 e Figura 15).

**Figura 13** - Campo Magnético Terrestre



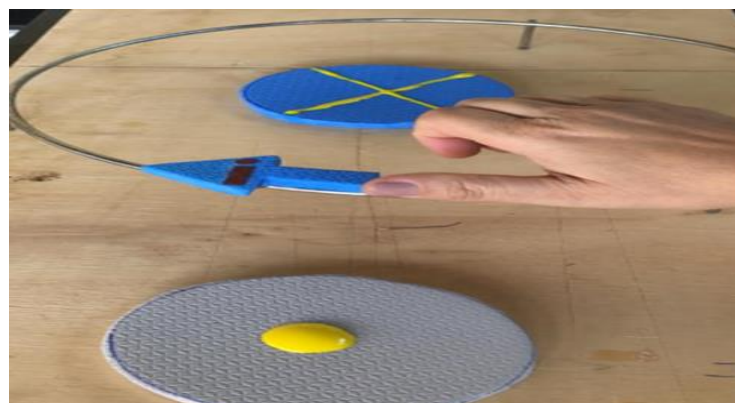
Fonte: produção do próprio autor.

**Figura 14** - Campo Magnético Fio Reto



Fonte: produção do próprio autor.

**Figura 15** - Campo Magnético numa Espira Circular



Fonte: produção do próprio autor.

Dessa forma, entende-se que o instrumento de aprendizagem, neste caso, as maquetes, se revelaram adequadas para que os alunos tivessem um maior interesse e participação durante a explicação sobre o sentido e a direção do campo magnético.

### **5.2.3 Nível de Desenvolvimento Potencial**

Para verificar o processo de internalização dos conceitos e das ideias discutidas nessa atividade, utilizou-se do Formulário 4 – Magnetismo Quarto Encontro. Nele inicia-se com a leitura do texto contextualizado sobre As Aplicações do Magnetismo, em seguida, é apresentado o questionário de Sondagem Final com o objetivo de vincular o conhecimento sobre o magnetismo à sua origem e à sua aplicação.

A Tabela 6 mostra o quantitativo de respostas caracterizadas (NR – Não Responderam, FT – Fuga do Tema, IN – Incoerente, CO – Coerente e RA – Resposta Adequada) em cada uma das cinco questões propostas no Formulário 4.

Comparando as respostas dos questionários de sondagem inicial e sondagem final, percebemos um significativo aumento no percentual de respostas caracterizadas como coerentes e respostas adequadas (conhecimento científico). Neste caso, aumento de 44% na sondagem inicial para 68% na sondagem final, um aumento de 54,5%.

Portanto, entende-se que os números apresentados demonstram apenas indícios de aprendizagem, ou seja, a possibilidade de que os conhecimentos sobre o magnetismo estejam na zona de desenvolvimento potencial da maioria dos estudantes (68%), que eles seriam capazes de resolver atividades propostas sobre o conteúdo em um nível mais sofisticado.

### **5.2.4 Avaliação da SEI – Pesquisa de Opinião**

O Gráfico 1 mostra o desempenho em cada fase de aprendizagem: Nível de Desenvolvimento Real (NDR), Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP).

**Gráfico 1** - Níveis de Desenvolvimento e Zona de Desenvolvimento Proximal



Fonte: produção do próprio autor.

Verifica-se, assim, um aumento gradual nos níveis de desenvolvimento do conhecimento em cada uma das etapas da Sequência de Ensino Investigativa. Reforçando que esses números obtidos apenas representam indícios de aprendizagem.

A percepção de aumento do nível de desenvolvimento demonstra apenas um aspecto da avaliação da aprendizagem dos alunos, os aspectos conceituais. Com o objetivo de verificar os aspectos atitudinais, os alunos responderam ao questionário de pesquisa de opinião pela internet através do Google Form.

Para fins de análise, as respostas dos alunos foram classificadas em dois grupos: um com desempenho menor do que 50% da avaliação e outro com desempenho maior do que 50% da avaliação.

A Figura 16 apresenta o quadro de grau de concordância com a proposição - GCp dos itens categóricos interpretados segundo o protocolo sugerido por James A. Davis<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> DAVIS, James A. **Levantamento de Dados em Sociologia - uma Análise Estatística Elementar**. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1976. O autor afirma que o estudante de sua obra será capaz de realizar um relatório estatístico em pesquisa social, partindo de um conjunto de números não trabalhados. Mas adverte que não será fornecida nenhuma "varinha mágica" produtora de resultados ordenados e seguros. Disponível em <http://usuarios.upf.br/~pasqualotti/sta001/proestweb/bibliografia.htm>. Acesso em 13 jun. 2021.

**Figura 16** - Grau de Concordância com a Proposição

Forte concordância	[90; 100]
Concordância substancial	[80; 90]
Concordância moderada	[70; 90]
Concordância baixa	[60; 80]
Concordância desprezível	[50; 60]
Discordância desprezível	[40; 50]
Discordância baixa	[30; 40]
Discordância moderada	[20; 40]
Discordância substancial	[10; 20]
Forte discordância	[0; 10]

Fonte: Revista Brasileira de Física, vol. 43, e20200315, 2021, p. 05.

A partir das respostas do questionário de pesquisa de opinião, os dados foram interpretados de acordo com o quadro supracitado.

A Tabela 7 mostra a interpretação do grau de concordância com a proposição (CGp) dos itens categóricos dos alunos que tiveram desempenho maior do que 50%.

**Tabela 7** – Alunos com Desempenho Satisfatório

ALUNOS COM DESEMPENHO > 50%										
	DIFERENCIAL SEMÂNTICO						OBSERVAÇÕES			
P	1	2	3	4	5	TR	Cp	Dp	GCp	INTERPRETAÇÃO
1	2	2	3	12	15	34	28,5	5,5	84%	Concordância substancial
2	0	2	0	7	25	34	32	2	94%	Forte concordância
3	0	1	1	12	20	34	32,5	1,5	96%	Forte concordância
4	0	1	2	12	13	34	32	2	94%	Forte concordância
5	1	1	4	8	20	34	30	4	88%	Concordância substancial
6	0	1	0	10	23	34	33	1	97%	Forte concordância
7	0	0	1	14	19	34	33,5	0,5	99%	Forte concordância
8	0	1	4	8	21	34	31	3	91%	Forte concordância
9	3	0	2	11	18	34	30	4	88%	Concordância substancial
10	1	0	3	13	17	34	31,5	2,5	93%	Forte concordância
	26			314		340	0,9235	0,0765		
	<b>Df</b>			<b>Cf</b>			<b>μc</b>	<b>μd</b>		

Fonte: produção do próprio autor.



A Tabela 8, apresenta a interpretação do grau de concordância com a proposição (CGp) dos itens categóricos dos alunos que tiveram desempenho menor do que 50%.

**Tabela 8** – Alunos com Desempenho Insatisfatório

ALUNOS COM DESEMPENHO < 50%										
P	DIFERENCIAL SEMÂNTICO					TR	OBSERVAÇÕES		GCp	INTERPRETAÇÃO
	1	2	3	4	5		Cp	Dp		
1	2	1	2	7	2	14	10	4	71%	Concordância moderada
2	0	1	1	4	8	14	12,5	1,5	89%	Concordância substancial
3	1	0	1	5	7	14	12,5	1,5	89%	Concordância substancial
4	2	2	2	5	3	14	9	5	64%	Concordância baixa
5	0	1	3	6	4	14	11,5	2,5	82%	Concordância substancial
6	0	0	2	7	5	14	13	1	93%	Forte concordância
7	2	1	2	6	3	14	10	4	71%	Concordância moderada
8	1	0	3	6	4	14	11,5	2,5	82%	Concordância substancial
9	1	1	5	4	3	14	9,5	4,5	68%	Concordância baixa
10	2	2	7	2	1	14	6,5	7,5	46%	Discordância baixa
	34			106		140	0,7571	0,2429		
	<b>Df</b>			<b>Cf</b>			<b>μc</b>	<b>μd</b>		

Fonte: produção do próprio autor.

A análise dos dados da escala Tipo Likert é constantemente utilizada para medir qualidade. Serve para medir a percepção dos alunos sobre a qualidade do produto educacional ou o desempenho na qualidade das aulas propostas.

As Tabelas 7 e 8 apresentam os resultados da pesquisa de opinião, separados os dados nos grupos: alunos com desempenho maior que 50% e com desempenho menor que 50%, e organizando as proposições afirmativas nas classes: concordância e discordância.

A qualidade da pesquisa de opinião foi validada por um teste de aderência (qui-quadrado) ao nível de significância de 1%, apresentando evidências estatísticas de que as respostas não foram aleatórias.

Além disso, a hipótese nula (Ho) da dependência da aprovação do produto educacional com o desempenho dos estudantes nas avaliações foi rejeitada com um nível de significância de 1%. Ou seja, a aprovação do produto educacional pelos estudantes foi independente do desempenho nas avaliações.

As questões 01, 02, 04, 07, 08, 09 e 10 versam sobre os instrumentos de aprendizagem utilizados no produto educacional. Na opinião dos educandos, a maioria concorda que a utilização foi adequada e favoreceu o aprendizado.

Apenas na questão 10 dos alunos com desempenho insatisfatório (<50%), sobre o aplicativo PhET Simulation, nota-se uma diminuição no percentual de respostas caracterizadas como concordantes, devido ao ambiente computacional não parecer muito acessível e intuitivo aos estudantes. Percebeu-se, também, que uma quantidade razoável de alunos não conseguiu acessar o site da simulação porque o celular/computador não possuía os requisitos mínimos para o funcionamento do simulador.

As questões 03, 05 e 06 tratam da mediação do professor e suas interações com os alunos durante as aulas síncronas, no Google Meet, e na condução da sequência didática. Também, segundo os alunos, houve uma grande concordância que a proposta favoreceu a aprendizagem e o interesse efetivo.

Percebe-se a grande diferença entre o nível de concordância em relação ao de discordância sobre o produto educacional. Assim, as respostas demonstram que, na opinião dos alunos, os recursos utilizados foram adequados e as aulas mostraram-se bem planejadas e incentivaram a participação dos alunos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desta pesquisa foi investigar as potencialidades de uma sequência de ensino investigativa (SEI) no ensino de Física sobre os “tópicos do magnetismo” realizada, de forma remota, com duas turmas de alunos do terceiro ano do Ensino Médio em uma perspectiva inclusiva para os alunos deficientes visuais. Para isto, o trabalho orientou-se pela teoria sociocultural de Lev Vygotsky e da Sequência de Ensino Investigativa proposta por Carvalho.

Nesta temática, ressalta-se a função do professor pesquisador, que conduziu a realização desta sequência didática fundamentada na perspectiva de Vygotsky, que se constitui em presença essencial no processo de ensino e aprendizagem: o papel do parceiro mais capaz.

Os instrumentos de aprendizagem aplicados, nesta pesquisa, tais como as maquetes táteis-visuais, os experimentos demonstrativos, as videoaulas, mostraram-se eficientes e adequados na condução das atividades propostas. Para Vygotsky, a essência da educação consistiria em garantir o desenvolvimento proporcionando à criança instrumentos, técnicas interiores e operações intelectuais. Com esse objetivo de propor instrumentos adequados, no ensino remoto, a sequência de ensino foi construída num ambiente virtual, Google Classroom, em que constava de todos os instrumentos de aprendizagem citados no escopo deste trabalho, assim como as devidas ferramentas de acessibilidade.

