



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)

Soeli Aparecida Brasil

Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa Gifs: Uma Proposta  
Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo

Florianópolis  
2025

Soeli Aparecida Brasil

Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa Gifs: Uma Proposta  
Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo

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

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos

Florianópolis

2025

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.  
Dados inseridos pelo próprio autor.

Brasil, Soeli Aparecida  
Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia  
interativa Gifs: Uma Proposta Didática para o Ensino da  
Eletricidade e do Magnetismo / Soeli Aparecida Brasil ;  
orientadora, Dr. Alexandre Magno Silva Santos, 2025.  
224 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade  
Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e  
Matemáticas, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de  
Física, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Novas tecnologias no ensino de  
física. I. Santos, Dr. Alexandre Magno Silva . II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Mestrado Nacional  
Profissional em Ensino de Física. III. Título.

Soeli Aparecida Brasil

Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa Gifs: Uma Proposta  
Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo.

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca  
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. André da Silva Schneider  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Dr. José Pinho Alves Neto  
IFSC-Florianópolis

Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi  
julgado adequado para obtenção do título de **MESTRA EM ENSINO DE FÍSICA**,  
aprovado em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação -UFSC

Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos  
Orientador - UFSC

Florianópolis, 17 de outubro de 2025.

[Dedico este trabalho à memória de meus pais, Alvino Brasil (pai) e Teresinha Kucher Brasil (mãe), cujo exemplo de vida, amor e incentivo foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.]

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus e à Santíssima Trindade por esta conquista, que representa mais um passo em minha trajetória acadêmica e pessoal.

Ofereço este trabalho à memória dos meus pais, Alvino Brasil (pai) e Teresinha Kucher Brasil (mãe), cuja vida, exemplo e incentivo foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos, pela orientação cuidadosa, paciência, pelas valiosas sugestões, incentivo, confiança e contribuições que foram essenciais para a construção desta pesquisa.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, bem como à Sociedade Brasileira de Física (SBF), agradeço pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico e pelo apoio institucional.

À banca examinadora, registro meu agradecimento pela leitura atenta, críticas construtivas e colaboração no aprimoramento deste trabalho.

A todos os meus familiares, pelo apoio constante, pela compreensão nos momentos de ausência e pelo amor incondicional que me fortaleceu em cada etapa desta caminhada.

E, finalmente, a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

*["O melhor aprendizado ocorre quando o aluno assume o controle do processo de aprender."]*

(PAPERT, 1994, p. 18)

*["A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original."]*

(EINSTEIN, 1949, p. 33)

## RESUMO

### ABORDAGEM DE EXPERIMENTOS HÍBRIDOS COM ESTRATÉGIA INTERATIVA GIFS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ELETRICIDADE E DO MAGNETISMO

Soeli Aparecida Brasil

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta dissertação apresenta “uma proposta didática que pretende contribuir com as inovações para o ensino de Eletricidade e Magnetismo no Ensino Médio”, fundamentada na integração entre tecnologias digitais e práticas experimentais. A proposta articula o uso de recursos digitais — representados por Gifs interativos — com experimentos práticos realizados em laboratório, favorecendo a visualização dinâmica de fenômenos físicos como campos magnéticos, indução eletromagnética e forças de interação. Os Gifs são acessados por meio de QR Codes e funcionam como disparadores para a exploração conceitual e experimental dos temas. A abordagem investigativa e colaborativa adotada busca fomentar a construção ativa do conhecimento, estimulando a reflexão, a curiosidade e o pensamento científico. O percurso metodológico fundamenta-se em uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza aplicada e caráter descritivo. A sequência didática foi elaborada com base nos princípios do planejamento reverso e aplicada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, utilizando como estratégia a tríade investigativa *Vejo – Penso – Pergunto*. Os resultados obtidos por meio das observações, registros, atividades e reavaliações indicam que a proposta contribuiu significativamente para a ampliação da aprendizagem conceitual dos estudantes, promovendo o letramento científico, a articulação entre teoria e prática e a participação ativa nos processos de ensino e aprendizagem. Conclui-se que a combinação entre Gifs interativos e experimentação prática mostrou-se eficaz para enfrentar as dificuldades históricas do ensino de Física, tornando o aprendizado mais visual, contextualizado e significativo.

Palavras-chave: Ensino de Física. Gifs interativos. Experimentos híbridos. Eletricidade e Magnetismo. Sequência Didática.

## ABSTRACT

### HYBRID EXPERIMENTAL APPROACH WITH INTERACTIVE GIF STRATEGY: A DIDACTIC PROPOSAL FOR TEACHING ELECTRICITY AND MAGNETISM

Soeli Aparecida Brasil

Advisor: Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos

Master's dissertation submitted to the National Professional Master's Program in Physics Teaching (MNPEF), Federal University of Santa Catarina Campus, as part of the requirements for obtaining the title of Master in Physics Teaching.

This dissertation presents “*a didactic proposal aimed at contributing to innovations in the teaching of electricity and magnetism in high school,*” grounded in the integration of digital technologies and experimental practices. The proposal combines the use of digital resources—represented by interactive GIFs—with hands-on laboratory experiments, fostering the dynamic visualization of physical phenomena such as magnetic fields, electromagnetic induction, and interaction forces. The GIFs are accessed via QR codes and serve as triggers for the conceptual and experimental exploration of the topics. The investigative and collaborative approach adopted seeks to promote the active construction of knowledge, encouraging reflection, curiosity, and scientific thinking. The methodological pathway is based on qualitative research, with an applied and descriptive nature. The teaching sequence was designed according to the principles of backward design and implemented in a third-year high school class, using as a strategy the investigative triad *See–Think–Wonder*. The results, obtained through observations, records, activities, and reassessments, indicate that the proposal significantly contributed to enhancing students' conceptual learning, fostering scientific literacy, strengthening the articulation between theory and practice, and encouraging active participation in the teaching and learning processes. It is concluded that the combination of interactive GIFs and practical experimentation proved effective in addressing the historical challenges of physics teaching, making learning more visual, contextualized, and meaningful.

**Keywords:** Physics Teaching. Interactive GIFs. Hybrid Experiments. Electricity and Magnetism. Didactic Sequence.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rotinas de Pensamento .....	32
Figura 2 – Ciclo de aprendizagem substantiva com GIFs e experimentos híbridos ..	43
Figura 3 – Representação estática do GIF “Interação entre ímãs .....	52
Figura 4 – Representação estática do GIF “Linhas do campo magnético” .....	54
Figura 5 – Representação estática do GIF “Comportamento das linhas” .....	55
Figura 6: Representação estática do GIF “Simulação do experimento de Ørsted” ...	57
Figura 7: Representação estática do GIF “Campo magnético” .....	58
Figura 8: Representação estática do GIF “Regra da mão direita” .....	59
Figura 9: Representação estática do GIF “movimento bússola ao redor do fio“ .....	59
Figura 10: Representação estática “limbas de ferro / placa de papelão” .....	60
Figura 11 – Representação estática do GIF “Inversão do sentido ” .....	61
Figura 11.1 – Representação estática do GIF “Inversão do sentido do campo magnético” ..	62
Figura 12: Representação estática do GIF “Campo magnético .....	67
Figura 13: Representação estática do GIF “Linhas de indução magnética” .....	70
Figura 14: Representação estática do GIF “campo de uma espira” .....	71
Figura 15: Representação estática do GIF “solenóide gerando campo magnético” ..	73
Figura 17: Representação estática do GIF “Regra da mão direita e torque”. .....	80
Figura 18: Representação estática do GIF “Queda de um ímã em um tubo”. .....	84
Figura 19: Representação estática “Ímã em um tubo de alumínio”. .....	85
Figura 20 – Representação estática do GIF: “Vetores da corrente induzida” .....	86
Figura 21: Representação estática do GIF “ trem de levitação magnética” .....	87
Figura 22: Representação estática do GIF “O trem de levitação magnética” .....	88
Figura 23 – Representação estática do GIF “Lei de Lenz com Espiras” .....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mapeamento dos GIFs interativos utilizados na dissertação.....	24
Tabela 2 – Análise do gif 2: queda de um ímã em um tubo de alumínio.....	27
Tabela 3 – Ciclo de aprendizagem substantiva com GIFs e experimentos híbridos ..	42
Tabela 4 – Etapas do planejamento reverso no ensino de ciências.....	43
Tabela 5 – Alinhamento entre habilidades da BNCC .....	48
Tabela 6 – Articulação entre recursos e objetivos didáticos.....	72
Tabela 7 – Comparação estrutural e funcional entre solenoide e mola de caderno..	73
Tabela 8 – Estratégias didáticas e seus fundamentos teóricos.....	74
Tabela 9 – Propriedades do campo magnético no interior de um solenoide .....	75
Tabela 10 – Síntese conceitual sobre o campo magnético em solenoides .....	78
Tabela 11 – Características da indução eletromagnética.....	83
Tabela 12 – Planejamento reverso com rotinas de pensamento.....	98
Tabela 13 – Relação entre procedimentos aplicados e objetivos.....	100
Tabela 14 – Objetivos e desdobramentos do questionário diagnóstico .....	102
Tabela 15 – Estrutura da sequência didática aplicada .....	105
Tabela 16 – Organização da sequência didática aplicada .....	109
Tabela 17 – Tabela completa de acertos do pré-teste .....	133
Tabela 18 – Reaplicação (pós-teste).....	134
Tabela 19 - Comparativos de pré e pós-teste .....	134
Tabela 20 – Categorização das respostas à situação-problema.....	152
Tabela 21 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação .....	163
Tabela 22 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação .....	164
Tabela 23 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação .....	165
Tabela 24 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação .....	166
Tabela 25 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação .....	167
Tabela 26 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos .....	169
Tabela 27 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos .....	170
Tabela 28 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos .....	171
Tabela 29 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos .....	172
Tabela 30 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos .....	173
Tabela 31 – Etapas visuais GIF: Interação entre Ímãs – Atração e Repulsão .....	174
Tabela 32 – Etapas visuais GIF – Queda de um ímã em um tubo de alumínio.....	176
Tabela 33 – Etapas visuais GIF: Lei de Lenz com Espira Condutora .....	177
Tabela 34 – Gabarito das Questões do Instrumento Diagnóstico .....	180
Tabela 35 - Gabarito das Questões do Pré-teste e Pós-teste.....	181

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Magnetismo .....	135
Gráfico 2 – Eletromagnetismo .....	136
Gráfico 3 – Atração e Repulsão de Ímãs.....	137
Gráfico 4 – Tipo de Força entre Ímãs.....	139
Gráfico 5 – Corte de um Ímã .....	140
Gráfico 6 – Campo Magnético.....	142
Gráfico 7 – Uso Prévio de GIF Interativo.....	143
Gráfico 8 – Aprendizagem com Animações .....	144
Gráfico Consolidado 9 – Questões 1 a 2 (Magnetismo e Eletromagnetismo) .....	145
Gráfico Consolidado 10 – Questões 3 a 4 (Interação e Força entre Ímãs) .....	146
Gráfico Consolidado 11 – Questões 5 a 6 (Corte do Ímã e Campo Magnético).....	147
Gráfico Consolidado 12 – Questões 7 a 8 (GIFs Interativos e Animações) .....	148
Gráfico 13 – Distribuição das Categorias de Resposta – Situação-Problema.....	153

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese da seção 2.2.2 – rotinas de pensamento.....	32
Quadro 2 – Estrutura da rotina “vejo – penso – pergunto” .....	33
Quadro 3 – Exemplos de GIFs segmentados em partes.....	34
Quadro 4 – Síntese teórica sobre GIFs interativos como estratégia cognitiva .....	36
Quadro 5 – Função pedagógica dos GIFs interativos como leitura científica.....	40
Quadro 6 – Efeitos da substantividade da aprendizagem no ensino de física .....	46
Quadro 7 – Estratégias didáticas e seus fundamentos teóricos.....	65
Quadro 8 – Comparativo Pré-teste e Reaplicação (Alunos A–J).....	182

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.2 Objetivos .....	18
1.3 Justificativa .....	19
1.4 Estrutura textual .....	20
1.5 Observação Sobre O Uso De GIFs Interativos Nesta Dissertação .....	23
1.6 Análise Segmentada dos GIFs Interativos Utilizados na Proposta Didática .....	25
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>28</b>
2.1 O Formato GIF e seu Potencial Educacional .....	28
2.2 Ferramentas para Produção e Uso Pedagógico de GIFs .....	29
2.2.1 - O Planejamento Reverso / Aprendizagem Significativa .....	30
2.2.2 – Rotinas de Pensamento e o Desenvolvimento da Compreensão .....	31
2.3 Metodologia Visual: Segmentação em Etapas .....	33
2.3.1 Animações Segmentadas em Partes: Estratégia de Leitura Visual .....	33
2.4 GIFs Interativos como Estratégia Cognitiva Visual no Ensino de Física .....	35
2.4.1 Aplicações Didáticas dos GIFs Interativos .....	36
2.5 Oportunizando o Desenvolvimento do Pensamento Crítico com GIFs .....	37
2.6 Ausência de substantividade: implicações pedagógicas .....	39
2.7 Substantividade na Aprendizagem .....	41
2.8 Planejamento Reverso: estruturando o ensino com propósito .....	43
2.9 Substantividade da Aprendizagem e Metodologias Ativas .....	44
2.10 Integração com Experimentos Híbridos e Trabalho Prático .....	46
2.11 Alinhamento com a BNCC e Justificativa Pedagógica .....	47
2.12 Fundamentos de Magnetismo e Eletricidade no Ensino de Física .....	50
2.13 Organização dos Conteúdos com GIFs Interativos e Experimentos Híbridos .....	51
<b>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA</b> .....	<b>93</b>
3. Fontes Visuais e Edição dos 21 GIFs Interativos Utilizados na Proposta .....	94
3.1 Integração entre Planejamento Reverso e Rotinas de Pensamento .....	95
3.2 Diagnóstico Inicial do Contexto Escolar .....	96
3.3 Coleta de Dados para Planejamento Didático .....	98
3.4 Diagnóstico Inicial: Questionário sobre Conhecimentos Prévios .....	100
3.4.1 Objetivos do diagnóstico .....	101
3.4.2 Procedimentos metodológicos .....	101
3.4.3 Estrutura do questionário .....	102
3.4.4 Análise de resultados .....	102
3.5 Aplicação prática na proposta didática .....	103
3.6 A Sequência Didática: planejamento e etapas .....	104

3.7 Avaliação de Aprendizagem.....	106
<b>CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>108</b>
4.1 Aula 1 - Diagnóstico Inicial: Conhecimentos Prévios .....	109
4.1.1 – Aula 1.1 – Introdução ao Campo Magnético – .....	112
4.2 - Aula 2 - Conceito de Magnetismo e Propriedades dos Ímãs.....	113
4.3 – Aula 3 - Campo Magnético de Ímãs .....	115
4.4 – Aula 4 – Visualização Experimental do Campo Magnético com Limalha.....	116
4.5 – Aula 5 – Campo Magnético Gerado por Corrente Elétrica .....	118
4.6 – Aula 6 – Força Magnética de Lorentz e Levitação Magnética (Maglev) .....	120
4.7 Aula 7 – Indução Eletromagnética – Queda de Ímã em Tubo Metálico.....	122
4.8 – Aula 8 – Avaliação Pós-Teste e Sistematização da Aprendizagem .....	124
4.9 – Atividade Complementar: Reaplicação do Pré-Teste e Discussão Reflexiva.	126
4.10 PARÂMETRO DE ANÁLISE DA SEQUÊNCIA.....	128
<b>CAPÍTULO 5 – RESULTADOS .....</b>	<b>132</b>
5.1 RESULTADO E ANÁLISE .....	132
5.1.1 DESCRIÇÃO DE AULAS .....	132
5.2 Análise interpretativa .....	149
5.2.1 Síntese Interpretativa da Avaliação .....	150
5.2.2 – Análise Integrada dos Resultados Quantitativos .....	151
5.3 Análise das Respostas da Situação-Problema.....	151
<b>CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>155</b>
6.1 Síntese dos principais resultados.....	155
6.2 Limitações do estudo e possibilidades de pesquisas futuras .....	156
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>158</b>
APÊNDICE A – MAPEAMENTO DOS GIFS INTERATIVOS .....	163
APÊNDICE B – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs .....	168
APÊNDICE C – Análise Técnica e Didática de Três GIFs Segmentados .....	174
APÊNDICE D – Pré-Teste Diagnóstico Aplicado aos Estudantes.....	178
APÊNDICE E – Gabarito Científico Esperado das Questões.....	180
APÊNDICE F – Gabarito das Questões do Pré-teste e Pós-teste.....	181
APÊNDICE G – Respostas do Pré-teste .....	182
Apêndice H – Registro Fotográfico da Atividade Experimental / Limalha de Ferro .	186
Apêndice I: Produto Educacional .....	190
Apêndice J: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Pais/Responsáveis.....	201
Apêndice K: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ao Professor .....	205
Apêndice L: Termo de Assentimento aos Estudantes .....	209
Apêndice M: Autorização da Cre-Lages-SC.....	212
Apêndice N: Autorização da Escola - Lages - .....	213

<b>ANEXOS .....</b>	<b>214</b>
ANEXO A: Parecer consubstanciado do CEP.....	215
ANEXO B: Verificação da Aprendizagem.....	218
ANEXO C – VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM AULA 3 .....	220
ANEXO D - SLIDES DO CONTEÚDO - AULA 2 .....	221
ANEXO E - SLIDES DO CONTEÚDO - AULA 2 .....	222

## INTRODUÇÃO

---

O ensino de Física no Ensino Médio enfrenta desafios estruturais e metodológicos que comprometem a aprendizagem conceitual dos estudantes, especialmente em temas como Eletricidade e Magnetismo. Apesar de serem fundamentais para compreender a realidade tecnológica contemporânea, esses conteúdos são frequentemente tratados de forma abstrata e pouco vinculada à prática, o que contribui para concepções fragmentadas e desmotivação (SCARINCI et al., 2009).

A dificuldade de visualização de fenômenos físicos, muitas vezes apresentados sem contexto, reduz o potencial de aprendizagem significativa, sobretudo para estudantes sem familiaridade prévia com conceitos científicos. Pacca et al. (2003) destacam que, em geral, Eletricidade e Magnetismo aparecem apenas no último ano do Ensino Médio, sendo ensinados por meio de exercícios mecânicos, com pouca articulação entre fenômenos e significados conceituais.

Para Moreira (2021), essa abordagem favorece a memorização mecânica de fórmulas e definições, resultando em aprendizagens superficiais. A ausência de estratégias que promovam a construção ativa do conhecimento prejudica o desenvolvimento de competências cognitivas superiores, como pensamento crítico e resolução de problemas. Essa lacuna é ainda mais evidente na chamada “geração digital” (LÉVY, 1999; PRENSKY, 2001), cujos estudantes, imersos em experiências visuais e interativas, apresentam estilos cognitivos diferentes e exigem linguagens educacionais adaptadas às suas realidades.

Já na década de 1960, Ausubel (1968) afirmava que “o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece; descubra isso e ensine-o de acordo”. Essa perspectiva está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe um ensino contextualizado, interdisciplinar e integrado a recursos digitais, favorecendo práticas investigativas e visualizações que apoiem a compreensão dos fenômenos naturais (BRASIL, 2018).

Nesse cenário, esta dissertação propõe uma abordagem híbrida que combina práticas experimentais simples com o uso de **GIFs interativos** como recurso pedagógico. Por sua natureza visual e cíclica, os GIFs permitem representar

fenômenos invisíveis a olho nu, como linhas de campo magnético, indução eletromagnética e movimento de partículas eletricamente carregadas (FEYNMAN, 2009; SCARINCI et al., 2009).

Quando associados a experimentos práticos — como ímãs, limalha de ferro, fios e fontes de corrente —, os Gifs tornam-se parte de uma estratégia didática capaz de unir teoria, prática e visualização digital, ampliando o potencial de aprendizagem significativa.

A proposta metodológica, intitulada “*Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégia Interativa Gifs*”, destina-se ao 3º ano do Ensino Médio e se apoia em três pilares:

1. **Planejamento reverso** (WIGGINS; McTIGHE, 2005), que parte dos objetivos para definir conteúdos e avaliações.
2. **Rotinas de pensamento** (RITCHHART et al., 2011), que incentivam a reflexão crítica e a conexão entre ideias.
3. **Integração entre visualização digital e prática experimental**, para conferir significado e aplicabilidade aos conceitos.

O produto educacional foi estruturado para ser aplicado em dezesseis aulas, distribuídas em oito encontros de 90 minutos (aula-faixa), conforme a organização curricular vigente na unidade escolar. A proposta foi elaborada com base nas Competências Específicas de Física da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e orientada pelos princípios da aprendizagem ativa, do protagonismo discente e da construção significativa de conceitos. Nesse contexto, integra-se o uso de GIFs interativos e experimentos híbridos como recursos didáticos articulados, favorecendo a observação, a investigação e a experimentação no estudo dos conteúdos de Eletricidade e Magnetismo.

A questão central que orienta esta pesquisa é:

**Como uma abordagem híbrida — que integra GIFs interativos e experimentação prática — pode tornar o ensino de Eletricidade e Magnetismo mais eficaz, significativo e acessível no Ensino Médio?**

Espera-se que essa proposta contribua para:

- Aulas mais atrativas, visuais e contextualizadas, favorecendo a apropriação conceitual de Eletricidade e Magnetismo por meio de recursos digitais

previamente planejados, sem contrariar a legislação vigente que restringe o uso de aparelhos celulares durante as atividades presenciais.

- Maior acessibilidade aos materiais didáticos, uma vez que os QR Codes podem ser acessados em dois contextos distintos: (i) nos momentos autorizados pela professora, como etapas supervisionadas, uso de dispositivos institucionais e (ii) como tarefa de casa, permitindo ao estudante revisar os GIFs interativos, explorar os conteúdos em seu próprio ritmo e aprofundar a compreensão dos fenômenos estudados. Dessa forma, o uso dos dispositivos móveis ocorre em conformidade com a legislação escolar e com intencionalidade pedagógica.
- Desenvolvimento de competências críticas e criativas, estimulando a investigação, a argumentação e a resolução de problemas. A articulação entre GIFs interativos e experimentos híbridos apoia a aprendizagem ativa tanto durante os encontros presenciais quanto nas atividades extraclasse, mantendo-se sempre alinhada às diretrizes legais e institucionais sobre o uso de tecnologias digitais.

Todos os GIFs utilizados nesta pesquisa foram elaborados ou adaptados a partir de fontes originais devidamente referenciadas. As adaptações incluíram ajustes de recorte, tempo, legendas e realce de elementos, preservando a integridade conceitual. As fontes e links de acesso estão listados no Apêndice B.

### **Disponibilidade**

Esta dissertação estará disponível para consulta e download na página pessoal do co-pesquisador, acessível por meio do endereço eletrônico [inserir URL], além de estar depositada e acessível no Repositório Institucional da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Essa dupla disponibilização visa ampliar o acesso e facilitar a disseminação dos resultados da pesquisa para a comunidade acadêmica e demais interessados.

**Nota metodológica:** Para fins de revisão gramatical e organização textual, a pesquisadora recorreu ocasionalmente a ferramentas digitais de apoio à escrita, tais

como editores automáticos e assistentes linguísticos. Essas ferramentas foram utilizadas somente para aprimoramento formal do texto, sem qualquer participação na elaboração conceitual, análise de dados, fundamentação teórica, decisões metodológicas ou redação acadêmica substancial. A totalidade do conteúdo científico, das interpretações e das decisões de pesquisa é de inteira responsabilidade dos autores, em conformidade com as exigências de rigor acadêmico da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

## **1.2 Objetivos**

### **Objetivo geral**

Transformar o ensino de Eletricidade e Magnetismo no Ensino Médio em uma experiência de aprendizagem mais significativa, dinâmica e contextualizada, por meio da integração entre experimentos híbridos e teoria, com o uso de GIFs interativos como recursos de visualização e mediação cognitiva. A proposta visa desenvolver habilidades cognitivas superiores — como pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas — e favorecer a apropriação conceitual dos fenômenos físicos de forma aplicada, participativa e alinhada às competências da BNCC.

### **Objetivos específicos**

- Ampliar a compreensão de conceitos abstratos — como linhas de campo magnético, forças eletromagnéticas e indução — por meio da articulação entre GIFs interativos e experimentos práticos de baixo custo, promovendo a visualização dos fenômenos e a conexão entre teoria e prática.
- Desenvolver competências cognitivas e investigativas com base em rotinas de pensamento e estratégias reflexivas, incentivando a análise conceitual, o raciocínio lógico e a argumentação científica.
- Aumentar o engajamento e a participação ativa dos estudantes, tornando as aulas de Física mais atrativas e contextualizadas aos desafios da geração digital, por meio da integração de recursos tecnológicos interativos e experiências concretas.

- Alinhar o processo de ensino-aprendizagem às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), incorporando práticas que integrem tecnologia, interdisciplinaridade e inovação pedagógica, com foco no desenvolvimento de competências científicas e tecnológicas.
- Avaliar os impactos da proposta pedagógica aplicada, por meio de instrumentos diagnósticos e formativos, considerando indicadores de aprendizagem conceitual, engajamento e capacidade de aplicar os conhecimentos em contextos reais e situados.

### 1.3 Justificativa

No contexto atual, marcado pela presença constante da tecnologia digital e por mudanças profundas nas formas de comunicação e cognição, é urgente que a escola rompa com práticas pedagógicas tradicionais, baseadas exclusivamente na exposição oral e na resolução mecânica de exercícios. A geração contemporânea de estudantes, imersa em linguagens visuais, dinâmicas e interativas, demanda abordagens que dialoguem com essa nova realidade. Como aponta Lévy (1999), a cultura digital reformulou os modos de acesso, produção e compartilhamento do conhecimento, exigindo metodologias compatíveis com esse cenário.

Inserida nesse contexto, esta dissertação propõe integrar GIFs interativos e experimentos práticos de baixo custo como estratégia híbrida para tornar o ensino de Eletricidade e Magnetismo mais visual, significativo e conectado ao cotidiano discente. Os GIFs, acessados por QR Codes via celular ou tablet, permitem que os estudantes visualizem fenômenos abstratos — como campos magnéticos, indução eletromagnética e deflexão de cargas — de forma dinâmica e repetitiva, favorecendo a construção de modelos mentais e a reorganização cognitiva (Feynman, 2009; Lemke, 1990).

Mais do que ilustrações, esses recursos atuam como ferramentas cognitivas centrais, estimulando processos mentais como inferência, predição e validação empírica. A abordagem rompe com a fragmentação conceitual típica do ensino tradicional, colocando o estudante como protagonista de seu processo de aprendizagem. O percurso investigativo parte da visualização digital via QR Code e

culmina na execução do experimento real em laboratório — como na observação de linhas de campo com limalha de ferro e ímãs.

Assim, a pesquisa justifica-se não apenas pela inovação metodológica, mas também por oferecer uma solução concreta e replicável para um desafio estrutural do ensino de física: tornar o conteúdo acessível, aplicável e intelectualmente desafiador. Essa integração entre tecnologia, experimentação e protagonismo discente encontra respaldo em Ausubel (1968), Wiggins & McTighe (2005) e na BNCC (BRASIL, 2018).

#### **1.4 Estrutura textual**

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos, além dos apêndices e anexos que complementam e aprofundam a proposta pedagógica desenvolvida ao longo da pesquisa.

O **Capítulo 1 – Introdução** apresenta o tema central, a delimitação do problema, os objetivos gerais e específicos, a justificativa e a estrutura organizacional do trabalho. Esse capítulo estabelece as bases conceituais e contextuais que justificam a relevância e a pertinência da proposta *Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégia Interativa de GIFs* no ensino de Eletricidade e Magnetismo no Ensino Médio.

O **Capítulo 2 – Fundamentação Teórica** reúne os referenciais teóricos que sustentam a abordagem didática proposta. São discutidos: os GIFs interativos como recursos visuais que favorecem a aprendizagem conceitual; o planejamento reverso como metodologia centrada em objetivos de aprendizagem e competências da BNCC; e as rotinas de pensamento como estratégias para o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores, tais como análise, síntese e argumentação. Também é apresentada uma revisão dos principais conceitos de Eletricidade e Magnetismo, articulando-os às potencialidades didáticas dos recursos digitais e dos experimentos híbridos. A integração entre esses elementos fundamenta, em termos teórico-metodológicos, o produto educacional desenvolvido.

O **Capítulo 3 – Metodologia** descreve os procedimentos de concepção, aplicação e análise da proposta pedagógica. São apresentados os recursos utilizados, os critérios de seleção dos conteúdos e estratégias, os materiais elaborados (como os GIFs

interativos e roteiros experimentais) e a estrutura da sequência didática aplicada em oito encontros. O capítulo explicita ainda o alinhamento da proposta às competências e habilidades previstas na BNCC, com base nos princípios do planejamento reverso e das metodologias ativas.

O **Capítulo 4 — Aplicação da Sequência Didática**: Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégia Interativa de GIFs — apresenta a implementação prática da proposta. São descritas a organização das aulas, os conteúdos abordados, a utilização de GIFs interativos e experimentos híbridos, bem como os instrumentos de mediação e as estratégias investigativas aplicadas. O capítulo detalha cada encontro da sequência didática, evidenciando como os recursos digitais e experimentais favoreceram a aprendizagem, o protagonismo discente e a articulação entre teoria e prática.

O **Capítulo 5 – Análise dos Resultados** apresenta e discute os dados obtidos com a aplicação da proposta, contemplando aspectos quantitativos — como os resultados do pré-teste e do pós-teste — e qualitativos, obtidos por meio de observações da docente, registros de sala de aula, produções dos estudantes e relatos de percepção. Essa triangulação de dados busca avaliar o impacto da abordagem híbrida na compreensão dos conceitos, no engajamento dos estudantes e na qualidade da aprendizagem desenvolvida.

Por fim, o **Capítulo 6 – Considerações Finais** sintetiza os resultados alcançados, destacando as contribuições da abordagem proposta para o ensino de Física e, em especial, para a superação das dificuldades históricas no ensino de Eletricidade e Magnetismo. Também são discutidas as limitações encontradas, as aprendizagens docentes no processo e as possibilidades de continuidade e aprofundamento da pesquisa em contextos mais amplos.

**Apêndices e Anexos** complementam o corpo do trabalho com materiais pedagógicos desenvolvidos (roteiros de aula, instrumentos de avaliação, questionários aplicados, exemplos de GIFs interativos), visando facilitar a replicabilidade da proposta por outros professores e pesquisadores da área.

## 1.5 Observação Sobre O Uso De GIFs Interativos Nesta Dissertação

Esta dissertação utiliza GIFs interativos como recursos didáticos e analíticos, com o objetivo de potencializar a visualização de fenômenos físicos e favorecer a mediação entre teoria e prática, conforme propõe a abordagem metodológica adotada.

Para os leitores da versão digital desta dissertação (disponível no Repositório Institucional da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC), os GIFs estão incorporados diretamente ao corpo do texto e podem ser visualizados em movimento, proporcionando uma análise dinâmica dos fenômenos físicos representados.

Já para os leitores da versão impressa, os mesmos GIFs estão acessíveis por meio de QR Codes, posicionados ao lado ou abaixo das figuras correspondentes. Para visualizá-los, recomenda-se o uso de smartphone ou tablet com câmera e aplicativo leitor de QR Codes, garantindo assim a equivalência didática entre os dois formatos (impresso e digital).

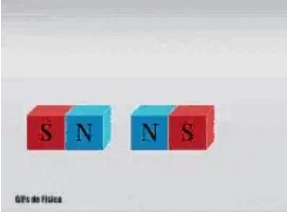

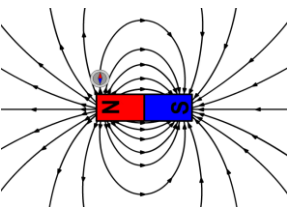

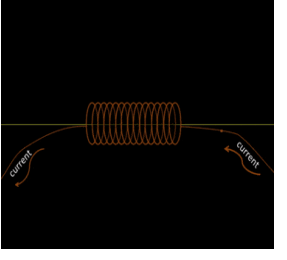

Ressalta-se que todos os GIFs utilizados nesta dissertação foram produzidos, adaptados e editados de forma colaborativa pela pesquisadora e pelo co-pesquisador, incluindo modificações estruturais, ajustes de velocidade e tempo de quadros, cortes, montagem de múltiplos GIFs em uma única animação, além de aprimoramentos visuais e temporais, com o intuito de atender aos objetivos didáticos da proposta. Essa autoria conjunta, sistematizada e reconhecida, segue as boas práticas acadêmicas de colaboração e as orientações sobre atribuição de autoria e ética na produção científica, em conformidade com as normas de conduta da UFSC e da ABNT (NBR 10520:2023). A descrição detalhada das intervenções realizadas e os quadros utilizados encontram-se no Capítulo 3 e no Apêndice B2.

O resultado constitui um produto educacional autoral, replicável e fruto da cooperação entre os dois pesquisadores, valorizando a autoria interativa e colaborativa conforme compreendida no contexto acadêmico. Destaca-se, ainda, que todos os GIFs estão identificados com legenda e numeração sequencial, sendo acompanhados por tabelas-síntese contendo as seguintes informações:

- Número do GIF.
- Título da animação/tema do GIF.
- Descrição da representação visual.
- QR Code para acesso.

Todos os GIFs interativos, com seus QR Codes, estão organizados e disponibilizados no Apêndice A desta dissertação. Três deles foram selecionados para compor a Tabela 1, como uma amostra representativa da proposta. Esses três GIFs foram previamente testados e encontram-se ativos no momento da finalização deste trabalho, podendo ser acessados por leitores da versão impressa com dispositivos móveis conectados à internet.

**Tabela 1 – Mapeamento dos GIFs interativos utilizados na dissertação**

Nº dos GIFs	Título da animação/tema do GIF	Descrição da Representação	QR Code
<p><b>Gif 1</b></p> 	<p><i>Interação entre ímãs – atração e repulsão.</i></p>	<p><i>Demonstra como polos magnéticos opostos se atraem e polos iguais se repelem, destacando a inseparabilidade dos polos.</i></p>	
<p><b>Gif 2</b></p> 	<p><i>Linhas do campo magnético.</i></p>	<p><i>Representa as linhas de campo magnético ao redor de um ímã, indo do polo Norte para o sul.</i></p>	
<p><b>Gif 3</b></p> 	<p><i>Comportamento das linhas de campo – solenóide.</i></p>	<p><i>Mostra as linhas de campo magnético geradas por um solenóide com corrente elétrica, evidenciando a concentração no centro.</i></p>	

Fonte: Elaborada pela pesquisadora e pelo co-pesquisador, com base nos GIFs produzidos, editados e adaptados com a ferramenta ezgif.com e demais recursos digitais desenvolvidos especificamente para esta dissertação.

Essa estrutura garante a equivalência didática entre as versões digital e impressa do trabalho, respeitando os princípios da acessibilidade pedagógica e da mediação tecnológica no processo de ensino e aprendizagem, conforme previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) e nas diretrizes para o uso de mídias digitais no ensino de Ciências.

Importante ressaltar que esta proposta não tem como objetivo ensinar a criação técnica de GIFs animados. O foco está na utilização didática dos GIFs como recurso visual interativo, visando à melhoria da compreensão conceitual em Eletricidade e Magnetismo. Os GIFs utilizados foram **organizados e ajustados** pela pesquisadora e pelo co-pesquisador — mediante pequenos aprimoramentos visuais e estruturais — exclusivamente com finalidade pedagógica, sem constituir conteúdo a ser ensinado aos estudantes. Dessa forma, os GIFs integram o produto educacional como **instrumentos de mediação cognitiva**, e não como objeto de aprendizagem técnica.

Os GIFs interativos que compõem o produto educacional desta pesquisa foram desenvolvidos por meio da ferramenta EZGIF, a partir de fontes originais de livre acesso ou com uso autorizado. Cada GIF passou por um processo de reedição, com ajustes de recorte, tempo de exibição, inserção de legendas e realce de elementos físicos relevantes. As fontes originais, devidamente citadas, estão listadas nas Tabelas 27 a 31 do Apêndice B, juntamente com os links de acesso.