Neste estudo de caso, as ferramentas de acessibilidade apresentaram-se adequadas e eficientes, mesmo utilizadas por alunos sem nenhuma limitação física, de acordo com o questionário de pesquisa de opinião. Para essa pesquisa, apenas um aluno, que possuía baixa-visão, utilizou em sua casa, com o auxílio de seus responsáveis, os instrumentos de aprendizagem acessíveis, tais como maquete tátil-visual, experimentos com ímãs e o trem magnético caseiro.

As atividades realizadas neste formato de sequência didática investigativa, revelaram um grande interesse dos estudantes pelos tópicos do magnetismo e suas aplicações, como revelam os resultados obtidos na pesquisa de opinião. A análise, também, evidencia que houve uma boa aceitação da estratégia educacional pelos estudantes e que o resultado independe do desempenho nas avaliações.

Por fim, de acordo com a análise dos dados, sem esquecer que os resultados apenas apresentam indícios de aprendizagem, a pesquisa sinaliza um avanço relevante em relação aos níveis de desenvolvimento propostos por Vygotsky, em que partem do nível de desenvolvimento real para o nível de desenvolvimento potencial, através da zona de desenvolvimento proximal. São percebidos através das respostas mais bem elaboradas com rigor científico, como

observa-se no questionário final em que as explicações para as proposições são mais sofisticadas num contexto acadêmico.

## REFERÊNCIAS

- BARSTOW, C.; ROTHBERG, M. IMS Global Learning Consortium. **IMS Global**, 2002. Disponível em: <http://www.imsglobal.org/specifications.html>. Acesso em: 18 jun. 2020.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio: Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. [S.l.]: [s.n.], 2000.
- BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC, 2008.
- BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum**. [S.l.]: MEC, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por Inverstigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CAST. **Design for Leaning guidelines**, 2015. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1045159517735530>. Acesso em: 22 abr. 2020.
- COLE, M.; SCRIBNER, S. **A formação social da mente. "Introdução LS, VYGOTSKY"**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- CORREIA, S.; CORREIA, P. **Acessibilidade e desenho universal**. In: CORREIA, S. CORREIA, P. **Educação Especial - Diferenciação do Conceito à Prática**. Porto: Gailivro, 2005.
- CUTNEL, J. D.; JONHSON, K. W. **Física**. 9. ed. São Paulo: LTC, v. 2, 2016.
- DF. **Orientações Pedagógicas para o Ensino Especial**. Brasília: SEDF/SUBEP/DEE, 2010.
- DISCHINGER, M.; BINS ELY, V. H. M.; PIARDI, S. M. D. G. **Promovendo a acessibilidade nos edifícios públicos: Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público**. Florianópolis: MPSC, 2013.
- FACCI, M. G. D. A periodização do Desenvolvimento Psicológico Individual na Perspectiva de Leontiev, ElKonin e Vigotsky. **Cad. Cedes**, Campinas, abril 2004. 64-81.
- FERREIRA, M. et al. Ensinando Física Atômica para uma Turma de Terceiro Ano do Ensino Médio. **Revista do Professor de Física**, Brasília, 4 dezembro 2018. 43-48.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Física - Volume 3**. São Paulo: TLC, v. 3, 2003.
- LÚRIA, A. R. **A construção da mente**. São Paulo: Ícone, 1992.
- MONTEIRO, Fábio Ferreira. Análise de uma experiência híbrida no ensino de Física 1. **Revista Brasileira de Física**, vol. 43, 2021. Disponível em: <http://www.scielo.br/rbef>. Acesso em: 27 mar. 2020.

- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Porto Alegre - RS: Campus, 2000.
- OLIVEIRA, M. K. **Planejamento Estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 18. ed. São Paulo: Summus, 2002.
- OLIVEIRA, M. K. D. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento - um processo sóciohistórico**. São Paulo: Scipione, 1993.
- OSTROFF, E. **Chapter 1. Universal Design: the new paradigm**. New York: Mcgraw-Hill, 2001.
- REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. D. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A Proposição e a Procura de Indicadores do Processo. **Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS)**, v. 13, p. 333-352, 2008.
- STEINFELD, E.; MAISEL, J. L. **Universal Design Creating Inclusive Environments**. New Jersey: John Willey & Sons, 2012.
- ULTRACOLORINGPAGES, 2020. Disponível em: <http://www.ultracoloringpages.com/pt/p/b%C3%BAassola-desenho-para-colorir/32f9d17be21a3f1c77f839aaa22236b4>. Acesso em: 27 mar. 2020.
- VALSINER, J. **Construction of the zone of proximal development in adult - child joint action: the socialization of means**. San Francisco: Jossey, 1984.
- VYGOTSKY, L. S. **História Del Desarrollo de las Funciones Psíquicas Superiores. Obras Escogidas. Tradução de Lydia Kuper**. Madrid: Visor, 1930/1995.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2001.
- WASILEWSKI, P.; KLETETSCHKA, G. L. Natures only permanent magnet: what it is how it gets charged. **Geophysical Research Letter**, Maryland, v. 26, p. 2275-2278, agosto 1999.
- WIKIPÉDIA. **Wikipédia: A enciclopédia livre**, 2020. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala\\_Likert](https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_Likert). Acesso em: 01 mar. 2020.

## APENDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

### PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: TÓPICOS DO MAGNETISMO NO  
ENSINO HÍBRIDO UTILIZANDO FERRAMENTAS DE ACESSIBILIDADE

JOSÉ CORDEIRO NETO

BRASÍLIA – DF

2021

78

## 1 Introdução

Caros colegas,

O produto educacional foi pensado nas dificuldades que o aluno tem em compreender as propriedades, os conceitos e as definições presentes na teoria do magnetismo e com ela afeta nossas vidas. Principalmente, nesses novos tempos em que o ensino remoto foi implementado em nossas escolas do Distrito Federal segundo a Portaria nº. 132, de 3 de junho de 2020, que valida o Plano de Gestão Estratégica para a Realização das Atividades Pedagógicas Não Presenciais na Rede Pública de Ensino do Distrito Federal, da Secretaria de Educação do Distrito Federal.

Percebe-se também que os objetos de estudo, os conteúdos de magnetismo<sup>11</sup>, não se relacionam com o cotidiano dos educandos. Para tanto, este produto propõe uma sequência didática, para o Ensino Remoto, na forma de uma SEI – Sequência de Ensino Investigativa, baseada na teoria de Ana Maria Pessoa de Carvalho<sup>12</sup>, em que propõe uma sequência de atividades planejadas, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas orientadas pela teoria sociocultural de Lev Vygotsky.

Pensando nos alunos deficientes visuais, muitas vezes o professor usa ao mesmo tempo sua fala e a informação visual para se comunicar com os alunos, não dando oportunidade a estes participar da aula e sequer tem condições para formular perguntas a respeito do que se pretende ensinar. Verifica-se, neste contexto que, o aluno cego tem apenas acesso parcial ao conteúdo ministrado durante as aulas de física. Entendendo que, no ambiente virtual, essa lacuna aumenta exponencialmente devido ao distanciamento e a falta de recursos para atender de forma adequada.

Para Eder Pires de Camargo<sup>13</sup>, por um lado, não podemos comunicar coisas estritamente visuais a um cego total de nascimento. Contudo, de outro, nos faz pensar que as outras experiências (táteis, auditivas) são fundamentais para a construção de realidade, pois, pelo

---

<sup>11</sup>Em física e demais ciências naturais, **magnetismo** é a denominação associada ao fenômeno ou conjunto de fenômenos relacionados à atração ou repulsão observada entre determinados objetos materiais - particularmente intensas aos sentidos nos materiais ditos ímãs ou nos materiais ditos ferromagnéticos.

<sup>12</sup>Licenciada e bacharel em Física pela USP. Fez seu doutoramento em Educação, na área de ensino de ciências na FEUSP. É pesquisadora senior do CNPq, professora da Pós-Graduação em Educação da FEUSP e da Pós-Graduação Interunidades de Ensino de Ciências ambos da USP e coordenadora do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física/LAPEF da FEUSP.

<sup>13</sup>É Livre Docente em ensino de física pela Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira (2016) e Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (2005).



contrário, como estaria o cego no mundo? Ele é um indivíduo que está ali, pensa, vive e muito bem sem a visão.

Para os alunos cegos ou baixa-visão serão disponibilizados instrumentos de aprendizagem com recursos de acessibilidade, tais como maquetes táteis-visuais, material para os experimentos e um modelo do trem magnético caseiro. Eles contarão com a ajuda de seus responsáveis para a execução das atividades.

A proposta é que com o auxílio de instrumentos de acessibilidade, tais como: experimentos manipuláveis, vídeos explicativos, maquetes táteis-visuais, simuladores virtuais e leitores de tela os alunos, tanto videntes como não-videntes, terão em mão mais uma ferramenta de formação da realidade. Poderão verificar os fenômenos magnéticos diretamente, sem o discurso pronto do professor, testarão na prática e poderão interagir com o conhecimento.

## **2 Metodologia das Aulas Propostas**

Será aplicada na forma de uma sequência de ensino investigativa dividida em quatro encontros. Neles serão apresentadas as etapas propostas por Carvalho, visando propiciar condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

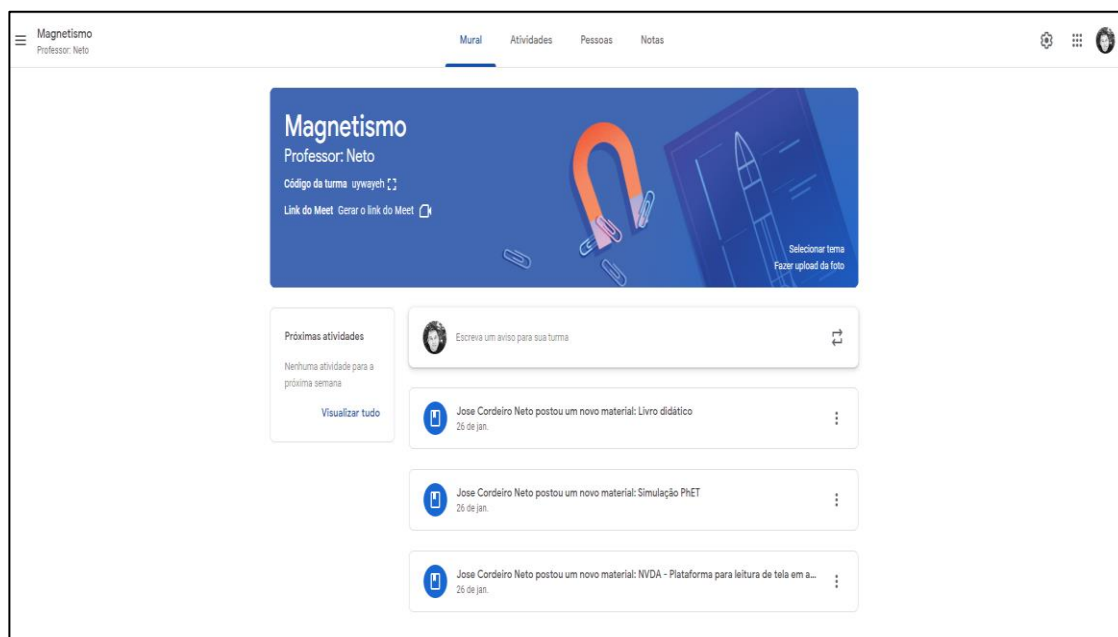
A turma de magnetismo será apresentada em ambiente virtual, Google Classroom<sup>14</sup>. Serão enviados ao e-mail institucional de cada aluno convites para participar da turma. Para o acesso a turma, basta o aluno acessar o seu e-mail e aceitar o convite.

A turma será apresentada no seguinte formato:

---

<sup>14</sup> Google Classroom é um sistema de gerenciamento de conteúdo para escolas que procuram simplificar a criação, a distribuição e a avaliação de trabalhos. Ele é um recurso do Google Apps para a área de educação e foi lançado para o público em agosto de 2014. Fonte: Wikipédia.

**Figura 17** - Sala de Aula Magnetismo (Aba Mural)



Fonte: produção do próprio autor.

O aluno terá contato com esse ambiente da sala apresentado acima. Nele aparecem as abas: *Mural*, *Atividades*, *Pessoas* e *Notas*. Também consta o link do Google Meet<sup>15</sup> para que os alunos possam assistir as aulas de forma síncrona.

Clicando na *Atividades*, figura 2, aparecerão os tópicos importantes para o acompanhamento dos encontros virtuais, que são *Materiais e Links importantes*, *Encontros* e *Pesquisa de Opinião*.

---

<sup>15</sup> Google Meet é um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google. Fonte: Wikipédia.

**Figura 18** - Aba Atividades



Fonte: produção do próprio autor.

No tópico *Encontros*, aparecem as aulas e as respectivas instruções para sua realização. As aulas foram previamente agendadas e seu acesso limitado a três dias após sua postagem. Os alunos terão um prazo de três dias realização das tarefas de cada encontro.

Em *Materiais e Links Importantes*, temos acesso a dois livros de física, um simulador PhET e um software NVDA – plataforma de leitura de tela. Os livros adotados estão em formato digital sendo possível o download deles. As simulações PhET<sup>16</sup> envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, em que os alunos aprendem pela exploração e pela descoberta. O software NVDA permite que cegos e pessoas com problemas de visão usem um computador, comunicando o que está na tela por meio de uma voz sintética ou braile. O leitor é totalmente gratuito, muito funcional e portátil. Pode ser baixado no computador ou em uma mídia portátil que pode ser utilizada com qualquer outro computador.

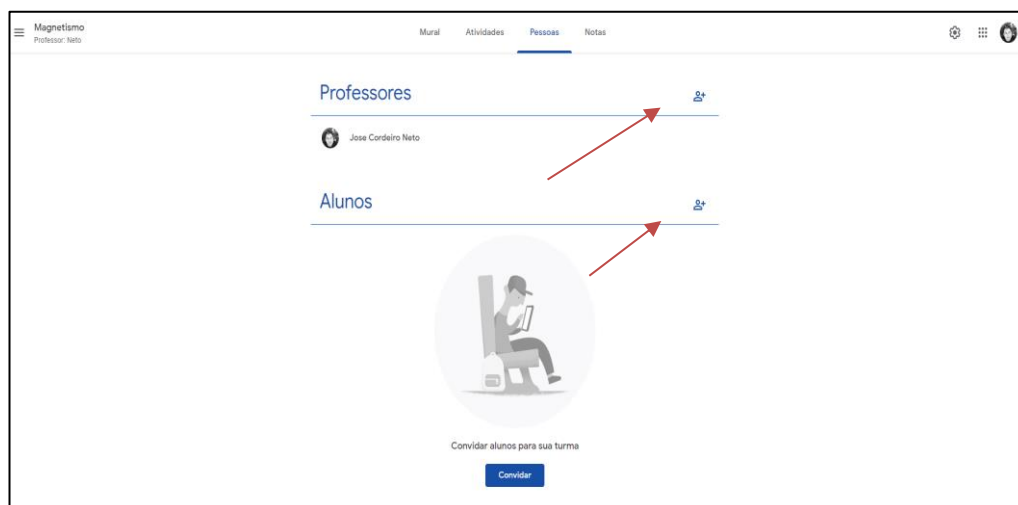
E, por último, no tópico *Pesquisa de Opinião*, haverá um formulário com afirmativas para verificar as impressões dos alunos em relação ao curso de magnetismo.

Mudando para a aba *Pessoas* (Figura 19), será possível adicionar os professores que ministrarão o curso, assim como os alunos das turmas. Nessa modalidade, só é possível adicionar professores e alunos que possuam e-mail institucional da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal.

---

<sup>16</sup> O projeto PhET Simulações Interativas da Universidade do Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências.

**Figura 19** - Aba Pessoas



Fonte: produção do próprio autor.

Nos ícones indicados pelas setas vermelhas, figura 3, é possível enviar convites para os professores e alunos que gostaríamos que fossem incluídos nas turmas. Para aceitar o convite, basta acessar o e-mail institucional e confirmar a participação na turma.

Acessando a última aba, *Notas*, haverá informações sobre a realização dos formulários pelos alunos; se as atividades foram enviadas ou estão pendentes; e qual a nota em cada uma das atividades propostas.

### **3 Proposta de Sequência de Ensino Investigativa**

Seguindo os preceitos de Carvalho (2013), foi desenvolvida uma SEI com a temática sobre os tópicos do magnetismo, desenvolvida durante 4 aulas de 1h e 40 min, de forma síncrona no Google Meet e assíncrona, através dos formulários Google Forms.

A sala de aula, os formulários e os planos de aula de cada encontro apresentam-se no corpo do produto educacional (Apêndice A).

Os registros das atividades foram anotados em um diário de bordo<sup>17</sup> do professor pesquisador durante a aplicação das atividades propostas.

O produto educacional foi desenvolvido em quatro etapas: (I) O problema; (II) Leitura de texto e sistematização do conhecimento; (III) Atividades que levam à contextualização social

---

<sup>17</sup> O diário de bordo é um caderno no qual o professor registra as etapas do desenvolvimento das aulas.

do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo e (IV) Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI.

A seguir, a descrição de cada encontro da Sequência de Ensino Investigativa e seus respectivos objetivos:

**Tabela 9** – Descrição e objetivo das atividades a serem desenvolvidas

NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO REAL		
Etapa	Atividades	Objetivos
I	<p><b>O problema experimental:</b></p> <p>Formulário 1: Magnetismo – Primeiro Encontro.</p> <p>Questionário de Sondagem Inicial.</p>	<p>Levantar conhecimentos prévios, dos estudantes acerca do tema principal: magnetismo.</p> <p>Instigar os estudantes a levantar hipóteses para resolução do problema.</p> <p>Construir e reconstruir conceitos a partir das hipóteses iniciais.</p>
ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL		
Etapa	Atividades	Objetivos
II	<p><b>Leitura de textos e sistematização do conhecimento:</b></p> <p>Formulário 2: Magnetismo – Segundo Encontro.</p> <p>Formulário 3: Magnetismo – Terceiro Encontro.</p>	<p>Identificar informações contidas no texto.</p> <p>Discutir as informações contidas no texto.</p> <p>Sistematizar o conceito e o conhecimento que foi objetivo do problema.</p> <p>Repassar todo o processo da resolução do problema.</p>
NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO POTENCIAL		
Etapa	Atividades	Objetivos
III	<p><b>Atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo:</b></p> <p>Formulário 4: Magnetismo – Quarto Encontro.</p> <p>Questionário de Sondagem Final.</p>	<p>Ampliar informações a respeito do tema.</p> <p>Retomar as hipóteses iniciais e discutir novos conhecimentos.</p> <p>Avaliar os conceitos, termos e noções científicas;</p>
PESQUISA DE OPINIÃO SOBRE AS ATIVIDADES PROPOSTAS		
IV	<p>Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI.</p> <p>Formulário Pesquisa de Opinião.</p>	<p>Avaliar:</p> <p>- As ações e processos da ciência;</p>

		- As atitudes exibidas durante as atividades de ensino.
--	--	---

Fonte: produção do próprio autor.

### 3.1 Conexão das Atividades com o Referencial Teórico

O objetivo dessa SEI é promover o desenvolvimento do conhecimento científico relacionado à teoria de alguns tópicos do Magnetismo, tais como as propriedades dos ímãs, o magnetismo terrestre, o experimento de Oersted e campo magnético. Para tanto, segue o roteiro da Sequência de Ensino Investigativa – SEI numa visão interdisciplinar para o ensino de tópicos do magnetismo. Todas as atividades foram apresentadas na plataforma Google Classroom e, para cada encontro, foi destinado um formulário que constavam as orientações e os questionários avaliativos dos encontros síncronos no ambiente Google Meet.

#### Sequência Didática:

**1. O problema:** Leitura dos textos introdutórios: a) *O magnetismo em nossas vidas*. b) *Como funcionam os Trens Maglev*. Questionamentos: i. Na sua opinião, qual a importância do magnetismo em nossas vidas? ii. Como você explica o funcionamento dos trens Maglev?

**1.1. Demonstração Investigativa:** Demonstração experimental do funcionamento do *Trem Magnético Caseiro* (para os alunos não-videntes e baixa-visão). Para os alunos videntes apresentação do vídeo *Trem Magnético Caseiro* ([https://www.youtube.com/watch?v=eTjrWF8sOHw&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=eTjrWF8sOHw&feature=emb_logo)).

**1.2. Etapa da distribuição do material experimental e proposição do problema:** i. Aluno não-videntes ou baixa visão receberão os materiais experimentais: ímãs, borracha, arame de estanho, lápis, moedas, botões, isopor, papel, alfinetes, pregos, cliques de metal, papel pardo e pincel. Os alunos ficarão, à vontade, para manusear e testar os materiais, sob a supervisão do professor. ii. Para os alunos videntes será apresentado o vídeo *Propriedades Magnéticas* ([https://www.youtube.com/watch?v=usdE-cPvVrc&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=usdE-cPvVrc&feature=emb_logo)).

**1.3. Etapa de resolução dos problemas pelos alunos:** Cada aluno fará suas observações e, em seguida deverá resolver as questões contidas no formulário 1.

**1.4. Etapa da sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos:** Após recebidas as respostas dos alunos o professor agendará, no Google Meet, um encontro para comparar as respostas de cada aluno com os demais colegas.

**1.5. Etapa do escrever e desenhar:** Os alunos, individualmente, registrarão o que aprenderam na atividade, através de mapas conceituais, esquemas, desenhos ou resumos. Esse material deve ser entregue para o professor, encaminhado pela plataforma ou via WhatsApp. No caso dos alunos não-videntes ou baixa visão, o registro será feito oralmente.

**2. Leitura de texto e sistematização do conhecimento:** Leitura dos textos de sistematização do conhecimento e explicação dos conhecimentos sobre o magnetismo, propriedades dos ímãs, magnetismo terrestre, experimento de Oersted e campo magnético. Para o auxílio da construção do conhecimento foram utilizadas maquetes táteis-visuais, experimentos demonstrativos, simuladores tipo PhET, leitores de tela de computador e material ampliado. Foram disponibilizados dois encontros na plataforma para atender essa atividade, em que constam apresentações e vídeos explicativos. Essa atividade será aplicada de maneira síncrona na plataforma, pelo Google Meet. Para os alunos não-videntes ou baixa-visão, essa atividade também será presencial.

**3. Atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo:** Leitura do texto de contextualização *Aplicações do Magnetismo*. Em seguida, aplicação das questões que relacionam o problema investigado sobre as propriedades magnéticas, com o problema tecnológico, que são as aplicações do magnetismo. O trabalho realizado em sala de aula obedeceu às mesmas etapas já apresentadas: a discussão em grupos pelos alunos, a abertura das discussões com toda a classe, coordenada pelo professor, e a escrita individual pelos alunos.