### **1.6 Análise Segmentada dos GIFs Interativos Utilizados na Proposta Didática**

Além de utilizarem o formato compacto e cíclico característico dos GIFs, alguns dos recursos visuais apresentados nesta dissertação foram intencionalmente estruturados em etapas visuais distintas, com o objetivo de reforçar a compreensão dos fenômenos físicos em sua sequência causal.

Essa estratégia pedagógica baseia-se na lógica da leitura visual em camadas cognitivas, modelada pelas etapas VEJO – PENSO – PERGUNTO, adaptadas da abordagem investigativa para o ensino de Ciências (Zômpero & Laburú, 2011; Ostermann & Moreira, 2000):

- **VEJO**: o estudante observa a configuração inicial do fenômeno, em repouso ou em preparação.

- **PENSO:** ocorre uma mudança ou interferência no sistema, levando à previsão de consequências.
- **PERGUNTO:** a consequência ou resultado é revelado visualmente, confirmando ou refutando a hipótese do observador.

O Apêndice C, anexado ao final desta dissertação, apresenta a análise segmentada dos três GIFs interativos selecionados, baseada na estratégia de leitura visual em etapas VEJO – PENSO – PERGUNTO, aplicada como recurso didático para favorecer a investigação e a construção ativa do conhecimento.

A estrutura segmentada dos GIFs permite a observação pausada dos fenômenos, contribuindo para o raciocínio hipotético e o entendimento causal no estudo da Eletricidade e do Magnetismo.

Este apêndice não tem como propósito ensinar a técnica de criação de GIFs, mas sim evidenciar o uso didático das animações como ferramentas de apoio à investigação e à visualização científica.

Os quadros utilizados em cada GIF foram adaptados e reorganizados a partir da ferramenta EZGIF (<https://ezgif.com>), respeitando as exigências de clareza visual, segmentação conceitual e alinhamento pedagógico com a proposta da dissertação.

Esta adaptação foi realizada com finalidade exclusivamente didática. Todos os GIFs foram editados e organizados pela pesquisadora com a colaboração do co-pesquisador, a partir de imagens vetoriais e vídeos adaptados para fins pedagógicos.

A seguir, apresenta-se a Tabela 2, que exemplifica a análise segmentada de um dos GIFs interativos, aplicando a lógica VEJO – PENSO – PERGUNTO. As demais análises detalhadas encontram-se no Apêndice B.

**Tabela 2 – Análise do gif 2: queda de um ímã em um tubo de alumínio**

Item	Descrição
Título do GIF	Queda de um ímã em um tubo de alumínio
Conceito abordado	Correntes induzidas, Lei de Lenz, freio eletromagnético.
Etapas visuais	83 quadros – movimento desacelerado em queda
VEJO	Ímã posicionado acima do tubo de alumínio
PENSO	O ímã é solto e inicia queda pela ação da gravidade.
PERGUNTO	O ímã desacelera, indicando a presença de correntes de Foucault.
Função didática	Demonstrar o efeito do campo magnético induzido e explorar a Lei de Lenz

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores com base em imagens capturadas, adaptadas e reorganizadas no editor ezgif.com e demais recursos digitais. Os quadros segmentados foram organizados exclusivamente com fins pedagógicos e fazem parte do produto educacional da dissertação. GIF completo: ver Apêndice B – Figura B.2.

As análises demonstram que os GIFs interativos, organizados em segmentos e guiados por estratégias investigativas, potencializam a visualização conceitual e atuam como ferramentas ativas na construção do conhecimento. Ao permitir que o estudante observe, reflita e questione cada etapa do fenômeno físico, a proposta estimula o pensamento científico e o protagonismo na aprendizagem.

Os três exemplos apresentados no Apêndice C evidenciam a intencionalidade pedagógica, na qual a mediação visual torna os conceitos de Eletricidade e Magnetismo mais acessíveis e significativos. Assim, os GIFs transcendem a função ilustrativa, convertendo-se em instrumentos de investigação, reflexão e integração entre teoria e prática.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

### 2.1 O Formato GIF e seu Potencial Educacional

O formato GIF (*Graphics Interchange Format*)<sup>1</sup>, desenvolvido pela empresa CompuServe em 1987, consolidou-se como uma das mídias digitais mais amplamente utilizadas na comunicação visual, sobretudo devido à sua leveza, reprodução automatizada e repetição contínua de quadros. Diferentemente dos vídeos convencionais, os GIFs exigem menor capacidade de armazenamento e apresentam ampla compatibilidade com navegadores e dispositivos móveis, o que os torna particularmente vantajosos em ambientes educacionais com infraestrutura tecnológica limitada (COMPUSERVE INCORPORATED, 1987). No contexto pedagógico atual, os GIFs oferecem uma maneira eficiente de representar fenômenos físicos dinâmicos por meio de animações curtas, cíclicas e visuais, que podem ser pausadas, analisadas e retomadas em diferentes momentos do processo de aprendizagem. Essa característica os torna especialmente adequados para a visualização de movimentos periódicos, transformações contínuas e relações de causa e efeito — aspectos fundamentais dos conteúdos de Eletricidade e Magnetismo, frequentemente percebidos como abstratos e de difícil assimilação pelos estudantes (MOREIRA, 2010).

A capacidade dos GIFs de tornar visíveis processos invisíveis ou complexos aproxima-os daquilo que Bruner (1973) denominou **representação icônica** — forma intermediária de representação do conhecimento, situada entre a experiência concreta e a representação simbólica. Nessa etapa, a realidade é organizada por meio de imagens e recursos visuais, o que possibilita ao estudante manipular mentalmente informações para resolver problemas. Tal potencial visual dialoga diretamente com a proposta de **aprendizagem pela descoberta**, na qual o aprendiz constrói ativamente seu conhecimento ao explorar, comparar e identificar relações a partir de pistas visuais e contextuais (Bruner, 1973). Essa mediação favorece o desenvolvimento cognitivo

---

<sup>1</sup> O formato GIF (Graphics Interchange Format) é um tipo de imagem animada composta por uma sequência de quadros em loop contínuo. Seu uso nesta dissertação está restrito à dimensão pedagógica e didática, não se tratando de um ensino técnico sobre criação de GIFs. Os recursos animados foram editados e adaptados exclusivamente para fins educativos, visando à mediação visual de conceitos de Eletricidade e Magnetismo no contexto escolar.

ao traduzir ideias abstratas em imagens estruturadas, promovendo uma aprendizagem significativa e duradoura, conforme os princípios de Ausubel (1968).

Além disso, estudos recentes têm reforçado a eficácia dos GIFs como objetos de aprendizagem no ensino de Física. Para Silva (2022), “os GIFs oferecem uma representação visual dinâmica que facilita a compreensão de fenômenos físicos complexos, promovendo uma aprendizagem mais significativa.” De maneira semelhante, Cavalcante (2024) observa que “a utilização de GIFs nas aulas de Física contribui para o engajamento dos alunos e facilita a assimilação de conceitos abstratos”. Nesse sentido, o uso pedagógico de GIFs transcende a função meramente ilustrativa. Quando integrados de forma intencional a propostas didáticas — especialmente em estratégias híbridas que articulam teoria, visualização digital e experimentação prática —, esses recursos podem se configurar como ferramentas cognitivas essenciais (JONASSEN, 1996). Nessa perspectiva, os GIFs, ao combinarem elementos visuais e temporais, potencializam os canais de processamento de informação descritos por Mayer (2009) em sua Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, favorecendo a mediação na construção ativa de conhecimentos científicos, promovendo a reorganização conceitual e estimulando o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

## **2.2 Ferramentas para Produção e Uso Pedagógico de GIFs**

A inserção de GIFs no contexto educacional tem sido favorecida pela crescente acessibilidade a plataformas digitais que permitem sua criação de forma prática e intuitiva, mesmo por educadores sem formação técnica especializada. Softwares e ferramentas como GIMP, Canva, EZGIF e Giphy, entre outros, possibilitam a produção e edição de animações com recursos como inserção de textos explicativos, sobreposição de imagens, controle da duração dos quadros e ajuste ao ritmo da apresentação.

Essa democratização tecnológica amplia as possibilidades pedagógicas ao permitir que os próprios docentes elaborem recursos visuais autorais e personalizados, adaptados às necessidades da turma e aos objetivos específicos de aprendizagem. Essa prática alinha-se aos princípios do planejamento reverso (WIGGINS; McTIGHE, 2005), uma abordagem que propõe a construção curricular a

partir dos resultados desejados de aprendizagem, articulando intencionalmente conteúdos, estratégias e avaliações.

Além disso, a integração dos GIFs a diferentes mídias — como apresentações digitais, documentos interativos, formulários on-line e materiais impressos com QR Codes — amplia significativamente sua disseminação e acessibilidade, viabilizando práticas pedagógicas multimodais. Essa característica dialoga com os pressupostos da multimodalidade no ensino, segundo os quais o uso articulado de múltiplos modos de representação — visual, verbal, gestual e espacial — favorece a construção de significados mais ricos e contextualizados (JEWITT; KRESS; OGBORN; TSATSARELIS, 2001).

Nessa perspectiva, os GIFs não apenas ilustram conteúdos, mas também mediam, organizam e facilitam a aprendizagem, atuando como instrumentos cognitivos com alto potencial didático. Quando empregados de forma intencional, eles podem promover a compreensão conceitual, a inferência visual e a reorganização de estruturas cognitivas, tornando-se parte ativa do processo de construção do conhecimento.

### **2.2.1 - O Planejamento Reverso como Caminho para a Aprendizagem Significativa**

O planejamento reverso propõe uma inversão na lógica tradicional de organização do ensino, partindo dos objetivos de aprendizagem e das evidências de compreensão para, então, definir os conteúdos e as estratégias didáticas. Essa abordagem, sistematizada por Wiggins e McTighe (2005), fundamenta-se na premissa de que ensinar com intencionalidade requer clareza sobre aquilo que se espera que o aluno compreenda de forma duradoura ao final do processo formativo.

Em vez de iniciar a organização das aulas pelos conteúdos programáticos, o planejamento reverso orienta o docente a considerar, inicialmente, quais competências e compreensões essenciais os estudantes devem demonstrar ao final da unidade. A partir disso, delineiam-se instrumentos avaliativos coerentes com essas metas e, por fim, selecionam-se os recursos, atividades e estratégias mais adequadas para mediar esse percurso. Essa lógica favorece o alinhamento entre os objetivos de aprendizagem, os meios de avaliação e as práticas pedagógicas.

Na presente proposta didática, o uso do planejamento reverso permitiu estruturar a sequência de aulas de forma coerente com os resultados esperados. A definição prévia das competências e habilidades, conforme orienta a BNCC (2018), guiou a escolha dos conceitos de Eletricidade e Magnetismo a serem explorados, bem como a seleção dos recursos — como os GIFs interativos e os experimentos híbridos. Isso garantiu que cada encontro pedagógico estivesse conectado a um propósito claro de aprendizagem, com avaliação formativa contínua.

A experiência docente demonstra que, ao planejar com base nos fins e não nos meios, os alunos tendem a compreender melhor o sentido das atividades propostas e a se engajar com mais profundidade. A clareza sobre os objetivos, aliada ao uso de estratégias visuais e experimentais em sintonia com essas metas, promoveu, nesta pesquisa, maior envolvimento e apropriação conceitual por parte dos estudantes.

### **2.2.2 – Rotinas de Pensamento e o Desenvolvimento da Compreensão**

As rotinas de pensamento configuram-se como uma ferramenta pedagógica eficaz para tornar visível o raciocínio dos estudantes durante o processo de aprendizagem. Segundo Ritchhart et al. (2011), tratam-se de estruturas cognitivas simples, porém potentes, que favorecem o desenvolvimento de hábitos mentais como observação atenta, inferência, interpretação e argumentação.

A implementação dessas rotinas busca não apenas o domínio de conteúdos, mas também a construção de significados mais profundos e duradouros. Ao estruturar a aula com perguntas que incentivam o estudante a explicitar o que vê, pensa e questiona, o professor estimula a consciência metacognitiva e promove maior engajamento com os conceitos científicos. Esse processo desloca o foco da simples memorização para a elaboração crítica do conhecimento.

Na proposta desenvolvida nesta dissertação, as rotinas de pensamento foram integradas à sequência didática por meio da estratégia **Vejo – Penso – Pergunto**, adaptada do *Harvard Project Zero* (RITCHHART et al., 2011). Essa estrutura foi incorporada às atividades com GIFs interativos e experimentos práticos, atuando como mediadora da análise visual e conceitual dos fenômenos físicos. Os estudantes foram convidados a observar atentamente as animações (**VEJO**), refletir sobre os

conceitos envolvidos (**PENSO**) e levantar questões investigativas (**PERGUNTO**), criando um ciclo contínuo de aprendizagem ativa.

Figura 1 – Rotinas de Pensamento



Fonte: Elaboração própria com auxílio do ChatGPT (OpenAI, 2025)

A aplicação dessa estratégia mostrou-se eficaz no ensino de Eletricidade e Magnetismo, por promover o envolvimento cognitivo com temas frequentemente considerados abstratos. Ao tornar explícito o processo de pensar, possibilitou intervenções pedagógicas mais alinhadas às dúvidas e inferências dos próprios estudantes, fortalecendo a aprendizagem conceitual e o letramento científico.

#### Quadro 1 – Síntese da seção 2.2.2 – rotinas de pensamento e o desenvolvimento da compreensão

Elemento-chave	Descrição	Aplicação na pesquisa
<b>Conceito</b>	Estruturas cognitivas simples que tornam visível o raciocínio dos estudantes, favorecendo hábitos como observação, inferência, interpretação e argumentação (RITCHHART et al., 2011).	Fundamentação teórica para a organização das atividades da sequência didática.
<b>Objetivo pedagógico</b>	Desenvolver compreensão profunda e duradoura, deslocando o foco da memorização para a elaboração crítica do conhecimento.	Estimular metacognição e protagonismo discente no estudo de Eletricidade e Magnetismo.
<b>Estratégia utilizada</b>	Vejo – Penso – Pergunto, adaptada do Harvard Project Zero.	Estruturou a análise visual e conceitual dos fenômenos físicos apresentados nos GIFs e experimentos práticos.
<b>Etapas da rotina</b>	<b>VEJO:</b> observação atenta; <b>PENSO:</b> reflexão sobre os conceitos; <b>PERGUNTO:</b> formulação de questões investigativas.	Condução das atividades em sala de aula, mediando a análise dos recursos visuais.
<b>Resultados observados</b>	Maior envolvimento cognitivo com temas abstratos, intervenções pedagógicas mais assertivas e fortalecimento da aprendizagem conceitual e do letramento científico.	Validação da abordagem híbrida (GIFs + experimentos) como recurso de ensino eficaz para conteúdos complexos.

Fonte: Elaboração própria (2025), adaptado de Ritchhart et al. (2011).

## 2.3 Metodologia Visual: Segmentação em Etapas

Parte dos GIFs interativos utilizados nesta dissertação foi organizada em etapas visuais sucessivas, com o objetivo de estimular a lógica investigativa e favorecer o desenvolvimento do raciocínio científico. A segmentação atua como um roteiro cognitivo, orientado pela sequência **VEJO – PENSO – PERGUNTO**, proposta por Ritchhart et al. (2011) no âmbito do *Harvard Project Zero*, conforme demonstrado no quadro abaixo.

**Quadro 2 – Estrutura da rotina “veja – penso – pergunte”**

Etapa	Descrição	Função Didática
<b>VEJO</b>	Fenômeno apresentado inicialmente, estático ou em repouso.	Observação inicial e descrição atenta.
<b>PENSO</b>	Introdução de uma mudança (movimento, corrente etc.)	Inferência, previsão e formulação de hipóteses.
<b>PERGUNTO</b>	Continuidade ou desfecho do fenômeno.	Estímulo à investigação e verificação de hipóteses.

Fonte: Adaptado de Ritchhart et al. (2011) e Zômpero e Laburú (2011).

Cada etapa ativa uma dimensão específica do pensamento investigativo:

- **VEJO** – o estudante realiza uma observação inicial, atentando-se para o estado do sistema representado.
- **PENSO** – com base na mudança observada, o estudante faz inferências e previsões a partir de seus conhecimentos prévios.
- **PERGUNTO** – a continuidade do GIF revela o desfecho do fenômeno, confirmando ou refutando as hipóteses formuladas, o que estimula novas questões investigativas.

Essa estrutura mostra-se especialmente eficaz no ensino de Eletricidade e Magnetismo, cujo conteúdo frequentemente envolve processos não diretamente visíveis ou que ocorrem em sequência, como a indução eletromagnética e a formação de campos magnéticos.

### 2.3.1 Animações Segmentadas em Partes: Estratégia de Leitura Visual Investigativa

A utilização de animações fragmentadas, como os GIFs interativos, constitui uma estratégia metodológica que potencializa a leitura visual progressiva e investigativa de

fenômenos físicos. Essa abordagem, inspirada na rotina de pensamento VEJO – PENSO – PERGUNTO, proposta por Ritchhart et al. (2011) no *Harvard Project Zero* e aliada aos princípios do ensino por investigação defendidos por Zômpero e Laburú (2011), permite que o estudante avance na compreensão a partir de uma sequência planejada de estímulos visuais.

A segmentação atua como um roteiro cognitivo, em que cada etapa da animação é organizada de forma a:

1. **VEJO** – instigar a observação atenta e a descrição inicial;
2. **PENSO** – promover inferências e previsões a partir das alterações visuais introduzidas;
3. **PERGUNTO** – estimular a formulação de hipóteses e novas questões investigativas com base no desfecho apresentado.

Essa metodologia, ao fragmentar o fenômeno físico em partes visuais deliberadamente planejadas, cria pausas estratégicas para que o professor intervenha com mediações pontuais e para que o estudante processe cognitivamente as informações, integrando-as ao conhecimento prévio.

O Quadro 3, abaixo, apresenta quatro exemplos representativos de GIFs segmentados, contemplando conceitos essenciais de Eletricidade e Magnetismo. Os demais GIFs utilizados na sequência didática encontram-se descritos integralmente no Apêndice C.

### Quadro 3 – Exemplos de GIFs segmentados em partes: eletricidade e magnetismo

GIF	Título / Tema	VEJO	PENSO	PERGUNTO	Função didática
1	Interação entre ímãs – Atração e repulsão	Ímãs em repouso, polos visíveis.	Aproximação ou afastamento dos ímãs.	O que acontece quando aproximamos polos magnéticos iguais e quando aproximamos polos opostos?	Visualizar a inseparabilidade dos polos e forças magnéticas.
2	Linhas do campo magnético	Ímã estático com limalhas distribuídas.	Formação de linhas do polo Norte ao polo sul.	Qual é a forma e a direção das linhas de campo magnético ao redor de um ímã?	Representar visualmente o campo magnético tradicional.
3	Linhas de campo em solenóide	Solenóide com limalhas estáticas.	Alinhamento das limalhas quando há corrente.	Por que o campo magnético no centro de um solenóide é considerado uniforme?	Evidenciar padrão de campo magnético gerado por corrente elétrica.

Fonte: Adaptado de Ritchhart et al. (2011) e Zômpero e Laburú (2011).

A aplicação em sala de aula evidenciou que, ao seguir a sequência **VEJO – PENSO – PERGUNTO**, os estudantes desenvolveram maior segurança na argumentação e na formulação de hipóteses. Essa abordagem não apenas reforçou a aprendizagem conceitual de temas tradicionalmente abstratos — como a interação entre ímãs e a geração de campos magnéticos —, mas também se alinhou às diretrizes da **BNCC (2018)**, que propõe o desenvolvimento de competências investigativas e de letramento científico com apoio de tecnologias digitais.

Assim, a segmentação deliberada dos GIFs transforma recursos audiovisuais em **instrumentos ativos de investigação**, favorecendo tanto a compreensão dos processos físicos quanto o protagonismo intelectual do estudante, em consonância com a **Teoria da Aprendizagem Significativa** (AUSUBEL, 1968).

#### **2.4 GIFs Interativos como Estratégia Cognitiva Visual no Ensino de Física**

A compreensão de conceitos científicos, especialmente na área da Física, muitas vezes exige a visualização de fenômenos abstratos, invisíveis ou de difícil experimentação direta, como campos de força, interações eletromagnéticas e o movimento de partículas carregadas (GIL-PÉREZ et al. 1996). Nesse contexto, os GIFs interativos se apresentam como ferramentas cognitivas relevantes, pois permitem representar processos físicos em movimento, de forma animada, cíclica e sequencial, contribuindo de maneira significativa para a construção de significados pelos estudantes.

A teoria da aprendizagem multimídia, proposta por Mayer (2009), sustenta que os indivíduos aprendem de forma mais eficaz quando recebem informações por múltiplos canais sensoriais — como imagens e textos combinados —, favorecendo a redução da carga cognitiva extrínseca e a retenção significativa do conteúdo. Nessa perspectiva, os GIFs se destacam por integrarem visualização dinâmica e explicitação conceitual, estimulando a aprendizagem ativa e significativa.

De modo complementar, Novak e Gowin (1996) argumentam que imagens em movimento facilitam a memória visual e a ancoragem significativa dos conceitos, uma vez que promovem a simulação mental, a antecipação de resultados e a compreensão relacional entre variáveis físicas. Ao proporcionar que o estudante **veja, pense e**

**pergunte** sobre fenômenos em desenvolvimento; os GIFs contribuem para a formação de estruturas cognitivas mais sólidas e interconectadas.

Além disso, conforme Johnson-Laird (1983), a aprendizagem conceitual se beneficia do uso de modelos mentais visuais, pois estes auxiliam o estudante a formar representações internas do fenômeno, prever comportamentos, testar hipóteses e estabelecer relações causais — aspectos essenciais para compreender fenômenos físicos que não se manifestam diretamente no cotidiano.

Portanto, o uso de GIFs interativos como estratégia visual ultrapassa a função ilustrativa, atuando como mediador conceitual que reorganiza cognitivamente a informação e potencializa a aprendizagem significativa de Física no Ensino Médio.

#### **Quadro 4 – Síntese teórica sobre GIFs interativos como estratégia cognitiva visual no ensino de física**

<b>Autor(es)</b>	<b>Conceito central</b>	<b>Contribuição para a pesquisa</b>
Gil-Pérez et al. (2001)	Necessidade de visualização justifica-se pela sinalização de fenômenos abstratos e de difícil experimentação direta.	Justifica-se o uso de GIFs para representar campos de força, interações eletromagnéticas e outros fenômenos não diretamente visíveis.
Mayer (2001)	Teoria da aprendizagem multimídia: integração de múltiplos canais sensoriais para aprendizagem significativa.	Fundamenta o uso de GIFs como recurso que combina visualização dinâmica e explicitação conceitual, reduzindo carga cognitiva.
Novak e Gowin (1996)	Imagens em movimento facilitam a memória visual e a ancoragem significativa.	Apoia o uso de GIFs para estimular simulação mental, antecipação de resultados e compreensão relacional de variáveis físicas.
Johnson-Laird (1983)	Modelos mentais visuais como suporte à compreensão conceitual.	Sustenta a aplicação de GIFs para a formação de representações internas, previsão de comportamentos e estabelecimento de relações causais.

Fonte: Elaboração própria (2025), com base em Gil-Pérez et al. (2001), Mayer (2001), Novak e Gowin (1996) e Johnson-Laird (1983).

#### **2.4.1 Aplicações Didáticas dos GIFs Interativos**

A integração de GIFs interativos ao ensino de Física pode potencializar a alfabetização científica visual, conforme defende Lemke (1990), ao permitir que imagens dinâmicas sejam analisadas como linguagem complementar à ciência escolar. Entre as possibilidades, destacam-se:

- **Interpretação de padrões geométricos** – observando GIFs sobre linhas de campo magnético em espiras ou ímãs, os estudantes podem comparar o

modelo animado com experimentos reais (limalhas de ferro ou bússolas), compreendendo a organização espacial e a direção das linhas.

- **Previsão de efeitos da inversão da corrente** – GIFs que mostram a mudança no sentido das linhas de campo ao inverter a corrente estimulam o raciocínio causal e a inferência científica.
- **Comparação com ímãs permanentes** – a análise de GIFs que contrastam campos gerados por correntes e por ímãs permanentes desenvolve habilidades relacionais e favorece uma compreensão integrada da origem dos campos magnéticos.

Usados estrategicamente, os GIFs estruturam o pensamento, facilitando a transição do sensorial ao simbólico e reforçando a aprendizagem significativa. No contexto brasileiro, representam uma abordagem inovadora que articula tecnologia, visualização e prática investigativa no ensino de Ciências.

## 2.5 Oportunizando o Desenvolvimento do Pensamento Crítico com GIFs

A promoção do pensamento crítico é um elemento central no ensino de Ciências, conforme estabelecido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) e pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). Nesse contexto, os GIFs interativos constituem ferramentas pedagógicas eficazes, pois permitem que os estudantes observem padrões, testem hipóteses e interpretem fenômenos físicos de forma dinâmica, ativando processos de análise, predição e construção de argumentos (CHIN; BROWN, 2000).

Ao visualizar um GIF que simula o campo magnético produzido por uma espira percorrida por corrente elétrica, os estudantes tendem a formular perguntas que muitas vezes surpreendem o professor pela profundidade conceitual ou pela quebra de expectativas. Questionamentos como *“O que acontece se o sentido da corrente for invertido?”*, *“Se adicionarmos mais espiras, o campo fica mais forte? Por quê?”* Ou ainda: *“Esse campo se comporta exatamente como o de um ímã permanente?”* evidenciam a ativação de processos cognitivos de reorganização conceitual.

Esses questionamentos são particularmente valiosos porque emergem **antes** da explicação formal, favorecendo um ambiente investigativo no qual o aluno parte do fenômeno para a construção de significados. Moreira (2011) enfatiza que situações

que provocam conflito cognitivo ou discrepância entre o que se observa e o que se espera favorecem a aprendizagem significativa crítica, exatamente o que ocorre nos experimentos híbridos mediados por GIFs.

Quando articulados às rotinas de **pensamento visível**, como *“Vejo – Penso – Me pergunto”*, *“O que te faz dizer isso?”* E *“Quais evidências sustentam essa ideia?”*, propostas por Ritchhart, Church e Morrison (2011), esses GIFs assumem um papel ainda mais potente. As rotinas funcionam como estruturas metacognitivas que tornam explícito o raciocínio, promovem justificativas, argumentação e explicitação das evidências, alinhando-se com os pressupostos de Vygotsky (1934/1998) sobre mediação e externalização do pensamento.

Além disso, a integração com rotinas de pensamento visível descritas por Ritchhart, Church e Morrison (2011), como **“Vejo – Penso – Me pergunto”**, **“O que te faz dizer isso?”** ou **“Quais evidências sustentam essa ideia?”** potencializa esse movimento investigativo. Tais rotinas tornam explícito o raciocínio do estudante, favorecem a expressão de hipóteses e ampliam a problematização de concepções espontâneas. Dessa forma, o uso de GIFs interativos articulado a rotinas de pensamento visível contribui para a construção de argumentos fundamentados, fortalece o protagonismo do aluno e promove um ambiente de aprendizagem mais reflexivo e significativo.

Quando os conceitos observados nos GIFs são colocados à prova por meio de experimentos híbridos práticos, os estudantes são desafiados a validar previsões, comparar modelos e revisar explicações. Essa abordagem ativa competências cognitivas superiores, conforme a Taxonomia de Bloom revisada (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001), como analisar, avaliar e criar. Assim, quando intencionalmente integrados ao planejamento didático, os GIFs interativos tornam-se gatilhos cognitivos e investigativos, promovendo uma aprendizagem crítica, ativa e significativa e contribuindo para a formação de sujeitos questionadores, reflexivos e cientificamente letrados.

## 2.6 Ausência de substantividade: implicações pedagógicas

A ausência de substantividade na aprendizagem caracteriza-se por um processo fragmentado, descontextualizado e superficial, no qual os alunos assimilam informações sem estabelecer conexões com seus conhecimentos prévios ou com a realidade que os cerca (MOREIRA, 2011). Nesses casos, o conteúdo é memorizado de forma mecânica e temporária, não se integrando de modo estável à estrutura cognitiva do estudante. A aprendizagem ocorre apenas em nível literal, sem compreensão conceitual, sem capacidade de transferir o conhecimento para novas situações e sem promover reorganizações cognitivas significativas.

Segundo Ausubel (1968), quando a aprendizagem não encontra pontos de ancoragem significativos na estrutura cognitiva do estudante, ela torna-se arbitrária e mecanizada, resultando em pouca ou nenhuma retenção duradoura. Nessa perspectiva, Moreira (1982, p. 9) complementa:

“Ausubel define aprendizagem mecânica (rote learning) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. [...] O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos.”

Esse tipo de aprendizagem, ainda comum em práticas expositivas tradicionais, apresenta consequências pedagógicas relevantes, como: baixo nível de transferência do conhecimento para novas situações; compreensão fragmentada, sem articulação entre conceitos; e redução da autonomia intelectual, da criatividade e da capacidade investigativa dos alunos.

Para Pugliese (2017, p. 43), há também uma incoerência entre a natureza não linear da ciência e a forma como o ensino tradicional a apresenta:

Enquanto a história da Física apresenta a ciência como uma construção não linear e tampouco cumulativa, o ensino nas escolas demonstra características de linearidade e cumulatividade cronológica, sobretudo na análise dos livros didáticos.

Essa linearidade superficial resulta em um ensino voltado para fórmulas e procedimentos prontos, desprovido de significado. Como consequência, os alunos decoram equações, mas não compreendem os fenômenos que elas representam. A

ausência de substantividade impede, portanto, que o estudante perceba a ciência como um processo investigativo, histórico e social.

Como propõe a BNCC (BNCC, 2018, p. 113), reforça essa necessidade:

Significa [...] criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais.

Essa dificuldade de transposição didática, já observada nos PCN (1997), se acentua no ensino de Física, cujos conteúdos são frequentemente mediados por representações simbólicas, fórmulas matemáticas, gráficos e diagramas abstratos. Esses elementos, considerados *textos da ciência*, demandam uma alfabetização específica que ultrapassa a leitura verbal tradicional. No contexto da Física, essa alfabetização específica refere-se à capacidade de compreender e interpretar linguagens próprias da área — como diagramas, campos, vetores, linhas de força, gráficos e esquemas — que comunicam fenômenos físicos de forma não verbal.

Nesse cenário, os GIFs interativos atuam como mediação visual e cognitiva essencial, permitindo que os alunos acessem o conteúdo por meio de animações dinâmicas, repetidas e intuitivas. Ao visualizarem, por exemplo, o comportamento de um campo magnético ou a deflexão de uma agulha de bússola, os estudantes podem estabelecer relações conceituais mais claras, favorecendo a interpretação e a internalização dos conceitos abstratos. Dessa forma, os GIFs contribuem para o letramento científico visual ao articular a linguagem simbólica da Física com uma abordagem pedagógica mais acessível e significativa.

#### **Quadro 5 – Função pedagógica dos GIFs interativos como leitura científica**

<b>Tipo de representação científica</b>	<b>Desafios para o estudante</b>	<b>Como o GIF atua como mediação</b>
Fórmulas e equações	Alta abstração; dificuldade de associar a fenômenos reais.	Anima visualmente variáveis, contextualizando leis físicas.
Diagramas e linhas de campo	Interpretação espacial complexa	Mostra dinamicamente o surgimento e o comportamento dos campos.
Sequência de fenômenos (ex.: indução)	Perda do encadeamento lógico	Apresenta passo a passo, destacando momentos-chave.
Texto técnico e descritivo	Linguagem distante da realidade do aluno	Traduz descrições técnicas para linguagem visual acessível.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Ausubel (1968), Lemke (1990) e Vygotsky (2001).

## 2.7 Substantividade na Aprendizagem

A substantividade da aprendizagem, no contexto educacional, refere-se à profundidade, relevância e permanência dos conhecimentos que o estudante é capaz de construir. Trata-se de um processo que ultrapassa a memorização mecânica, pois requer a atribuição de sentido, a elaboração de significados próprios e a possibilidade de aplicar o conhecimento em diferentes situações. Como afirma Ausubel (1968, p. 23), “a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva e não arbitrária, com aquilo que o aluno já sabe”.

Nesse sentido, as estruturas cognitivas preexistentes mencionadas por Ausubel correspondem aos conhecimentos prévios do estudante — formais, intuitivos ou derivados de experiências cotidianas — que funcionam como pontos de ancoragem para novas informações. A substantividade manifesta-se quando o novo conteúdo se integra a essas estruturas, estabelecendo conexões conceituais estáveis, coerentes e funcionais (MOREIRA, 2011).

No ensino de Eletricidade e Magnetismo, alcançar tal profundidade é particularmente desafiador, uma vez que grande parte dos fenômenos envolvidos é invisível, abstrata e, portanto, de difícil representação por meio de metodologias exclusivamente expositivas. A proposta didática desta dissertação busca enfrentar esse desafio articulando três pilares: **GIFs interativos, rotinas de pensamento e experimentação híbrida**.

**GIFs interativos** permitem visualizar fenômenos físicos de forma animada, repetida e segmentada. Essa característica reduz a sobrecarga cognitiva, favorece a formação de modelos mentais e ativa estruturas da memória visual, contribuindo diretamente para a aprendizagem significativa (MAYER, 2001; NOVAK; GOWIN, 1996).

**Rotinas de pensamento**, como a estratégia *Vejo – Penso – Me pergunto* (RITCHHART; CHURCH; MORRISON, 2011), não constituem pré-requisitos, mas sim **ferramentas pedagógicas** que orientam e ampliam o raciocínio investigativo. Ajudam o estudante a organizar a observação, levantar hipóteses, formular perguntas e argumentar sobre o que está sendo estudado, estimulando habilidades essenciais para compreender fenômenos eletromagnéticos.

**Experimentos híbridos** — que combinam manipulação prática com materiais acessíveis e análise prévia de representações animadas — promovem o engajamento ativo do estudante. Essa etapa prática permite verificar, testar e contrastar o que foi observado nos GIFs, fortalecendo conexões conceituais.

Para organizar essas estratégias de forma coerente, o **planejamento reverso** (WIGGINS; McTIGHE, 2005) orienta todo o processo educativo, garantindo que cada atividade seja planejada a partir de objetivos de aprendizagem bem definidos e evidências claras de compreensão. Assim, evita-se que o ensino se reduza à transmissão fragmentada de conteúdos, promovendo, ao contrário, aprendizagens contextualizadas, profundas e transferíveis. A integração entre GIFs, rotinas de pensamento e experimentos constitui um ciclo formativo caracterizado pela **triangulação**:

**Observar (GIFs) → Experimentar (prática híbrida) → Refletir (rotinas de pensamento) → Reconstruir conceitos**

Esse ciclo reforça a compreensão conceitual, reduz a memorização mecânica e favorece a consolidação da aprendizagem substantiva (BLOOM et al., 1956; NOVAK; GOWIN, 1996).

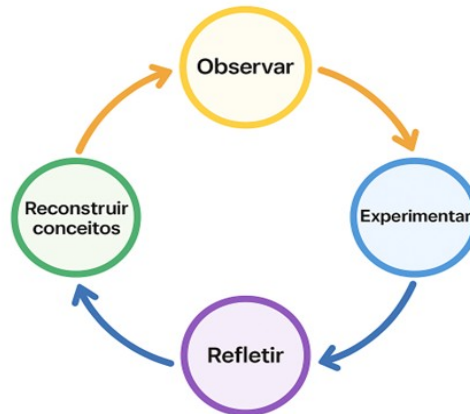
**Tabela 3 – Ciclo de aprendizagem substantiva com GIFs e experimentos híbridos**

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Exemplo prático</b>
<b>Observar</b>	Visualização de fenômenos por meio de GIFs interativos	Linhas de campo magnético de diferentes ímãs
<b>Experimentar</b>	Realização de experimentos híbridos para confrontar previsões	Experimento com limalha de ferro
<b>Refletir</b>	Análise das diferenças e semelhanças entre animação e observação real	Discussão sobre discrepâncias e padrões
<b>Reconstruir conceitos</b>	Ajuste do entendimento teórico com base na experiência prática	Consolidar o conceito de campo magnético

Fonte: Elaborado pela autora.

**Legenda:** A sequência **observar** → **experimentar** → **refletir** → **reconstruir conceitos** promove a aprendizagem substantiva, evitando a memorização mecânica e desenvolvendo competências cognitivas superiores.

Figura 2 – Ciclo de aprendizagem substantiva com GIFs e experimentos híbridos



Fonte: Elaboração própria com auxílio do ChatGPT (OpenAI, 2025).