**4. Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI:** Em cada etapa foi observado o comportamento dos alunos. Essa observação indica se estão aprendendo o processo da construção do conhecimento científico, e mostram se as atitudes são compatíveis com o processo em cada etapa.

**4.1. Etapa da resolução do problema em pequenos grupos:** aprendizagem atitudinal, por exemplo: se eles colaboram entre si na busca da solução entre si; aprendizagem processual, por exemplo: se eles discutem buscando ideias que servirão de hipóteses e as testam.

**4.2. Etapa da discussão aberta:** aprendizagem atitudinal, por exemplo: esperar sua vez para falar ou prestar atenção e considerar a fala do colega; aprendizagem processual, por exemplo: descreve as ações observadas, relaciona causa e efeito, explica o fenômeno.

**4.3. Etapa do trabalho escrito pelos alunos:** aprendizagem atitudinal, por exemplo: escrevem verbos de ação no plural mostrando o respeito pelo trabalho feito em grupo; aprendizagem processual, por exemplo: relatam por meio de textos e/ou desenhos, a sequência das ações realizadas e as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado.

## 4. Atividades

### Primeiro Encontro: 1ª Aula

Apresentação do problema experimental: Qual a importância do magnetismo? Como funcionam os trens Maglev? Leitura dos textos introdutórios. Experimentação de demonstração: Trem magnético caseiro e exploração das propriedades magnéticas dos ímãs.

### Plano de aula do primeiro encontro

#### 1. Identificação

Nível de ensino	Ensino Médio
Instituição	
Natureza	Aplicação de uma SEI
Docente responsável	
Modalidade	Híbrido
Área do conhecimento	Física
Tema da aula	Magnetismo
Título (Tópico) da aula	O problema experimental – Magnetismo
Tipo predominante	Experimental/Demonstrativa
Duração prevista	1h 40 min

#### 2. Objetivo principal

Compreender as propriedades, os conceitos e as definições presentes na teoria do magnetismo e como ele afeta nossas vidas.

#### 3. Objetivos complementares

Promover discussões a respeito do funcionamento dos trens magnéticos.

#### 4. Conhecimentos introdutórios relevantes


Propriedades básicas do Magnetismo.

#### 5. Metodologia

Apresentação dos textos introdutórios, demonstração do funcionamento do trem magnético caseiro, experimentação das propriedades magnéticas dos ímãs e exercícios. Os textos, os experimentos e o questionário se encontram na plataforma Google Classroom, na aba Atividades, Magnetismo – Primeiro Encontro (Figura 4). É possível acessar o formulário diretamente usando o link: <https://forms.gle/FLuhHE9KWTAehZ8f7>.



Figura 20 - Formulário 01



### Magnetismo - Primeiro Encontro

Bom dia Prezados Estudantes!

Neste formulário contem as atividades iniciais sobre o Magnetismo. LEIA PARA QUE AS DÚVIDAS SEJAM RESOLVIDAS NAS AULAS COM GOOGLE MEET.

Conteúdo Geral: Magnetismo.  
 Conteúdo Específico: Propriedades magnéticas dos ímãs.  
 Título de aula: O planeta experimenta o Magnetismo.  
 Objetivos: Compreender as propriedades, as características e as definições presentes na teoria do magnetismo e como ele atua nas nossas vidas.  
 Objetivos Complementares: Promover discussões a respeito do funcionamento dos trens magnéticos.

Fonte de pesquisa e vídeos complementares: Trens Magnéticos Caserio e Propriedades Magnéticas para você aprender! e aprendizado.  
 YouTube - Trens magnéticos caserio - link: <https://www.youtube.com/watch?v=7j0f2a3bWkU>  
 YouTube - Propriedades Magnéticas dos Ímãs - link: <https://youtu.be/rua0l-0Pvno>  
 Física V3 Cap. 7 Pág. 114 e 127.  
 Eletromagnetismo - Física Moderna.  
 Já Sólido - Wilson Carlos.  
 São Paulo: Arca, 2015.

“Você nunca sabe que recebeu uma aula de sua mãe. Mas se você não fizer nada, não aprende!” (Maurício Gândio)

Grande abraço do Professor Iano.


### O Magnetismo em nossas Vidas

Temos não apenas fenômenos do cotidiano e facilmente percebidos como a atração e a repulsão exercidas por um ímã. Análise de propriedades magnéticas ao campo magnético terrestre, a formação dos ímãs ou um importante instrumento de navegação, a bússola, que foi fundamental durante um longo período da história.

Você, apesar de não saber, provavelmente, ainda dependemos muito de materiais magnéticos, presentes em motores, eletrodomésticos, dispositivos de armazenamento magnéticos, entre outros. Assim, o desenvolvimento científico e tecnológico, influenciado e foi influenciado pelo magnetismo magnético.

Fonte: Helena Lorenz Hoje n. 287. Autor: Maria Krieger.

### Título da Imagem



### Como Funcionam os Trens Magnéticos

De acordo com a pesquisa do eletromagnetismo tem sido de fundamental importância no estudo tecnológico das últimas décadas, um elemento chave é a atuação do campo de força.

Como esse ímã atrai ou repele? O ímã atrai ou repele metais e alguns outros de que se trata de ferro. No entanto, os ímãs também repelem os materiais de base de alumínio, que é usado como o núcleo de bobinas de transformadores e motores. Também se experimentou de Trens Magnéticos no continente americano em 1977, quando o governo português criou definitivamente o primeiro trem de alta velocidade magnético que usa o princípio de repulsão por correntes elétricas no par.

No entanto, os ímãs de alta velocidade substituídos por ímãs de alta velocidade, a atraição ímã ímã 370 km/h (com base de ferro) - movimento e um sistema de controle de potência.

O novo trem de alta velocidade que atrai mais rápido. É a geração dos ímãs (ímãs) de alta velocidade, que utilizam a tecnologia magnética para fornecer energia elétrica.

O estudo de ímãs e o princípio de funcionamento do campo permite que esse atraição repulsão, que atingem até 500 km/h em trens magnéticos.


Fonte: em Trens de Alta Velocidade, Ciência e Tecnologia possuem princípios em detalhes e em detalhes.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=7j0f2a3bWkU> vídeo de Física Moderna Magnética - lançado em 11 de abril de 2018.


### Para refletir...

I. Nas suas aulas, qual a importância do magnetismo em nossas vidas?  
 II. Como você explica o funcionamento dos trens magnéticos?

#### Trens Magnéticos Caserio



#### Propriedades Magnéticas



### Questionário de Sondagem Inicial

Descrição (opcional)

01. Os ímãs atraem todos os tipos de materiais? \*

Texto de resposta longa

02. Como funciona um ímã? Tente de forma resumida dar uma explicação. \*

Texto de resposta longa

03. O que acontece quando dividimos um ímã? De uma resposta de forma resumida. \*

Texto de resposta longa

04. O que faz o Maglev se mover? \*

Texto de resposta longa

05. Se a pilha estiver descarregada, será que o trem caserio se movimentará? \*

Texto de resposta longa

Fonte: produção do próprio autor.

Texto introdutório I:

## **O Magnetismo em Nossas Vidas**

Talvez não exista fenômeno tão palpável e fascinante como a força à distância experimentada por um ímã. Aliando as propriedades magnéticas ao campo magnético terrestre, a humanidade desenvolveu um importante instrumento de navegação, a bússola, que foi fundamental durante um longo período da história.

Hoje, apesar de ser quase imperceptível, ainda dependemos muito de materiais magnéticos, presentes em motores, transformadores, dispositivos de armazenamento magnético, entre outros. Assim, o desenvolvimento científico e tecnológico influenciou e foi influenciado pelos materiais magnéticos.

Fonte: Revista Ciência Hoje n. 287. Autor: Marcelo Knobel.

## Texto introdutório II:



### **Como Funcionam os Trens Magnéticos**

Os avanços nas pesquisas do eletromagnetismo têm sido de fundamental importância na evolução tecnológica das últimas décadas, um exemplo disso é a evolução do transporte ferroviário.

Com seu início ainda no século XVI, as locomotivas eram movidas a vapor, através da queima de carvão. No século XIX, foram inventadas as locomotivas a diesel e à eletricidade, que vieram com o intuito de substituir as locomotivas a vapor. Porém, a aposentadoria da “Maria fumaça” só aconteceu definitivamente em 1977, quando o governo português proibiu definitivamente o uso desse tipo de comboio, alegando que esse era responsável por várias queimadas no país.

No século XX, os trens a diesel foram substituídos por trens a gás, muito mais rápidos – atingindo incríveis 570 km/h (em fase de testes) – econômicos e com menor potencial de poluição.

A nova geração promete ser ainda mais rápida. É a geração dos trens Maglev, de alta velocidade, que utilizam a levitação magnética para flutuar sobre suas vias.

A ausência de atritos e o perfil aerodinâmico do comboio permitem que este atinja velocidades que chegam aos 650 km/h em fases experimentais.

Ainda em fase de testes, Japão, China e Alemanha possuem protótipos em tamanho real.

Fonte: CAVALCANTE, Kleber G. "Trens Maglev"; Brasil Escola. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/trens-maglev.htm>. Acesso em 11 abr. 2019.

## Experimentação Demonstrativa

### Experimento 01: Trem magnético caseiro

Objetivo: Demonstrar o funcionamento de um trem magnético utilizando materiais de baixo custo e fácil obtenção.

Materiais: 02 ímãs de neodímio de aproximadamente 10 mm de diâmetro; 01 rolo de fio de solda; 01 pilha alcalina tipo AAA; 01 pincel atômico.

Procedimentos:

1. Utilizando um material cilíndrico (pincel atômico) faça um espiral com o fio de solda com aproximadamente 15 mm de diâmetro. É necessário um comprimento mínimo de pelo menos 20 cm.

**Figura 21** - Montagem do Trilho



Fonte: produção do próprio autor.

**Figura 22** - Espira (trilho)



Fonte: produção do próprio autor.

2. Pegue a pilha e coloque os dois ímãs de neodímio em suas extremidades, para isso verifique para que os polos fiquem alinhados.

**Figura 23** - Ímã de neodímio e pilha AAA



Fonte: produção do próprio autor.

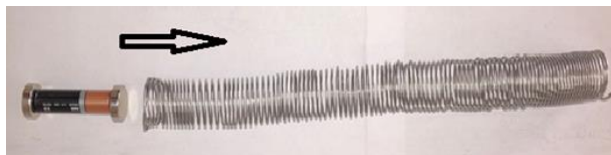
**Figura 24** - Alinhamento dos ímãs com a pilha



Fonte: produção do próprio autor.

3. Agora coloque o trem magnético dentro do trilho (espira) e observe o seu funcionamento.

**Figura 25** - Funcionamento do trem magnético caseiro



Fonte: produção do próprio autor.

## **Experimento 2: Propriedades Magnéticas dos Ímãs**

Objetivo: Verificar as propriedades magnéticas de diversos materiais.

Materiais: ímãs comuns (diversos tamanhos e formatos) e ímãs de neodímio; borracha; arame de estanho; lápis; moedas; botões; isopor; papel; alfinetes; pregos; cliques de metal.

Descrição da atividade: Os alunos receberão o kit com os materiais citados e poderão manipulá-los livremente durante um período curto (mais ou menos 3 minutos). Em seguida, responderão ao questionário 01 de sondagem inicial.

### **Questionário de Sondagem Inicial**

Questão 01: Os ímãs atraem todos os tipos de materiais?

Objetivo: verificar os conhecimentos prévios sobre a classificação dos materiais quanto a suas propriedades magnéticas.

Questão 02: Como funciona o ímã? Tente de forma resumida dar uma explicação.

Objetivo: analisar os conhecimentos prévios sobre as propriedades magnéticas dos ímãs.

Questão 03: O que acontece quando dividimos um ímã? Discuta com seu grupo e de forma resumida formule uma explicação.

Objetivo: verificar o entendimento de uma das propriedades magnéticas dos ímãs, a inseparabilidade dos polos magnéticos.

Questão 04: O que faz o trem Maglev se mover?

Objetivo: Verificar o entendimento sobre a aplicação do magnetismo no dia a dia.

Questão 05: Se a pilha estiver descarregada, será que o trem caseiro se movimentará?

Objetivo: Observar se os alunos percebem alguma relação entre a eletricidade e o magnetismo.

## **6. Avaliação**

Os comportamentos e as respostas do formulário dos alunos indicarão que estão aprendendo o processo da construção do conhecimento científico e tendo atitudes compatíveis com esse processo.

## **7. Leitura Complementar**

Trem magnético caseiro – Portal do Mundo – Publicado em 31 de janeiro de 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eTjrWF8sOHw&t=423s>

## **Segundo Encontro: 2ª Aula**

### **Plano de aula do segundo encontro**

#### **1. Identificação**

<b>Nível de ensino</b>	<b>Ensino Médio</b>
<b>Instituição</b>	
<b>Natureza</b>	<b>Aplicação de uma SEI</b>
<b>Docente responsável</b>	
<b>Modalidade</b>	<b>Híbrido</b>
<b>Área do conhecimento</b>	<b>Física</b>
<b>Tema da aula</b>	<b>Magnetismo</b>
<b>Título (Tópico) da aula</b>	<b>Sistematização do conhecimento (1ª parte)</b>
<b>Tipo predominante</b>	<b>Teórica/Demonstrativa</b>
<b>Duração prevista</b>	<b>1h40min</b>

#### **2. Objetivo principal**

Apresentar de maneira formal as propriedades do magnetismo e repassar todo o processo da resolução do problema da aula anterior.

#### **3. Objetivos complementares**

Verificar o produto do conhecimento discutido na aula anterior, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas.

#### **4. Conhecimentos introdutórios relevantes**

Propriedades magnéticas.

#### **5. Metodologia**

O roteiro desta aula está descrito no segundo formulário Magnetismo – Segundo encontro, na plataforma Google Classroom, aba Atividades. No primeiro momento, discussão aberta com os alunos retomando todas as atividades realizadas nas aulas anteriores, dando oportunidade de refletir sobre os procedimentos e conceitos trabalhados. Em seguida, será apresentado os slides explicativos com o objetivo de conhecer um pouco da história da descoberta da magnetita, identificar o comportamento dos ímãs e o sentido do campo magnético, e apresentar o conceito de magnetismo terrestre.

O roteiro da apresentação pode ser acessado diretamente pelo link: [https://docs.google.com/presentation/d/1sTkYvD0kfKxyuM-vnoqTwAGW\\_F56bHxUE4e44CPR-QEs/edit#slide=id.p1](https://docs.google.com/presentation/d/1sTkYvD0kfKxyuM-vnoqTwAGW_F56bHxUE4e44CPR-QEs/edit#slide=id.p1).

Figura 26 - Apresentação Magnetismo



# MAGNETISMO

## OBJETIVOS

- Conhecer um pouco da história da descoberta da magnetita.
- Identificar o comportamento dos ímãs e o sentido dos campos magnéticos.
- Apresentar o conceito de magnetismo terrestre.

Em Magnésia, cidade grega, por volta do século 6 a.C., foi encontrado um tipo de pedra com a propriedade de atrair ferro. Tratava-se de óxido de ferro, que mais tarde, descobriu-se ser um ímã natural.

De modo geral, ímãs são corpos que atraem ferro ou aço e são constituídos de ferro, cobalto e níquel ou ligas que contêm esses elementos.

Os chineses foram os primeiros a criar ímãs artificiais por um processo de imantação. Eles atritavam uma barra de ferro com um ímã natural, sempre no mesmo sentido, até ela se imantar.

Atualmente são confeccionados ímãs com formas e tamanhos diversos, os quais têm em sua composição diferentes porcentagens de ferro, níquel e cobalto.

Quando o ímã entra em contato com limalha de ferro observamos duas regiões onde é maior a quantidade de limalha.

Essas duas regiões do ímã onde sua ação magnética é mais intensa denominamos **polos** do ímã.

Os polos dos ímãs são regiões onde os efeitos magnéticos são mais intensos.

### Princípio da atração e repulsão magnéticas

Para magnetizar de mesma polaridade os materiais, o de propósito oposto se atrai.

Não existe ímã com apenas um polo.

À Terra se comporta como um ímã. Ao observarmos a agulha de uma bússola notamos que o polo norte do ímã aponta, aproximadamente, na direção do norte geográfico da Terra e o polo sul do ímã, aponta para o sul geográfico.

#### PARA SABER MAIS

NOVAK, Miguel. Um pouco de história: introdução ao magnetismo. Disponível em: <<http://bit.ly/3vz0z6s>>. Acesso em: mar. 2020.

MAGNETISMO da Terra. Curso EAD do Observatório Nacional. Disponível em: <<http://bit.ly/3w5nd87>>. Acesso em: mar. 2020.

Fonte: produção do próprio autor.

Para a leitura do livro-texto e das atividades dos formulários os alunos poderão utilizar, caso necessitem, o software de leitura de textos NVDA disponibilizado na plataforma Google Classroom do Magnetismo, na aba Links Importantes.



Após a apresentação dos slides, o professor utilizará as maquetes-táteis do grupo 1, exemplificando as propriedades magnéticas dos ímãs e, em seguida, as do grupo 2, que tratam do campo magnético. Lembrando que os alunos não videntes ou baixa visão não contarão com o software de leitura, pois ele não reconhece os slides.

Essa aula será síncrona, previamente agendada, com a participação dos alunos na plataforma através do Google Meet. É possível acessar o formulário usando o link: <https://forms.gle/qEDhGzED7brkx938>.

Figura 27 - Formulário 02

The image shows a Google Forms interface for a survey titled "Magnetismo - Segundo Encontro". The form is divided into several sections:

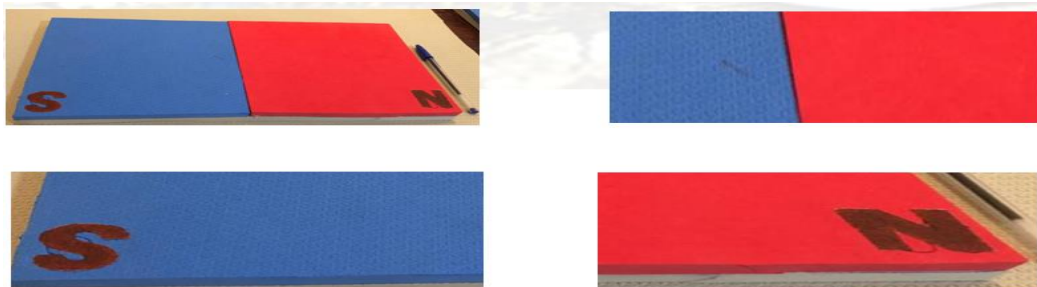
- Header:** "Magnetismo - Segundo Encontro" with a sub-header "Bom dia! Prezados Estudantes!".
- Text:** "Neste formulário contaremos as atividades realizadas sobre o Magnetismo. LERÁ PARA QUE AS DUVIDAS SEJAM ESCLARECIDAS NAS AULAS COM GOOGLE MEET."
- Text:** "Conteúdo Geral: Magnetismo. Conteúdo Específico: Propriedades dos Ímãs. Título da aula: Caracterização do Conhecimento (1ª parte). Objetivo: Apresentação de maneira formal as propriedades do Magnetismo e resumo todo o processo de produção do problema de aula anterior. Estratégia: Expositiva. Verificar o estado do conhecimento discutido na aula anterior, isto é, se possíveis dúvidas e ideias surgidas."
- Text:** "Apresentação: https://forms.gle/qEDhGzED7brkx938".
- Text:** "Data: 12/08/2023. Horário: 10h às 11h. Local: Sala de Estudos - 2º andar - Colégio Santa Clara - São Paulo - SP, 2023."
- Text:** "Você nunca sabe que resultados vão de sua ação. Mas se você não fizer nada, não acontece nada!"
- Text:** "Bom dia! Professor(a) meu(a)..."
- Question:** "Qual o seu nome completo?"
- Text:** "Título da imagem:"
- Text:** "Qual o seu gênero?"

Fonte: produção do próprio autor.

## Maquetes do Grupo 1 – Propriedades Magnéticas dos Ímãs

- a) Polo Norte e Polo Sul: modelo em EVA com cores e texturas diferentes para cada polo magnético. Polo Norte na cor vermelha com a superfície lisa e letra N feita de lixa de parede. Polo Sul na cor azul com a superfície áspera e letra S feita de lixa de parede.

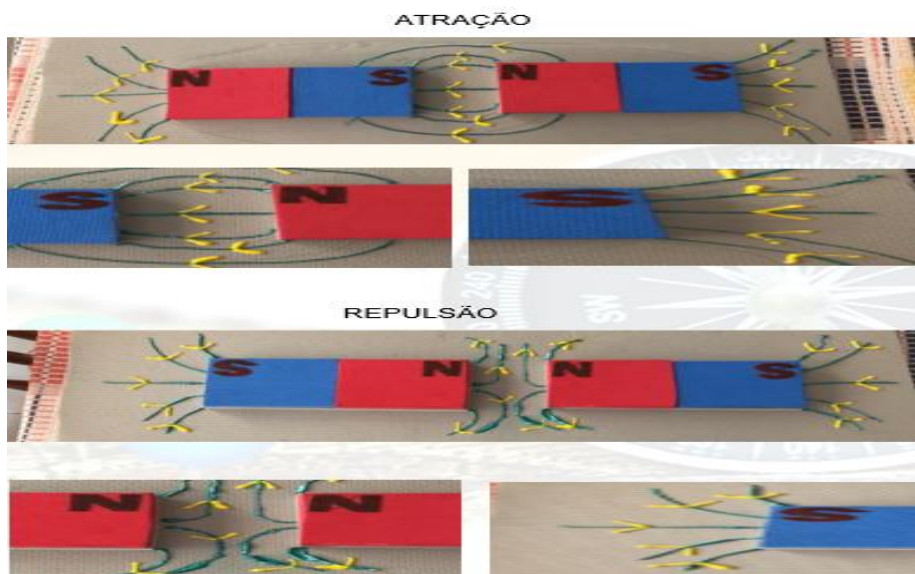
**Figura 28** - Polo Norte e Polo Sul



Fonte: produção do próprio autor.

- b) Atração e Repulsão: modelo com as linhas de campo magnético indicando que os polos diferentes se atraem e os polos iguais se repelem. As linhas e o sentido do campo magnético foram desenhados com cola tipo 3D para que fiquem com textura tátil.