## 2.8 Planejamento Reverso: estruturando o ensino com propósito

Embora a elaboração de planos de aula envolva, tradicionalmente, a definição de objetivos, atividades e avaliações, o planejamento reverso distingue-se por **inverter a lógica do processo**. No modelo clássico, o professor costuma iniciar pelo conteúdo ou pela atividade e, somente depois, definir como avaliar. Já o planejamento reverso parte **explicitamente dos resultados desejados** e das **evidências de aprendizagem** antes de pensar em qualquer atividade. Assim, não se trata apenas de ‘como manter um plano de aula’, mas de uma abordagem metodológica que garante **coerência interna, intencionalidade pedagógica e alinhamento entre objetivos, avaliações e práticas de ensino**, conforme defendem Wiggins e McTighe (2005).

**Tabela 4 – Etapas do planejamento reverso no ensino de ciências**

Planejamento Tradicional	Planejamento Reverso
Começa pelo conteúdo ou atividade.	Começa pelo objetivo final de aprendizagem.
Avaliação é definida depois.	A avaliação é definida antes das atividades.
A coerência depende do professor.	A coerência é estruturada pelo modelo.
Foca no “o que ensinar”.	Foca no “o que o aluno deve aprender e demonstrar”.

Fonte: Adaptado de Wiggins & McTighe (2005).

A proposta didática desta dissertação foi concebida a partir desses princípios, garantindo intencionalidade pedagógica, coerência entre objetivos e avaliações e promovendo uma formação mais sólida, reflexiva e autônoma por parte dos estudantes.

## 2.9 Substantividade da Aprendizagem e Metodologias Ativas

A substantividade da aprendizagem constitui um dos pilares centrais da aprendizagem significativa, conforme proposto por Ausubel (1968) e posteriormente ampliado por Novak e Moreira (2006). Trata-se da capacidade de o estudante integrar novos conhecimentos às estruturas cognitivas preexistentes, **que representam o ponto de partida para a construção de significados**. Não se trata de pré-requisitos formais, mas de **referenciais cognitivos já presentes**, que permitem ao novo conteúdo ancorar-se de maneira estável, funcional e transferível.

Esse processo não se limita à aquisição de informações: implica a construção ativa de significados, a elaboração pessoal dos conceitos e sua aplicação em diferentes contextos.

Quando a aprendizagem é substantiva — isto é, quando os novos conhecimentos se integram de forma significativa às estruturas cognitivas já existentes —, o estudante é capaz de:

- Construir significados próprios a partir dos novos conceitos;
- Aplicar o conhecimento em situações variadas e reais;
- Desenvolver autonomia intelectual e ampliar sua flexibilidade cognitiva.

Nessa perspectiva, **é essa forma de aprendizagem que se busca promover na proposta**, pois ela garante que o conhecimento não seja apenas memorizado, mas compreendido e utilizado. Por outro lado, a ausência de substantividade resulta em:

- Conhecimento superficial, fragmentado e descontextualizado;
- Dificuldade de transpor conceitos para situações do cotidiano ou para a resolução de problemas científicos;
- Baixo nível de abstração, análise e aplicação prática.

Essa distinção é especialmente relevante no ensino de temas complexos como Eletricidade e Magnetismo, cujo caráter abstrato e invisível demanda estratégias de

mediação que transcendam a mera transmissão verbal de conteúdo. Para favorecer uma aprendizagem profunda nessas áreas, é fundamental criar experiências didáticas que articulem visualização, experimentação e reflexão crítica.

Nesse contexto, as metodologias ativas surgem como abordagens potentes para **promover a substantividade da aprendizagem, isto é, criar condições para que o estudante estabeleça relações significativas entre novos conteúdos e seus conhecimentos prévios**, engajando-se em atividades que exigem análise, investigação e construção de sentido próprio.

Ao favorecer a participação ativa, a resolução de problemas, a experimentação e o raciocínio crítico, essas metodologias fortalecem a integração conceitual e ampliam a profundidade da aprendizagem. Elas reposicionam o aluno como protagonista do processo educativo, estimulando-o a agir, interagir, investigar e construir sentido.

Ao integrar GIFs interativos, experimentos híbridos e rotinas de pensamento, o processo de ensino-aprendizagem transforma-se em uma jornada ativa de descoberta, caracterizada por:

- Ativar o conhecimento prévio, conectando o novo conteúdo às experiências anteriores.
- Aplicar conceitos em múltiplos contextos, promovendo flexibilidade cognitiva;
- Participar de atividades colaborativas, como discussões, simulações e projetos.
- Estimular o pensamento crítico e investigativo, por meio de perguntas abertas, comparações e resolução de problemas.

Essas práticas rompem com o modelo expositivo tradicional e fomentam ambientes interativos, criativos e reflexivos, alinhados aos princípios da aprendizagem substantiva e significativa, além de se conectarem às competências gerais da BNCC (BRASIL, 2018). Assim, a integração entre metodologias ativas e estratégias visuais, como os GIFs interativos, possibilita ao estudante não apenas compreender fenômenos de forma abstrata, mas também visualizá-los, experimentá-los e argumentar sobre eles de maneira crítica e autônoma.

Nesse sentido, as metodologias ativas referem-se a abordagens em que o estudante participa do processo de aprendizagem de forma mais investigativa e colaborativa, assumindo papel central na construção do conhecimento, o que reforça o caráter significativo e aplicado das atividades propostas.

### Quadro 6 – Efeitos da substantividade da aprendizagem no ensino de física

Quando a aprendizagem é substantiva	Quando não é substantiva
Construir significados próprios a partir dos novos conceitos.	Adquirir conhecimento superficial, efêmero e descontextualizado.
Aplicar o conhecimento em situações variadas e reais.	Apresentar dificuldade de transposição didática para o cotidiano ou para problemas científicos.
Desenvolver autonomia intelectual e ampliar a flexibilidade cognitiva.	Demonstrar baixo nível de abstração, análise e aplicação prática.

Fonte: Adaptado de Ausubel (1968), Novak & Moreira (2006).

## 2.10 Integração com Experimentos Híbridos e Trabalho Prático

Uma das contribuições pretendidas com esta proposta metodológica é a integração entre recursos digitais interativos e experimentação concreta. Os GIFs animados, acessados por QR Codes, são utilizados em conjunto com experiências práticas simples, com materiais acessíveis como limalha de ferro e ímãs.

A sequência didática foi estruturada com base nos seguintes componentes:

- **Resumo teórico acessível** – contextualiza o conteúdo e introduz os conceitos-chave;
- **GIF interativo** – visualiza e simula o fenômeno de forma dinâmica.
- **Experimento híbrido** – reproduz o fenômeno em uma situação concreta;
- **Exercícios reflexivos** – promovem a análise crítica, argumentação e compreensão conceitual.

Esse modelo, fundamentado nos princípios do planejamento reverso, permite que o conhecimento seja vivenciado, visualizado e internalizado, e não apenas transmitido. Dessa maneira, os estudantes constroem significados a partir da experiência, do raciocínio visual e da prática colaborativa, promovendo uma aprendizagem significativa, alinhada às competências da BNCC.

## 2.11 Alinhamento com a BNCC e Justificativa Pedagógica

A proposta didática intitulada *"Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégia Interativa GIFs: Uma Proposta Didática para o Ensino da Eletricidade e do*

*Magnetismo*” está alinhada às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que tange à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Conforme a BNCC (BRASIL, 2018), o ensino de Física deve promover:

- A interpretação de fenômenos naturais e tecnológicos.
- A formulação de hipóteses.
- A aplicação de conceitos científicos em situações reais.
- O desenvolvimento da autonomia intelectual, curiosidade investigativa e pensamento crítico.

Nesse sentido, ao propor uma sequência de aulas baseada em experimentos híbridos e GIFs interativos, este produto educacional concretiza os seguintes eixos e competências da BNCC:

- **Habilidade EM13CNT303:** analisar e compreender os fenômenos magnéticos, identificando suas aplicações tecnológicas e suas interações com os materiais;
- **Habilidade EM13CNT306:** investigar e explicar o funcionamento de motores elétricos e geradores, com base nos princípios da indução eletromagnética.
- **Habilidade EM13CNT307:** explicar a força magnética sobre cargas elétricas em movimento e suas aplicações tecnológicas.
- **Competência Geral 2:** exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem científica para investigar causas, formular hipóteses e resolver problemas.
- **Competência Geral 5:** compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.

Além do alinhamento formal à BNCC, a proposta atende às demandas pedagógicas contemporâneas, integrando metodologias ativas como o planejamento reverso (WIGGINS; McTIGHE, 2005), rotinas de pensamento (RITCHHART et al., 2011) e recursos visuais digitais — como GIFs animados — enquanto estratégias de mediação cognitiva (SCARINCI et al., 2009; FEYNMAN, 2009).

Nesse contexto, integrar metodologias significa articular diferentes abordagens que se complementam, de modo que cada uma contribua para ampliar o engajamento, a investigação e a compreensão conceitual dos estudantes no processo de aprendizagem.

**Tabela 5 – Alinhamento entre habilidades da BNCC e atividades didáticas propostas**

Habilidade / Competência da BNCC	Descrição da Habilidade / Competência	Atividade Didática Proposta	Conexão com a Proposta
EM13CNT303	Analisar e compreender os fenômenos magnéticos e suas aplicações.	Visualização de linhas de campo magnético com ímãs, limalha de ferro e GIFs.	Favorece a observação de campos magnéticos invisíveis e a discussão sobre aplicações práticas.
EM13CNT306	Explicar motores e geradores com base na indução eletromagnética.	Atividades práticas com solenoides, eletroímãs e experimento de Orsted com GIFs.	Estimula a compreensão funcional e conceitual da conversão de energia.
EM13CNT307	Explicar a força magnética sobre cargas e suas aplicações.	Regra da mão direita e análise da força de Lorentz com GIFs.	Promove raciocínio vetorial e integração entre visualização e conceito.
Competência Geral 2	Exercitar a curiosidade e o pensamento investigativo.	Atividades com experimentos híbridos e rotinas de pensamento.	Estimula hipóteses, investigação e aproximação com o fazer científico.
Competência Geral 5	Usar tecnologias digitais de forma crítica e significativa.	Uso de QR Codes e GIFs interativos nos roteiros de aula.	Desenvolve fluência digital e protagonismo no uso de mídias educativas.

Fonte: Elaborado pela autora.

A ênfase nos GIFs interativos visa superar a abstração típica dos conteúdos de Eletricidade e Magnetismo, tornando-os:

- Visualmente acessíveis.
- Conceitualmente articulados.
- Pedagogicamente eficazes.

Esse recurso configura-se como uma ferramenta poderosa para favorecer a visualização mental — essencial na formação de modelos científicos internos (FEYNMAN, 2009) — e para promover a reorganização conceitual dos estudantes, conforme os pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel (1968).

A abordagem híbrida com experimentos de baixo custo também amplia a equidade no acesso ao conhecimento científico, contribuindo para a democratização do ensino de Física. Ao mesmo tempo, oportuniza o desenvolvimento de competências práticas e conceituais de forma integrada. Dessa maneira, a presente

proposta não apenas atende às exigências curriculares vigentes, como também expande as possibilidades formativas ao articular teoria e prática por meio de tecnologias educativas acessíveis, reflexivas e significativas.

**Tabela 6 – Ampliação das competências da BNCC no ensino de eletricidade e magnetismo**

Citação da BNCC (2018)	Síntese da Competência/Habilidade	Atividade Didática Proposta	Conexão com a Proposta
“Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação [...]” (p. 555)	Análise crítica dos efeitos da eletricidade e das radiações em contextos reais.	Discussões sobre aplicações tecnológicas (transformadores, fornos de indução, telecomunicações).	Amplia a abordagem conceitual com implicações sociais, ambientais e tecnológicas.
“Avaliar [...] tecnologias e possíveis soluções para as demandas [...] de energia elétrica [...]” (p. 555)	Avaliação crítica de alternativas energéticas, considerando eficiência e impacto.	Atividades investigativas e debates sobre diferentes fontes e usos da energia elétrica.	Desenvolve pensamento crítico sobre sustentabilidade e consumo consciente.
“Realizar previsões [...] sobre o funcionamento de geradores, motores [...] com ou sem o uso de dispositivos digitais [...]” (p. 555)	Capacidade de previsão e análise qualitativa e quantitativa de sistemas eletromagnéticos.	Análise de motores e transformadores com apoio de GIFs interativos e experimentos híbridos.	Desenvolve a integração entre visualização e modelagem de fenômenos físicos.
“Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos [...]” (p. 560)	Compreensão crítica das tecnologias contemporâneas.	Atividades práticas com solenoides, eletroímãs, experimentos com bússola e corrente.	Aproxima o aluno da realidade tecnológica e do fazer científico.

Fonte: Elaborado pela autora com base na BNCC 2018.

Dessa forma, a proposta didática aqui apresentada evidencia seu compromisso com um ensino de Física mais acessível, significativo e alinhado às demandas contemporâneas da formação científica, conforme preconizam as políticas curriculares nacionais.

## 2.12 Fundamentos de Magnetismo e Eletricidade no Ensino de Física

Os conteúdos de Eletricidade e Magnetismo ocupam posição central no currículo de Física do Ensino Médio e são considerados estruturantes pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018). Contribuem para a formação científica e tecnológica, mas apresentam desafios de ensino devido à abstração conceitual e à invisibilidade dos fenômenos magnéticos.

Segundo Halliday, Resnick (2011), muitos estudantes têm dificuldade em relacionar modelos teóricos com a experiência empírica. Moreira e Ostermann (2000) destacam que, para conteúdos abstratos, é necessária uma mediação que conecte o sensorial ao simbólico.

A proposta didática desenvolvida neste trabalho associa os conceitos de eletromagnetismo ao uso de GIFs interativos e experimentos híbridos. As animações atuam como representações icônicas (Bruner, 1973), tornando visíveis elementos como a orientação do campo magnético ou a força sobre cargas em movimento. Já os experimentos com materiais simples — ímãs, espiras condutoras e limalha de ferro — permitem que os estudantes testem hipóteses formuladas a partir das observações visuais.

Essa combinação estabelece um ciclo investigativo que integra percepção, manipulação e reflexão. As atividades seguem as rotinas de pensamento investigativo propostas por Ritchhart et al. (2011), que incentivam perguntas, previsões e reinterpretções baseadas em evidências. Tal abordagem dialoga com a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968) e com a noção de substantividade do conhecimento (Moreira, 2011), promovendo integração real entre novos conceitos e conhecimentos prévios.

Assim, a articulação entre recursos visuais, práticas experimentais e estratégias cognitivas possibilita uma aprendizagem mais engajadora e contextualizada dos conceitos de eletromagnetismo, alinhada às competências científicas previstas na formação básica contemporânea.

### **2.13 Organização dos Conteúdos com GIFs Interativos e Experimentos Híbridos**

A sequência didática proposta estrutura-se em torno de temas centrais da Eletricidade e do Magnetismo, selecionados com base na progressão conceitual prevista nos documentos curriculares e nas necessidades observadas em sala de aula. Para cada tema, foram elaborados GIFs interativos com QR Code, vinculados a experimentos híbridos de baixo custo, o que favorece a compreensão dos fenômenos e o desenvolvimento de habilidades investigativas.

Os conteúdos são organizados segundo a estratégia VEJO – PENSO – PERGUNTO, inspirada nas rotinas de pensamento do Harvard Project Zero (Ritchhart et al., 2011). Essa estratégia consiste em observar atentamente um fenômeno, refletir sobre o que foi visto e formular perguntas investigativas.

A seguir, apresentam-se os principais conteúdos abordados, articulando fundamentos conceituais, representações animadas e práticas laboratoriais, de modo a integrar a visualização dos fenômenos à experimentação.

## 2.14 Campo Magnético e Suas Interações

O conceito de campo magnético foi introduzido por meio do GIF 1 – Interação entre Ímãs, que evidencia, de forma clara e dinâmica, os efeitos de atração entre polos opostos e repulsão entre polos semelhantes. O GIF interativo permitiu que os estudantes visualizassem diretamente as forças magnéticas, funcionando como ponto de partida para discussões sobre suas propriedades e origens.

Para estimular uma atitude investigativa, foi aplicada a rotina de pensamento “**Vejo – Penso – Pergunto**” (RITCHHART et al., 2011):

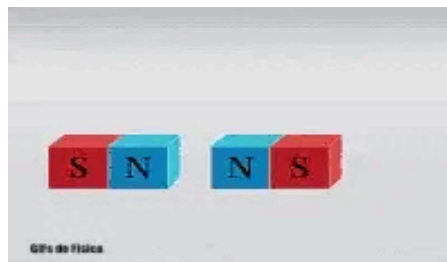
- **Vejo:** observação dos movimentos de aproximação ou afastamento entre ímãs.
- **Penso:** análise sobre as possíveis causas da interação entre os polos.
- **Pergunto:** formulação de hipóteses, como: “*O que ocorreria se os polos fossem invertidos?*” Ou “*É possível isolar um único polo magnético?*”

Em seguida, a turma participou de uma atividade prática híbrida, utilizando ímãs de barra, limalha de ferro e papel (Apêndice F). O experimento permitiu a visualização direta das linhas de campo magnético e a comparação com o comportamento animado no GIF.

Nesse caso, o objetivo da atividade foi tornar explícita a correspondência entre a representação visual de GIF interativo e o fenômeno físico real, permitindo aos estudantes verificar, por observação direta, que as linhas de campo não são apenas construções abstratas, mas descrições consistentes do comportamento do campo magnético. Essa combinação entre o recurso visual e a manipulação concreta favoreceu a formação de modelos mentais coerentes e promoveu uma compreensão mais sólida e contextualizada do fenômeno.

O recurso digital, acessado por QR Code, possibilitou aos alunos repetir a observação dos GIFs interativos, testar variações e comparar situações físicas distintas. Essa estratégia apoia-se nos estudos de Mayer (2001), ao utilizar recursos multimodais como facilitadores da aprendizagem, e nas ideias de Lemke (1990), ao integrar diferentes formas de representação para promover maior compreensão.

Figura 3 – Representação estática do GIF “Interação entre ímãs – Atração e Repulsão”.



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>

QR Code: Fig. 1: Atração e Repulsão



QR Code: Fig. 1.1 Inseparabilidade dos Polos



QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/qr-code-generator/qr>

Do ponto de vista teórico, a proposta ancora-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), ao promover a articulação entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conteúdos. Baseia-se também em Vygotsky (2001), ao considerar os recursos digitais como mediadores do desenvolvimento cognitivo, e nas rotinas de pensamento propostas por Ritchhart et al. (2011), que incentivam a análise, o questionamento e a reorganização conceitual.

Essa sequência também se alinha à habilidade **EM13CNT303** da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), que propõe a análise dos fenômenos magnéticos e suas aplicações.

### Objetivos alcançados:

- Desenvolver a observação ativa e a investigação de padrões nos campos magnéticos.
- Articular teoria e prática por meio de atividades acessíveis e visualmente interessantes.
- Incentivar o raciocínio analógico e a construção de explicações fundamentadas.

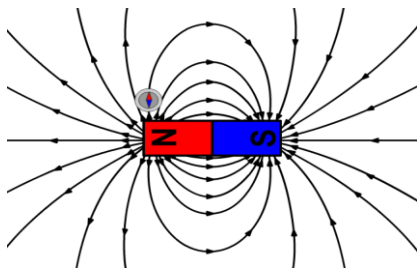
### Representação do Campo Magnético e Linhas de Campo

A compreensão do campo magnético é fundamental para o estudo dos fenômenos eletromagnéticos e suas aplicações tecnológicas, como motores, transformadores, geradores e sistemas de comunicação (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2011).

De modo semelhante ao campo elétrico, que envolve cargas em repouso, o campo magnético manifesta-se ao redor de cargas em movimento e materiais magnetizados, sendo representado por um vetor que possui módulo, direção e sentido definidos.

A direção e o sentido do vetor campo magnético (representado por **B**) são determinados, por exemplo, pela orientação da agulha de uma bússola: o vetor aponta na direção que o polo norte da agulha indica. A representação gráfica mais comum é feita por **linhas de campo magnético**, que emergem do polo norte e convergem para o polo sul, formando circuitos fechados — característica marcante dos dipolos magnéticos.

Figura 4 – Representação estática do GIF “Linhas do campo magnético em ímã de barra”.



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

### Rotina VEJO – PENSO – PERGUNTO

- **VEJO:** linhas de campo saindo do polo norte e entrando no polo sul, com maior concentração de limalha nas regiões próximas aos polos, o que representa, de forma aproximada, a maior densidade das linhas de campo nessas áreas.
- **PENSO:** As linhas mostram a direção e a intensidade do campo magnético.
- **PERGUNTO:** “Como o campo muda se aproximarmos outro ímã?” “E, em sistemas com bobinas ou solenoides, o campo ficaria mais intenso se aumentarmos o número de espiras?”

Ao observar esse tipo de representação por GIF interativo, o estudante percebe que as linhas de campo se curvam e completam um circuito fechado: saem do polo norte, envolvem o meio externo e retornam internamente ao polo sul. Tal comportamento, invisível a olho nu, é comumente explorado em sala com limalhas de ferro e papel, que se alinham às linhas de campo. No entanto, os **GIFs interativos ampliam essa experiência**, pois permitem observar variações no comportamento do campo com diferentes intensidades, posições e configurações.

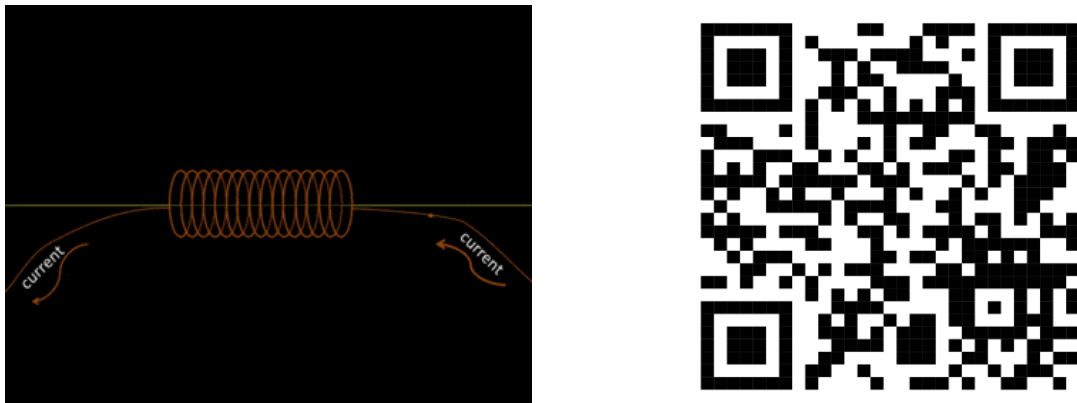
As linhas de campo magnético possuem as seguintes propriedades fundamentais:

- Sempre emergem do polo norte e entram pelo polo sul (externamente).
- Jamais se cruzam.
- São mais **concentradas** nas regiões em que o campo é mais intenso, o que é indicado pela maior aglomeração de limalha próxima aos polos.
- Sempre formam **circuitos fechados contínuos**, o que as diferencia das linhas de campo elétrico.

Além dos ímãs permanentes, os campos magnéticos podem ser gerados por:

1. **Correntes elétricas**, como em fios e solenoides.
2. **Momento magnético intrínseco das partículas**, como nos elétrons de materiais ferromagnéticos.

Figura 5 – Representação estática do GIF “Comportamento das linhas do campo magnético”.



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

O **solenóide**, formado por espiras condutoras, produz um campo magnético semelhante ao de um ímã em barra, porém temporário, que depende da corrente elétrica. A visualização do campo em torno de um solenoide evidencia a homogeneidade interna, em que as linhas são paralelas e equidistantes.

A comparação entre experimentos físicos e GIFs interativos possibilita que os alunos:

- Compreendam a formação do campo magnético em diferentes contextos físicos.
- Relacionem observações experimentais com modelos teóricos.
- Desenvolvam habilidades de alfabetização científica visual, fundamental para a aprendizagem de conceitos abstratos (LEMKE, 1990; MOREIRA, 2011).

Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando novos conteúdos se integram de forma lógica às estruturas cognitivas pré-existentes. Nesse sentido, as representações visuais funcionam como pontes entre o fenômeno observado e o conceito científico formal, fortalecendo o protagonismo do estudante na construção do conhecimento. Conforme Zacharias (2005), o ensino de Física deve explorar múltiplas linguagens — verbal, matemática, gráfica e visual — para favorecer a construção de significado. Os GIFs interativos atuam como mediadores simbólicos, ampliando o alcance das práticas pedagógicas tradicionais.

Dessa maneira, o uso intencional de recursos visuais digitais **favorece** o protagonismo do estudante, na medida em que ele é convidado a observar, levantar

hipóteses, prever resultados e explicar os fenômenos com base nas evidências construídas durante a atividade.

### **Experimento de Oersted (1820): Corrente Elétrica como Geradora de Campo Magnético**

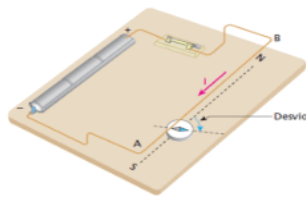
A relação entre corrente elétrica e magnetismo foi demonstrada, pela primeira vez, de forma sistemática, pelo físico dinamarquês Hans Christian Oersted, em 1820. Em seu experimento original, Oersted observou que a agulha de uma bússola, posicionada próxima a um fio condutor retilíneo, sofria deflexão sempre que uma corrente elétrica passava pelo fio. Esse fenômeno evidenciou que a corrente elétrica é capaz de gerar um campo magnético ao seu redor, estabelecendo a base para o desenvolvimento posterior do eletromagnetismo (CHANG, 2016; TIPLER; MOSCA, 2009).

Na proposta didática desenvolvida, esse conceito foi introduzido aos estudantes por meio do **GIF 6, apresentado abaixo**, acompanhado do QR Code para acesso ao material que reproduz visualmente o experimento, permitindo observar a deflexão da agulha da bússola no momento em que a corrente é acionada. O recurso digital, acessado via QR Code, favoreceu a percepção da relação de causa e efeito entre a passagem de corrente e a alteração na orientação da bússola, funcionando como elemento mediador da compreensão (BRUNER, 1973; MAYER, 2001).

A atividade consistiu na análise detalhada do GIF, utilizada como estratégia metacognitiva por meio da rotina de pensamento “Vejo – Penso – Me Pergunto”, proposta pelo Harvard Project Zero (RITCHHART; CHURCH; MORRISON, 2014). A seguir, apresenta-se a aplicação da rotina para o GIF 6 (abaixo):

- **Vejo:** A agulha da bússola se desvia quando a corrente elétrica é ativada no fio condutor.
- **Penso:** O desvio ocorre devido à formação de um campo magnético circular em torno do fio.
- **Me pergunto:** O que acontece se a corrente for invertida? Como se comporta a agulha da bússola?

Figura 6: Representação estática do GIF “Simulação do experimento de Ørsted”



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

A utilização dos GIFs como objetos de aprendizagem interativos permitiu que os estudantes estabelecessem conexões entre teoria e fenômeno físico, observando que a inversão do sentido da corrente no fio resulta na inversão do sentido do campo magnético, o que provoca a deflexão oposta da agulha. Esse aspecto é crucial para a compreensão qualitativa da Lei de Ampère e da origem do campo magnético gerado por corrente elétrica.

Segundo Ramalho, Nicolau e Toledo (2009), o experimento de Oersted constitui um marco fundamental na história do eletromagnetismo, pois revelou empiricamente que uma corrente elétrica é capaz de produzir um campo magnético. Esse resultado inaugurou uma nova compreensão sobre a relação entre eletricidade e magnetismo e abriu caminho para a formulação unificada desses fenômenos ao longo do século XIX. A deflexão da agulha observada no experimento é consistente com a descrição moderna: a corrente elétrica estabelece um campo magnético circular ao redor do fio, cujo sentido pode ser determinado pela regra da mão direita (Chabay & Sherwood, 2015). Essa abordagem, centrada na mediação visual, contribuiu para o desenvolvimento das competências gerais da BNCC, especialmente no que se refere à investigação científica, à análise de fenômenos físicos e à comunicação de conceitos científicos (BRASIL, 2018).

### **Campo Magnético Gerado por um Fio Retilíneo Muito Longo**

O estudo do campo magnético gerado por condutores retilíneos e extensos percorridos por corrente elétrica contínua constitui uma das bases da eletrodinâmica

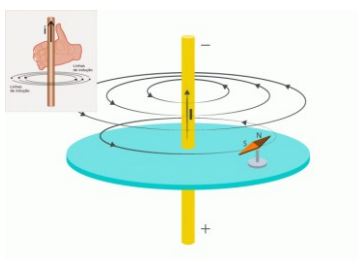
clássica e é fundamental para a compreensão das interações eletromagnéticas no Ensino Médio (HALLIDAY, 2011). A expressão “muito longo” refere-se a uma simplificação teórica que permite desconsiderar os efeitos das extremidades do fio, assumindo-se uma simetria cilíndrica para o campo.

Nesse modelo idealizado, o campo magnético ( $B$ ) se organiza ao redor do fio, formando linhas circulares concêntricas no plano perpendicular ao condutor. Essa configuração é representada nos GIFs interativos (Figuras 7, abaixo), que proporcionam uma visualização dinâmica da distribuição espacial do campo.

### A rotina investigativa VEJO – PENSO – ME PERGUNTO aplicada foi:

- **VEJO:** Linhas circulares formadas ao redor do fio nos GIFs e a orientação das agulhas das bússolas.
- **PENSO:** A corrente elétrica gera um campo magnético circular que influencia objetos próximos.
- **ME PERGUNTO:** “Como se comportaria o campo se o fio fosse dobrado?” “E se a intensidade da corrente aumentasse?” “Qual é o padrão do campo se o fio for espiralado?”

Figura 7: Representação estática do GIF “Campo magnético ao redor de um fio retilíneo longo”



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

A direção e o sentido dessas linhas são determinados pela regra da mão direita: ao segurar o fio com a mão direita, com o polegar apontando no sentido da corrente elétrica ( $i$ ), os demais dedos envolvem o fio no sentido do campo magnético ( $B$ ). Essa convenção é ilustrada de forma clara na Figura 8, associando teoria e representação gestual.

Figura 8: Representação estática do GIF “Regra da mão direita”



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.  
 QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

Para consolidar esse entendimento, os alunos analisaram o GIF com bússolas ao redor do fio (Figura 9), no qual as agulhas reagem à presença da corrente, orientando-se tangencialmente às linhas circulares do campo. Esse comportamento é difícil de observar em situações reais sem instrumentos sensíveis, tornando o recurso digital particularmente eficaz para representar o fenômeno.

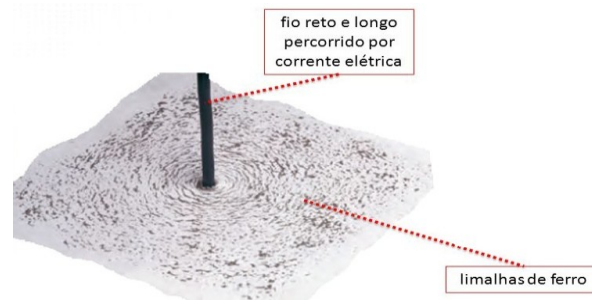
Figura 9: Representação estática do GIF “movimento bússola ao redor do fio”



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.  
 QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

A experiência prática correspondente utilizou fio condutor, fonte de tensão e limalha de ferro sobre uma placa de papelão, conforme mostrado na Figura 10. Quando energizado, o fio induz o realinhamento das limalhas, revelando a disposição circular do campo — evidência visual que reforça a validade do modelo teórico e das animações digitais.

Figura 10: Representação estática “limalhas de ferro sobre uma placa de papelão”.



Fonte da imagem: <https://slideplayer.com.br/slide/3817986/12/images/3/Limalha+de+ferro+ao+redor+do+fio.jpg>

A sequência que articula GIFs interativos com experimentação prática possibilita ao estudante explorar visualmente e conceitualmente os elementos fundamentais do campo magnético em torno de condutores. A aplicação da regra da mão direita, a identificação da orientação das agulhas das bússolas e o confronto com a simulação digital permitem integrar:

- Visualização interativa, que facilita a abstração.
- Manipulação experimental, que fornece evidência empírica.
- Interpretação conceitual, apoiada por rotinas investigativas como a “VEJO – PENSO – ME PERGUNTO”.

Essa abordagem desenvolve competências previstas pela BNCC, especialmente:

- EM13CNT307 – Compreender a força magnética sobre cargas em movimento e a formação dos campos magnéticos associados.
- Competência Geral 2 – Ao fomentar o pensamento científico, crítico e criativo.
- Competência Geral 5 – Integrando recursos digitais e estratégias interativas ao processo de aprendizagem.

### **Relação entre sentido da corrente elétrica e direção do campo magnético.**

A relação entre o sentido da corrente elétrica e a orientação do campo magnético gerado foi explorada por meio de GIFs interativos (Figuras 11 e 11.1), que oferecem perspectivas complementares — superior e lateral — do fenômeno. Esses recursos permitiram que os estudantes visualizassem, de forma clara e dinâmica, como a

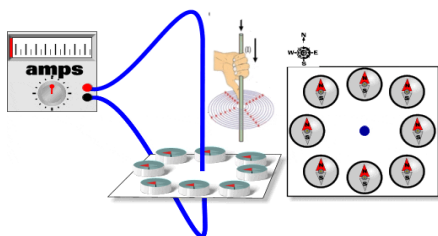
inversão da corrente altera a direção das linhas de campo magnético ao redor de um condutor retilíneo.

Com o apoio da regra da mão direita, os alunos interpretaram os vetores envolvidos: ao curvar os dedos no sentido da corrente elétrica em uma espira, o polegar indica a direção do vetor campo magnético ( $B$ ). A inversão dos terminais da fonte — representada nas animações — inverte o sentido da corrente, modificando também o vetor do campo magnético e, por consequência, os polos magnéticos resultantes.

**As observações foram concentradas em dois aspectos principais:**

- **GIF 11 (vista superior):** evidencia que uma corrente no sentido anti-horário gera um campo magnético que emerge do plano (polo norte voltado ao observador).
- **GIF 11.1 (vista lateral):** evidencia a tridimensionalidade do fenômeno, mostrando o vetor  $B$  apontando para cima.

Figura 11 – Representação estática do GIF “Inversão do sentido do campo magnético (vista superior)”



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

A primeira visualização (vista superior) possibilita compreender a orientação do campo magnético em torno do condutor quando visto perpendicularmente ao plano da corrente, destacando a simetria circular do campo. Em complemento, a segunda representação (vista lateral) permite observar a direção vertical do vetor campo magnético, evidenciando sua orientação tridimensional em relação ao plano da espira. Essa dupla perspectiva contribui para o desenvolvimento da visualização espacial do fenômeno, essencial para a compreensão de interações magnéticas complexas.

Figura 11.1 – Representação estática do GIF “Inversão do sentido do campo magnético (vista lateral)”.



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF completo disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

Mesmo sem a realização de experimentos físicos, a análise detalhada dessas representações animadas favoreceu o desenvolvimento de um raciocínio vetorial tridimensional, contribuindo para a construção de modelos mentais coerentes sobre a geração de campos magnéticos por correntes elétricas.

A atividade foi estruturada com base na lógica investigativa VEJO – PENSO – PERGUNTO (RITCHHART et al., 2011):

- **VEJO:** A corrente se inverte nos GIFs.
- **PENSO:** Isso altera o campo gerado — mas em qual direção?
- **PERGUNTO:** O que isso implica para a formação dos polos magnéticos?

Essa abordagem, centrada na análise de recursos visuais interativos, alinhou-se às seguintes competências da BNCC (BRASIL, 2018):

- **EM13CNT307** – Investigar a atuação de campos magnéticos e sua associação com correntes elétricas, utilizando representações.
- **Competência Geral 2** – Estimular a curiosidade intelectual e o pensamento científico;
- **Competência Geral 5** – Utilizar tecnologias digitais de forma crítica e criativa no processo de aprendizagem.

Essa atividade reforçou a compreensão vetorial da relação entre corrente elétrica e campo magnético, tornando visíveis conceitos que, até então, eram fortemente

abstratos ou limitados a representações estáticas. O uso de GIFs interativos como mediadores cognitivos potencializou a alfabetização científica visual (LEMKE, 1990) e o desenvolvimento da metacognição investigativa (RITCHHART et al., 2011), promovendo a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968).

Ao observar a inversão do campo magnético gerado pela corrente e correlacioná-la com a regra da mão direita, os estudantes foram conduzidos à construção ativa de modelos mentais coerentes e tridimensionais, fundamentais para o entendimento de dispositivos eletromagnéticos e suas aplicações tecnológicas. A proposta, portanto, sintetiza os princípios da abordagem híbrida: visualização interativa, raciocínio vetorial e pensamento científico fundamentado.

### **Intensidade do Vetor Indução Magnética: Lei de Ampère**

O cálculo da intensidade do campo magnético gerado por um fio retilíneo muito longo baseia-se na Lei de Ampère, que estabelece uma relação direta entre a circulação do vetor campo magnético ao longo de um percurso fechado e a corrente elétrica que atravessa a área envolvida por esse percurso (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2011).

Considerando uma linha circular de raio  $r$  centrada no fio, a simetria do sistema permite aplicar a Lei de Ampère na forma:

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 i$$

- Onde  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética do vácuo ( $4\pi \times 10^{-7}$  H/m) e  $i$  é a corrente elétrica.
- $\mathbf{B}$  é o vetor de indução magnética,
- $d\mathbf{l}$  é o elemento infinitesimal de comprimento ao longo da curva fechada,
- $i$  é a corrente elétrica que atravessa a área delimitada,

Como o vetor  $B$  é tangente à linha circular em todos os pontos (por simetria cilíndrica) e de intensidade constante, e como o ângulo entre  $B$  e  $dl$  é nulo, a equação se reduz a:

$$B \oint dl = B(2\pi r) = \mu_0 i$$

Isolando o campo magnético, obtém-se:

$$B(2\pi r) = \mu_0 i$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot r}$$

Essa expressão descreve a intensidade do vetor  $B$  em função da distância  $r$  ao fio, sendo válida em situações idealizadas com fios muito longos. A utilização de recursos visuais, como GIFs interativos, juntamente com atividades híbridas envolvendo materiais simples (fios, bússolas, fontes e limalhas de ferro), favorece:

- A compreensão vetorial e espacial do campo magnético.
- O desenvolvimento da alfabetização científica visual (LEMKE, 1990).
- A superação de concepções alternativas, como a confusão entre campo magnético e campo elétrico.

A articulação com as habilidades da BNCC no eixo de Ciências da Natureza, especialmente:

- EM13CNT303 – Interpretar o campo magnético em diferentes configurações;
- EM13CNT307 – Compreender os efeitos de correntes elétricas na geração de campos magnéticos.

De acordo com Ausubel (1968), a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos se ancoram de forma estruturada nas concepções prévias dos alunos. Os recursos utilizados nesta proposta favorecem essa ancoragem ao integrar

visualização dinâmica e manipulação prática em um processo de investigação ativa e orientada.

**Quadro 7 – Estratégias didáticas e seus fundamentos teóricos**

<b>Estratégia Didática</b>	<b>Fundamento Teórico</b>	<b>Autor(es)</b>
GIFs interativos como mediação visual	Representações icônicas e cognitivas.	Bruner (1973), Mayer (2001)
Visualização com limalha de ferro	Aprendizagem significativa e ancoragem concreta.	Ausubel (1968), Moreira (2011)
Planejamento reverso	Ensino orientado por objetivos e evidências.	Wiggins & McTighe (2005)
Rotinas de pensamento investigativo	Metacognição e promoção do pensamento crítico.	Ritchhart et al. (2011)
Integração teoria-prática com materiais acessíveis	Substantividade da aprendizagem e equidade no acesso ao saber.	Ausubel (2003), Vygotsky (2001)

Fonte: Elaborado pela autora (2025), com base em referenciais teóricos que embasam a proposta metodológica investigada nesta pesquisa.

As estratégias didáticas sintetizadas na Tabela 7 evidenciam a intencionalidade formativa desta proposta, que alia fundamentos teóricos consistentes a práticas pedagógicas visuais, acessíveis e investigativas. A integração entre GIFs interativos, experimentação simples e rotinas de pensamento promove uma aprendizagem ativa, reflexiva e significativa, potencializando o protagonismo estudantil na construção do conhecimento.

Ao articular teoria, prática e metacognição, a abordagem favorece a compreensão dos fenômenos eletromagnéticos de forma integrada e contextualizada, contribuindo para a formação de estudantes críticos, autônomos e capazes de reconhecer a ciência como instrumento de leitura e transformação da realidade.

### **Eletroímãs e Campo Magnético Gerado por Espiras e Solenoides**

A construção e análise de eletroímãs constituem um eixo estruturante para a compreensão dos conceitos de magnetismo e corrente elétrica, especialmente no Ensino Médio. Quando um fio condutor é enrolado em espiras, formando um solenoide, e esse sistema é conectado a uma fonte de corrente contínua, um campo magnético uniforme é gerado em seu interior. Este campo assemelha-se ao de um ímã permanente, porém com a vantagem de ser controlável — podendo ser ativado, desativado ou ter sua polaridade invertida mediante variações na corrente elétrica (HALLIDAY, 2011).

Segundo Serway e Jewett (2011), o campo magnético  $B$  produzido por um solenoide longo com  $N$  espiras, comprimento  $L$ , percorrido por uma corrente  $I$ , é dado por:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot i$$

Onde  $\mu_0$  representa a permeabilidade magnética do vácuo. A equação destaca que o campo magnético é diretamente proporcional ao número de espiras e à intensidade da corrente elétrica.

No campo aplicado, essa propriedade dos eletroímãs é essencial em dispositivos como relés, alto-falantes, motores elétricos, trens de levitação magnética (Maglev) e transformadores (TIPLER; MOSCA, 2008). O estudo experimental do comportamento de solenoides proporciona aos estudantes uma vivência concreta sobre a geração de campos magnéticos por correntes elétricas e sua manipulação.

### Visualização com GIFs Interativos

Para explorar esse conteúdo, foram utilizados quatro GIFs interativos, descritos a seguir (Apêndice A):

- **GIF 3** – Comportamento das linhas de campo magnético em um solenoide.
- **GIF 4** – Campo magnético gerado por um eletroímã.
- **GIF 17** – Intensidade maior do campo no centro de uma espira.
- **GIF 21** – Representação do campo magnético gerado por um solenoide com corrente contínua.

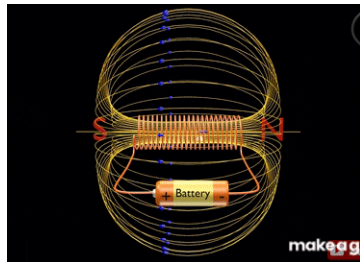
Os GIFs interativos completos, incluindo QR Codes para acesso, estão organizados e disponibilizados no Apêndice A, facilitando a consulta e a reprodução das animações durante as atividades investigativas.

Esses GIFs, conforme proposto na Figura 12 (acessível por QR Code), facilitaram a **visualização de fenômenos complexos**, permitindo que os alunos compreendessem:

- A relação direta entre o número de espiras e a intensidade do campo magnético.
- A inversão de polaridade em função da mudança no sentido da corrente elétrica.
- A uniformidade do campo magnético no interior de um solenoide longo.

Esses recursos atuaram, portanto, como gatilhos conceituais e mediadores visuais, conectando abstrações teóricas à prática empírica. O acesso aos GIFs foi viabilizado via QR Code, permitindo consultas em tempo real durante as atividades investigativas.

Figura 12: Representação estática do GIF “Campo magnético gerado por um eletroímã”.



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.  
 QR Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

## Integração com Atividades Experimentais

Nesta etapa da proposta didática, os estudantes interagiram com os GIFs interativos – “Campo Magnético Gerado por Corrente em Espira Circular”. Os recursos foram elaborados pela pesquisadora e pelo co-pesquisador, contendo visualizações segmentadas que evidenciam a distribuição do campo magnético gerado por correntes elétricas em condutores enrolados.

A utilização exclusiva dos GIFs nesta atividade teve como objetivo promover a visualização dinâmica de fenômenos eletromagnéticos, como o padrão das linhas de campo ao redor de espiras e solenoides, bem como a analogia com o campo de um ímã permanente. A observação desses fenômenos em meio digital favorece a construção de modelos mentais mais elaborados, atuando como ferramenta cognitiva

que articula a linguagem visual com os conceitos científicos abstratos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; MOREIRA, 2011).

Conforme aponta Lemke (1990), a mediação semiótica promovida por representações multimodais permite que os estudantes transitem entre diferentes registros de significado (visual, verbal, simbólico), o que contribui para uma compreensão mais integrada do conteúdo. Neste contexto, os GIFs atuaram como artefatos de mediação na aprendizagem dos conceitos de eletromagnetismo, especialmente na relação entre corrente elétrica e indução de campo magnético.

### **Metodologia Interativa: VEJO – PENSO – PERGUNTO**

A atividade foi estruturada com base na metodologia investigativa **VEJO – PENSO – PERGUNTO**, que organiza a exploração dos GIFs em três etapas cognitivas articuladas:

- **VEJO:** Os estudantes observaram a simulação da distribuição do campo magnético gerado por espiras e solenoides, com destaque para o comportamento das linhas de campo e a direção convencional da corrente elétrica.
- **PENSO:** Foram instigados a antecipar mudanças no comportamento do campo ao modificar variáveis como o número de espiras, o sentido da corrente ou o formato do enrolamento, mobilizando conhecimentos prévios sobre magnetismo.
- **PERGUNTO:** A partir da observação, elaboraram hipóteses e explicações sobre o comportamento observado nos GIFs, discutindo possíveis implicações e relações com o funcionamento de dispositivos eletromagnéticos.

Esta abordagem se articula com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968), uma vez que promove a ancoragem de novos conceitos às estruturas cognitivas pré-existentes dos alunos, favorecendo a retenção e compreensão duradoura.

## **Contribuição para o Desenvolvimento de Competências**

Apesar de não ter havido experimentação prática em laboratório nesta atividade específica, o uso de recursos visuais animados possibilitou a exploração teórica de fenômenos eletromagnéticos de forma dinâmica e contextualizada. A proposta dialoga diretamente com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), especialmente no que se refere à habilidade EM13CNT306, que propõe a investigação de eletroímãs e motores elétricos com base nos princípios do eletromagnetismo.

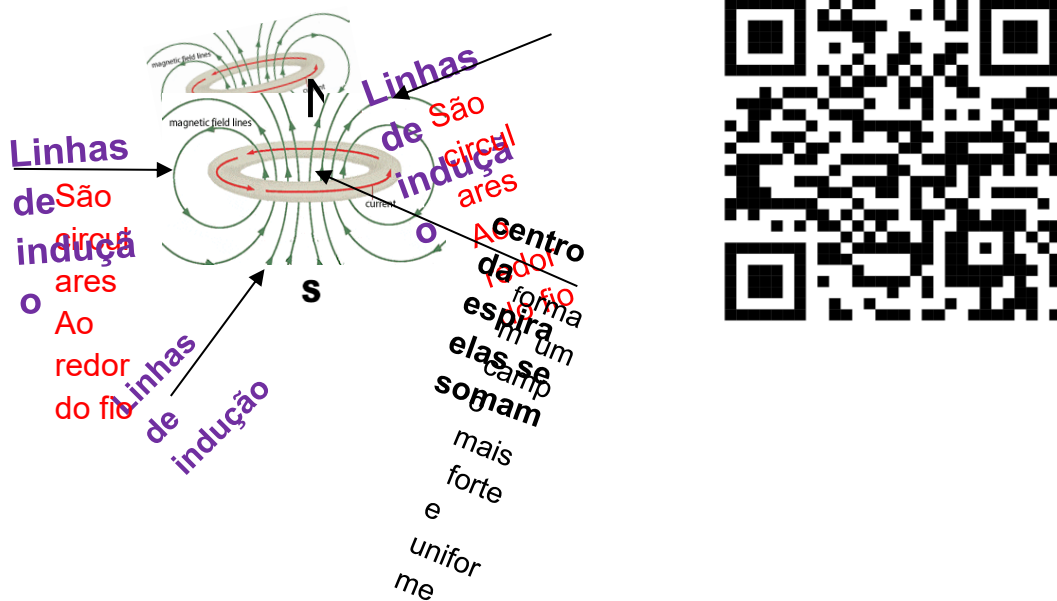
Ao conjugar linguagem visual, inferência lógica e discussão científica, a proposta contribuiu para o desenvolvimento de uma postura investigativa, crítica e autônoma, aspectos essenciais para a formação científica no Ensino Médio (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; MOREIRA, 2011).

### **Linhas de Indução, Polos da Espira e Intensidade do Campo Magnético**

A compreensão da organização espacial dos campos magnéticos é fundamental no ensino de física, sobretudo no eixo temático da eletrodinâmica. Nesse contexto, a representação das linhas de indução magnética desempenha papel didático crucial. Essas linhas são construções conceituais que indicam, ponto a ponto, a direção e o sentido do vetor indução magnética  $B$ , além de expressarem qualitativamente sua intensidade — quanto mais próximas entre si, mais intenso é o campo na região observada (Halliday, Resnick & Walker, 2011).

O GIF interativo ilustra a configuração das linhas de indução magnética produzidas por uma espira circular percorrida por corrente elétrica. Como se observa, essas linhas saem de um lado da espira (polo Norte) e retornam pelo lado oposto (polo Sul), formando um padrão semelhante ao de um ímã em barra — evidenciando a natureza dipolar do campo magnético gerado. Essa representação pode ser dinamicamente visualizada por meio de GIFs interativos, como ilustrado nas Figuras 13, acessadas via QR Code, que demonstram a disposição concêntrica das linhas de campo em torno de espiras circulares.

Figura 13: Representação estática do GIF “Linhas de indução magnética em espira circular”.



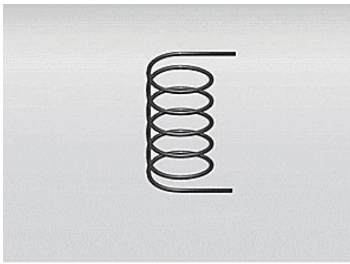
Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

Essa representação gráfica fornece aos estudantes uma base conceitual sólida sobre a organização espacial dos campos magnéticos, além de auxiliar na compreensão da direção e intensidade do vetor de indução magnética  $B$ , cuja densidade das linhas indica regiões de maior intensidade (Halliday et al., 2011).

Para potencializar essa compreensão, o gif 14 (Figura 14) permite a observação dinâmica da formação e circulação do campo. Ao recorrer a GIFs interativos, em forma de QR code, proporciona-se ao aluno uma vivência visual e exploratória do fenômeno, conforme sugerido por Mayer (2001), que destaca que recursos visuais animados favorecem a organização da informação e a construção de inferências causais — especialmente em temas abstratos como os campos vetoriais tridimensionais.

Figura 14: Representação estática do GIF “campo de uma espira”



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

A associação entre o sentido da corrente e os polos pode ser determinada pela regra da mão direita: ao curvar os dedos no sentido da corrente, o polegar aponta para o polo norte do campo magnético gerado pela espira. A compreensão desse modelo permite que o estudante estabeleça analogias com ímãs permanentes, favorecendo a construção de conceitos como:

- Dipolo magnético.
- Superposição de campos.
- Direcionalidade e simetria do campo em diferentes configurações.

No âmbito pedagógico, essa combinação de representação gráfica com GIFs interativos dinamiza a aprendizagem e torna o processo mais significativo, como propõe Ausubel (1968).

Essa abordagem está em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), particularmente com a habilidade EM13CNT307, que orienta a explicação da força magnética sobre cargas elétricas em movimento e suas aplicações tecnológicas. Além disso, alinha-se às Competências Gerais 2 e 5, ao promover a investigação ativa e o uso crítico de tecnologias digitais no processo de construção do conhecimento.

### **Articulação entre Recursos e Objetivos Didáticos**

A seguir, apresenta-se na tabela 6 a relação entre os principais recursos didáticos utilizados na proposta e seus respectivos objetivos pedagógicos, com foco na promoção de aprendizagens significativas por meio da experimentação, visualização e desenvolvimento de habilidades cognitivas no ensino de Eletricidade e Magnetismo.

Organização dos recursos metodológicos e suas contribuições pedagógicas no ensino de Eletricidade e Magnetismo.

**Tabela 6 – Articulação entre recursos e objetivos didáticos**

<b>Recurso Utilizado</b>	<b>Finalidade Didática</b>	<b>Aplicação na Proposta</b>
GIFs interativos	Facilitar a visualização de fenômenos abstratos e invisíveis	Campo magnético, força de Lorentz e espiras (aulas 2, 3 e 5)
Limalha de ferro	Evidenciar fisicamente as linhas de campo magnético	Experimentos com ímãs e espiras em atividades práticas
QR Codes	Proporcionar acesso rápido e individualizado aos recursos digitais.	Integrados em roteiros impressos e na lousa digital.
Rotinas de pensamento	Estimular a análise crítica, inferência e formulação de hipóteses.	Aplicação da estratégia “Vejo – Penso – Me Pergunto” nas aulas
Roteiros experimentais	Orientar a investigação prática e assegurar o foco conceitual.	Guiam a exploração nas aulas 2, 3 e 5.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

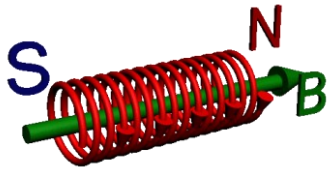
### **O Solenoide: Campo Magnético e Representação Visual**

O solenoide é uma das configurações mais relevantes no estudo do eletromagnetismo por sua capacidade de produzir campos magnéticos intensos, direcionais e aproximadamente uniformes em seu interior, características que o aproximam do comportamento de um ímã permanente.

Trata-se de um fio condutor enrolado em espiras helicoidais ao longo de um tubo cilíndrico. Quando percorrido por corrente elétrica contínua, o conjunto de espiras atua como uma superposição de campos magnéticos gerados por cada laço individual, resultando em um campo coerente e bem direcionado ao longo do eixo longitudinal do solenoide. Esse comportamento é fundamental para aplicações em motores, transformadores, relés e eletroímãs industriais. Gif 15 (Figura 15) abaixo – Representação gif, QR code de um solenoide gerando campo magnético.

O GIF interativo ilustra a geometria helicoidal do fio condutor, a orientação axial do vetor  $B$  e a formação dos polos magnéticos.

Figura 15: Representação estática do GIF “solenóide gerando campo magnético”.



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR

Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

A visualização interativa, como mostra o GIF em QR Code na Figura 15, favorece a compreensão da estrutura tridimensional do solenoide, da direção do campo gerado em seu interior e da posição relativa dos polos. O uso de representações visuais como essa contribui significativamente para o processo de alfabetização científica visual, conforme defendem Lemke (1990) e Mayer (2001).

### Analogia: Mola de Caderno e Solenoide

A analogia entre solenoide e a mola metálica de um caderno espiral é comum no ensino de eletromagnetismo, pois ambas possuem estrutura helicoidal semelhante, facilitando a visualização tridimensional do solenoide. Contudo, somente o solenoide é funcional no contexto eletromagnético, pois é feito de material condutor e conduz corrente elétrica, gerando campo magnético (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2011). A Tabela 7 compara as características físicas e funcionais dessas estruturas. Conforme Gentner (1983), analogias são úteis para introduzir conceitos, mas suas limitações devem ser explicitadas para evitar confusões conceituais.

**Tabela 7 – Comparação estrutural e funcional entre solenoide e mola de caderno**

Característica	Solenoide	Mola de Caderno
Material	Fio condutor (cobre ou alumínio)	Fio metálico comum (geralmente aço)
Corrente elétrica	Sim, conduz corrente elétrica.	Não projetada para condução elétrica.
Campo magnético	Gera campo magnético intenso.	Não gera campo magnético.
Aplicação principal	Eletroímãs, motores, transformadores	Encadernação de folhas

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quando bem utilizada, essa analogia amplia a compreensão espacial do solenoide, mas requer atenção para separar estrutura física e comportamento eletromagnético.

### **Integração entre Estratégias Pedagógicas e Fundamentos Teóricos**

A proposta metodológica apoia-se em estratégias de mediação do conhecimento fundamentadas em teorias clássicas e atuais da aprendizagem. A Tabela 8 resume as principais práticas pedagógicas e seus fundamentos teóricos, alinhadas à aprendizagem significativa, alfabetização científica visual e metodologias ativas.

<b>Estratégia Didática</b>	<b>Fundamento Teórico</b>	<b>Autor(es)</b>
Uso de GIFs interativos como mediação visual	Representações icônicas e cognitivas	Bruner (1973), Mayer (2001)
Visualização empírica com limalhas de ferro	Aprendizagem significativa e ancoragem concreta	Ausubel (1968), Moreira (2011)
Planejamento reverso	Ensino com base em objetivos finais e evidências de aprendizagem.	Wiggins & McTighe (2005)
Rotinas de pensamento investigativo	Metacognição e promoção do pensamento crítico	Ritchhart et al. (2011)
Integração teoria-prática com materiais acessíveis	Profundidade conceitual e equidade no acesso ao saber	Ausubel (2003), Vygotsky (2001)

**Tabela 8 – Estratégias didáticas e seus fundamentos teóricos**

Fonte: Elaborado pela autora com base em referencial teórico-pedagógico (2025).

### **Visualização com GIFs Interativos**

GIFs interativos nesta etapa facilitam a compreensão do campo magnético gerado por solenoides, permitindo observar linhas de indução, polos magnéticos e efeitos da variação da corrente ou número de espiras. Esses recursos tornam mais acessíveis conceitos vetoriais abstratos, como intensidade, direção e sentido do campo magnético (SILVA; MOREIRA, 2021).

A interatividade via QR Codes favorece a aprendizagem ativa, autonomia e articulação entre teoria e prática, alinhada às competências da BNCC (BRASIL, 2018), como pensamento científico, crítico e criativo (BORGES; SALVADOR, 2020).

### Fórmula do Campo Magnético no Interior do Solenoide

O módulo do vetor de indução magnética no interior de um solenoide longo é dado por:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i \qquad n = \frac{N}{L}$$

Em que:

- **B** é a intensidade do campo magnético (em teslas, T);
- $\mu_0$  é a permeabilidade magnética do meio ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ );
- **n** é a densidade de espiras (número de espiras por metro);
- **i** é a intensidade da corrente elétrica (em ampères, A).

Essa relação mostra que o campo magnético é diretamente proporcional à densidade de espiras e à intensidade da corrente elétrica. Em um solenoide ideal, essa intensidade permanece praticamente constante na região central, especialmente quando o comprimento do dispositivo é muito maior que seu raio, o que justifica sua aproximação como campo uniforme em diversos contextos didáticos e tecnológicos.

### Características do Campo Magnético no Solenoide

**Tabela 9 – Propriedades do campo magnético no interior de um solenoide**

Característica	Descrição
Uniformidade	O campo é aproximadamente constante em módulo e direção no interior do solenoide, especialmente quando este é longo.
Direcionalidade	O vetor campo magnético é orientado paralelamente ao eixo longitudinal da bobina.
Sentido	Determinado pela regra da mão direita: os dedos acompanham o sentido da corrente e o polegar indica o sentido do vetor B.
Polaridade	O polo norte é o lado por onde as linhas de campo “saem”, e o polo sul é o lado por onde elas “entram”.
Reversibilidade	Ao inverter o sentido da corrente, os polos também se invertem, revelando a natureza reversível do campo magnético.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 9 organiza as principais propriedades físicas do campo magnético gerado por um solenoide, estrutura amplamente utilizada em experimentos e dispositivos eletromagnéticos. No interior de um solenoide longo e com espiras uniformemente distribuídas, o campo magnético apresenta-se aproximadamente constante em intensidade e direção, o que o caracteriza como uniforme.

O vetor campo é orientado ao longo do eixo do solenoide, e seu sentido pode ser identificado pela regra da mão direita. A polaridade do campo, determinada pela orientação das linhas de campo, define os polos norte e sul, analogamente ao que ocorre em ímãs permanentes.

A reversibilidade do campo magnético ao se inverter o sentido da corrente elétrica convencional evidencia o caráter diretamente proporcional e determinístico da relação entre corrente e campo. Esse comportamento confirma as previsões da regra da mão direita e fundamenta o princípio de funcionamento de solenoides e eletroímãs.

### **Polos de um Solenóide**

Assim como um ímã permanente, um solenóide percorrido por corrente elétrica **possui pólos magnéticos**, apresentando regiões que podem ser identificadas como pólos. O polo norte corresponde ao lado por onde as linhas de indução magnética **emergem**, enquanto o polo sul corresponde ao lado por onde as linhas **penetram**, conforme o modelo de campo proposto na literatura de eletromagnetismo (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

Quando se inverte o sentido da corrente elétrica, os polos também se invertem, evidenciando a natureza reversível do campo magnético gerado por corrente contínua. Essa reversibilidade pode ser observada de forma clara com o uso de GIFs interativos, que ilustram em tempo real a inversão do campo com a troca do sentido da corrente.

### **No estudo do campo magnético em solenoides**

A proposta de uso de experimentos híbridos com apoio de GIFs interativos visa proporcionar ao estudante uma vivência que alia observação empírica e visualização digital. Enquanto a experimentação com solenoides reais (feitos com fio de cobre e

fonte de corrente) permite explorar fenômenos como orientação de bússolas e magnetização de núcleos ferrosos, os GIFs fornecem suporte visual contínuo para a interpretação do campo gerado.

Essa abordagem está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente nas competências da área de Ciências da Natureza no Ensino Médio:

- (EM13CNT103): Analisar a produção de campos magnéticos por correntes elétricas, interpretando seu comportamento e aplicabilidade.
- (EM13CNT204): Utilizar recursos tecnológicos digitais para simular, observar e interpretar fenômenos físicos.
- (EM13CNT301): Relacionar fenômenos físicos com aplicações tecnológicas do cotidiano, promovendo a contextualização e o pensamento crítico.

Essa estratégia híbrida favorece a compreensão de conteúdos complexos ao integrar múltiplas linguagens de representação — simbólica, visual e experimental —, incentivando o desenvolvimento de competências cognitivas superiores, como análise, inferência e abstração, em consonância com metodologias investigativas e ativas no ensino de Ciências da Natureza.

### **Síntese Conceitual**

A Tabela 10 (abaixo) apresenta uma síntese dos principais aspectos físicos e pedagógicos relacionados ao campo magnético gerado por solenoides. A origem do campo magnético no interior do solenoide decorre da superposição dos campos produzidos por cada espira percorrida por corrente elétrica, resultando em um campo aproximadamente uniforme e paralelo ao eixo longitudinal da bobina.

A direção e o sentido do vetor campo são definidos pela aplicação da regra da mão direita, e os polos do solenoide seguem o mesmo princípio observado em ímãs permanentes.

**Tabela 10 – Síntese conceitual sobre o campo magnético em solenoides**

<b>Aspecto</b>	<b>Descrição</b>
Origem do Campo Magnético	Superposição dos campos de cada espira percorrida por corrente elétrica.
Distribuição do Campo	Uniforme e paralelo ao eixo no interior; quase nulo no exterior.
Direção e Sentido do Campo	Determinado pela regra da mão direita aplicada às espiras.
Polaridade	Linhas de campo “saem” do polo norte e “entram” pelo polo sul.
Variação com Corrente (I)	Campo magnético proporcional à intensidade da corrente elétrica.
Variação com Densidade de Espiras (n)	Campo magnético aumenta com o número de espiras por metro.
Analogia Didática	Funciona como um ímã em barra; estrutura comparável à mola de caderno.
Visualização Digital	Utilização de GIFs interativos para reforçar os conceitos dinâmicos.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além das propriedades estruturais, a tabela 10 (acima) destaca a influência da corrente elétrica e da densidade de espiras sobre a intensidade do campo magnético, indicando uma relação proporcional entre essas variáveis. Em termos didáticos, a analogia com o ímã em barra e com a estrutura de uma mola de caderno permite ao estudante relacionar o conceito físico com elementos do cotidiano.

Por fim, a utilização de GIFs interativos é destacada como estratégia de visualização digital eficaz, especialmente para a compreensão dinâmica de fenômenos como a reversibilidade do campo e a polaridade magnética.

Essa síntese reforça a relevância de integrar recursos visuais e experimentais no processo de ensino-aprendizagem, viabilizando uma abordagem mais significativa e contextualizada dos conceitos de eletromagnetismo.

### **Interação Campo–Corrente: Força Magnética e Regra da Mão Direita**

Após a compreensão de que uma corrente elétrica gera um campo magnético, o estudo avançou para a análise das interações entre campos magnéticos e condutores com corrente, com base nos GIFs 17, 18 e 19. Esses recursos visuais tridimensionais auxiliaram na compreensão da força magnética que atua sobre cargas elétricas em movimento, descrita pela Lei de Lorentz:

$$\vec{F}_B = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

Essa força magnética é perpendicular ao plano formado pelos vetores de velocidade da carga elétrica  $\vec{v}$  e campo magnético  $\vec{B}$ , o que resulta em trajetórias curvas ou deslocamentos nos condutores, além de torques em espiras condutoras. Os GIFs permitirão aos estudantes visualizar essas interações vetoriais em três dimensões, esclarecendo como se relacionam a direção da corrente, a orientação do campo magnético e o sentido da força resultante, favorecendo a compreensão da aplicação da regra da mão direita.

### Visualização e Didática da Força de Lorentz em Motores Elétricos

A força magnética exercida sobre uma carga elétrica em movimento em um campo magnético – conhecida como força de Lorentz – é o princípio fundamental por trás do funcionamento de motores elétricos. Em tais dispositivos, espiras condutoras imersas em um campo magnético uniforme sofrem forças magnéticas em lados opostos da espira, resultando em um torque que provoca sua rotação contínua. Esse fenômeno pode ser descrito quantitativamente por:

$$\tau = N \cdot i \cdot B \cdot A \cdot \sin(\theta)$$

Onde:

N = número de espiras.

i = corrente elétrica.

B = campo magnético.

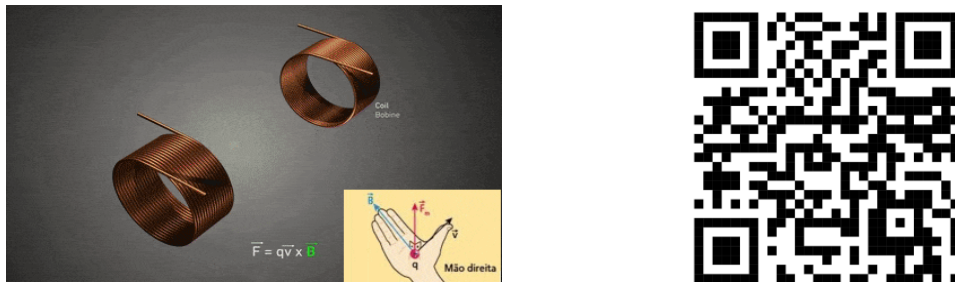
A = área da espira.

$\theta$  = ângulo entre a espira e o campo.

A utilização de representações visuais dinâmicas, como os GIFs interativos, permite ilustrar esse processo com mais clareza. A Figura 17, acessível por meio do QR Code, mostra a rotação de uma espira em um campo magnético uniforme.

O GIF interativo destaca o papel da força de Lorentz na geração do torque magnético, essencial ao funcionamento de motores elétricos.

Figura 17: Representação estática do GIF “Regra da mão direita e torque”.



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

A animação ilustra o momento em que forças magnéticas de sentidos opostos, geradas nos lados paralelos da espira, produzem um torque resultante. O vetor força é orientado segundo a regra da mão direita:

- Os **dedos** indicam o sentido da corrente elétrica ( $i$ ).
- A **palma** representa o sentido do campo magnético ( $B$ ).
- O **polegar** mostra a direção da força magnética ( $F$ ).

Essa representação vetorial contribui para a compreensão tridimensional do fenômeno, ao evidenciar como a interação entre corrente elétrica e campo magnético leva à transformação de energia elétrica em energia mecânica – princípio operacional dos motores.

Do ponto de vista pedagógico, a simulação dinamizada por GIF favorece a alfabetização científica visual (LEMKE, 1990), à medida que permite que os estudantes articulem modelos gráficos com conceitos físicos. Além disso, a abordagem estimula a metacognição no processo de aprendizagem (RITCHHART et al., 2011), pois os estudantes são convidados a refletir sobre o que observam, pensam e perguntam, segundo a lógica investigativa da sequência VEJO – PENSO – PERGUNTO.

Esse conteúdo dialoga diretamente com as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio:

- EM13CNT103 – Analisar a produção de campos magnéticos e suas interações com correntes elétricas, para compreender o funcionamento de dispositivos tecnológicos.

- EM13CNT301 – Relacionar conceitos físicos a aplicações tecnológicas, reconhecendo a ciência como processo de transformação do mundo material.

A atividade proposta, ao integrar visualização interativa, raciocínio vetorial e aplicação tecnológica, fortalece a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968), pois promove a ancoragem de novos conceitos a estruturas cognitivas já existentes, consolidando a compreensão dos princípios eletromecânicos envolvidos.

### **Indução Eletromagnética: Fundamentos, Leis e Aplicações**

A indução eletromagnética, fenômeno descoberto por Michael Faraday em 1831, descreve a geração de uma força eletromotriz (*fem*) induzida em um circuito devido à variação do fluxo magnético que o atravessa. Segundo Serway e Jewett (2011), “uma corrente é induzida em um circuito fechado sempre que o fluxo magnético que atravessa a superfície limitada pelo circuito varia com o tempo”. Essa indução pode ocorrer pela variação da intensidade do campo magnético, pelo movimento relativo entre ímã e condutor ou pela alteração da geometria da espira.

A Lei de Faraday e a Regra de Lenz formalizam esse comportamento, embasando o funcionamento de transformadores, motores, freios magnéticos e geradores. Conforme destacam Lezzi et al. (2010), “a indução eletromagnética é o princípio de funcionamento do gerador mecânico de energia elétrica”, sendo também aplicada em sistemas de som, captadores de guitarra, microfones e dispositivos automotivos. Esse avanço, desenvolvido simultaneamente por Joseph Henry nos Estados Unidos, evidencia a relevância universal do fenômeno, considerado “talvez o passo mais útil dado pelo homem até hoje, na área das chamadas ciências exatas” (LEZZI et al., 2010).

#### **Como ocorre a indução eletromagnética?**

A indução eletromagnética ocorre sempre que há variação do fluxo magnético,  $\phi_B$  através de uma espira ou bobina. Isso pode se dar por:

- Alteração na intensidade do campo magnético.
- Movimento relativo entre campo e condutor.
- Mudança na área ou inclinação da espira.

A variação temporal do fluxo gera uma *fem* induzida e, em circuitos fechados, uma corrente elétrica. Importante ressaltar que esse fenômeno não requer contato físico entre os elementos envolvidos, apenas uma variação dinâmica no sistema magnético.

### **Lei de Faraday – uma breve recapitulação da equação da indução**

A Lei de Faraday pode ser expressa por:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt}$$

$\varepsilon$  Força eletromotriz induzida (V);

$\phi_B$  Fluxo magnético *dado por*  $\phi_B = B \cdot A \cdot \cos \theta$

$\frac{d\phi_B}{dt}$  *Taxa de variação temporal do fluxo*

O sinal negativo é consequência da Lei de Lenz, que determina que o sentido da corrente induzida sempre se opõe à variação do fluxo que a causou.

### **Como gerar indução eletromagnética**

- Movimentar um ímã em direção ou afastando-se de uma espira condutora: a variação do campo magnético ao longo do tempo gera uma corrente induzida.
- Alterar a corrente em um eletroímã próximo a um circuito: a mudança no campo magnético produzido pela corrente variável induz tensão na espira próxima.
- Modificar a área ou a inclinação da espira em relação às linhas de campo magnético: altera-se o valor do fluxo magnético que atravessa a espira, gerando *fem* induzida.

**Tabela 11 – Características da indução eletromagnética**

<b>Propriedade</b>	<b>Descrição</b>
Ação à distância	Ocorre sem contato físico direto entre ímã e espira.
Variação temporal do fluxo	Corrente induzida só ocorre se o fluxo variar com o tempo.
Intensidade proporcional à taxa	A fem induzida cresce conforme aumenta a taxa de variação do fluxo
Aplicações tecnológicas	Base de transformadores, geradores, motores e sistemas de freio magnético

**Fonte:** Elaborado pela autora (2025).

A Tabela 11 sintetiza as principais características que definem o fenômeno da indução eletromagnética, conforme previsto pela Lei de Faraday.