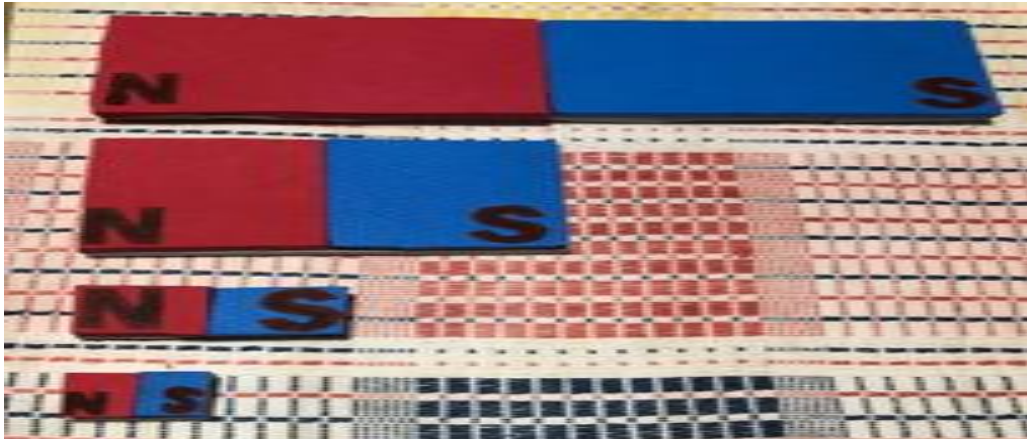
**Figura 29** - Maquete (atração e repulsão)



Fonte: produção do próprio autor.

- c) Inseparabilidade dos polos: modelo em EVA e também pequenos pedaços de ímã, mantendo o padrão de textura para cada polo.

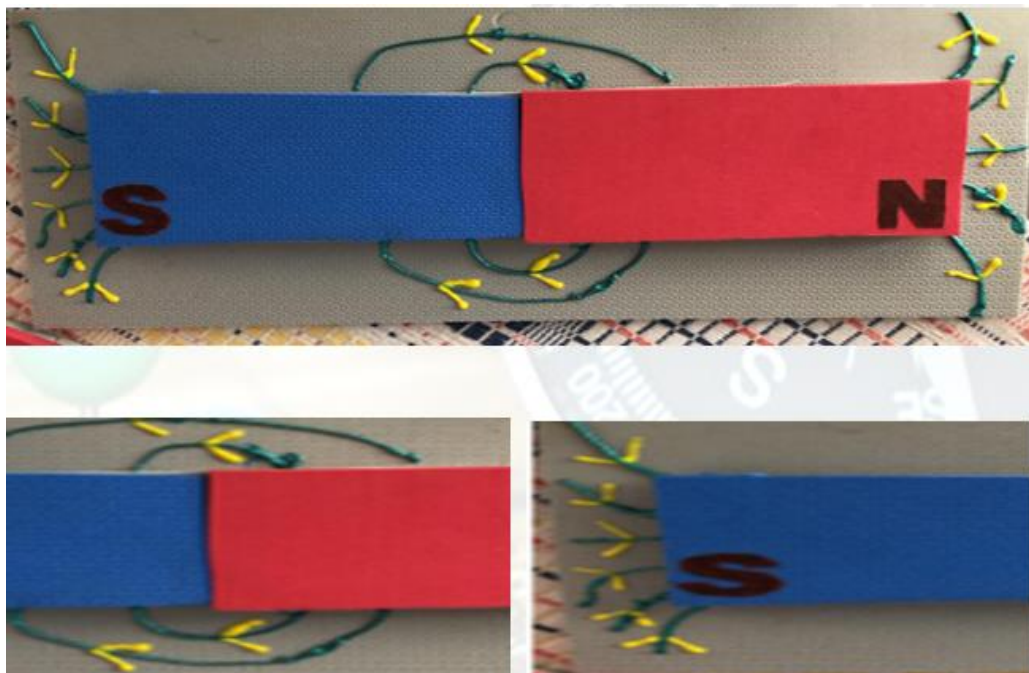
**Figura 30** - Maquete (inseparabilidade dos polos)



Fonte: produção do próprio autor.

- d) Linhas de Campo Magnético: modelo em EVA.

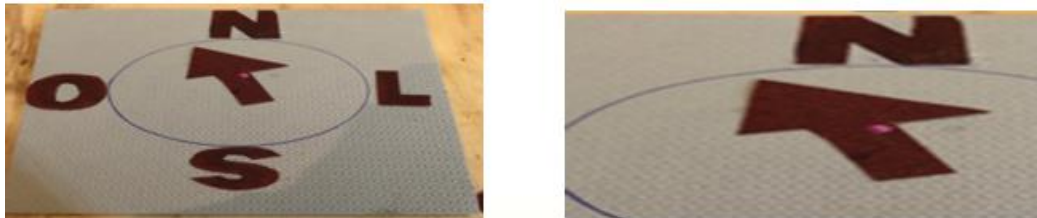
**Figura 31** - Maquete (linhas de campo magnético)



Fonte: produção do próprio autor.

- e) Bússola: modelo em EVA (seta móvel) indicando os principais pontos cardeais. A seta fica livre para indicar o sentido do norte magnético. Os pontos cardeais, também, foram feitos de material tátil (lixa de parede).

**Figura 32-** Maquete (bússola)



Fonte: produção do próprio autor.

- f) Magnetismo Terrestre: modelo feito com um globo terrestre escolar, com fios de arame e setas (com ímãs) representando as linhas e o sentido do campo magnético terrestre.

**Figura 33 -** Maquete (campo magnético terrestre)



Fonte: produção do próprio autor.

## 6. Avaliação

Os comportamentos dos alunos indicarão que estão aprendendo o processo da construção do conhecimento científico e tendo atitudes compatíveis com esse processo.

## 7. Leitura Complementar

NOVAK, Miguel. Um pouco de história: introdução ao magnetismo. Disponível em: <http://ftd.li/ptqzpk>. Acesso em: 21 mar. 2020.

MAGNETISMO da Terra. Curso EAD do Observatório Nacional. Disponível em:

<http://ftd.li/w5yu82>. Acesso em: 15 mar. 2020.

O experimento de Oersted: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento\\_de\\_%C3%98rsted](https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_%C3%98rsted).

## Terceiro Encontro: 3ª Aula

### Plano de aula do terceiro encontro

#### 1. Identificação

Nível de ensino	Ensino Médio
Instituição	
Natureza	Aplicação de uma SEI
Docente responsável	
Modalidade	Híbrido
Área do conhecimento	Física
Tema da aula	Magnetismo
Título (Tópico) da aula	Sistematização do conhecimento (2ª parte)
Tipo predominante	Teórica/Demonstrativa
Duração prevista	1h40min

#### 2. Objetivo principal

Apresentar de maneira formal as propriedades do vetor campo magnético e repassar todo o processo da resolução do problema das aulas anteriores, em particular, o funcionamento do trem magnético caseiro.

#### 3. Objetivos complementares

Verificar o produto do conhecimento discutido na aula anterior, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas.

#### 4. Conhecimentos introdutórios relevantes

Campo Magnético.

## 5. Metodologia

Primeiro momento, discussão aberta com os alunos retomando todas as atividades realizadas nas aulas anteriores, fazendo uso do simulador PhET, dando oportunidade de refletir sobre os procedimentos e conceitos trabalhados. No ambiente virtual de ensino, Google Classroom, encontra-se o endereço do site PhET Colorado nele aparecem as simulações que verificam o sentido e a direção do campo magnético de ímãs e do planeta Terra e diversas situações. Em seguida, leitura dos textos de sistematização do conhecimento (Livro Texto: Cap 6 - Pág.: 120 a 126). O link deste conteúdo do livro está disponível na plataforma, na aba Atividades – Terceiro Encontro). Os textos de sistematização também se encontram no formulário 3.

Utilização das maquetes táteis-visuais do grupo 2 para a compreensão do fenômeno estudado. Retomada sobre o trem magnético caseiro e seu funcionamento. Resolução dos exercícios propostos no formulário.

O formulário desta atividade pode ser acessado a partir do link: <https://forms.gle/FTz3LphMWmDey71C6>.

Figura 344 - Formulário 03

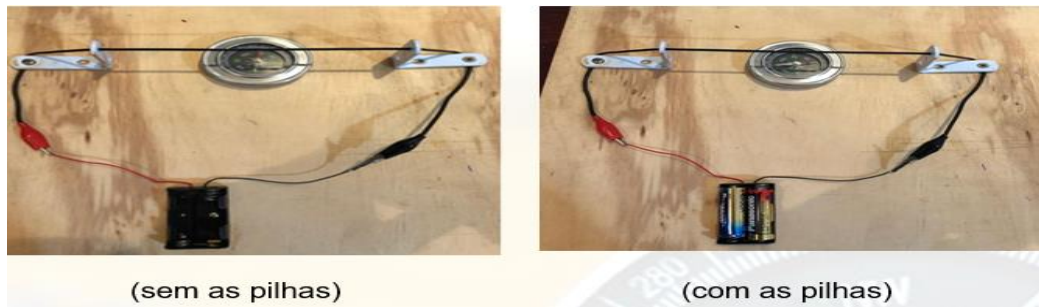
The figure displays seven educational worksheets arranged in a grid. The top-left worksheet is titled "Magnetismo - Terceiro Encontro" and includes an introduction, objectives, and a list of materials. The other six worksheets are titled "Tudo de Imagem" and contain diagrams, photos of experiments, and text explaining magnetic fields, forces, and the right-hand rule. The bottom-most worksheet is a multiple-choice quiz with five questions.

Fonte: produção do próprio autor.

## Maquetes do Grupo 2 – Campo Magnético

- a) O Experimento de Oersted: experimento demonstrativo.

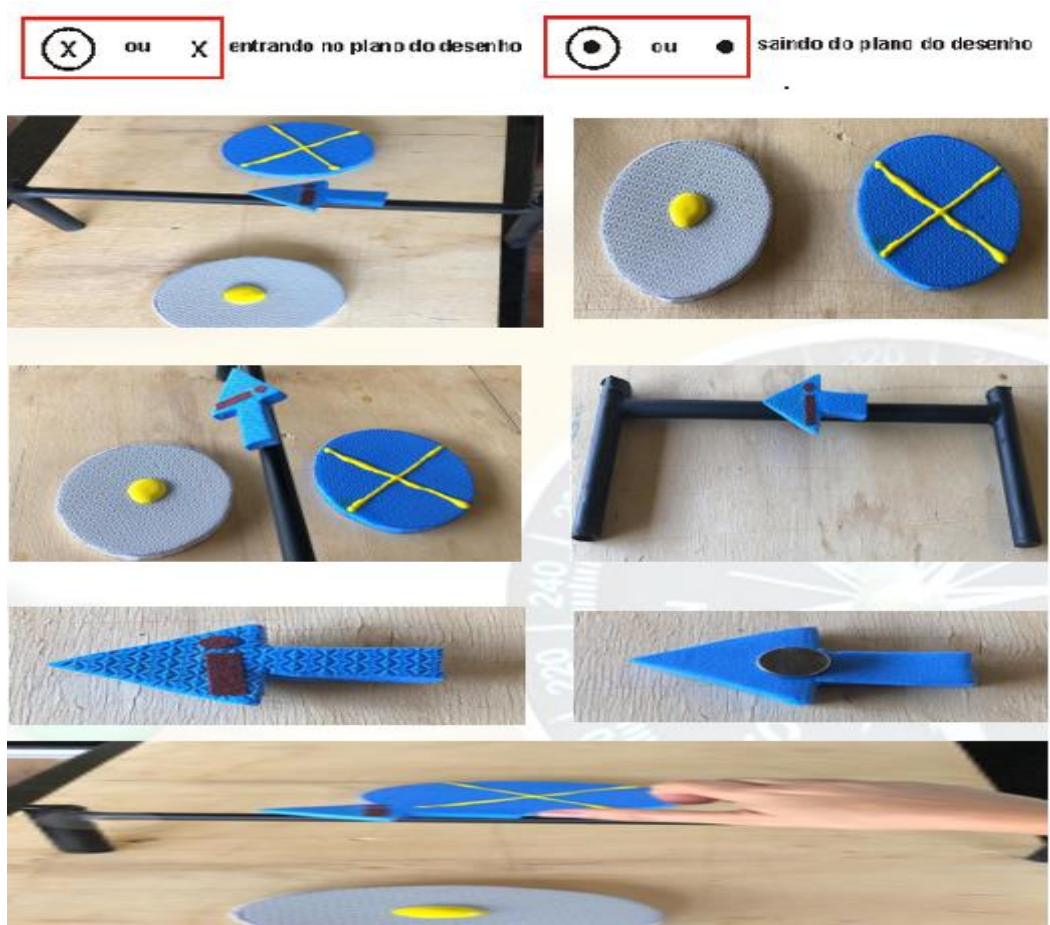
**Figura 355** - Experimento de Oersted



Fonte: produção do próprio autor.