Essas propriedades destacam que a indução não exige contato físico entre os elementos do sistema, mas sim uma variação temporal do fluxo magnético. Além disso, a tabela evidencia que, quanto maior a rapidez dessa variação, maior será a força eletromotriz induzida. Tais aspectos explicam a ampla aplicação da indução eletromagnética em dispositivos tecnológicos utilizados no cotidiano, como transformadores, geradores e sistemas de frenagem magnética.

### **Representação Visual Da Indução Eletromagnética**

GIFs interativos acessados via QR Codes permitem que os alunos observem em tempo real o surgimento de corrente induzida em uma espira ao variar o campo magnético ao seu redor. Esses recursos favorecem a visualização do fenômeno e a internalização dos conceitos abstratos, reforçando a alfabetização científica visual e o raciocínio investigativo.

### **Queda de um ímã em um tubo de alumínio**

A compreensão da indução eletromagnética é essencial para a construção conceitual de dispositivos como transformadores, motores, geradores e sistemas de freio magnético. No contexto do Ensino Médio, esse conteúdo pode ser explorado de maneira acessível e didática por meio de uma das experiências mais demonstrativas: a queda de um ímã dentro de um tubo metálico. Essa atividade destaca os efeitos das correntes parasitas (também conhecidas como correntes de Foucault) e o princípio da Lei de Lenz, tornando-se um excelente exemplo de ensino híbrido quando associada ao uso de GIFs interativos.

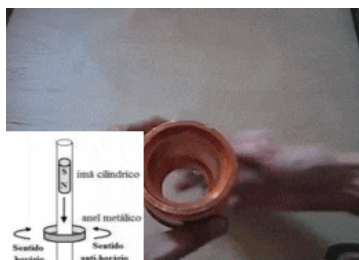
## Descrição do fenômeno

Ao deixar cair um ímã cilíndrico dentro de um tubo condutor (como alumínio ou cobre), ocorre:

- Uma variação do fluxo magnético nas paredes do tubo, causada pelo movimento do ímã.
- A geração de correntes induzidas de acordo com a Lei de Faraday.
- Uma força de oposição (segundo a Lei de Lenz) ao campo que a originou, desacelerando a queda do ímã.

Essa força magnética ascendente atua contra a gravidade, sem anulá-la completamente, o que resulta em uma queda mais lenta. O sistema se autorregula: se a velocidade da queda aumentasse, o fluxo também variaria mais rapidamente, e a corrente induzida cresceria, intensificando a força de oposição.

Figura 18: Representação estática do GIF “Queda de um ímã em um tubo de alumínio”.

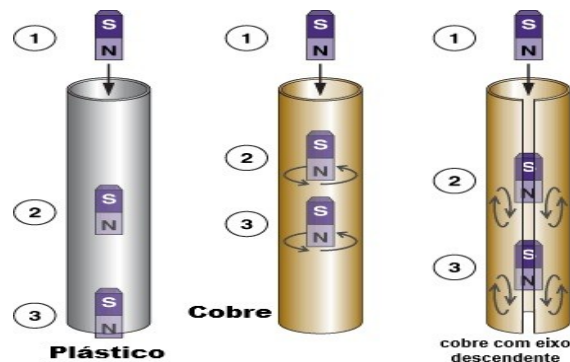


Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.  
QR Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

O GIF mostra a desaceleração do ímã ao cair por um tubo metálico, evidenciando a força magnética de oposição gerada pelas correntes parasitas. Quando comparado na queda livre em um tubo não condutor, como PVC ou plástico, observa-se a ausência de resistência magnética. Os GIFs interativos, acessados por QR Codes, foram fundamentais para ilustrar com clareza:

- A variação de fluxo magnético é gerada pelo movimento do ímã.
- A formação e o sentido das correntes parasitas nas paredes do tubo.
- A aplicação direta da Lei de Lenz, com a produção de campos magnéticos opostos ao campo do ímã.
- O papel dessas forças na desaceleração visível do corpo.

Figura 19: Representação estática “Ímã em um tubo de alumínio”.



Fonte: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQfn0L7ZL8znFTpHyd0MJieJTDoTOhI77PIhORQe09w0LZs6WswcOPT-JYPC7nPrXkiHxs&usqp=CAU>.

A imagem compara três situações: queda em tubo isolante, tubo de cobre fixo e tubo de cobre rotativo. Em cada uma, as forças de interação variam conforme o material e o movimento relativo entre o ímã e o condutor.

### Simetria e Reversibilidade

Outro aspecto conceitualmente relevante é a simetria da Lei de Lenz. Ao inverter o ímã (polo sul voltado para baixo), as correntes induzidas também se invertem, mas a força magnética de oposição continua agindo para cima.

Esse comportamento evidencia a universalidade da lei: o sistema sempre se opõe à variação do fluxo, independentemente da orientação do campo magnético original. Esse princípio está diretamente presente em diversas aplicações tecnológicas, como:

- Freios magnéticos em trens de alta velocidade e elevadores industriais.
- Sistemas de levitação eletrodinâmica (EDS), como nos trens MagLev.

Figura 20 – Representação estática do GIF: “Vetores da corrente induzida, do campo magnético e da força de oposição”.



FONTE: A autora. Imagem gerada com auxílio da ferramenta ChatGPT (OpenAI, 2025).  
 Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

Aplicação da rotina investigativa **VEJO – PENSO – PERGUNTO**, com questões como:

- “Se o tubo for de outro material, o efeito se repete?”
- “Como a corrente induzida depende da velocidade do ímã?”
- “O sentido da corrente muda se o ímã for invertido?”

Esses questionamentos demonstram o potencial investigativo da atividade, alinhando-se à habilidade EM13CNT306 da BNCC, que propõe a análise do funcionamento de dispositivos eletromagnéticos com base em evidências e modelos científicos.

A atividade envolveu a queda do ímã, que representou um dos momentos conceitualmente mais densos da sequência didática. Sua articulação com GIFs interativos, experimentos com tubos metálicos e discussões orientadas permitiu:

- Construção de modelos mentais tridimensionais sobre o fenômeno (LEMKE, 1990);
- Estímulo à inferência causal e ao pensamento crítico (MAYER, 2001);
- Desenvolvimento da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003);

O GIF apresenta vetores tridimensionais que representam o sentido da corrente induzida, do campo magnético gerado e da força resultante sobre o ímã. Essa representação vetorial facilita a compreensão do funcionamento da indução eletromagnética no interior de condutores metálicos.

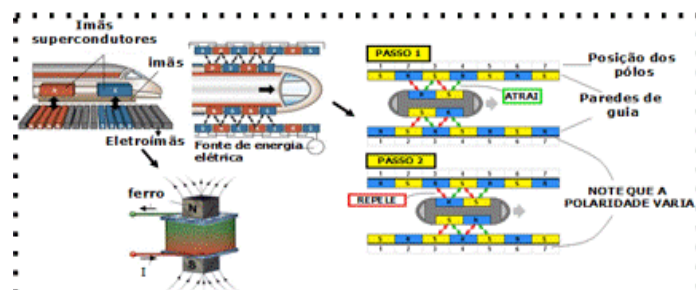
## Aplicações tecnológicas — trem MagLev

A fim de despertar a curiosidade que leve à compreensão da Lei de Lenz e das correntes de Foucault, esta proposta sugere voltar a atenção ao MagLev.

“Você já se perguntou como algo pode "flutuar" sem qualquer apoio visível? A física tem uma resposta elegante: a indução eletromagnética. Segundo a Lei de Faraday, sempre que ocorre uma variação no fluxo magnético sobre um condutor, surge uma corrente elétrica induzida. Essa corrente, por sua vez, gera seu próprio campo magnético, o qual — conforme a Lei de Lenz — se opõe à variação que o originou. É exatamente esse princípio que possibilita a levitação magnética.”

Para ilustrar a aplicação prática desse fenômeno, a proposta híbrida explorou os sistemas de levitação magnética (MagLev) — trens que podem ultrapassar os 500 km/h sem atrito com os trilhos.

Figura 21: Representação estática do GIF “Representação esquemática do trem de levitação magnética”.



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

Esse trem utiliza ímãs supercondutores que, ao se movimentarem, induzem correntes de Foucault no trilho metálico. De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2014), a levitação magnética em sistemas de maglev ocorre devido à interação entre campos magnéticos produzidos por correntes elétricas induzidas e o campo do ímã ou eletroímã condutor do sistema. Essas correntes induzidas — descritas pela Lei de Faraday-Lenz — originam campos magnéticos de oposição, responsáveis pela força de repulsão que sustenta o trem acima dos trilhos.

Tipler e Mosca (2015) ressaltam que o uso desse princípio reduz significativamente o atrito mecânico, permitindo maior eficiência energética e velocidades elevadas, uma vez que o contato físico entre trem e trilho praticamente inexistente.

Na sequência didática, os estudantes analisaram os GIFs — um esquemático e outro mostrando o MagLev em funcionamento.

Figura 22: Representação estática do GIF “O trem de levitação magnética”



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

Essa atividade promoveu uma compreensão aprofundada e visual sobre:

- Correntes de Foucault.
- Interação entre campo magnético e movimento.
- Indução eletromagnética e força de repulsão.
- Aplicações reais da física no mundo tecnológico.

“A alfabetização científica visual é essencial para a construção de modelos mentais tridimensionais sobre fenômenos invisíveis à percepção direta” (Lemke, 1990).

A atividade também desenvolveu habilidades como:

- EM13CNT103 – Análise de campos magnéticos e seus efeitos tecnológicos;
- Competência Geral 2 da BNCC – Capacidade de investigar fenômenos com base em evidências.

Por fim, perguntas investigativas como “Por que a levitação só ocorre em movimento?” Ou “Qual é o papel da corrente induzida?” Foram essenciais para

consolidar a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) e o pensamento metacognitivo (Ritchhart et al., 2011).

### A visualização da Lei de Lenz com espiras condutoras na presente proposta

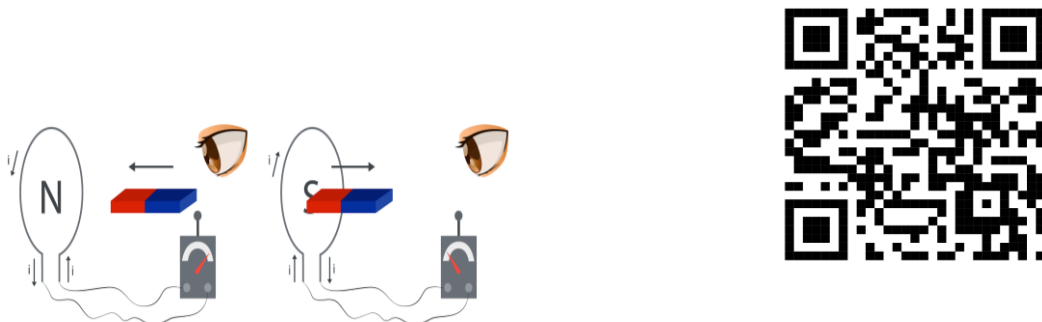
A Lei de Lenz, enunciada em 1834, estabelece que a corrente induzida surge de forma a se opor à causa que a originou — ou seja, à variação do fluxo magnético (SERWAY & JEWETT, 2014).

No GIF 23, essa oposição se manifesta de forma visualmente clara: ao aproximar o ímã da espira, o sentido da corrente é tal que cria um campo oposto ao do ímã. Quando o ímã se afasta, a corrente se inverte, como prevê a Lei de Lenz. Essa visualização interativa favorece a construção de modelos mentais coerentes com o comportamento físico real, promovendo a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968).

O GIF interativo apresentado como Figura 23, abaixo, possibilita uma interpretação visual eficaz da Lei de Lenz a partir da interação entre um ímã permanente e uma espira condutora conectada a um galvanômetro.

Trata-se de uma representação dinâmica da indução eletromagnética em situações de aproximação e afastamento do campo magnético externo em relação a um circuito fechado.

Figura 23 – Representação estática do GIF “Visualização da Lei de Lenz com Espiras Condutoras”



Fonte: Adaptado pela autora com base em <https://ezgif.com/maker>.

QR Code: GIF disponível em <https://me-qr.com/pt/qr-code-generator/qr>

Variação do fluxo magnético por aproximação (Cena a) e afastamento (Cena b) de um ímã permanente frente a uma espira condutora conectada a um galvanômetro. O sentido da corrente induzida depende da direção da variação do fluxo, de acordo com a Lei de Lenz.

**Cena (a): Aproximação do ímã com o polo norte voltado para a espira.**

Na primeira parte do GIF interativo, observa-se a aproximação do polo norte do ímã em direção à espira. Esse movimento provoca o aumento do fluxo magnético através do circuito. De acordo com a Lei de Lenz, a corrente elétrica induzida surge em sentido tal que o campo magnético associado se opõe a esse aumento. Assim, estabelece-se na espira um polo sul voltado para o ímã, com corrente de sentido horário (na perspectiva do observador). A deflexão da agulha do galvanômetro confirma tanto a existência quanto o sentido da corrente induzida.

**Cena (b): Afastamento do ímã com o polo sul voltado para a espira.**

Na sequência, o ímã é afastado, agora com o polo sul voltado para a espira. Esse afastamento reduz o fluxo magnético que atravessa o circuito, induzindo uma corrente em sentido anti-horário. O campo magnético gerado pela corrente atua no sentido de manter o fluxo original, estabelecendo na espira um polo norte voltado para o ímã. O galvanômetro registra novamente deflexão, agora em sentido oposto ao da cena anterior, evidenciando a reversibilidade do fenômeno. Essa alternância no sentido da corrente induzida, em função da variação do fluxo, ilustra o princípio da oposição à causa — fundamento da Lei de Lenz — e reafirma o conceito de conservação da energia. A corrente não surge para intensificar a variação, mas para resistir a ela.

**Polaridade Magnética Induzida: Interpretação da Espira como Dipolo na presente proposta.**

O comportamento da espira condutora sob ação de uma corrente induzida permite interpretá-la como um dipolo magnético. Dependendo do sentido da corrente, estabelece-se um campo magnético próprio, cuja orientação pode ser prevista pela

regra da mão direita: se os dedos acompanham o sentido da corrente na espira, o polegar aponta na direção do vetor campo no centro do laço.

Dessa forma, o lado da espira por onde “saem” as linhas de campo se comporta como polo Norte, e o lado por onde “entram”, como polo sul (SERWAY & JEWETT, 2014). Essa representação é útil para aproximar o modelo da espira ao modelo de um ímã em barra, conceito já consolidado no ensino médio. Como descrito por Halliday, Resnick e Walker (2011), o campo gerado por uma espira com corrente é análogo ao campo de um ímã permanente, formando um padrão simétrico, contínuo e espacialmente distribuído.

### **Mediação Didática: Observação, Inferência e Pergunta**

A análise investigativa do GIF foi realizada por meio da rotina “Vejo – Penso – Me Pergunto”, com base em estratégias de aprendizagem ativa e visual.

- **Vejo:** os alunos observaram o movimento do ímã, a deflexão da agulha do galvanômetro e a reversão da corrente.
- **Penso:** refletiram sobre o sentido da corrente induzida em função da variação do fluxo magnético e da orientação do ímã.
- **Me Pergunto:** formularam hipóteses como “o que muda se o ímã se mover mais rapidamente?”, “o que acontece se invertermos o ímã e a espira?” ou ainda “seria possível induzir corrente se o campo fosse estático?”.

Essa estratégia favoreceu a construção de imagens mentais coerentes, auxiliando os estudantes a desenvolverem raciocínios causais e espaciais. Ainda que não tenha sido realizado experimento prático neste momento, a experiência foi eficaz para estimular o pensamento científico por meio de observação orientada e inferência conceitual.

### **Alinhamento com a BNCC e Fundamentação Pedagógica**

A atividade integra os objetivos da BNCC, em especial as habilidades:

- **EM13CNT306:** Explicar o funcionamento de dispositivos com base na indução eletromagnética;

- **EM13CNT307:** Relacionar campos magnéticos e correntes elétricas com seus efeitos em materiais e dispositivos.

Segundo Lemke (1990), o domínio da linguagem científica exige a capacidade de transitar entre múltiplas representações — verbais, visuais e simbólicas. Mayer (2001), por sua vez, defende que a aprendizagem significativa de conteúdos abstratos ocorre de forma mais efetiva quando o estudante é exposto a combinações de representações dinâmicas e conceituais. Feynman (2009) sintetiza essa abordagem ao afirmar que a visualização dos fenômenos físicos é fundamental para a verdadeira compreensão da natureza.

## CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Este capítulo descreve o percurso metodológico adotado na elaboração e aplicação da proposta didática “Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégia Interativa GIFs”, voltada ao ensino de Eletricidade e Magnetismo no Ensino Médio. A pesquisa se insere na abordagem qualitativa, de natureza aplicada e com caráter descritivo-interpretativo, voltada à compreensão das práticas educativas em contextos reais e à proposição de intervenções pedagógicas fundamentadas teoricamente.

A proposta foi desenvolvida ao longo de oito aulas-aula, realizadas no período matutino, utilizando o laboratório de Física, a sala multimídia, projetores, tablets e os próprios celulares dos estudantes, em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Santa Catarina. O estudo atendeu integralmente às normas éticas, contando com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (Parecer nº **7.613.826**, CAAE **86678525.9.0000.0121**) e com o consentimento livre e esclarecido dos participantes, em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (anexo A). A escolha desse público decorre da necessidade de promover um ensino mais significativo e visualmente acessível para estudantes que, em geral, demonstram dificuldades no trato com conceitos abstratos da Física, especialmente os relacionados ao eletromagnetismo.

A metodologia articula três pilares principais: o planejamento reverso, que orienta a definição de objetivos de aprendizagem antes da seleção dos conteúdos e estratégias; as rotinas de pensamento investigativo, utilizadas para fomentar a reflexão e o protagonismo discente; e o uso de GIFs interativos como ferramentas de mediação visual e cognitiva, integrados a experimentos práticos de baixo custo no ambiente escolar. Essa estrutura permitiu a construção de uma sequência didática alinhada às competências da BNCC, com foco no letramento científico e no desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores.

Ao longo deste capítulo, são apresentadas as etapas de planejamento, aplicação e avaliação da proposta, bem como os instrumentos utilizados para coleta de dados, incluindo registros observacionais, atividades dos alunos e análises das reavaliações. O objetivo é evidenciar, de forma estruturada e analítica, o processo de

implementação da sequência didática, suas potencialidades e os desafios enfrentados no contexto investigado.

### **3. Fontes Visuais e Edição dos 21 GIFs Interativos Utilizados na Proposta Didática**

Este apêndice B apresenta os 21 GIFs interativos utilizados na proposta didática investigativa e híbrida descrita nesta dissertação, os quais foram editados e personalizados pela autora com intencionalidade pedagógica. Os GIFs visam representar fenômenos de Eletricidade e Magnetismo de maneira segmentada, visual e investigativa, de acordo com a abordagem metodológica adotada<sup>2</sup>.

A edição foi realizada com a ferramenta online EZGIF.com/maker, a qual possibilitou:

- Inserção de quadros adicionais para reforço conceitual.
- Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação.
- Redução e equalização da velocidade de reprodução.
- Ajuste do tempo de atraso entre quadros (delay).
- Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.
- Padronização de cores, setas vetoriais e elementos visuais conforme o conceito físico abordado.

Todos os GIFs foram utilizados com o propósito exclusivo de ensino, conforme previsto na legislação de direitos autorais (Lei nº 9.610/98, Art. 46). Abaixo, encontra-se a tabela com os números dos GIFs, links de origem e descrição das edições realizadas.

A descrição detalhada das fontes visuais utilizadas, dos links de origem e das intervenções realizadas nos 21 GIFs que compõem o produto educacional está apresentada no Apêndice B (Tabelas 27 a 31) ao final desta dissertação. Já o mapeamento didático com QR Codes de acesso encontra-se no Apêndice A. (Tabelas 22 a 26).

---

<sup>2</sup>Conforme já indicado na seção 2.1 desta dissertação, o formato GIF é utilizado exclusivamente como recurso didático visual. Esta proposta não tem como objetivo o ensino técnico de criação de GIFs animados, mas sim sua aplicação pedagógica, como ferramenta de mediação cognitiva no ensino de Física, conforme descrito na seção 3.

### 3.1 Integração entre Planejamento Reverso e Rotinas de Pensamento

Com o objetivo de elaborar um produto educacional sensível ao contexto da escola pública, foi realizado um levantamento diagnóstico preliminar, buscando compreender as condições pedagógicas, estruturais e tecnológicas da instituição em que a proposta seria aplicada. Essa etapa é essencial no planejamento didático, pois permite a construção de práticas contextualizadas e coerentes com as necessidades reais dos estudantes (LIBÂNEO, 1994).

Conforme delineado por Wiggins e McTighe (1998), o planejamento reverso propõe uma inversão da lógica tradicional de ensino, partindo dos objetivos de aprendizagem para, então, definir as evidências de compreensão e as atividades de ensino que guiarão o percurso do aluno. Essa abordagem compreende três etapas centrais:

1. Identificação dos objetivos de aprendizagem essenciais: definição clara do que se espera que os estudantes compreendam, apliquem e transfiram.
2. Determinação das evidências de aprendizagem: estabelecimento de critérios observáveis que demonstrem o alcance dos objetivos.
3. Planejamento das experiências de ensino e das atividades didáticas: seleção de estratégias, recursos e sequências didáticas que viabilizem a aprendizagem desejada.

Dentro dessa estrutura, os GIFs interativos e os experimentos híbridos de baixo custo são selecionados com intencionalidade pedagógica, permitindo visualizar fenômenos físicos abstratos e conectar teoria e prática de forma acessível e motivadora. Como mediadores cognitivos, as rotinas de pensamento propostas por Ritchhart, Church e Morrison (2011) são incorporadas para estimular a reflexão, a análise e a metacognição, promovendo aprendizagem ativa e protagonismo estudantil. São utilizadas estratégias como:

- Vejo – Penso – e me pergunto: após a visualização de um GIF sobre linhas de campo magnético.
- O que faz sentido? Para identificação de compreensões e lacunas conceituais.
- Conexão e extensão: para relacionar os conteúdos com situações do cotidiano e promover transferências cognitivas.

Essas rotinas são aplicadas ao longo da sequência didática como instrumentos de scaffold (andaime cognitivo), favorecendo o raciocínio científico, a internalização de conceitos e o desenvolvimento de competências cognitivas superiores, como análise, síntese, inferência e argumentação — aspectos fortemente valorizados na BNCC (BRASIL, 2018). A seguir, será apresentada a organização e descrição da sequência didática composta por nove aulas, estruturadas com base no planejamento reverso e nas rotinas de pensamento, articulando teoria, visualização interativa e experimentação híbrida.

### 3.2 Diagnóstico Inicial do Contexto Escolar

A construção de um produto educacional sensível ao contexto da escola pública pressupõe a escuta atenta das especificidades do ambiente em que será aplicado. Com esse propósito, foi realizado um levantamento diagnóstico preliminar, voltado à compreensão das condições pedagógicas, estruturais e tecnológicas da instituição de ensino selecionada para aplicação da proposta didática. A coleta de informações ocorreu por meio de diferentes instrumentos metodológicos, tais como:

- Conversas exploratórias com professores e coordenadores pedagógicos.
- Análise dos planejamentos curriculares da disciplina de Física.
- Consulta ao Projeto Político-Pedagógico (PPP) da unidade escolar.

A caracterização do contexto escolar foi realizada por meio de **observações sistemáticas**, registradas em diário de campo ao longo das aulas de Física, bem como pela análise dos materiais pedagógicos disponíveis. A escola conta com laboratório de Ciências e sala de informática equipada, possibilitando a articulação entre atividades experimentais e recursos digitais. Contudo, conforme observado, tais espaços não são utilizados de forma sistemática para o ensino de Eletricidade e Magnetismo, o que resulta em lacunas na exploração prática de conceitos abstratos, conforme também apontam pesquisas da área (PIETROCOLA, 2002; LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003).

O diagnóstico pedagógico revelou padrões coerentes com a literatura em Ensino de Física. Entre os principais achados, destacam-se:

- **Dificuldade dos estudantes em compreender grandezas vetoriais e representações espaciais**, como linhas de campo e sentido da corrente — um obstáculo amplamente documentado em estudos sobre imaginação espacial na Física (GIL; SOLBES, 1993; DUIT; TREAGUST, 2012).
- **Baixa familiaridade com linguagens simbólicas da Física**, incluindo diagramas de circuitos e uso da regra da mão direita, o que está alinhado a pesquisas que indicam que tais representações exigem transposições semióticas complexas (ARAUJO; VEIT; MOREIRA, 2004).
- **Escassez de atividades experimentais sistematizadas**, frequentemente substituídas por explicações verbais ou demonstrações isoladas — realidade comum em escolas brasileiras, conforme analisam Bissaco e Pietrocola (2016).
- **Alta receptividade dos alunos a recursos visuais dinâmicos**, como vídeos e animações digitais. Observou-se maior engajamento quando os estudantes utilizavam seus dispositivos móveis para acessar conteúdos curtos e interativos, resultado consistente com evidências de que tecnologias visuais favorecem a construção de modelos mentais (MAYER, 2001; SILVA; LABURÚ, 2017).

Esse levantamento subsidiou a construção da abordagem híbrida proposta, que articula **GIFs interativos e experimentação prática**, favorecendo tanto a visualização dinâmica de fenômenos invisíveis quanto a manipulação concreta necessária à modelagem conceitual. A estratégia estabelece relação direta com as Competências Gerais da BNCC, especialmente a **Competência 2** (investigação científica) e a **Competência 5** (uso significativo de tecnologias digitais).

Além disso, a sequência foi estruturada para atender às habilidades específicas da área de Ciências da Natureza para o Ensino Médio, com destaque para os descritores EM13CNT303 a EM13CNT307, que abordam os conceitos de campo magnético, força magnética, indução eletromagnética e aplicações tecnológicas dos fenômenos físicos.

Com base nesse diagnóstico, elaborou-se a Tabela 13, que sintetiza a estrutura didática integrada da proposta, articulando os princípios do planejamento reverso (WIGGINS; McTIGHE, 1998), as rotinas de pensamento (RITCHHART et al., 2011) e os recursos visuais interativos, visando à aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968) dos conceitos-chave de Eletricidade e Magnetismo.

**Tabela 12 – Planejamento reverso com rotinas de pensamento aplicadas à proposta didática**

Etapa	Objetivo de Aprendizagem (BNCC)	Atividade Didática	GIF Experimento Híbrido	Rotina de Pensamento Aplicada	Evidência de Aprendizagem
1. Exploração inicial	EM13CNT303: Analisar fenômenos magnéticos e aplicações.	Visualização do campo de ímãs com limalha de ferro. Discussão inicial.	GIFs: Atração, repulsão e inseparabilidade dos polos.	Vejo – Penso – Me pergunto	Levantamento de hipóteses e esboços conceituais.
2. Construção do conceito de campo magnético	EM13CNT306: Explicar campos criados por corrente.	Experimento com fio retilíneo e bússola. Uso da regra da mão direita.	GIFs: Campo ao redor de fios e espiras.	O que faz sentido?	Produção de esquemas com vetores e linhas de indução.
3. Investigação da força magnética	EM13CNT307: Explicar a força magnética sobre cargas em movimento.	Simulação da força de Lorentz. Análise vetorial com a regra da mão direita.	GIF: Trajetória curva de partículas.	Conexão e Extensão	Interpretação de movimento circular e força magnética.
4. Aplicações tecnológicas	EM13CNT204 e Competência Geral 5	Análise de trens MagLev. Discussão da levitação eletrodinâmica.	GIFs: Levitação magnética, correntes de Foucault.	Pressupostos visuais e inferência causal	Mapa conceitual sobre aplicações eletromagnéticas.
5. Síntese e avaliação	EM13CNT103 e Competência Geral 2	Experimento híbrido: queda do ímã no tubo de alumínio.	Experiência prática + GIF comparativo.	Rotina: Explico – Justifico – Conecto	Relato investigativo com conclusão argumentativa.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Wiggins e McTighe (1998) e Ritchhart et al. (2011).

### 3.3 Coleta de Dados para Planejamento Didático

A etapa seguinte à análise preliminar (Seção 3.2) consistiu em um aprofundamento qualitativo das necessidades didáticas da turma, com o objetivo de orientar, com base em dados empíricos, a elaboração do material educativo proposto nesta dissertação. A investigação concentrou-se em identificar as concepções prévias dos estudantes sobre Eletricidade, Magnetismo e Eletromagnetismo, além de mapear as estratégias de ensino mais compatíveis com seus estilos de aprendizagem e suas preferências cognitivas. Para tal, foram adotados diferentes instrumentos metodológicos, organizados conforme descrito a seguir:

- Aplicação de um questionário diagnóstico (ver seção 3.4), composto por questões abertas, com foco na compreensão conceitual dos temas centrais e na percepção discente quanto à utilização de GIFs animados como apoio ao ensino de Física.
- Observação participante em sala de aula, a partir da qual foi possível analisar o nível de envolvimento dos estudantes diante dos recursos visuais propostos, suas reações espontâneas frente às experimentações híbridas e os elementos de linguagem e mediação que mais favoreceram a compreensão.
- Análise documental da estrutura curricular vigente na disciplina de Física, com ênfase nas competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente aquelas relacionadas ao uso pedagógico de tecnologias digitais, ao desenvolvimento do pensamento científico e à aplicação dos conceitos físicos em contextos do cotidiano (tais como EM13CNT301, EM13CNT303 e EM13CNT306).

Os dados coletados indicaram que muitos estudantes apresentavam dificuldades significativas em compreender tópicos como campo magnético, força magnética e indução eletromagnética, além de revelarem pouca familiaridade com representações simbólicas, vetoriais e diagramáticas — aspectos essenciais na aprendizagem do Eletromagnetismo.

Entretanto, verificou-se um alto grau de interesse e engajamento dos alunos quando expostos a recursos visuais dinâmicos, como GIFs interativos e animações segmentadas. Essa evidência empírica reforçou a pertinência pedagógica do uso desses recursos como facilitadores da aprendizagem, sobretudo quando integrados a estratégias investigativas e a práticas metacognitivas.

Com base nesses achados, a construção do material didático — desde a seleção e organização dos conceitos, passando pela curadoria dos GIFs, até a definição dos experimentos híbridos — foi orientada de forma intencional, buscando responder diretamente às lacunas e às potencialidades identificadas. Essa postura metodológica respeita os fundamentos do planejamento reverso (Wiggins & McTighe, 1998) e se ancora nos pressupostos da aprendizagem significativa (Ausubel, 1968), conferindo coerência entre diagnóstico, objetivos e estratégias.

A seguir, apresenta-se a Tabela 15, que sistematiza a relação entre os procedimentos empregados nesta fase diagnóstica e os objetivos didático-pedagógicos a que se destinavam, evidenciando a intencionalidade formativa da proposta.

**Tabela 13 – Relação entre procedimentos aplicados e objetivos didáticos da etapa diagnóstica**

<b>Procedimento Aplicado</b>	<b>Objetivo Didático-Pedagógico</b>
Aplicação de questionário diagnóstico com perguntas abertas sobre conteúdos e uso de GIFs.	Levantar concepções prévias, lacunas conceituais e familiaridade com recursos interativos
Observação da dinâmica em sala de aula	Identificar reações espontâneas, nível de engajamento, preferências visuais e estilos de aprendizagem
Análise da estrutura curricular e da BNCC para o componente de Física	Garantir alinhamento metodológico com as competências e habilidades previstas para o Ensino Médio.
Identificação dos temas com maior dificuldade entre os alunos (ex.: campo magnético, indução, Lorentz).	Focar a seleção dos conteúdos centrais no que mais desafia o raciocínio conceitual dos estudantes.
Levantamento das preferências tecnológicas e recursos acessíveis	Viabilizar uma proposta prática e contextualizada, com recursos realistas e compatíveis com o ambiente escolar pedagógico.
Coleta de feedback sobre uso de GIFs e animações	Subsidiar a decisão de integrar representações dinâmicas como elemento central na mediação conceitual

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

### 3.4 Diagnóstico Inicial: Questionário sobre Conhecimentos Prévios

Antes da implementação da sequência didática, foi aplicado um questionário diagnóstico no apêndice D, com a finalidade de investigar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os principais conceitos de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo. O instrumento também visou mapear o grau de familiaridade da turma com recursos digitais interativos, como os GIFs animados, utilizados na mediação conceitual da proposta.

Conforme defendem Luckesi (2011) e Hoffmann (2014), a avaliação diagnóstica deve ser compreendida como um processo que vai além da verificação de acertos e erros, servindo como instrumento de escuta pedagógica. A partir dela, o professor identifica o ponto de partida do aluno e orienta a organização das estratégias de ensino. Nesse sentido, a abordagem avaliativa adotada neste trabalho alinha-se aos

pressupostos da avaliação formativa e mediadora, contribuindo para uma prática pedagógica mais intencional e contextualizada.

### **3.4.1 Objetivos do diagnóstico**

O questionário foi elaborado com os seguintes objetivos pedagógicos:

- Levantar as concepções espontâneas dos alunos acerca dos temas propostos.
- Identificar dificuldades conceituais relativas à eletricidade e magnetismo.
- Verificar a familiaridade dos estudantes com recursos digitais interativos, em especial os GIFs.
- Coletar subsídios que orientassem a seleção de conteúdos, atividades práticas e representações visuais na sequência didática.

### **3.4.2 Procedimentos metodológicos**

O instrumento foi aplicado de forma individual, sem consulta, com o objetivo de obter respostas autênticas que refletissem o repertório conceitual inicial dos estudantes. As respostas, registradas por escrito, foram analisadas qualitativamente pela professora-pesquisadora, com foco na identificação de concepções alternativas, lacunas recorrentes e indícios de alfabetização científica visual. Tal procedimento encontra respaldo na metodologia do planejamento reverso (Wiggins; McTighe, 2007), que propõe iniciar o planejamento pedagógico pela definição dos objetivos de aprendizagem e das evidências esperadas, a fim de garantir coerência entre ensino, avaliação e aprendizagem.

### **3.4.3 Estrutura do questionário**

O questionário foi composto por oito questões abertas, formuladas com linguagem acessível e enfoque investigativo. A intenção foi mobilizar os saberes prévios dos estudantes e promover uma escuta pedagógica qualificada, capaz de subsidiar decisões curriculares. A Tabela 15 apresenta uma síntese dos itens do questionário, seus objetivos pedagógicos e sua relação com a proposta didática.

**Tabela 14 – Objetivos e desdobramentos do questionário diagnóstico**

Nº	Item do Questionário	Objetivo Pedagógico	Aplicabilidade na Proposta Didática
1	O que é magnetismo?	Identificar concepções espontâneas sobre forças de atração e repulsão.	Introdução conceitual com GIFs sobre polos magnéticos e campos.
2	Qual é o significado da palavra eletromagnetismo?	Verificar familiaridade com a unificação entre eletricidade e magnetismo.	Seleção de conteúdos para abordar a Lei de Lorentz e o campo induzido.
3	Ímãs atraem e repelem outros ímãs?	Diagnosticar a compreensão das condições de interação entre polos.	Experimentação híbrida com ímãs e simulações digitais.
4	Quais são as forças envolvidas na interação entre ímãs?	Avaliar conhecimento sobre força magnética.	Planejamento de atividades com visualização vetorial da força.
5	O que acontece ao cortar um ímã?	Verificar concepções alternativas sobre polos magnéticos.	Uso de GIFs sobre a inseparabilidade dos polos.
6	O que é campo magnético?	Analisar o nível de abstração dos alunos.	Introdução das linhas de indução via animações interativas.
7	Já ouviu falar de GIFs interativos?	Levantar o repertório prévio com recursos digitais.	Avaliar a necessidade de formação inicial sobre leitura visual.
8	Você aprende mais com animações?	Identificar estilos de aprendizagem preferenciais.	Justificar o uso de GIFs como mediadores cognitivos.

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

### 3.4.4 Análise de resultados

A análise qualitativa das respostas evidenciou um conjunto de dificuldades conceituais recorrentes, especialmente nos temas de força magnética, campo magnético e indução eletromagnética. Também foi constatada uma baixa familiaridade dos estudantes com representações vetoriais e simbólicas — aspectos fundamentais no estudo do Eletromagnetismo. Por outro lado, observou-se uma receptividade significativa à utilização de recursos digitais animados como ferramenta de apoio ao aprendizado.

Essas informações foram cruciais para o delineamento da proposta didática, orientando a seleção dos conteúdos mais desafiadores, a escolha dos experimentos híbridos e a curadoria dos GIFs interativos. O diagnóstico inicial, nesse sentido, fortaleceu a intencionalidade pedagógica do material, garantindo seu alinhamento com os objetivos formativos e com o perfil dos estudantes.

Assim, a prática docente configurou-se como uma mediação crítica e responsiva, comprometida com a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003) e os princípios do planejamento reverso (WIGGINS; MCTIGHE, 2007).

### 3.5 Aplicação prática na proposta didática

A aplicação da proposta didática foi organizada de modo a integrar recursos visuais interativos com estratégias investigativas, baseando-se nos princípios do planejamento reverso (Wiggins & McTighe, 2007) e da aprendizagem significativa (Ausubel, 2003). Cada aula foi estruturada com foco na observação, análise conceitual e desenvolvimento da metacognição, mesmo com recursos experimentais limitados.

O único experimento físico realizado no laboratório de Física foi a observação das linhas de campo magnético com o uso de ímãs e limalha de ferro, que possibilitou aos estudantes uma vivência concreta do conceito de campo magnético.

Nas demais aulas, os conteúdos foram explorados por meio de GIFs interativos previamente editados e disponibilizados via QR Codes, seguidos de discussões orientadas por rotinas de pensamento como “Vejo – Penso – Me Pergunto”.

Cada encontro teve início com a contextualização do conteúdo, seguida da observação do fenômeno físico representado no GIF. A partir disso, os alunos eram conduzidos à construção de inferências, análises vetoriais, questionamentos e reformulações conceituais com base nas imagens em movimento.

As discussões guiadas favoreceram o raciocínio crítico e a metacognição, alinhando-se às competências da BNCC que valorizam o uso de tecnologias digitais no processo de aprendizagem.

Essa metodologia está em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que se refere à Competência Geral 3, que enfatiza a construção de argumentos baseados em evidências, e à Competência Específica de Ciências da Natureza, que orienta o uso de tecnologias digitais e abordagens experimentais na resolução de problemas contextualizados (BRASIL, 2018).

### 3.6 A Sequência Didática: planejamento e etapas

A sequência didática foi composta por oito encontros de 90 minutos (aulas faixa), todos organizados de acordo com os princípios do planejamento reverso e da aprendizagem significativa. Cada aula articulou conteúdos conceituais com a análise investigativa de GIFs interativos acessados por QR Code, utilizando a rotina cognitiva “Vejo – Penso – Pergunto” como estratégia de mediação pedagógica. Quando possível, a prática foi integrada à visualização, como na aula sobre ímãs e limalha de ferro.

A Tabela 16 apresenta a organização da sequência didática aplicada, estruturada em oito encontros com duração de 90 minutos cada (aula faixa). As etapas foram planejadas a partir dos princípios do planejamento reverso (Wiggins & McTighe, 2007), com foco na aprendizagem significativa (Ausubel, 2003) e no uso de recursos visuais interativos como mediadores conceituais.

Cada aula foi composta por cinco momentos principais: (1) introdução teórica breve e contextualizada; (2) observação de GIFs didáticos interativos por meio de QR Code; (3) aplicação da rotina de pensamento *Vejo – Penso – Pergunto* para análise visual e inferência conceitual; (4) experimentação prática (quando viável, como na aula com limalha de ferro e ímãs); e (5) verificação da aprendizagem por meio de argumentações escritas ou orais.

Mesmo com restrições estruturais para experimentos em alguns encontros, os GIFs interativos desempenharam papel essencial na visualização tridimensional dos fenômenos e no estímulo à curiosidade investigativa.

**Tabela 15 – Estrutura da sequência didática aplicada**

<b>Aula faixa</b>	<b>Tema</b>	<b>Objetivo Principal</b>	<b>Recursos Utilizados</b>	<b>Observações</b>	<b>Duração</b>
1	Diagnóstico e Contexto Inicial	Identificar concepções prévias e despertar-lhes o interesse pelo tema.	Questionário diagnóstico	Aplicação de questionário diagnóstico	90 min
2	Ímãs e Campo Magnético com Limalha	Compreender propriedades e estrutura do campo magnético	GIFs interativos;	Único experimento físico realizado no laboratório	90 min
3	Linhas de Campo	Visualizar e interpretar a orientação do campo magnético	GIFs interativos Experimento com limalha de ferro e ímãs	Observação via QR Code	90 min
4	Força Magnética e Cargas em Movimento	Analisar a ação do campo magnético sobre partículas em movimento.	GIFs interativos	Observação dos gifs: Lei de Lorentz.	90 min
5	Experiência de Ørsted (animação)	Relacionar eletricidade e magnetismo pela observação da experiência de Ørsted.	GIFs interativos	Observação via QR do campo magnético gerado por corrente elétrica	90 min
6	Solenóide e Campo Induzido	Compreender o conceito de indução eletromagnética e suas aplicações.	GIFs interativos	Visualização via QR Code	90 min
7	Revisão Interativa dos Conceitos	Consolidar os conceitos principalmente por meio de recursos visuais e inferências.	GIFs interativos	Atividade de revisão baseada em análise comparativa de diferentes GIFs.	90 min
8	Avaliação Final e Autoavaliação.	Avaliar a aprendizagem e estimular a reflexão sobre o próprio processo de estudo.	Questionários avaliativos; GIFs comparativos.	Reaplicação de questões, autoavaliação escrita e roda de conversa final.	90 min

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Esse percurso metodológico buscou respeitar o ritmo da turma e favorecer a formação de modelos mentais consistentes, ampliando a capacidade dos estudantes de interpretar, explicar e aplicar os conceitos de Eletricidade e Magnetismo em diferentes contextos. A proposta, assim, reafirma o compromisso com uma abordagem híbrida, crítica e reflexiva, alinhada às competências da BNCC para o Ensino Médio.

### 3.7 Avaliação de Aprendizagem

A avaliação da aprendizagem, nesta pesquisa, foi estruturada com base nos princípios da **avaliação formativa**, entendida como processo sistemático, contínuo e orientado à regulação das práticas pedagógicas. Nessa perspectiva, a avaliação não se limita à verificação de resultados, mas constitui-se como instrumento que fornece evidências para orientar decisões didáticas e apoiar o avanço conceitual dos estudantes (LUCKESI, 2011; HOFFMANN, 2014).

Considerando os pressupostos do **planejamento reverso** (WIGGINS; MCTIGHE, 2007), os critérios avaliativos foram definidos previamente, de modo alinhado às metas de aprendizagem e às competências investigativas desenvolvidas na proposta. As evidências de aprendizagem foram construídas a partir de indicadores observáveis, tais como:

- **Precisão conceitual** na descrição de fenômenos eletromagnéticos.
- **Aplicação dos conceitos** em situações reais, simulações e experimentos híbridos.
- **Justificativas fundamentadas** em observações empíricas proporcionadas pelos GIFs interativos e pelos experimentos presenciais.
- **Participação argumentativa** em discussões coletivas e momentos investigativos.
- **Produções autorais** (mapas conceituais, esquemas, registros experimentais e mini-GIFs temáticos produzidos com ferramentas digitais como Canva, Ezgif e Giphy Studio).

A diversidade de instrumentos — fichas de observação, portfólios, atividades escritas, autoavaliação e registros produzidos pelos estudantes — configurou um conjunto de dados capaz de revelar o percurso da aprendizagem, não apenas seus resultados finais. Tal abordagem está em consonância com as recomendações de Black e Wiliam (2009), segundo as quais a avaliação deve integrar o processo de ensino, retroalimentando-o continuamente.

O processo avaliativo incluiu ainda um **diagnóstico inicial**, voltado à identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes, e a **reaplicação do instrumento ao final da sequência**, permitindo verificar o progresso conceitual

alcançado. Esse procedimento reforça a perspectiva da **aprendizagem significativa** (AUSUBEL, 2003), ao permitir comparar o estado inicial e final das estruturas cognitivas, evidenciando reorganizações conceituais efetivas.

Assim, a avaliação foi concebida não apenas como etapa de verificação, mas como parte essencial do processo investigativo proposto, assegurando coerência entre objetivos, experiências de aprendizagem e evidências coletadas.

## **CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ABORDAGEM DE EXPERIMENTOS HÍBRIDOS COM ESTRATÉGIA INTERATIVA GIFs**

A sequência didática proposta nesta dissertação foi estruturada com base nos pilares do planejamento reverso, nas rotinas de pensamento investigativo e na integração entre práticas experimentais e recursos digitais, em especial os GIFs interativos. A proposta foi aplicada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Santa Catarina, composta por 20 estudantes com perfis diversos em relação ao interesse, desempenho e familiaridade com os conteúdos de Física.

A organização das aulas seguiu uma lógica pedagógica em espiral, com retomadas conceituais e aprofundamentos progressivos, a fim de consolidar os conhecimentos de Eletricidade e Magnetismo. Cada encontro teve duração de 90 minutos (aula faixa), totalizando oito aulas. Os conteúdos foram distribuídos em blocos temáticos que articulam observação de fenômenos, exploração teórica e experimentação prática.

Os GIFs interativos, acessados por meio de QR Codes, desempenharam papel central na mediação cognitiva, ao favorecerem a visualização dinâmica de fenômenos invisíveis a olho nu, criando condições para o desenvolvimento de atividades investigativas visuais e discursivas. Em paralelo, os experimentos híbridos, de baixo custo e viáveis no ambiente escolar, ampliaram a compreensão dos conceitos por meio da manipulação concreta e da análise empírica dos fenômenos.

Durante a exposição dos conteúdos, a professora-pesquisadora utilizou slides digitais projetados com QR Codes, os quais direcionavam os estudantes aos GIFs interativos selecionados. Esses materiais foram discutidos coletivamente como parte da mediação visual dos conceitos físicos, favorecendo o raciocínio investigativo e a construção de modelos conceituais. Os slides apresentados em aula encontram-se organizados no Apêndice G, como registro ilustrativo da estratégia adotada.

A sequência foi organizada conforme os objetivos de aprendizagem previamente definidos, em consonância com as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e cada aula foi planejada para promover o protagonismo discente, o letramento científico e a articulação entre teoria e prática. Nos tópicos seguintes,

apresenta-se detalhadamente cada aula da sequência, incluindo objetivos específicos, conteúdos abordados, estratégias metodológicas, recursos utilizados (GIFs, experimentos, atividades escritas) e evidências de aprendizagem.

**Tabela 16 – Organização da sequência didática aplicada**

Aula faixa	Tema	Recurso Interativo (GIF)	Experimento Híbrido Aplicado
1	Diagnóstico inicial	GIFs introdutórios com representações básicas de ímãs	Aplicação do pré-teste diagnóstico
2	Ímãs e polos magnéticos	GIFs sobre atração, repulsão e inseparabilidade dos polos	Visualização com limalha de bombril sobre folha branca e
3	Campo magnético de ímãs	GIFs com representação das linhas de campo ao redor de ímãs.	Experimento com papel e limalha de ferro (Bombril) para evidenciar linhas de campo magnético.
4	Campo magnético gerado por corrente elétrica	GIF de fio condutor com corrente e linhas de campo circulares.	Análise dos GIFs (sem experimento)
5	Campo magnético de solenoides	GIF mostrando o campo gerado por um solenoide em perspectiva dinâmica.	Análise dos GIFs (sem experimento)
6	Linhas de indução magnética.	GIF regra da mão direita magnética.	Análise dos GIFs (sem experimento)
7	Indução eletromagnética	GIF de ímã em movimento dentro da espira e formação de corrente induzida.	Observação e análise funcional de sistemas como motores e geradores via GIFs.
8	Avaliação final e síntese conceitual	GIFs comparativos entre corrente e campo / indução e movimento magnéticos.	Aplicação do pós-teste e roda de conversa reflexiva; construção de mapa conceitual coletivo,

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Cada aula foi planejada de acordo com os princípios do planejamento reverso, estabelecendo objetivos claros, estratégias de abordagem por meio de recursos digitais e atividades práticas compatíveis com a infraestrutura escolar.

#### **4.1 Aula 1 - Diagnóstico Inicial: Conhecimentos Prévios e Familiaridade com GIFs Interativos**

A primeira aula teve como objetivo levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre magnetismo e eletromagnetismo e avaliar sua familiaridade com representações digitais animadas. Essa etapa constituiu-se como **coleta de dados diagnóstica**, essencial para orientar as decisões pedagógicas subsequentes, em consonância com o Planejamento Reverso (Wiggins & McTighe, 2005).

## Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta foi realizada **em sala de aula, no primeiro encontro da sequência, com a participação de 20 estudantes**. Utilizou-se um **instrumento escrito contendo oito questões abertas**, aplicado em formato individual e sem mediação conceitual prévia — condição necessária para assegurar a espontaneidade das concepções. O instrumento contemplava três blocos:

1. **Conceitos fundamentais** (magnetismo, eletromagnetismo, comportamento de ímãs).
2. **Representações científicas** (campo magnético, polos, linhas de campo).
3. **Percepção e familiaridade com GIFs** como recurso didático (questões 7 e 8).

A coleta ocorreu em aproximadamente 45 minutos e foi conduzida pela professora-pesquisadora, seguindo protocolo descrito no **Apêndice D**, onde se encontra o instrumento integral.

## Procedimentos de Análise dos Dados

As respostas foram analisadas por meio de **análise qualitativa categorial**, inspirada na categorização de concepções alternativas utilizada por Zômpero & Laburú (2011) e por Mortimer (1996) em pesquisas sobre concepções em Física. Para isso, adotaram-se três categorias analíticas:

- **Científica/Correta** – resposta alinhada às definições aceitas pela Física escolar.
- **Alternativa/Imprecisa** – respostas parcialmente corretas, vagas ou com indícios de senso comum.
- **Desconhecimento** – ausência de resposta ou declaração explícita de não saber.

A categorização foi realizada em três etapas:

1. **Leitura exaustiva** das respostas.
2. **Codificação inicial** por categoria.
3. **Revisão de consistência**, garantindo uniformidade na classificação.

Os resultados categorizados estão sistematizados nas tabelas do **Apêndice D**, onde constam as frequências de cada categoria por questão.

### **Base para a Conclusão da Predominância**

A afirmação de que houve **predominância de concepções alternativas e desconhecimento** fundamenta-se nos seguintes resultados empíricos (exemplos, ajuste com seus dados reais):

- Em **5 das 6 questões conceituais**, mais de **60%** das respostas foram classificadas como alternativas ou desconhecimento.
- Os temas com maior incidência de erro foram:
  - ◆ **campo magnético** (78% alternativa/desconhecimento).
  - ◆ **Inseparabilidade dos polos magnéticos** (65%).
  - ◆ **Definição de eletromagnetismo** (72%).

Esses percentuais foram extraídos diretamente das tabelas de análise categorial (Apêndice D). Portanto, a conclusão não é interpretativa, mas **deriva de evidências quantitativas obtidas na categorização das respostas**.

### **Resultados Relacionados aos GIFs Interativos**

As questões 7 e 8, voltadas à percepção dos recursos visuais, mostraram que a maioria dos estudantes:

- demonstrou **curiosidade** sobre o uso de GIFs;
- associou a animação à ideia de “melhor entender o movimento” e “visualizar o fenômeno”.

Esses achados justificam a escolha didática da pesquisa, ao indicar uma predisposição positiva dos estudantes para recursos visuais dinâmicos.

### **Síntese**

A coleta e a análise dos dados do diagnóstico inicial permitiram mapear as concepções prévias dos estudantes e fundamentaram a organização da sequência didática. A predominância de concepções alternativas reforça a pertinência do uso

integrado de GIFs interativos e experimentos híbridos, articulados à teoria da aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) e às competências da BNCC.

#### **4.1.1 – Aula 1.1 – Introdução ao Campo Magnético – Ações à Distância e Primeiros Conceitos**

##### **Objetivo da aula**

Compreender a noção de campo magnético como uma ação à distância e identificar evidências da presença de campos por meio da interação entre ímãs e materiais ferromagnéticos.

##### **Descrição da aula**

A primeira aula da sequência teve como objetivo introduzir o conceito de campo magnético, destacando-o como uma manifestação de força que atua à distância, sem contato direto entre os corpos. Essa introdução buscou romper com visões mecanicistas ou cotidianas que associam forças exclusivamente a toques visíveis ou movimentos diretos.

A atividade teve início com a exibição de dois **GIFs interativos**: o primeiro mostrando a movimentação de um clipe metálico sendo atraído por um ímã (sem contato) e o segundo representando a mesma situação com diferentes distâncias entre os corpos. Os estudantes acessaram os GIFs por meio de QR Codes colados nos cadernos e nas carteiras. Após a visualização, aplicou-se a **estratégia “Vejo – Penso – Pergunto”**, como forma de guiar a análise crítica dos fenômenos apresentados.

A partir das observações dos estudantes, discutiram-se conceitos iniciais como **ação à distância, campo invisível, força magnética e influência do meio físico, conforme mostrado nos slides**. Em seguida, os alunos realizaram um experimento prático no laboratório de Física: aproximaram diferentes ímãs de pregos, cliques e outros objetos metálicos, variando a distância e o material para observar a intensidade e a ocorrência da interação.

Durante a aula, a professora atuou como mediadora, incentivando o registro das hipóteses, interpretações e dúvidas dos grupos. Ao final, os alunos elaboraram em duplas um esquema visual com base no que observaram nos GIFs e experimentos, identificando evidências de ação à distância e relacionando-as à ideia de campo.

**Conexões com a BNCC:**

A aula dialoga com a **competência geral 1 (construção de conhecimento), 4 (uso de tecnologias digitais) e 6 (argumentação)**. No campo específico da área de Ciências da Natureza, destaca-se a habilidade **(EM13CNT101)**: “Compreender a atuação de forças em diferentes contextos, incluindo as interações à distância”.

**Reflexão final da aula**

A percepção de curiosidade e engajamento dos estudantes foi registrada com base em **anotações de campo** realizadas pela professora-pesquisadora durante a aula, seguindo um protocolo de observação descritiva (Bogdan & Biklen, 1994). Esses registros incluíram comportamentos observáveis como:

- número de estudantes que se aproximaram do experimento para manipulação voluntária;
- manifestações verbais espontâneas (“por que a bússola mexe só quando liga?”, “isso funciona com qualquer fio?”) ;
- tempo de permanência dos alunos examinando o GIF antes de responder às questões da rotina “Vejo – Penso – Me Pergunto”.

Os estudantes demonstraram curiosidade e engajamento frente à possibilidade de visualizar e manipular os fenômenos propostos. A combinação entre o recurso digital e a prática experimental favoreceu o surgimento de perguntas investigativas, registradas pelos próprios alunos durante a etapa “*Me Pergunto*” da rotina de pensamento. Esses registros, compilados no Apêndice F, constituem evidências diretas da ativação da curiosidade epistemológica e do início da compreensão do campo magnético como entidade física real e mensurável, ainda que invisível.

**4.2 - Aula 2 - Conceito de Magnetismo e Propriedades dos Ímãs**

A segunda aula da sequência didática teve como objetivo introduzir os conceitos fundamentais sobre o magnetismo, incluindo a origem histórica dos ímãs, os tipos de ímãs (naturais e artificiais), seus processos de fabricação e suas propriedades principais, como atração, repulsão e inseparabilidade dos polos. A abordagem se manteve alinhada ao planejamento reverso, com foco na visualização de fenômenos

físicos e desenvolvimento de pensamento crítico por meio de recursos digitais interativos.

A aula foi conduzida com apoio de slides temáticos contendo GIFs interativos acessados por QR Codes, que ilustravam de forma dinâmica as interações magnéticas entre ímãs e suas características físicas. Os estudantes foram orientados a observar atentamente os comportamentos representados nos GIFs e a realizar anotações estruturadas pela estratégia VEJO – PENSO – PERGUNTO, conforme proposta das rotinas de pensamento do *Harvard Project Zero* (RITCHHART et al., 2011).

Não houve, nesta etapa, experimentação prática. A ênfase foi na exploração visual dos conceitos, seguida de discussão em grupo e aplicação de uma atividade escrita de verificação de aprendizagem. A tarefa consistia em descrever as situações observadas nos GIFs e relacioná-las aos conceitos estudados, destacando interações entre polos magnéticos, alinhamento de domínios e a ideia de polos inseparáveis. A atividade de verificação escrita (Anexo B) envolveu QR Codes com três GIFs interativos distintos:

- Figura 4: Representação dos polos magnéticos e geográficos.
- Figura 6: Demonstração de atração e repulsão entre polos.
- Figura 7: Visualização da inseparabilidade dos polos de um ímã.

Os estudantes descreveram os fenômenos observados, discutiram em grupo e foram convidados a elaborar um infográfico digital como desafio complementar, sintetizando o conteúdo da aula.

#### **GIFs utilizados:**

- Atração e repulsão magnética.
- Representação dos polos magnéticos.
- Corte de um ímã e observação da manutenção dos polos.

**Recurso digital:** slides com QR Codes para acesso aos GIFs.

**Atividade aplicada:** Verificação de aprendizagem escrita (descrição de GIFs + reflexão em VEJO – PENSO – PERGUNTO).

**Avaliação:** diagnóstico formativo das anotações dos estudantes e proposta de produção criativa (infográfico).

**Experimentação prática:** não realizada nesta aula.

### 4.3 – Aula 3 - Campo Magnético de Ímãs

**Objetivo da aula:** Compreender o conceito de **campo magnético** a partir da análise das **linhas de campo** geradas por diferentes ímãs, explorando suas representações visuais e geometrias por meio de GIFs interativos.

#### **Descrição da aula:**

A aula iniciou-se com a visualização de quatro GIFs interativos, previamente organizados em uma tabela temática e acessados por QR Codes. Durante esta aula, os estudantes foram convidados a compreender o campo magnético como uma grandeza vetorial invisível, que pode ser representada por linhas de indução. A mediação do conteúdo foi realizada por meio de slides interativos com QR Codes, os quais direcionavam os alunos a GIFs animados que ilustravam a formação e o comportamento do campo ao redor de ímãs. O material utilizado encontra-se descrito no **anexo (slides D e E)**.

A estratégia “**Vejo – Penso – Pergunto**” foi novamente empregada como fio condutor da leitura visual investigativa. Os estudantes foram incentivados a descrever o que observavam, levantar hipóteses e formular questões sobre a forma e direção dos campos magnéticos. A construção conceitual foi guiada por perguntas investigativas e análise dos padrões geométricos das linhas de campo, discutindo-se características como direção, sentido, intensidade e uniformidade do campo.

#### **Verificação da Aprendizagem:**

A avaliação foi realizada por meio de uma atividade escrita individual, composta por duas tarefas:

- **Tarefa 1:** Descrever as imagens observadas nos GIFs das Figuras 1 e 8, acessados por QR Codes.
- **Tarefa 2:** Responder a perguntas dissertativas:

- ◆ Qual é a orientação das linhas do campo magnético?
- ◆ Como a concentração das linhas indica a intensidade do campo?
- ◆ As linhas do campo magnético se cruzam? Por quê?
- ◆ **Desafio Extra:** Desenhar as linhas do campo magnético e explicar seu significado.

O instrumento completo encontra-se no **Anexo C**.

#### **Elementos Complementares:**

- Slides da Aula 3: **anexo (slides D e E** com parte dos slides).
- Instrumento de Verificação da Aprendizagem: Anexo C.

#### **Conexões com a BNCC:**

A aula mobiliza a competência geral 1 (construção do conhecimento científico) e contribui com a habilidade específica EM13CNT105: “Analisar campos elétricos e magnéticos a partir de modelos explicativos e representações gráficas”.

### **4.4 – Aula 4 - Visualização Experimental do Campo Magnético com Limalha de Ferro**

#### **Objetivo da aula**

Reforçar o conceito de campo magnético a partir da visualização prática de suas linhas de força, articulando os recursos digitais (GIFs interativos) com a realização de experimentos escolares de baixo custo.

#### **Descrição da aula**

Nesta aula, foi realizada uma atividade experimental com ímãs de diferentes formatos (barra, ferradura e anel) e limalha de ferro artesanal, preparada a partir do aquecimento de lã de aço (Bombril) com chama de vela e posterior trituração (ver apêndice H - registro fotográfico da atividade experimental).

A limalha resultante foi peneirada para obtenção de partículas finas, permitindo uma visualização mais nítida das linhas de campo magnético ao redor dos ímãs. Os estudantes puderam comparar os resultados obtidos com diferentes geometrias de ímãs e correlacioná-los com as representações dinâmicas observadas nos GIFs

interativos acessados por QR Codes, inseridos previamente nos slides da aula (ver **anexo (slides D e E)**).

A atividade experimental permitiu a construção de relações visuais concretas com conceitos abstratos, como a direção e densidade das linhas de campo, simetria, áreas de maior intensidade e o princípio da não interseção das linhas de força.

**Instrumento didático:** os alunos receberam uma ficha prática com roteiro e instruções passo a passo (ver Anexo F), contendo espaços para desenho esquemático e reflexões sobre a visualização das linhas de campo.

#### **Atividade prática desenvolvida:**

- Aquecimento da lã de aço (Bombril) com chama de vela até sua combustão parcial.
- Esfarelamento do material oxidado com auxílio de utensílios escolares.
- Peneiramento da limalha para separação das partículas mais finas.
- Posicionamento de ímãs sob papel branco ou vidro transparente.
- Polvilhamento da limalha sobre o plano e observação da formação das linhas de campo.
- Registro escrito e esquemático das observações.
- Discussão coletiva orientada por questões investigativas.

#### **Integração GIF–Experimento**

Durante o experimento, os estudantes acessaram os GIFs interativos por QR Code diretamente em seus celulares, observando a representação digital das linhas de campo magnético. Em seguida, espalharam a limalha de ferro sobre o papel, visualizando a formação real dessas linhas.

Essa vivência promoveu uma comprovação prática dos conceitos apresentados nos GIFs, alinhando a teoria digital com a observação empírica. A convergência entre simulação visual e experiência prática fortaleceu o entendimento conceitual e ampliou o envolvimento dos alunos na investigação dos fenômenos físicos.

**Registro visual:** O desenvolvimento da aula foi documentado por meio de fotos registradas (ver apêndice H – registro fotográfico da atividade experimental) pela professora-pesquisadora, evidenciando:

- A interação com os GIFs interativos.
- A realização dos experimentos práticos com limalha de ferro.

As imagens estão organizadas no Apêndice H – Registro Fotográfico da Atividade Experimental com Limalha de Ferro e Acesso aos GIFs Interativos, com legendas e numeração descritiva de cada etapa da atividade.

**Conexões com a BNCC:** A aula desenvolve a competência geral 5 (cultura digital e comunicação científica) e se articula com a habilidade EM13CNT103: “Representar campos magnéticos por meio de linhas de campo e analisar sua interação com materiais magnéticos”.

**Reflexão final da aula:** A articulação entre a visualização digital (GIFs) e a experiência prática com limalha de ferro permitiu uma compreensão mais concreta e significativa da estrutura dos campos magnéticos. A integração entre recursos digitais interativos e experimentação prática favoreceu o protagonismo discente e ampliou a compreensão de conceitos físicos normalmente tratados de forma abstrata. A visualização real das linhas de campo possibilitou ao aluno não apenas ver o efeito físico, mas também compreender seu significado no contexto da Física.

#### **4.5 – Aula 5 – Campo Magnético Gerado por Corrente Elétrica – Interação com a Bússola**

##### **Objetivo da aula:**

Investigar a geração de campo magnético a partir da passagem de corrente elétrica em um condutor e compreender sua interação com uma bússola, relacionando o sentido da corrente ao sentido do campo.

**Descrição da aula:** nesta aula, introduziu-se o conceito de campo magnético gerado por corrente elétrica, articulando representações digitais (GIFs interativos) com uma prática experimental simples, porém altamente significativa. O objetivo foi evidenciar

que não apenas ímãs permanentes produzem campo magnético, mas também condutores percorridos por corrente elétrica.

A atividade iniciou-se com a exibição de um GIF interativo, acessado por QR Code, representando a deflexão de uma bússola posicionada próxima a um fio condutor ligado a uma fonte de tensão contínua. A cena animada foi analisada coletivamente pelos estudantes por meio da rotina investigativa “Vejo – Penso – Pergunto”, que promoveu o levantamento de hipóteses sobre a origem do fenômeno observado.

Em seguida, os estudantes foram conduzidos ao laboratório para realizar uma reprodução do experimento de Orsted, utilizando uma bússola real e um fio condutor conectado a uma fonte de corrente contínua. Durante o experimento, observaram a deflexão da agulha da bússola com o acionamento da corrente elétrica e repetiram a experiência invertendo a polaridade da fonte, identificando mudanças no sentido do desvio.

Esse momento experimental promoveu alto engajamento da turma e permitiu que os estudantes vivenciassem diretamente o fenômeno descoberto no início do século XIX, estabelecendo pontes entre a teoria e a prática.

A professora-pesquisadora mediou o processo com perguntas norteadoras, tais como:

- O que mudou no comportamento da bússola com a corrente ligada?
- Qual é a relação entre o sentido da corrente e o desvio da agulha?
- Se não há ímãs próximos, por que a agulha está se movendo?

Para sistematizar a aprendizagem, os grupos foram convidados a elaborar esquemas visuais relacionando a direção da corrente elétrica no fio ao sentido do campo magnético ao seu redor. A regra da mão direita foi introduzida de forma intuitiva, como recurso visual para compreender o padrão circular das linhas de campo.

**Conexões com a BNCC:** esta aula contempla a Competência Geral 3 (repertório cultural e científico), além de contribuir com a habilidade EM13CNT106:

“Explicar os efeitos da corrente elétrica e os campos magnéticos produzidos por condutores, analisando suas aplicações tecnológicas.”

**Reflexão final**

A experimentação direta, aliada à mediação dos GIFs, dados os resultados da avaliação, sugere-se que tenha proporcionado uma compreensão mais concreta da origem dos campos magnéticos em sistemas elétricos. No entanto, nesta aula, os estudantes realizaram apenas a observação e análise do GIF interativo, sem a execução do experimento prático. Ainda assim, a visualização do GIF interativo da deflexão da bússola — um fenômeno já familiar aos alunos — permitiu reinterpretar o efeito observado sob a perspectiva da Física, reforçando o papel da corrente elétrica como geradora de campo magnético. Essa atividade estabeleceu as bases conceituais para discussões posteriores sobre eletromagnetismo e aplicações tecnológicas, como motores e geradores.

#### **4.6 – Aula 6 – Força Magnética de Lorentz e Levitação Magnética (Maglev)**

##### **Objetivo da aula**

Compreender a força magnética de Lorentz e seus efeitos sobre cargas elétricas em movimento, analisando diferentes tipos de lançamentos em campos magnéticos e suas aplicações tecnológicas, como nos trens de levitação magnética (Maglev).

##### **Descrição da aula**

Nesta aula, os estudantes aprofundaram o conceito de força magnética de Lorentz, analisando seus efeitos sobre partículas carregadas em movimento quando submetidas a campos magnéticos uniformes. A mediação ocorreu por meio de slides contendo GIFs interativos acessados via QR Codes, permitindo a visualização dinâmica dos fenômenos.

Os materiais explorados representavam situações clássicas de lançamento de partículas carregadas:

- **Lançamento paralelo e antiparalelo ao campo magnético**, destacando que a força magnética é nula quando o vetor velocidade é colinear ao vetor campo.
- **Lançamento perpendicular**, evidenciando a trajetória circular resultante da força magnética sempre perpendicular à velocidade.
- **Funcionamento dos trens Maglev**, contemplando tanto a levitação eletromagnética (EMS) quanto a levitação eletrodinâmica (EDS), enfatizando a

aplicação direta da força magnética e das correntes induzidas descritas pela Lei de Lorentz.

Os GIFs foram explorados com base na rotina de pensamento investigativo “**Vejo – Penso – Pergunto**”, que guiou a observação dos fenômenos e o levantamento de hipóteses. A professora-pesquisadora instigou os alunos com questionamentos como:

- Por que a força magnética é nula em certas direções?
- Como o campo influencia a trajetória das partículas?
- Como a levitação magnética é possível sem contato físico?

Apesar da ausência de experimento prático nesta aula, a exploração visual dos conceitos permitiu a compreensão das trajetórias resultantes da interação entre o vetor velocidade e o vetor campo magnético, além da aplicação direta da Força de Lorentz em contextos tecnológicos contemporâneos.

#### **Recursos utilizados:**

- Slides com animações e QR Codes para GIFs interativos: (ver **anexo (slides D e E)**).
- Tabelas comparativas e esquemas conceituais.

#### **Conexões com a BNCC:**

A aula está em consonância com a habilidade EM13CNT106, que propõe a explicação dos efeitos da corrente elétrica e dos campos magnéticos gerados por condutores, analisando suas aplicações tecnológicas. Também articula a competência geral 3, relacionada à compreensão de fenômenos do mundo físico com base em saberes científicos.

#### **Reflexão final da aula:**

Os GIFs interativos possibilitaram aos estudantes visualizar, de forma dinâmica, situações que envolvem a força magnética de Lorentz, como a deflexão de partículas carregadas e a representação esquemática da levitação magnética.

Mesmo sem a realização de um experimento físico, os recursos digitais permitiram que os alunos acompanhassem o comportamento das cargas em diferentes configurações de movimento e campo. Durante a aula, observaram-se

comentários e perguntas voltadas à compreensão do sentido da força e às aplicações tecnológicas, o que indica engajamento com as situações apresentadas.

A experiência serviu como base introdutória para aulas posteriores que envolvem aplicações do eletromagnetismo.

#### 4.7 Aula 7 – Indução Eletromagnética – Queda de Ímã em Tubo Metálico

##### Objetivo da aula:

Compreender o fenômeno da indução eletromagnética a partir da observação da queda de um ímã em um tubo metálico condutor, explorando os efeitos do campo magnético variável e suas implicações físicas.

##### Descrição da aula:

A sétima aula da sequência didática teve como foco a exploração qualitativa do fenômeno da indução eletromagnética, por meio exclusivamente de **GIFs interativos acessados por QR Codes**, sem a realização de experimento prático. Os estudantes observaram duas situações comparativas: a queda de um ímã dentro de um tubo de PVC (isolante) e dentro de um tubo de alumínio (condutor), com diferenças visuais na velocidade de descida.

A atividade foi estruturada a partir da rotina de pensamento “**Vejo – Penso – Pergunto**”, orientando os alunos a realizarem uma leitura investigativa das animações. As perguntas disparadoras utilizadas incluíram:

- “O que vocês observam na trajetória do ímã nos dois tubos?”
- “Por que o ímã parece desacelerar no tubo metálico?”
  
- “Há contato direto entre o ímã e o material?”
- “O que pode estar acontecendo dentro do tubo enquanto o ímã se move?”

As hipóteses levantadas foram discutidas coletivamente, e a mediação docente introduziu os elementos qualitativos da **Lei de Faraday-Lenz**, destacando a ideia de que a variação de fluxo magnético em materiais condutores pode induzir correntes elétricas associadas a campos magnéticos opostos ao movimento.

## Atividade de representação

Trabalhando em duplas, os estudantes produziram esquemas representativos do fenômeno, utilizando setas, anotações e indicações de sentido para ilustrar:

- a direção da queda do ímã;
- a região onde ocorreria variação de fluxo;
- a formação de correntes induzidas;
- a orientação do campo magnético associado às correntes induzidas.

Esse processo de representação gráfica funcionou como um **instrumento de observação do raciocínio dos estudantes durante a aula**, permitindo identificar elementos das interpretações iniciais e ajustar a mediação conforme necessário.

## Reflexão da aula

O uso dos GIFs interativos permitiu que os estudantes observassem, de forma visual, diferenças no comportamento do ímã em materiais distintos, servindo como **recurso de apoio à discussão conceitual** sobre indução eletromagnética.

As trocas realizadas durante a rotina investigativa possibilitaram compreender como os alunos estavam interpretando o fenômeno, orientando a condução das explicações qualitativas sobre a ação de correntes induzidas e forças de oposição ao movimento.