- b) Campo Magnético nas proximidades de um fio reto: representação de um fio (barra de ferro), em que a direção e o sentido da corrente elétrica são indicados pela seta (em EVA com a letra  $i$ , feita com lixa de parede) com um ímã colado, conforme as figuras seguintes.

Figura 366 - Campo Magnético em um fio reto

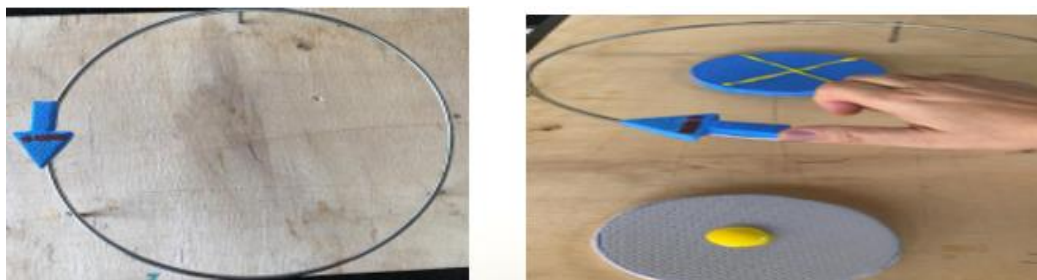


Fonte: produção do próprio autor.

- c) Campo Magnético em uma espira circular: maquete feita com uma peça circular de ferro com o objetivo de representar o fio de uma espira.



**Figura 377** - Campo magnético em uma espira circular



Fonte: produção do próprio autor.

d) Painel explicativo: funcionamento do trem magnético caseiro modelo feito em EVA.

**Figura 388** - Painel explicativo do trem magnético



Fonte: produção do próprio autor.

## 6. Avaliação

Os comportamentos dos alunos indicarão que estão aprendendo o processo da construção do conhecimento científico e tendo atitudes compatíveis com esse processo.

## 7. Leitura Complementar

O tubo antigravidade – Portal do Mundo – Publicado em 22 de janeiro de 2013. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_p1oV6sVpo4](https://www.youtube.com/watch?v=_p1oV6sVpo4)

## Quarto Encontro: 4<sup>a</sup> Aula

### Plano de aula do quarto encontro

#### 1. Identificação

Nível de ensino	Ensino Médio
Instituição	
Natureza	Aplicação de uma SEI
Docente responsável	
Modalidade	Híbrido
Área do conhecimento	Física
Tema da aula	Magnetismo
Título (Tópico) da aula	Contextualização social do conhecimento
Tipo predominante	Dialogada
Duração prevista	1h40min

#### 2. Objetivo principal

Vincular o conhecimento sobre o magnetismo à sua origem e à sua aplicação.

#### 3. Objetivos complementares

Verificar o produto do conhecimento discutido na aula anterior, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas.

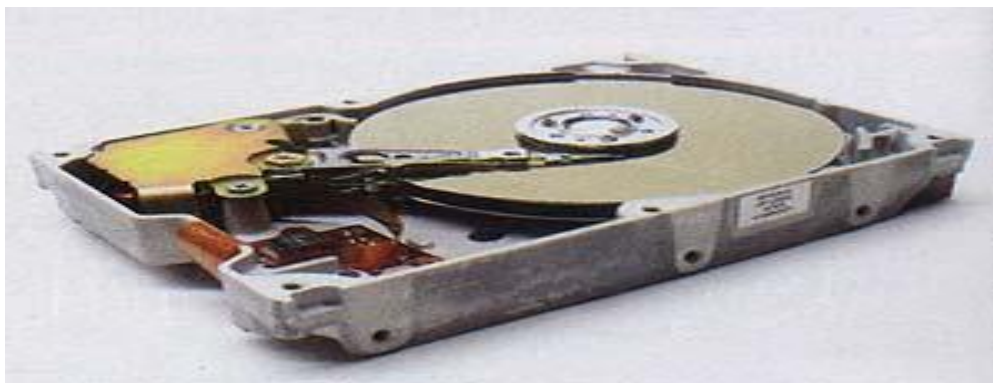
#### 4. Conhecimentos introdutórios relevantes

Magnetismo.

#### 5. Metodologia

No primeiro momento, discussão aberta com os alunos retomando todas as atividades realizadas nas aulas anteriores, dando oportunidade de refletir sobre os procedimentos e conceitos trabalhados. Em seguida, atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo. As orientações, o texto e as questões dessa aula estão no formulário Magnetismo Quarto Encontro, que pode ser acessado pela plataforma ou diretamente pelo link: <https://forms.gle/Hqw7vQudhMkqzVrs6>.

**Texto Contextualizado**  
**APLICAÇÕES DO MAGNETISMO**



Discos rígidos de computador são uma aplicação comum dos materiais magnéticos atualmente.

O que motores elétricos, discos rígidos de computador, televisores, carros, fitas de videocassete e cartões de créditos têm em comum? Resposta: materiais magnéticos. Presentes em inúmeros utensílios da vida moderna – o famoso ‘ímã de geladeira’ talvez seja o caso mais emblemático –, esses materiais, por sua importância e complexidade, fazem com que as pesquisas sobre magnetismo sejam intensas na atualidade, com grandes avanços nas últimas duas décadas.

Neste artigo, o leitor vai ser atraído para o vasto campo das aplicações dos materiais magnéticos, cujo mercado atual movimentava cifras que chegam a centenas de bilhões de dólares.

Os fenômenos magnéticos foram, talvez, os primeiros a despertar a curiosidade da humanidade sobre o interior da matéria. Os mais antigos relatos de experiências com a ‘força misteriosa’ da magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), o ímã natural, são atribuídos aos gregos e datam de 800 a.C. A primeira utilização prática do magnetismo foi a bússola, inventada pelos chineses na dinastia Han, em 200 d.C., e baseada na propriedade que uma agulha magnetizada tem de se orientar na direção do campo magnético terrestre. A bússola foi empregada em navegação pelos chineses em 900 d.C., mas só foi descoberta e usada pelo mundo ocidental a partir do século XV.

Os fenômenos magnéticos ganharam uma dimensão muito maior quatro séculos mais tarde, com a descoberta de sua relação com a eletricidade através dos trabalhos do dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851), do francês André Marie Ampère (1775-1836), do inglês Michael Faraday (1791-1867) e do norte-americano Joseph Henry (1797-1878), para citar alguns poucos exemplos. No final do século XIX, diversos fenômenos já eram compreendidos e tinham inúmeras aplicações tecnológicas, das quais o motor e o gerador elétrico eram as mais importantes.

Apesar de séculos e séculos de investigações, o magnetismo em nível microscópico só foi compreendido na primeira metade do século passado, após o advento da física quântica, que nasceu em 1900, com a hipótese do físico alemão Max Planck (1858-1947) dos *quanta* de energia, ou seja, a de que, na natureza, a energia é gerada e absorvida em diminutos pacotes – os *quanta* – e não como um fluxo contínuo, como se imaginava até então. Posteriormente, essa ideia levou ao desenvolvimento da chamada física quântica – teoria para os fenômenos do diminuto universo das entidades atômicas e moleculares – através dos trabalhos do físico alemão Albert Einstein (1879-1955), do dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), do alemão Werner Heisenberg (1901-1976), do britânico Paul Dirac (1902-1984), entre outros.

O século passado testemunhou um avanço impressionante no entendimento do fenômeno do magnetismo, e, conseqüentemente, suas aplicações se multiplicaram e foram substancialmente aprimoradas. Apesar desses avanços, ainda há muitas coisas por compreender.

Nas aplicações tradicionais, como em motores, geradores e transformadores, os materiais magnéticos são utilizados em três categorias principais: como ímãs permanentes – que têm a propriedade de criar um campo magnético constante – e como materiais magnéticos doces (ou permeáveis), que são magnetizados e desmagnetizados com facilidade e produzem um campo magnético muito maior ao que seria criado apenas por uma corrente enrolada na forma de espira.

Sobre a terceira grande categoria de aplicação, a chamada gravação magnética, vale a pena se estender um pouco mais, pois ela adquiriu grande importância nas últimas décadas. Essa aplicação é baseada na propriedade que o cabeçote de gravação tem de gerar um campo magnético em resposta a uma corrente elétrica. Com esse campo, é possível alterar o estado de magnetização de um meio magnético próximo, o que possibilita armazenar nele a informação contida no sinal elétrico.

A recuperação (ou a leitura) da informação gravada é realizada pelo processo inverso, denominado indução. Ou seja, a mídia magnetizada e em movimento sobre o cabeçote de leitura induz nele uma corrente elétrica. Hoje, além do fenômeno de indução, também são utilizados novos materiais estruturados artificialmente, formados por multicamadas magnéticas conhecidas como ‘válvulas de *spin*’.

A gravação magnética é essencial para o funcionamento de gravadores de som e de vídeo, bem como de inúmeros equipamentos acionados por cartões magnéticos, como os caixas eletrônicos de banco.

**Fonte:** Marcelo Knobel – Instituto de Física Gleb Wataghin – Universidade Estadual de Campinas (SP).

Questões:

- i. Cite uma situação cotidiana que empregamos os fenômenos magnéticos. E também explique de que maneira o magnetismo atua.
- ii. Podemos dizer que ímãs atraem quaisquer substâncias? Dê exemplos.
- iii. Atualmente a maioria das lojas nos grandes centros urbanos possuem um sistema anti-furto. Muitos deles funcionam com base no magnetismo. Explique de forma resumida o funcionamento desse tipo de equipamento.
- iv. Um vendedor de uma loja, após registrar a venda, passa a etiqueta do produto (ou uma espécie de tarja) sobre uma base magnetizada. Ele pede ao cliente que não apoie o cartão de crédito nessa área. Formule uma hipótese do funcionamento dessa máquina.

## **6. Avaliação**

Os comportamentos dos alunos indicarão se estão aprendendo o processo da construção do conhecimento científico e tendo atitudes compatíveis com esse processo.

## **7. Leitura Complementar**

Texto: Recurso de Inclusão Social para Deficientes Auditivos – Física Contexto e Aplicações. Beatriz Alvarenga e Antônio Máximo – p. 157.

## **8. Referências**

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. (Ed.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. Disponível em <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=468608>. Acesso em 15 out. 2018.

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

CARRON, W. **Física Volume 3 – Eletromagnetismo – Física Moderna**. São Paulo: Ática, 2016.