## Recursos utilizados:

- Slides com GIF interativo sobre queda de ímã em tubo metálico (ver **anexo (slides D e E)**).
- QR Codes entregues em fichas de observação.
- Estratégia investigativa: VEJO – PENSO – PERGUNTO.
- Quadro branco coletivo para sistematização das hipóteses.

**Conexões com a BNCC:** A aula contemplou a competência geral 6 (utilização de conhecimentos científicos para o projeto de vida) e mobilizou a habilidade EM13CNT108, que propõe interpretar o fenômeno da indução eletromagnética e suas aplicações tecnológicas.

**Reflexão final da aula:** A análise visual dos GIFs interativos suscitou comentários, hipóteses e interpretações entre os estudantes durante a discussão coletiva. A diferença perceptível entre a queda do ímã no tubo condutor e no tubo isolante gerou questionamentos que orientaram a mediação docente acerca dos princípios qualitativos da indução eletromagnética. O recurso visual funcionou como ponto de partida para a exploração conceitual realizada em sala, permitindo observar como os alunos estavam interpretando o fenômeno e ajustar as explicações a partir dessas interpretações.

#### **4.8 – Aula 8 – Avaliação Pós-Teste e Sistematização da Aprendizagem**

A oitava aula marcou o encerramento da sequência didática intitulada “*Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégia Interativa GIFs*”, tendo como foco a verificação da aprendizagem, a retomada conceitual e a promoção de metacognição dos estudantes. Essa etapa foi fundamental para a coleta de dados que subsidiaram a análise dos resultados da proposta.

##### **Objetivos da Aula**

- Avaliar a evolução conceitual dos estudantes por meio da reaplicação do pré-teste.
- Revisitar os principais conteúdos abordados na sequência didática.
- Estimular a autorreflexão sobre o processo de aprendizagem.
- Identificar a percepção dos alunos sobre a mediação por GIFs e experimentos híbridos.

##### **Procedimentos Didáticos**

**Momento 1 – Aplicação do Pós-Teste (30 min):** Os alunos responderam novamente ao conjunto de questões aplicadas na Aula 1, agora com maior aprofundamento, incluindo perguntas abertas sobre a influência dos GIFs na compreensão conceitual. As perguntas abrangeram temas como:

- Magnetismo e eletromagnetismo.

- Interações entre ímãs.
- Campo magnético e suas representações.
- Indução eletromagnética.
- Utilização de recursos visuais (GIFs) como estratégia de ensino.

**Momento 2 – Roda de Conversa Investigativa (20 min):** Foi promovido um momento de escuta ativa e partilha de percepções. Os alunos relataram quais conteúdos foram mais bem assimilados, quais estratégias ajudaram na aprendizagem e quais aspectos despertaram maior interesse. Os comentários revelaram a valorização dos GIFs como recurso facilitador da visualização de fenômenos invisíveis à experiência cotidiana.

**Momento 3 – Construção Coletiva de Mapa Conceitual (20 min):** Com mediação da professora, a turma construiu um mapa conceitual no quadro integrando os conteúdos da sequência, como:

**Ímãs → Campo Magnético → Corrente Elétrica → Solenoides → Eletroímãs → Indução → Aplicações Tecnológicas.**

A construção coletiva reforçou o encadeamento lógico dos conteúdos, favorecendo a organização mental dos saberes adquiridos.

**Momento 4 – Autoavaliação e Feedback (20 min):** Cada aluno preencheu uma ficha com escalas de avaliação e espaço para comentários abertos, respondendo a perguntas como:

- Quais conteúdos você compreendeu melhor?
- Os GIFs ajudaram na sua aprendizagem? Como?
- Você gostaria de ter mais aulas com recursos visuais interativos?

Esses dados, somados às análises qualitativas do pós-teste, contribuíram significativamente para a sistematização dos resultados da pesquisa.

#### **4.9 – Atividade Complementar: Reaplicação do Pré-Teste e Discussão Reflexiva**

Esta atividade não compõe a sequência didática formal do produto educacional (que contempla oito aulas), mas foi realizada com o objetivo de aprofundar a análise

dos resultados e ampliar a reflexão dos estudantes sobre o processo de aprendizagem. A reaplicação do pré-teste, associada à discussão coletiva e à construção de um mapa conceitual, permitiu a triangulação de dados qualitativos relevantes para esta pesquisa.

A nona e última aula da sequência foi dedicada à reaplicação do pré-teste, com a finalidade de mensurar o progresso conceitual e avaliar o impacto das estratégias interativas utilizadas. Além da reaplicação formal, a aula teve caráter reflexivo e metacognitivo, promovendo a autorregulação da aprendizagem.

### **Objetivos da Aula**

- Avaliar o progresso dos alunos nos conceitos de magnetismo e eletricidade.
- Comparar os resultados iniciais e finais do pré-teste.
- Investigar o impacto das mediações visuais com GIFs interativos na aprendizagem.
- Promover uma reflexão crítica sobre o percurso da sequência didática.

### **Materiais Utilizados**

- Slides com GIFs interativos (revisão conceitual).
- Projetor multimídia.
- Quadro branco, apagador e marcador.
- Versão impressa do pré-teste (Apêndice A).

### **Procedimentos didáticos**

#### **Momento 1 – Contextualização e revisão visual (15 min):**

A professora iniciou a aula explicando os objetivos da reaplicação do teste e sua relevância no processo de autoavaliação. Em seguida, apresentou alguns dos GIFs interativos utilizados nas aulas anteriores, promovendo uma retomada visual dos conceitos-chave da sequência, como campo magnético, eletromagnetismo e indução eletromagnética.

**Momento 2 – Reaplicação do pré-teste (30 min):** Os estudantes responderam novamente ao mesmo conjunto de questões aplicadas na primeira aula. A reaplicação incluiu, além das perguntas conceituais, itens qualitativos como:

- O que é magnetismo? O GIF interativo ajudou a compreender?

- O que significa eletromagnetismo? O recurso digital auxiliou no entendimento?
- Como os GIFs ajudaram a visualizar as interações magnéticas?
- Você aprende melhor com animações alinhadas aos conceitos de Física? Explique.

**Momento 3 – Discussão coletiva dos resultados (30 min):** Com base na comparação entre os dados da aplicação inicial e da reaplicação do teste, a professora conduziu uma roda de conversa para explorar os avanços, dúvidas persistentes e percepções dos estudantes sobre os recursos utilizados. A mediação foi orientada por perguntas como:

- Quais conceitos ficaram mais claros com os GIFs interativos?
- O que os experimentos ajudaram a compreender?
- Como o modo de aprender com imagens animadas contribuiu para o entendimento?

**Momento 4 – Reflexão final e sugestões (15 min):** A aula foi encerrada com uma fala de síntese da professora, destacando a relevância dos conteúdos abordados e sua conexão com o cotidiano. Os estudantes foram convidados a sugerir melhorias para futuras atividades e registrar sua autoavaliação sobre participação, interesse e compreensão.

### **Considerações finais da atividade**

A realização desta aula complementar possibilitou a coleta de dados adicionais e o fortalecimento da avaliação formativa e qualitativa. A triangulação entre os testes, a roda de conversa e os registros reflexivos evidenciaram o papel dos GIFs interativos como ferramentas significativas no processo de mediação conceitual. A experiência reforça a ideia de que estratégias visuais, quando bem integradas ao planejamento didático, ampliam o engajamento, a compreensão e a autonomia dos estudantes no ensino de Física.

## **Análise**

A última aula da sequência desempenhou papel fundamental na consolidação do conhecimento e no fechamento reflexivo do processo de aprendizagem. A comparação entre os resultados do pré e pós-teste evidenciou uma evolução significativa na compreensão dos conceitos relacionados a campo magnético, indução eletromagnética e suas aplicações práticas.

O uso combinado de GIFs interativos e experimentos práticos foi reconhecido pelos estudantes como uma estratégia eficaz para facilitar a aprendizagem, conforme evidenciado nas contribuições espontâneas durante a roda de conversa. A elaboração coletiva do mapa conceitual indicou a apropriação das relações entre os conteúdos, refletindo uma estrutura cognitiva mais integrada, em consonância com os princípios da aprendizagem significativa (Ausubel, 1968) e dos processos metacognitivos (Anderson & Krathwohl, 2001).

Além disso, essa etapa possibilitou à professora-pesquisadora e ao coorientador avaliar o impacto da proposta no desenvolvimento da autonomia e do engajamento dos alunos diante dos conteúdos de Física.

### **4.10 PARÂMETRO DE ANÁLISE DA SEQUÊNCIA**

A análise da sequência didática foi estruturada a partir de três eixos fundamentais:

- (1) engajamento e protagonismo dos estudantes;
- (2) compreensão conceitual dos fenômenos físicos;
- (3) articulação entre a visualização digital, por meio dos GIFs interativos, e a prática experimental.

Esses eixos foram estabelecidos com base na fundamentação teórica apresentada nos capítulos anteriores, além de estarem alinhados às competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) para o Ensino Médio.

O processo avaliativo considerou ainda os seguintes critérios qualitativos:

- Capacidade dos alunos de formular hipóteses a partir da observação dos GIFs e da experimentação.

- Relação entre a visualização dos fenômenos e a construção das representações mentais conceituais.
- Participação ativa nas atividades práticas e reflexivas, como indicador do protagonismo discente;
- Apropriação da linguagem científica nas discussões orais e nos registros escritos.
- Identificação e estabelecimento de relações entre os conteúdos estudados e suas aplicações tecnológicas e no cotidiano.

Os dados foram sistematizados por meio de observações diretas realizadas pela professora-pesquisadora e pelo coorientador, complementadas por registros fotográficos (Apêndice H), anotações dos estudantes e respostas aos instrumentos diagnósticos (pré e pós-teste). A triangulação dessas diferentes fontes proporcionou uma análise robusta e consistente sobre os impactos da proposta didática na aprendizagem e no engajamento dos alunos.

Como referencial teórico para a análise qualitativa da prática, foram adotados os seguintes marcos:

- Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968);
- Rotinas de Pensamento (Ritchhart et al., 2011);
- Modelo de Planejamento Reverso (Wiggins & McTighe, 2005);
- Proposta de Ensino Híbrido e uso de tecnologias digitais na mediação pedagógica (Valente, 2005; Bacich et al., 2015);
- Taxonomia de Bloom revisada para análise das habilidades cognitivas mobilizadas (Anderson & Krathwohl, 2001).

Esse conjunto de parâmetros orientou a avaliação da proposta, assegurando a coerência entre os objetivos formulados, as estratégias metodológicas adotadas e os resultados observados, possibilitando uma análise crítica acerca da eficácia da abordagem híbrida com GIFs interativos no ensino de Eletricidade e Magnetismo.

## Considerações Finais sobre a Aplicação da Sequência Didática

A aplicação da proposta didática híbrida com o uso de GIFs interativos e experimentação prática demonstrou-se significativa para o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Eletricidade e Magnetismo no Ensino Médio. Os registros realizados durante a implementação, tanto pelos estudantes quanto pela professora regente e co-pesquisador, evidenciam que a estratégia favoreceu a construção conceitual, especialmente em tópicos considerados de maior abstração, como a compreensão das linhas de campo magnético e a interação entre polos.

Inspirada no planejamento reverso e no modelo da sala de aula investigativa (Wiggins & McTighe, 2005; Zômpero & Laburú, 2011), a proposta promoveu uma transposição didática eficaz ao estimular o raciocínio investigativo e a construção ativa do conhecimento. A estruturação da sequência em torno da estratégia **VEJO – PENSO – PERGUNTO**, fundamentada no *Harvard Project Zero* (Ritchhart et al., 2011), contribuiu para a mobilização de diferentes formas de leitura visual e interpretação crítica dos fenômenos físicos.

Os estudantes relataram que, inicialmente, tiveram dificuldades em compreender os conteúdos abordados de maneira expositiva e teórica. No entanto, a visualização dos fenômenos por meio dos GIFs interativos — acessados via QR Code — possibilitou uma aproximação mais concreta e investigativa dos conceitos físicos. A estratégia *Vejo – Penso – Pergunto*, aplicada em conjunto com os GIFs e experimentos, atuou como mediadora do pensamento crítico, ampliando a capacidade dos alunos de descrever, formular hipóteses e estabelecer relações entre o fenômeno observado e os conceitos envolvidos.

Além disso, o uso dos GIFs associados às atividades experimentais práticas contribuiu para uma aprendizagem mais significativa, conforme os relatos dos estudantes. A observação das linhas de campo com limalha de ferro, por exemplo, ganhou novo sentido ao ser precedida pela análise visual dos GIFs, fortalecendo a compreensão dos polos magnéticos e da simetria das linhas de força. Como afirmou uma das alunas, “vendo o GIF no celular e fazendo o experimento ao mesmo tempo, entendi melhor os polos e o funcionamento do campo magnético”. Essa articulação entre linguagem visual e prática manual dialoga com a concepção de Zabala (1998),

que defende o trabalho por competências a partir de situações reais e significativas para os estudantes.

Um aspecto particularmente relevante foi o relato da professora sobre o desempenho de uma aluna incluída, com diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA) e dificuldades cognitivas. Segundo a docente, a prática experimental ativou a memória da aluna, e a associação entre o uso do GIF e a realização do experimento potencializou sua compreensão, revelando o potencial inclusivo e sensorial da proposta híbrida, sinalizando que a proposta atendeu a múltiplas formas de aprender e lembrar, como propõe a abordagem histórico-cultural de Vygotsky (2000), ao defender a mediação como elemento central na aprendizagem e no desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

Por fim, os estudantes demonstraram maior engajamento ao perceberem que poderiam interagir com o conteúdo a partir do seu cotidiano tecnológico. O celular, frequentemente visto como um fator de distração em sala de aula, tornou-se ferramenta de aprendizagem ativa. A proposta rompeu com o caráter meramente conteudista e possibilitou uma aprendizagem mais experiencial, dialógica e visual.

Portanto, os resultados parciais dessa aplicação sinalizam que o uso pedagógico de GIFs interativos aliados à experimentação prática pode fortalecer a compreensão conceitual em Física, sobretudo em tópicos de difícil abstração. O sucesso da proposta evidencia a importância de integrar recursos digitais acessíveis e estratégias investigativas em contextos escolares reais, ampliando as possibilidades de inclusão, engajamento e construção de significados.

## **CAPÍTULO 5 – RESULTADOS**

Este capítulo apresenta os resultados da aplicação de uma proposta didática baseada em experimentos híbridos com **GIFs** interativos para o ensino de magnetismo e eletricidade, desenvolvida em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Santa Catarina. A turma, composta por 20 estudantes (16 a 18 anos), apresentava heterogeneidade no desempenho em Física e diferentes níveis de familiaridade com recursos digitais, exigindo estratégias de ensino distribuídas (LIBÂNEO, 2013).

As atividades foram conduzidas pela professora-pesquisadora, com participação do orientador como co-pesquisador, contemplando planejamento, execução e análise. A mediação pedagógica adotou uma abordagem interativa e reflexiva (FREIRE, 1996; ZABALA, 1998), valorizando o contexto escolar e os recursos disponíveis (CARVALHO, 2004; GIL-PÉREZ et al., 2001).

A proposta foi desenvolvida ao longo de oito aulas, realizadas no período matutino, utilizando o laboratório de Física, a sala multimídia, projetores, tablets e os próprios celulares dos estudantes. O estudo atendeu integralmente às normas éticas, contando com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (Parecer nº **7.613.826**, CAAE **86678525.9.0000.0121**) e com o consentimento livre e esclarecido dos participantes, em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (anexo A).

### **5.1 RESULTADO E ANÁLISE**

#### **5.1.1 DESCRIÇÃO DE AULAS**

A sequência articulada visualização, experimentação e discussão conceitual favorece o desenvolvimento gradual da compreensão sobre características magnéticas e eletromagnéticas (AUSUBEL, 1968; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). O uso de **GIFs** interativos auxiliou na assimilação de conceitos abstratos, especialmente

sobre linhas de campo magnético, fortalecendo a relação entre modelo e características (MOREIRA, 2011; CARVALHO, 2004).

### **Análise dos avanços conceituais**

A comparação entre pré-teste e reaplicação evidenciou ganhos expressivos em todos os itens (Tabela 18), com aumentos acima de 45 pontos percentuais nas questões conceituais. As questões sobre percepção e familiaridade com **GIFs** interativos atingiram 100% de respostas positivas ao final, proporcionando liberdade e engajamento dos estudantes.

**Tabela 17 – Tabela completa de acertos do pré-teste**

<b>Nº Questão</b>	<b>Descrição resumida</b>	<b>Acertos</b>	<b>Erros/Branco</b>	<b>% de Acertos</b>
Q1	O que é magnetismo?	7	13 alunos restantes	7/20 → 35 %
Q2	O que é eletromagnetismo?	3	17 alunos restantes	3/20 → 15 %
Q3	Ímãs atraem e repelem?	9	11 alunos restantes	9/20 → 45 %
Q4	Que tipo de força existe entre ímãs?	8	12 alunos restantes	8/20 → 40 %
Q5	O que acontece se cortarmos um ímã ao meio?	3	17 alunos restantes	3/20 → 15 %
Q6	O que é campo magnético?	3	17 alunos restantes	3/20 → 15 %
Q7	Já usou GIF interativo para aprender Física?	8	12 alunos restantes	8/20 → 40 %
Q8	Aprende melhor com animações alinhadas ao conceito?	8	12 alunos restantes.	8/20 → 40 %

Fonte: Dados obtidos na aplicação do questionário diagnóstico com 20 estudantes (2025).

Legenda: Percentual de acertos por questão no pré-teste, evidenciando maior dificuldade nos conceitos de eletromagnetismo, corte de ímã e campo magnético.

**Tabela 18 – Reaplicação (pós-teste)**

Questão	Descrição resumida	Acertos	Erros/Branco	% de Acertos
Q1	O que é magnetismo?	14	6	14/20 → 70%
Q2	O que é eletromagnetismo?	14	6	14/20 → 70%
Q3	Ímãs atraem e repelem?	20	0	20/20 → 100%
Q4	Que tipo de força existe entre ímãs?	20	0	20/20 → 100%
Q5	O que acontece se cortarmos um ímã ao meio?	13	7	13/20 → 65%
Q6	O que é campo magnético?	20	0	20/20 → 100%
Q7	Já usou GIF interativo para aprender Física?	20	0	20/20 → 100%
Q8	Aprende melhor com animações alinhadas ao conceito?	20	0	20/20 → 100%

Fonte: Dados obtidos na reaplicação do questionário com 20 estudantes (2025).

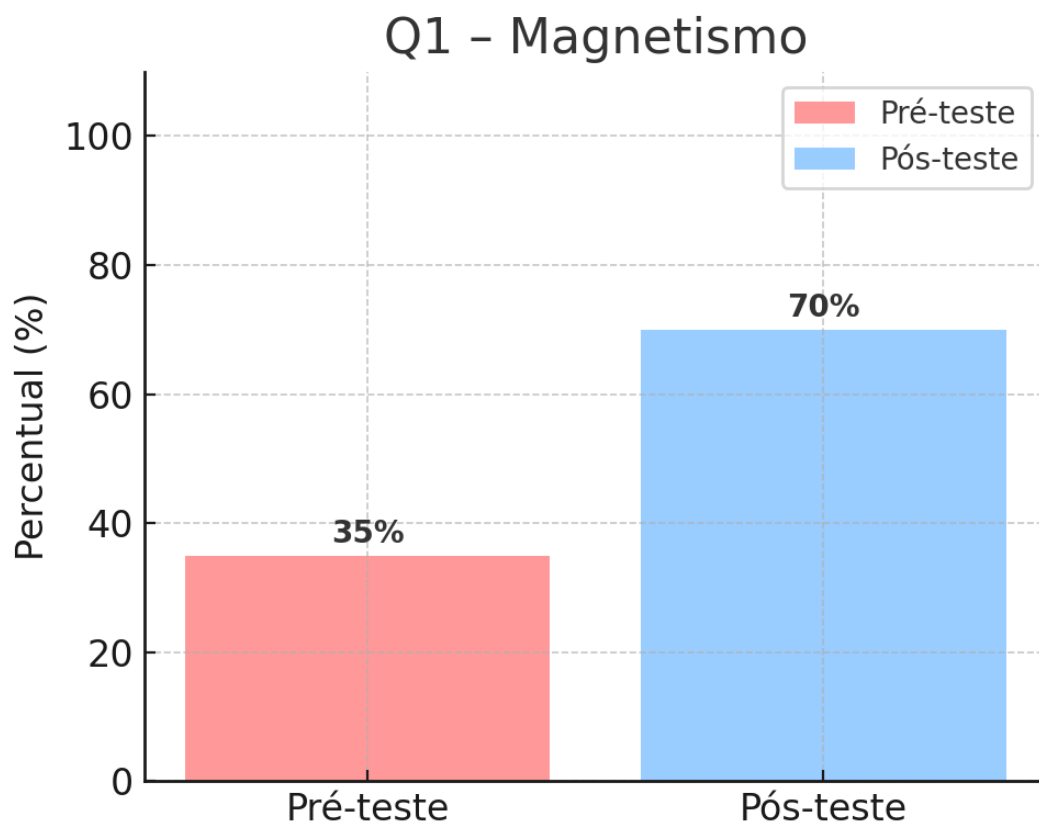
*Legenda:* Percentual de acertos por questão no pós-teste, evidenciando evolução significativa em todos os conceitos, com destaque para ímãs, força magnética e campo magnético, que atingiram 100% de acerto.

**Tabela 19 - Comparativos de pré e pós-teste**

Questão	Pré-teste (%)	Pós-teste (%)
Q1 – Magnetismo	35	70
Q2 – Eletromagnetismo	15	70
Q3 – Ímãs atraem/repelem	45	100
Q4 – Força entre ímãs	40	100
Q5 – Cortar ímã	15	65
Q6 – Campo magnético	15	100
Q7 – GIFs interativos	40	100
Q8 – Aprende com animação	90	100

Fonte: Elaboração própria (2025).

Legenda: Percentual comparativo do desempenho dos estudantes antes e após a aplicação da proposta didática. Observa-se aumento expressivo em todas as questões, especialmente nos itens relacionados ao campo magnético, força magnética e uso de GIFs interativos.

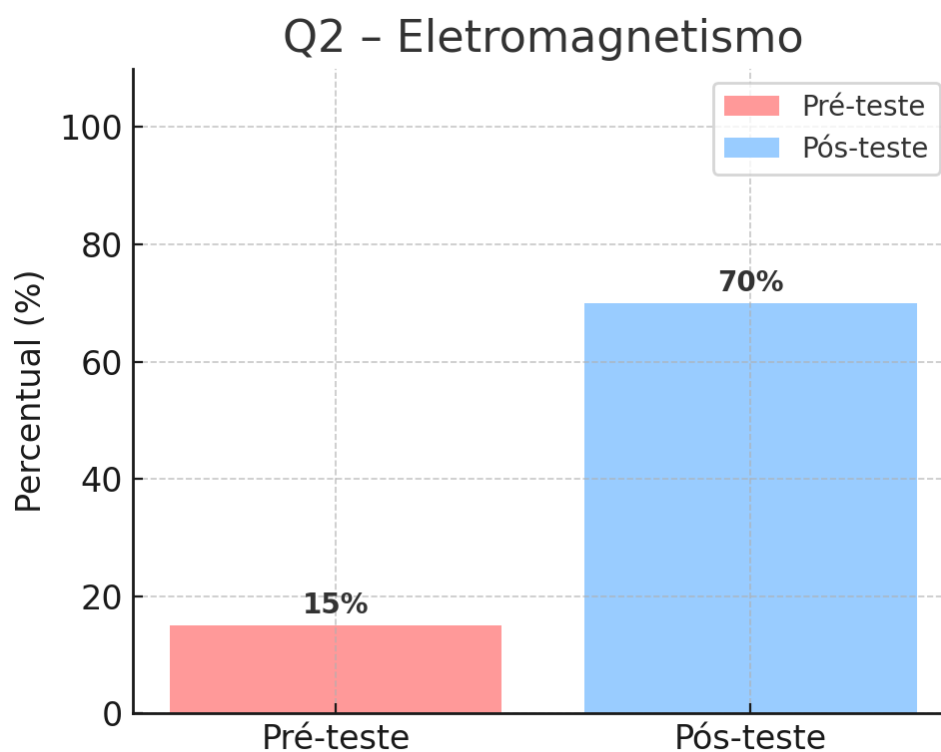
**Gráfico 1 – Magnetismo**

Fonte: Elaboração própria (2025).

Legenda: Percentual de estudantes que responderam corretamente ao conceito de magnetismo no pré-teste e na reaplicação. Observa-se evolução de 35% para 70% de compreensão, atribuída ao uso de GIFs interativos e experimentação prática.

Interpretação: no diagnóstico inicial, apenas 35% dos estudantes apresentaram compreensão aprofundada sobre o conceito de magnetismo. Após a sequência didática, esse percentual alcançou 70%, evidenciando uma apropriação conceitual consistente. A utilização de GIFs interativos e atividades práticas com limalha de ferro contribuiu para a visualização das linhas de campo, tornando mais concreta uma temática tradicionalmente abordada de forma abstrata em sala de aula (AUSUBEL, 1968; MOREIRA, 2011).

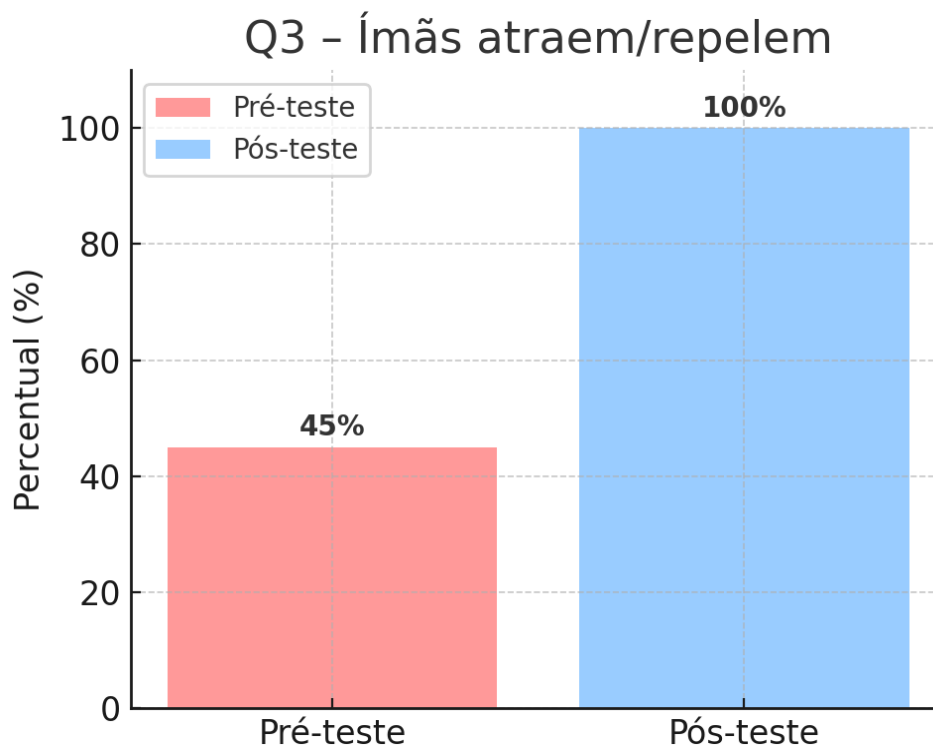
## Gráfico 2 – Eletromagnetismo



Fonte: Elaboração própria (2025)

**Legenda:** comparação do percentual de acertos sobre eletromagnetismo antes e após a sequência didática. O índice aumentou de 15% para 70%, refletindo o impacto da integração entre visualização digital e prática experimental.

**Interpretação:** no diagnóstico inicial, aproximadamente 15% dos estudantes demonstraram reconhecer, ainda que de forma parcial, o conceito de eletromagnetismo. Após a aplicação da sequência didática, esse percentual alcançou cerca de 70%, indicando um aumento na frequência de respostas classificadas como **científicas** na categoria correspondente. Esse resultado foi obtido a partir da comparação entre o pré-teste e o pós-teste, analisados segundo as categorias previamente definidas (correta, alternativa/imprecisa e desconhecimento). A variação observada foi discutida à luz de referenciais como Ausubel (1968) e Moreira (2011), que destacam o papel de organizadores prévios e de diferentes formas de representação na promoção de condições favoráveis à aprendizagem.

**Gráfico 3 – Atração e Repulsão de Ímãs**

Fonte: Elaboração própria (2025).

**Legenda:** Evolução da compreensão do fenômeno de atração e repulsão entre ímãs, que passou de 45% para 100% de acertos, evidenciando a contribuição das animações e da manipulação prática de ímãs.

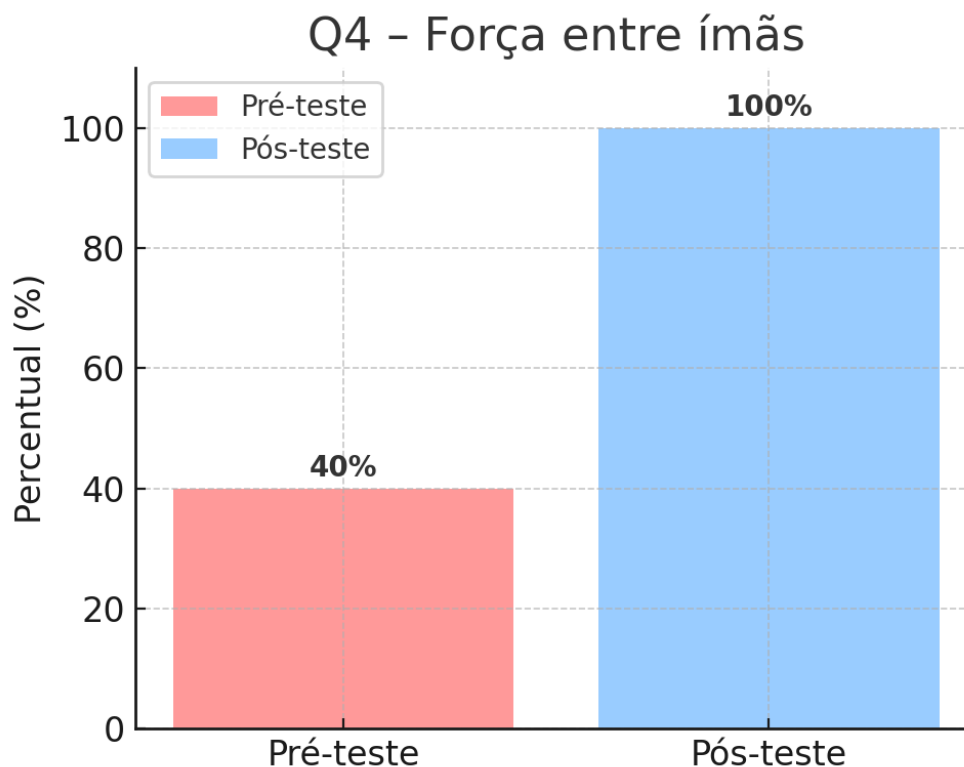
**Interpretação:** no diagnóstico inicial, apenas 45% dos estudantes identificavam corretamente os fenômenos de atração e repulsão entre ímãs. Entre os 55% que apresentaram dificuldades, foram observadas **três categorias de erros recorrentes:**

1. **Confusão entre polos iguais e diferentes:** Alguns estudantes afirmaram que polos iguais se atraem ou que os polos diferentes podem tanto atrair quanto repelir, evidenciando desconhecimento da regra básica de interação entre polos.
2. **Atribuição da força a “distâncias fixas” e não aos polos:** parte das respostas sugeria que a atração ocorreria apenas quando os ímãs estavam “muito perto” e que “longe eles se repelem”, indicando uma concepção baseada na distância e não na polaridade.

- 3. Mistura com explicações eletricistas:** Alguns alunos relacionaram a repulsão à “descarga elétrica dos ímãs”, o que demonstra uma confusão entre magnetismo e eletricidade, típica na literatura de concepções alternativas.

Após a intervenção, **100%** dos estudantes responderam corretamente às questões referentes à atração e repulsão. Essa mudança foi observada pela análise comparativa entre pré e pós-teste, com base nas categorias já estabelecidas (correta, alternativa/imprecisa e desconhecimento).

A visualização das linhas de campo nos GIFs interativos e a manipulação prática dos ímãs contribuíram para a superação desses erros conceituais, ao permitir que os alunos identificassem explicitamente a relação entre polos e forças envolvidas, conforme discutido por Moreira (2011) e Carvalho (2004).

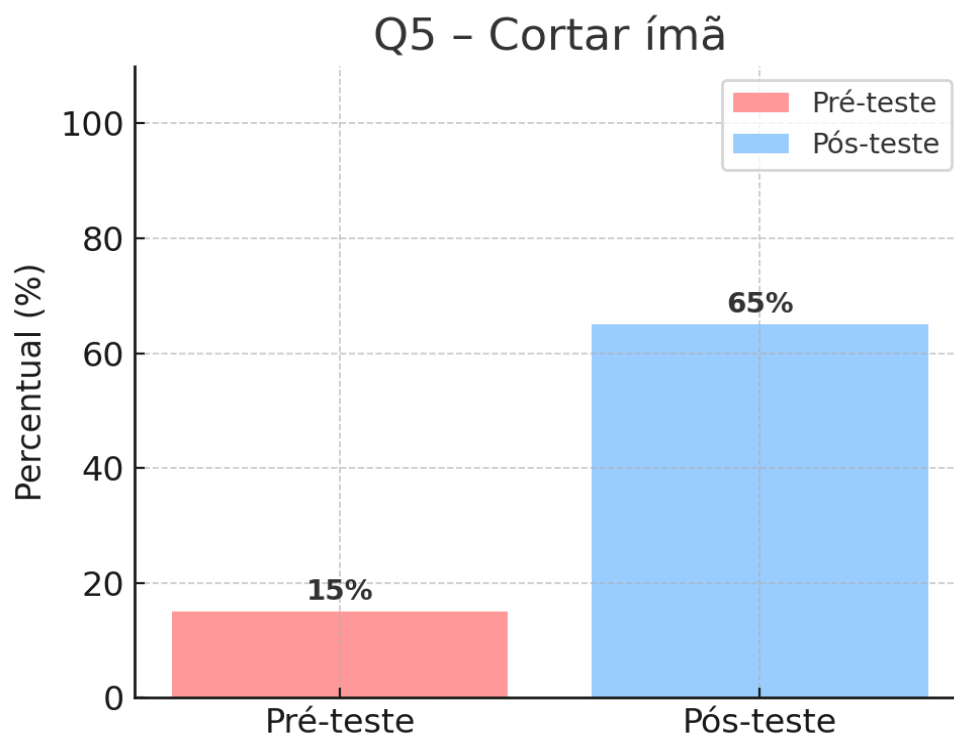
**Gráfico 4 – Tipo de Força entre Ímãs**

Fonte: Elaboração própria (2025)

**Legenda:** Variação no índice de acertos sobre força magnética, com aumento de 40% para 100%. A abordagem visual auxiliou na diferenciação entre força de atração e de repulsão.

**Interpretação:** no pré-teste, 40% dos estudantes identificaram corretamente que as interações entre imposições ocorrem por forças de atração e repulsão. Após a proposta didática, esse índice chegou a 100%, evidenciando explicitamente o conceito. A associação entre GIFs interativos e experimentação prática com diferentes disposições de polos foi determinante para eliminar equívocos prévios (CARVALHO, 2004).

Gráfico 5 – Corte de um Ímã



Fonte: Elaboração própria (2025)

**Legenda:** Evolução do percentual de acertos sobre a manutenção dos polos magnéticos após o corte de um ímã. Houve aumento de 15% para 65% após a utilização de atividades experimentais e recursos visuais.

**Interpretação:** No diagnóstico inicial, apenas 15% dos estudantes demonstraram compreender corretamente que, ao cortar um ímã, formam-se **dois novos ímãs completos**, cada um com seus próprios polos norte e sul. Entre os 85% que apresentaram dificuldades, foram identificadas **três concepções alternativas predominantes**:

### 1. “Os polos podem ser separados”

Alguns estudantes afirmaram que:

- “Se cortar no meio, fica um ímã só com polo norte e outro só com polo sul”;
- “O lado que tem mais força fica com o polo norte.”