PIAGET, J. **A Tomada de Consciência**. São Paulo: Melhoramentos e Editora da USP, 1977.

PIAGET, J. **Fazer e Compreender**. São Paulo: Melhoramentos e Editora da USP, 1978. 41

MANUAL DO MUNDO. **Trem magnético caseiro**. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eTjrWF8sOHw&t=228s>. Pesquisado em 31/01/2019.

MANUAL DO MUNDO. **Trem magnético caseiro**. 2017. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_p1oV6sVpo4](https://www.youtube.com/watch?v=_p1oV6sVpo4). Pesquisado em 31/01/2019.

LUZ, Antônio Máximo; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga; GUIMARÃES, Carla Costa. **Física Contexto e Aplicações**. Volume 3. MG: Scipione, 2016.

VIGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1984.

VIGOTSKY, L.S. **A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal**. São Paulo, Denise Regina Sales, 2011.

## **APÊNDICE B – Pesquisa de Opinião (Avaliação da SEI)**

A pesquisa de opinião será através do formulário Pesquisa de Opinião, presente na aba Atividades, no Google Classroom Magnetismo. Nele aparecerão todas as informações e orientações para o seu preenchimento.

Para mensurar os comportamentos e as atitudes dos alunos utilizaremos a escala Tipo Likert<sup>18</sup>, em que é apresentada uma afirmação auto descritiva e, em seguida, oferecem como opção de resposta uma escala de pontos com descrições verbais.

Serão apresentadas afirmativas acerca do grau de satisfação com a proposta da SEI. O aluno poderá assinalar o seu grau de satisfação em: 1 – Discordo totalmente, 2 – Discordo parcialmente, 3 – Não discordo nem concordo, 4 – Concordo parcialmente e 5 – Concordo totalmente.

O formulário pode ser acessado diretamente pelo link: <https://forms.gle/UJ1wwVZne2NYF3Av7>.

### **Questões do formulário Magnetismo – Pesquisa de Opinião:**

**QUESTÃO 01.** Os textos apresentados durante as aulas é de fácil compreensão e é suficiente para acompanhar as aulas de Magnetismo.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 02.** As aulas indicadas no YouTube foram importantes para o aprendizado.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 03.** As aulas no Google Meet presentes em cada encontro foram úteis para orientar o aprendizado.

1. Discordo totalmente

---

<sup>18</sup> Escala Tipo Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação. Esta escala tem seu nome devido à publicação de um relatório explicando seu uso por Rensis Likert. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala\\_Likert](https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_Likert). Acesso em: 10 fev. 2021.

2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 04.** As apresentações no PowerPoint do conteúdo foram adequadas.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 05.** Me senti motivado pelas aulas e me apliquei adequadamente aos estudos.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 06.** O conteúdo apresentado nesse formato é organizado e as informações relevantes são apresentadas de forma clara e acessível.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 07.** A apresentação dos experimentos foi de maneira adequada e fácil compreensão.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 08.** A utilização do aplicativo de leitura facilitou o entendimento das tarefas.

1. Discordo totalmente.
2. Discordo parcialmente.
3. Não discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 09.** As maquetes táteis-visuais facilitam a compreensão do conteúdo apresentado.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Nem discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente



5. Concordo totalmente

**QUESTÃO 10.** O aplicativo PhET Simulation facilitou o entendimento do conteúdo.

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Nem discordo nem concordo
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente.

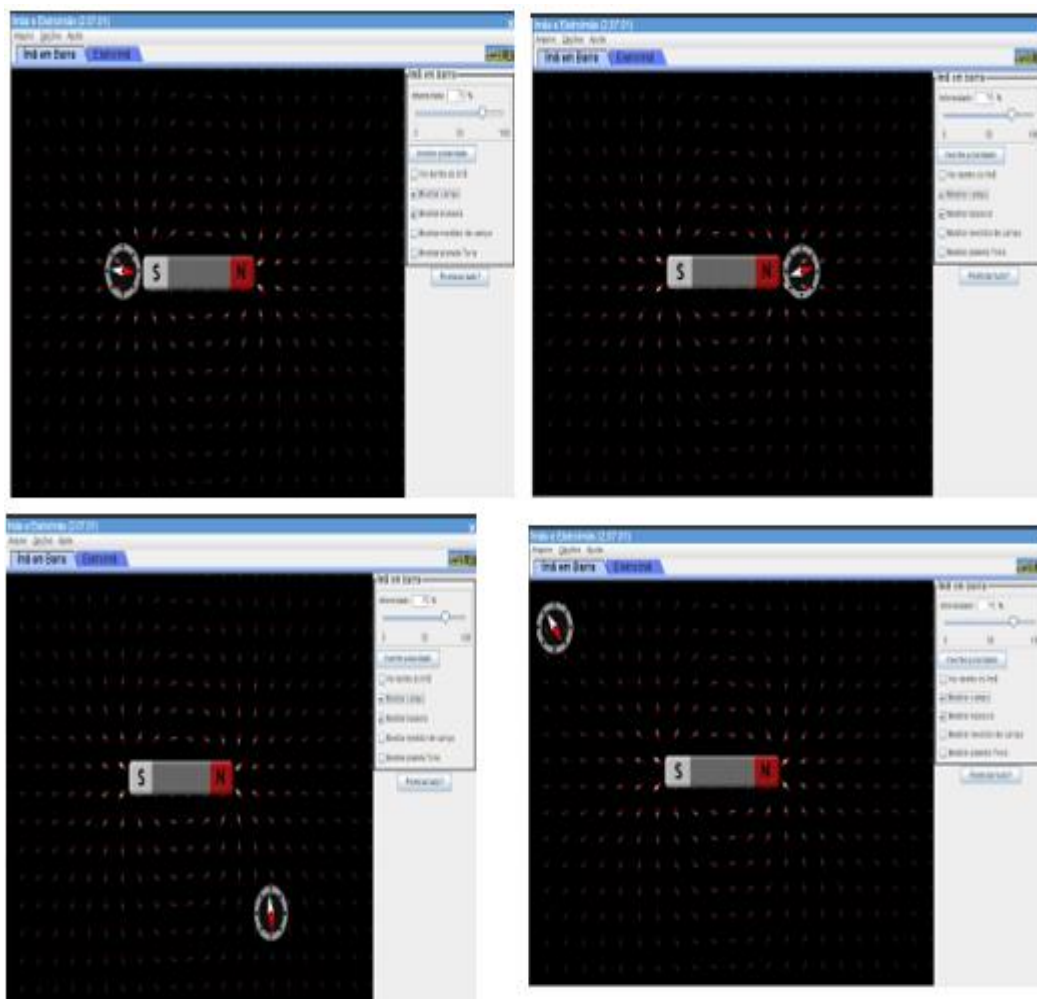
## APENDICE C – Simulações PhET

No ambiente virtual de ensino, Google Classroom, encontra-se o endereço do site PhET Colorado. Nele aparecem as simulações que verificam o sentido e a direção do campo magnético de ímãs e do planeta Terra e diversas situações.

Link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/magnets-and-electromagnets](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/magnets-and-electromagnets).

1. Ímã e bússola: é possível girar o ímã e deixar a bússola fixa ou girar a bússola e manter o ímã fixo. Em ambos os casos se observa o movimento da agulha da bússola, assim como inverter a polaridade do ímã. Também é dado o campo magnético do ímã (Figura 1).

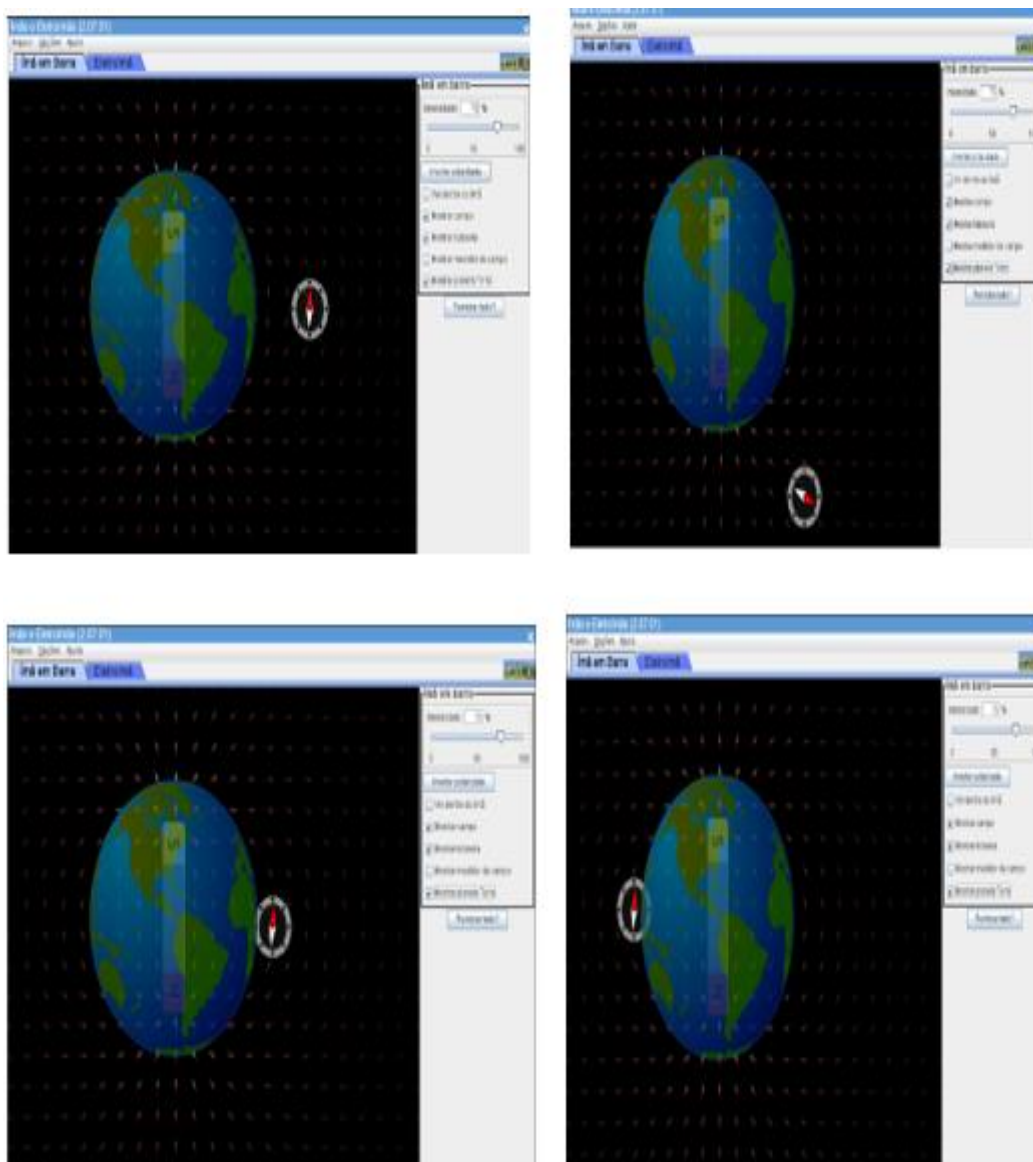
Figura 39 - Ímã e bússola



Fonte: produção do próprio autor.

2. Planeta Terra e bússola: Permite girar a bússola ao redor do planeta Terra verificando movimento de sua agulha. Aqui, também é possível inverter a polaridade do Planeta Terra.

**Figura 40** - Planeta Terra e bússola



Fonte: produção do próprio autor.