Essa concepção indica a ideia equivocada de que os polos são entidades isoláveis.

## 2. “O ímã perde parte do magnetismo após o corte.”

Diversos alunos escreveram que:

- “O ímã perde um dos polos”;
- “Depois do corte, ele fica mais fraco e só um lado funciona.”

Aqui, o erro é associar o corte à destruição da estrutura dipolar.

## 3. “O corte cria regiões neutras sem polaridade”

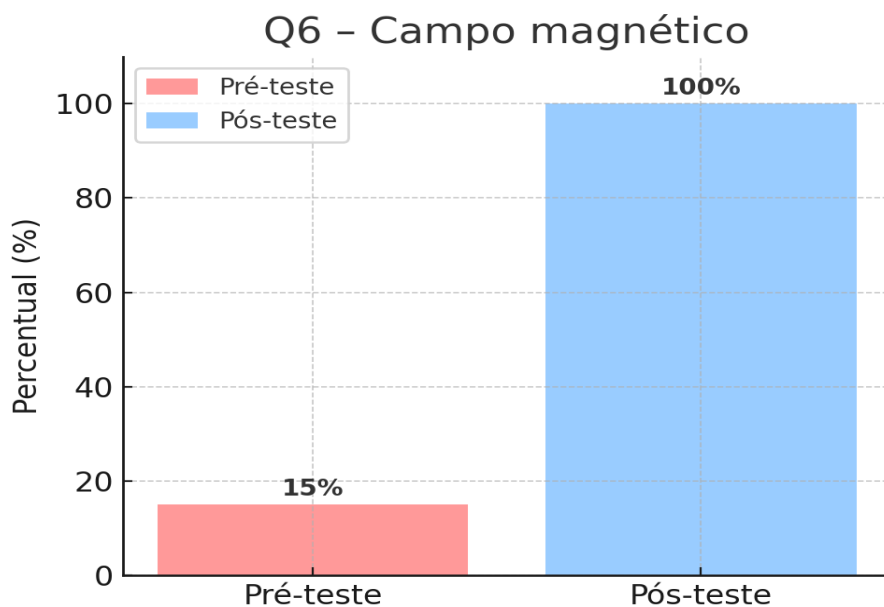
Alguns estudantes interpretaram que:

- “A parte cortada fica sem polo nenhum”;
- “O meio fica neutro e os polos só ficam nas pontas.”

Essa ideia aparece com frequência na literatura de concepções alternativas, confundindo a distribuição do campo interno.

Após a sequência didática, **65%** dos estudantes passaram a responder corretamente, indicando uma melhora substancial. A combinação entre visualização animada por GIFs — que mostravam a formação dos dois novos ímãs — e atividades práticas com ímãs de barra contribuiu para tornar **visível** a estrutura dipolar, usualmente abstrata ao olhar direto (MOREIRA, 2011).

## Gráfico 6 – Campo Magnético

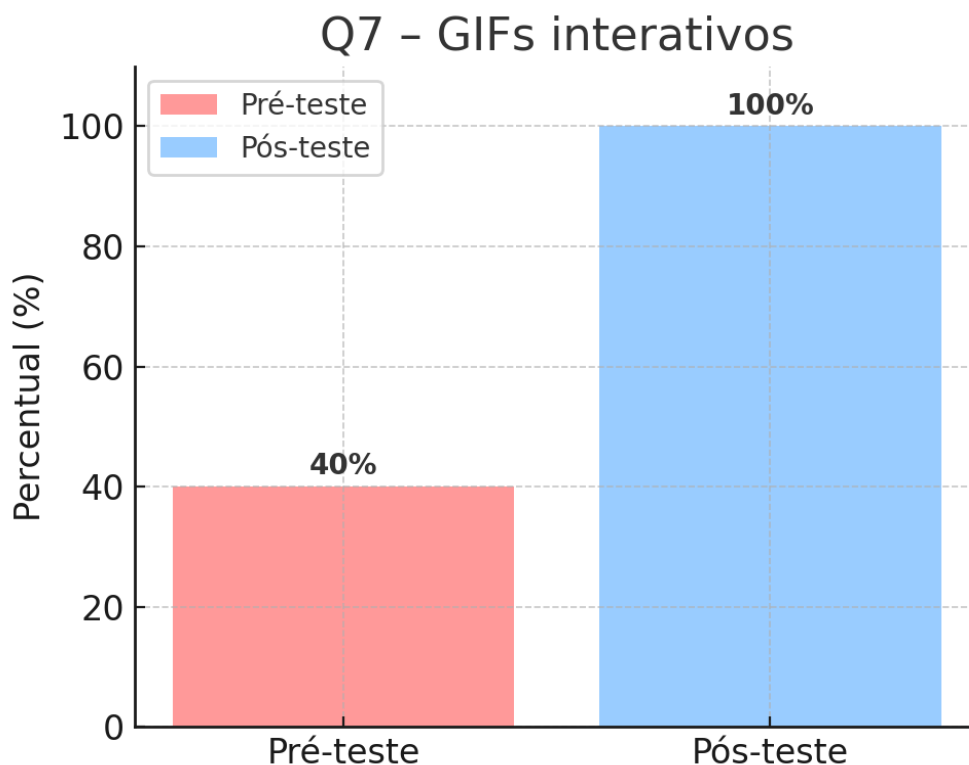


Fonte: Elaboração própria (2025)

Legenda: Compreensão do conceito de campo magnético, com crescimento de 15% para 100% de acertos. As simulações e linhas de campo facilitaram a visualização da área de influência magnética.

**Interpretação:** No diagnóstico inicial, apenas 15% dos estudantes apresentaram uma definição adequada de campo magnético, demonstrando dificuldade em compreender sua natureza vetorial e sua representação por linhas de indução. Após a aplicação da sequência didática, 100% dos alunos passaram a reconhecer corretamente o campo como uma região de influência onde forças magnéticas podem ser exercidas. O uso de GIFs interativos para representar dinamicamente a organização das linhas de campo, aliado à manipulação de limalha de ferro no experimento presencial, contribuiu para uma compreensão explícita e significativa do conceito (AUSUBEL, 1968; MAYER, 2009).

Gráfico 7 – Uso Prévio de GIF Interativo

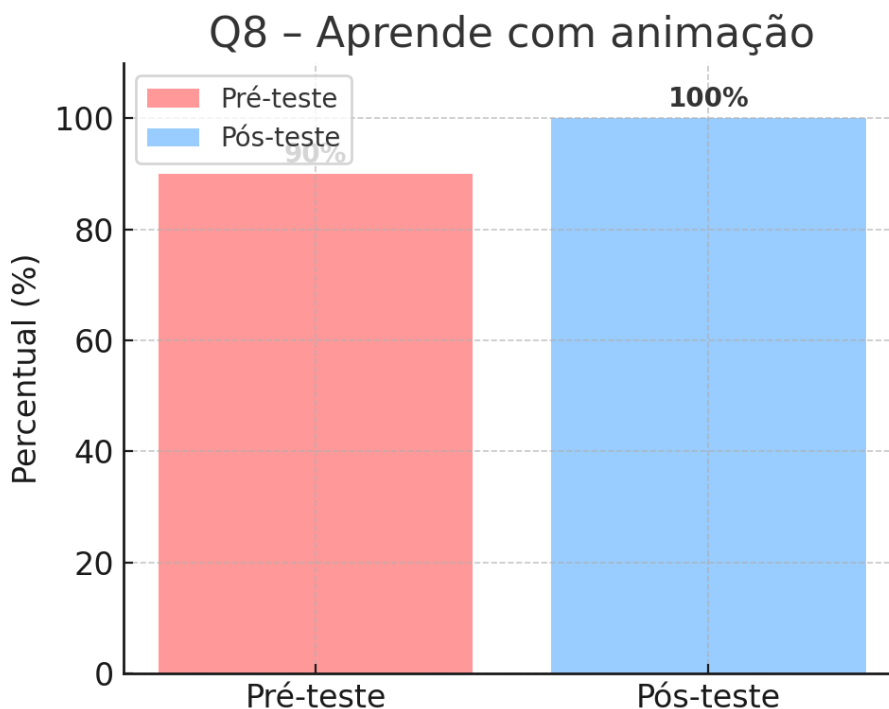


Fonte: Elaboração própria (2025)

Legenda: Percentual de alunos que relataram já ter utilizado GIFs interativos para aprender Física. O índice subiu de 40% no pré-teste para 100% após a intervenção, demonstrando a introdução bem-sucedida dessa ferramenta.

**Interpretação:** inicialmente, apenas 40% dos estudantes afirmaram já ter utilizado GIFs interativos como recurso de aprendizagem. Após a intervenção, todos (100%) afirmaram uso e aprovação desse recurso. Essa mudança evidencia o potencial do recurso visual como estratégia inovadora no ensino de Física, promovendo engajamento e interesse (BACICH et al., 2015; MAYER, 2009).

### Gráfico 8 – Aprendizagem com Animações

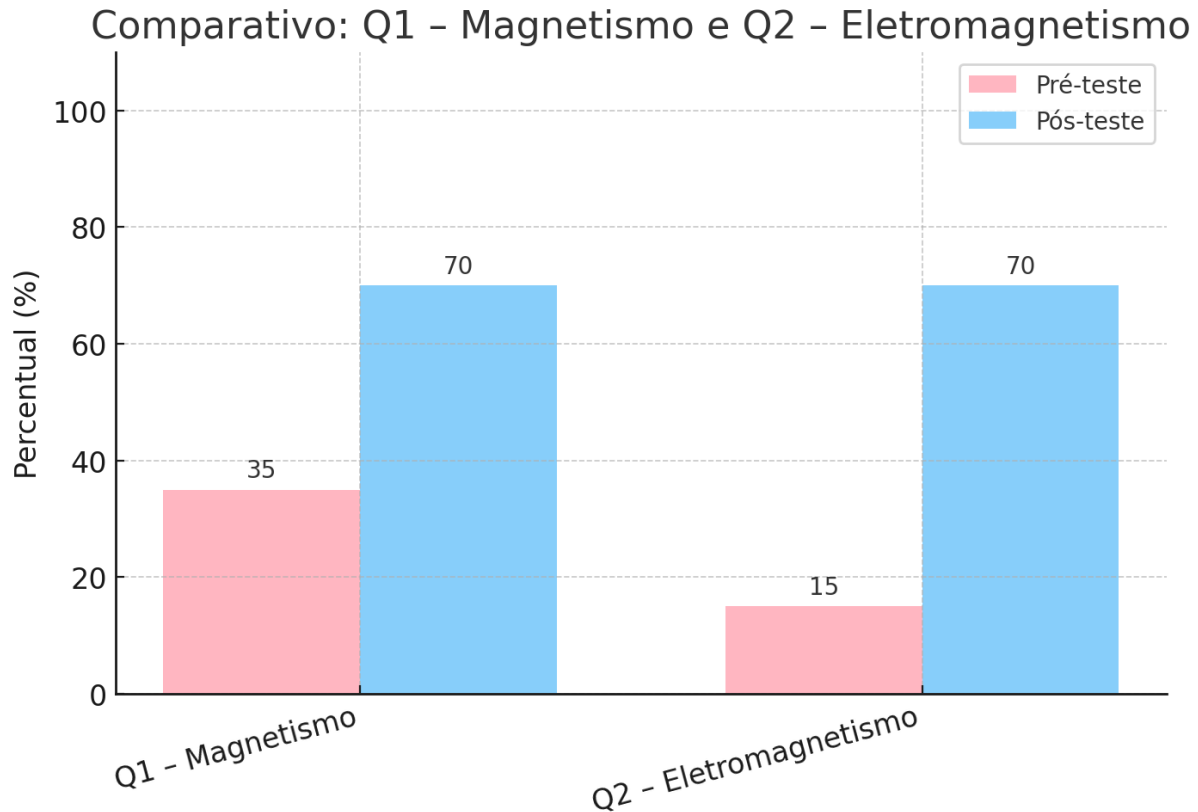


Fonte: Elaboração própria (2025)

Legenda: Comparativo do percentual de estudantes que declararam aprender melhor com animações, passando de 90% para 100% após a sequência didática, o que confirma a relevância da linguagem visual para a compreensão de conceitos abstratos.

**Interpretação:** no diagnóstico inicial, 90% dos alunos já reconheceram o valor das animações para o aprendizado. Após a aplicação da sequência didática, todos os estudantes (100%) confirmaram que as animações favoreceram a compreensão dos conceitos treinados. Essa unanimidade reforça o papel das representações visuais dinâmicas no ensino de referências abstratas, como defendem Mayer (2009) e Ausubel (1968).

### Gráfico Consolidado 9 – Questões 1 a 2 (Magnetismo e Eletromagnetismo)



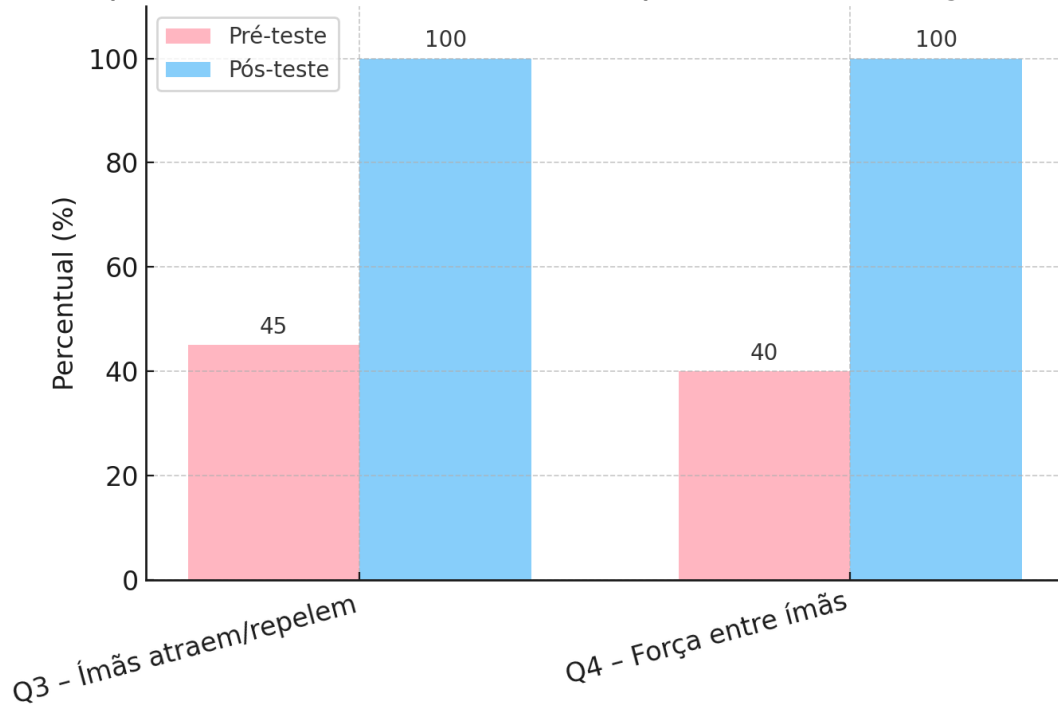
Fonte: Elaboração própria (2025)

**Legenda:** Comparativo do percentual de acertos nas questões sobre magnetismo e eletromagnetismo. Observa-se evolução significativa em ambos os conceitos, com destaque para a Questão 2, que partiu de apenas 15% e atingiu 70% no pós-teste.

**Interpretação:** Os resultados apontam que conceitos básicos de magnetismo e eletromagnetismo foram inicialmente pouco dominados, com índice médio de apenas 25%. Após a aplicação da sequência didática, o desempenho subiu para 70%, representando um ganho de aproximadamente 45 pontos percentuais. Esse avanço reforça a importância de recursos visuais e experimentais para a superação de dificuldades conceituais ligadas à abstração do eletromagnetismo (AUSUBEL, 1968; MOREIRA, 2011).

### Gráfico Consolidado 10 – Questões 3 a 4 (Interação e Força entre Ímãs)

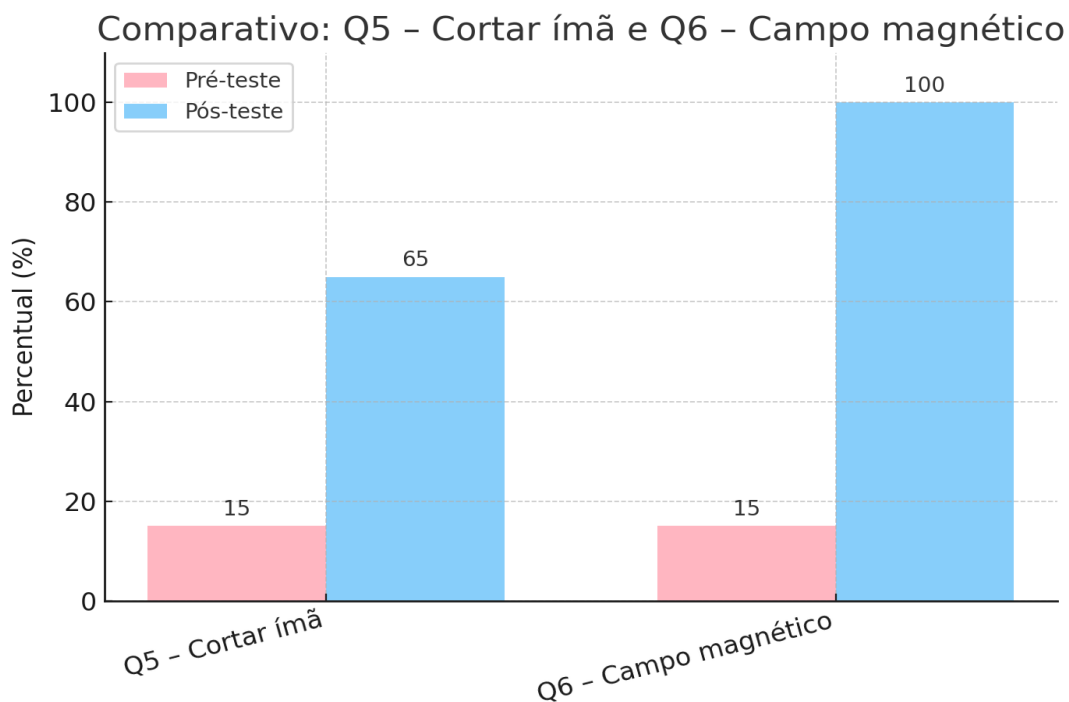
Comparativo: Q3 – Ímãs atraem/repelem e Q4 – Força entre ímãs



Fonte: Elaboração própria (2025)

**Legenda:** Comparativo do percentual de acertos nas questões sobre interação entre ímãs e força entre objetos magnéticos. Ambas atingiram 100% de acerto no pós-teste.

**Interpretação:** O desempenho inicial de 42,5% médio nessas questões evoluiu para acerto total no pós-teste. Isso demonstra que a experimentação prática, aliada a representações visuais, consolidou a compreensão dos fenômenos de atração e repulsão magnética, eliminando concepções alternativas comuns entre estudantes.

**Gráfico Consolidado 11 – Questões 5 a 6 (Corte do Ímã e Campo Magnético)**

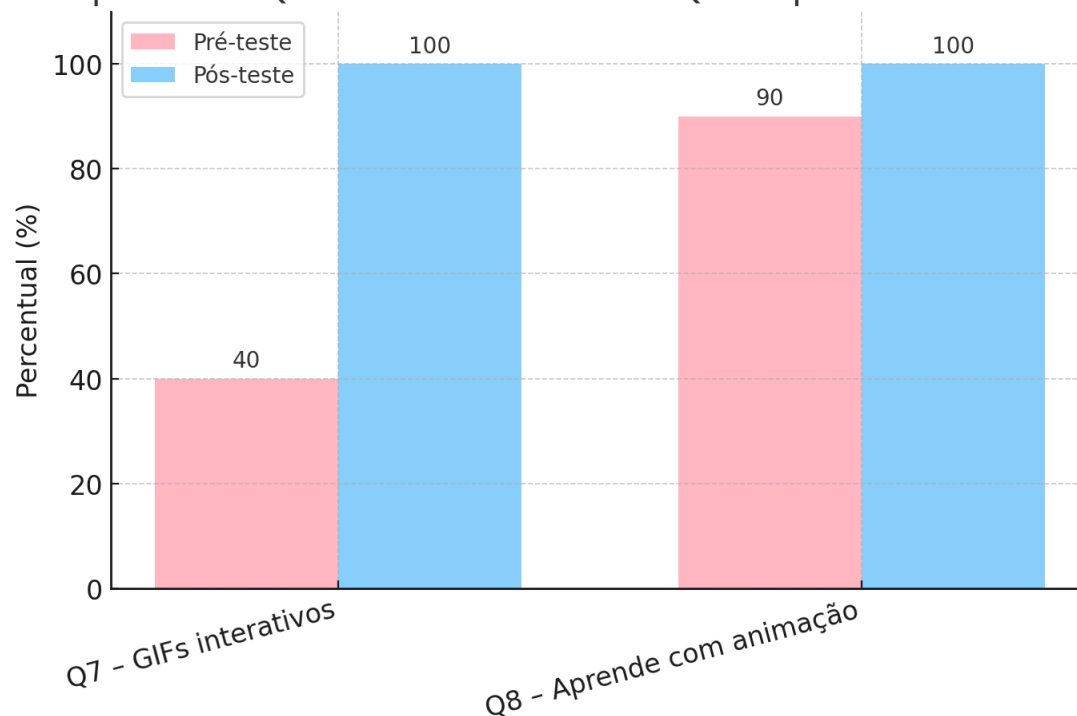
Fonte: Elaboração própria (2025)

**Legenda:** Comparativo do percentual de acertos nas questões sobre a divisão do ímã e o conceito de campo magnético. Observa-se evolução moderada na Questão 5 (15% → 65%) e expressiva na Questão 6 (15% → 100%).

**Interpretação:** Os resultados evidenciam que a compreensão sobre a indivisibilidade dos polos magnéticos ainda gera dificuldades, mesmo após intervenção, enquanto o conceito de campo magnético foi plenamente assimilado. Esse contraste reforça que conteúdos abstratos, quando mediados por GIFs interativos e visualizações experimentais, alcançam maior índice de compreensão do que concepções intuitivas enraizadas.

**Gráfico Consolidado 12 – Questões 7 a 8 (GIFs Interativos e Animações)**

Comparativo: Q7 – GIFs interativos e Q8 – Aprende com animação



Fonte: Elaboração própria (2025)

**Legenda:** Comparativo do percentual de acertos nas questões sobre recursos visuais digitais e aprendizagem por animação. Ambas atingiram unanimidade (100%) no pós-teste.

**Interpretação:** Os dados mostram aceitação e eficácia da metodologia híbrida proposta. O reconhecimento do papel dos GIFs interativos como facilitadores da aprendizagem passou de 40% para 100% (Q7), enquanto a confiança no aprendizado com animações subiu de 90% para 100% (Q8). A unanimidade reforça o impacto da proposta em favorecer a aprendizagem significativa por meio da visualização científica (AUSUBEL, 1968; MOREIRA, 2011).

## 5.2 Análise interpretativa

A análise comparativa entre o pré-teste e a reaplicação evidencia avanços significativos na compreensão conceitual dos estudantes após a implementação da sequência didática baseada em GIFs interativos e experimentos híbridos.

O índice de compreensão sobre o conceito de **magnetismo** aumentou de 35% para 70%, proporcionando apropriação conceitual relevante após a utilização das visualizações digitais e das atividades práticas com limalha de ferro. A questão referente ao **eletromagnetismo**, inicialmente pouco compreendida (15%), apresentou um salto expressivo para 70%, evidenciando a efetividade da articulação entre teoria, linguagem visual e experimentação.

A noção de forças de atração e repulsão entre propriedades, abordada nas Questões 3 e 4, apresentou um aumento médio de **57,5 pontos percentuais** — média obtida a partir dos ganhos de 55 pontos (Q3) e 60 pontos (Q4) identificados nas tabelas comparativas.

O uso dos **GIFs interativos** foi amplamente valorizado: 100% dos estudantes afirmaram que esses recursos facilitaram o aprendizado dos conceitos de Física, tanto na compreensão conceitual quanto na retenção de conteúdos abstratos. Relatos espontâneos reforçam esse dado, como no depoimento: *“Antes eu pensei que o campo magnético era só teoria, mas vendo no GIF e depois com o bombril, percebi que era real.”* Outro estudante destacou: *“Gostei de usar o celular para estudar, não foi só copiar; vimos, discutimos e fizemos o experimento”*.

Além disso, a proposta apresentada atendeu a diferentes perfis de aprendizagem: estudantes com altas habilidades e outros com dificuldades de aprendizagem manifestaram entusiasmo e maior engajamento, participando ativamente das atividades.

Esses resultados corroboram as hipóteses centrais desta pesquisa, fundamentadas em Ausubel (1968), Moreira (2011) e Bacich et al. (2015): a integração de recursos digitais interativos com atividades práticas, sob mediação reflexiva e investigativa, constitui uma abordagem promissora para o ensino de conceitos complexos. Essa articulação é potencializada pela aplicação da rotina de pensamento **VEJO – PENSO – PERGUNTO**, que estrutura cognitivamente o olhar do estudante para além da simples observação, promovendo a construção ativa do conhecimento.

### 5.2.1 Síntese Interpretativa da Avaliação

Uma análise integrada dos dados confirma avanços expressivos na compreensão de conceitos centrais de **magnetismo e eletromagnetismo**. Conforme mostrado nos gráficos consolidados, todas as questões apresentaram aumentos significativos de acertos após a aplicação da sequência didática baseada na abordagem híbrida (GIFs interativos + experimentos práticos).

O índice de compreensão sobre o magnetismo evoluiu de 35% para 70%, enquanto o entendimento sobre o eletromagnetismo passou de 15% para 70%. Resultados igualmente relevantes foram registrados no campo magnético, que evoluiu de 15% para 100%, e nas questões de aplicação prática, como o corte de ímãs, que subiu de 15% para 65% no pós-teste.

Além dos ganhos conceituais, os depoimentos dos estudantes revelam mudanças no modo de aprender. Um deles relatou: *“Antes eu pensei que o campo magnético era só teoria, mas vendo no GIF e depois com o bombril, percebi que era real.”* Outro acrescentou: *“Gostei de usar o celular para estudar, não foi só copiar; vimos, discutimos e experimentamos”*. Esses registros reforçam a contribuição da linguagem visual e da experimentação para a fixação de conteúdos abstratos.

De acordo com os pressupostos da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968) e com o conceito de substantividade escolar (MIZUKAMI, 1986), esta evolução sugere que uma nova informação foi ancorada em estruturas cognitivas prévias, sendo enriquecida por experiências visuais e experimentais. Assim, a articulação entre visualização, interatividade e prática experimental se mostra promissora para o ensino de conteúdos complexos de Física.

## 5.2.2 – Análise Integrada dos Resultados Quantitativos

A leitura conjunta dos gráficos individuais e consolidados evidencia avanços expressivos em todos os conceitos avaliados. As interpretações apresentadas para cada conjunto de questões mostram que a evolução não se limitou a um tópico específico, mas se estendeu de forma abrangente a diferentes dimensões do magnetismo e do eletromagnetismo.

Em termos percentuais, os resultados demonstram saltos relevantes: o magnetismo evoluiu de 35% para 70% (Q1), o eletromagnetismo de 15% para 70% (Q2) e o campo magnético de 15% para 100% (Q6). Nas questões aplicadas a contextos práticos, como o corte de ímãs, o índice de acerto passou de 15% para 65% (Q5), enquanto a compreensão das forças de atração e repulsão entre ímãs (Q3 e Q4) atingiu 100% no pós-teste.

Além dos ganhos conceituais, também se verificou uma mudança no modo de aprender: 100% dos estudantes afirmaram que as animações digitais facilitaram a visualização de conceitos abstratos e favoreceram a retenção dos conteúdos. Esses resultados indicam que a linguagem visual, quando articulada à prática experimental e à mediação reflexiva, potencializa a aprendizagem e promove maior engajamento.

De acordo com os pressupostos da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968) e com o conceito de substantividade escolar (MIZUKAMI, 1986), tais avanços mostram que as novas informações foram ancoradas em estruturas cognitivas pré-existentes e enriquecidas por experiências visuais e experimentais. Assim, a combinação entre visualização, interatividade e prática experimental revela-se uma abordagem promissora para o ensino de conceitos complexos de Física.

## 5.3 Análise das Respostas da Situação-Problema

A Situação-Problema aplicada ao final da sequência buscou avaliar a capacidade de integrar conceitos, a partir da observação da queda de um ímã dentro de um tubo metálico. A questão, relacionada à formação de correntes de Foucault, foi previamente explorada por meio de GIF interativo e experimentação prática, estimulando a construção de explicação com base na indução eletromagnética.

### Crêterios de análise das respostas:

- Compreensão do conceito de campo magnético como região de atua o de forças;
- Identifica o das características de indu o eletromagnética;
- Reconhecimento de forças resistivas não convencionais;
- Integra o entre visualiza o digital, prática experimental e explica o teórica.

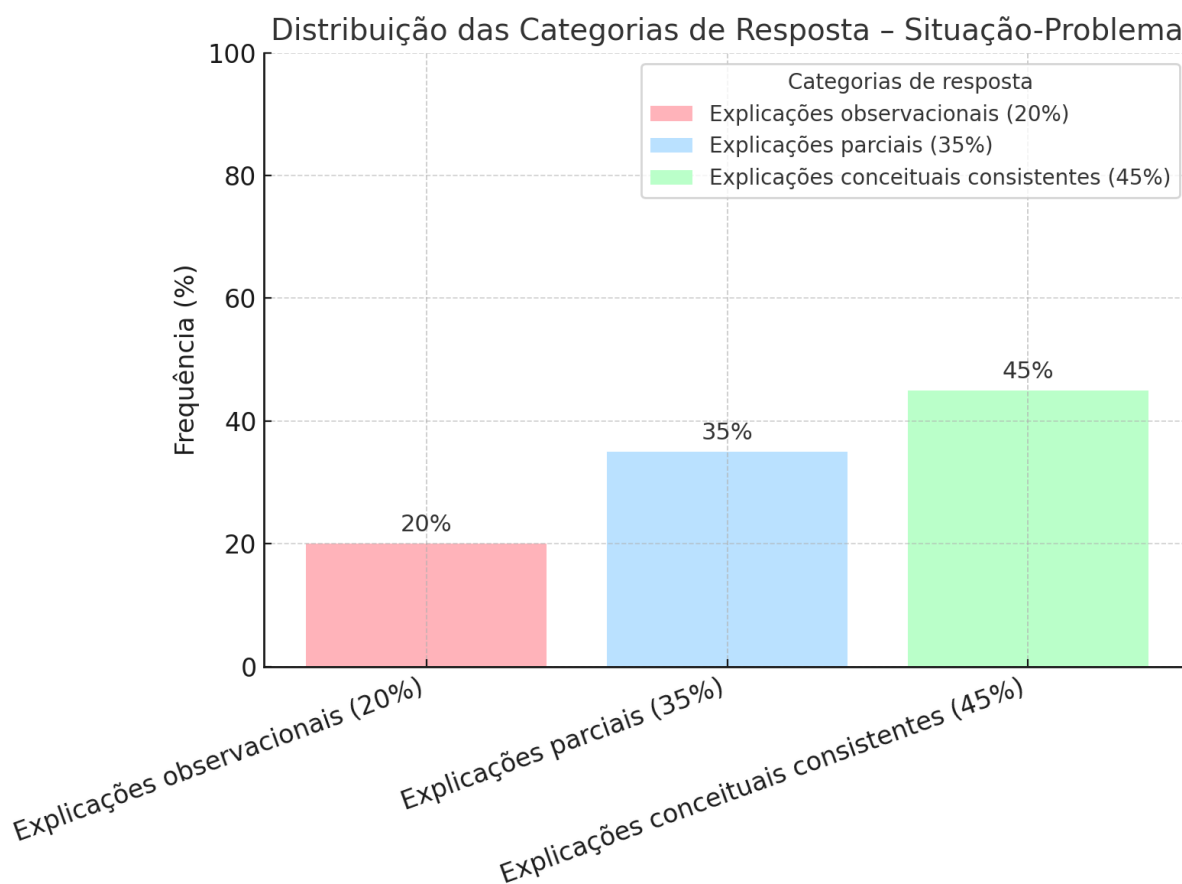
**Tabela 20 – Categoriza o das respostas   situa o-problema**

<b>Categoria</b>	<b>Descri�o</b>	<b>Exemplo de resposta</b>	<b>Frequência</b>
1. Explica�es observacionais	Descri�o empírica, sem uso de conceitos físicos.	“O ímã caiu mais devagar porque o tubo o segura.”	20%
2. Explica�es parciais com termos técnicos incipientes	Uso de termos como “campo” ou “força magnética” sem rela�o adequada.	“O campo magnético do tubo atrapalha a queda.”	35%
3. Explica�es conceituais consistentes	Uso correto de conceitos como campo magnético, correntes induzidas e forças resistivas.	“O movimento do ímã gera correntes induzidas que criam um campo magnético oposto, retardando a queda.”	45%

Fonte: Elabora o própria (2025)

A categoriza o mostra que a maioria dos estudantes superou a simples observa o empírica, incorporando gradualmente vocabulário e conceitos científicos. Do total, 80% mobilizaram ao menos parcialmente no es da Física, enquanto 45% apresentaram explica es completas ou quase completas, evidenciando o domínio conceitual sobre indu o eletromagnética.

Esses resultados confirmam o impacto positivo da combina o entre experimenta o, recursos visuais interativos e media o conceitual, reforçando os princípios da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968) e da media o visual (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

**Gráfico 13 – Distribuição das Categorias de Resposta – Situação-Problema**

Fonte: Elaboração própria (2025)

**Legenda:** Distribuição das categorias de resposta dos estudantes à Situação-Problema sobre a queda do ímã em tubo metálico. O gráfico mostra três padrões distintos: explicações observacionais (20%), explicações parciais com termos técnicos incipientes (35%) e explicações conceituais consistentes (45%).

**Interpretação:** Os resultados revelam que 80% dos estudantes superaram a simples descrição empírica do fenômeno, mobilizando ao menos parcialmente conceitos da Física. Destes, 45% apresentaram explicações conceituais consistentes, utilizando corretamente noções como campo magnético, correntes induzidas e forças resistivas.

Esse desempenho confirma o impacto positivo da combinação entre GIFs interativos (via QR Codes) e a rotina investigativa VEJO–PENSO–PERGUNTO, que estimulou a leitura visual estruturada e a formulação de hipóteses fundamentadas.

A categorização evidencia que a mediação visual contribuiu para a transição de respostas descritivas para interpretações conceituais, em consonância com os pressupostos da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968) e com as perspectivas de alfabetização científica propostas por Zômpero e Laburú (2011). Assim, a Situação-Problema consolidou-se como instrumento avaliativo eficaz, permitindo verificar o nível de generalização e de transferência conceitual alcançado pelos estudantes.

## CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo investigar a efetividade de uma proposta didática híbrida, baseada na integração de experimentação prática e recursos digitais interativos (GIFs), para o ensino de conceitos de magnetismo e eletricidade no Ensino Médio. A aplicação da sequência didática em uma turma de 3º ano de uma escola pública estadual de Santa Catarina permitiu identificar avanços significativos na compreensão conceitual dos estudantes e um aumento evidente no engajamento com o conteúdo de Física.

A articulação entre representações visuais e práticas experimentais mostrou-se particularmente potente para promover aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968), especialmente em temas tradicionalmente abstratos, como campo magnético, indução eletromagnética, conservação dos polos magnéticos e vetorialidade das interações magnéticas. Os GIFs interativos, acessados por QR Codes, favoreceram a leitura visual investigativa e a análise orientada do fenômeno físico, enquanto os experimentos híbridos consolidaram a compreensão por meio da manipulação direta.

Os resultados obtidos nas avaliações diagnósticas e somativas revelaram progresso expressivo no desempenho dos alunos, tanto no reconhecimento de conceitos fundamentais quanto na capacidade de aplicá-los em situações-problema. A apropriação gradual do vocabulário científico e a superação de concepções alternativas reforçam o potencial da proposta como estratégia metodológica inovadora no ensino de Física.

Por fim, o estudo dialoga com princípios da substância escolar (MIZUKAMI, 1986; MOREIRA, 2011) e do planejamento reverso (WIGGINS & MCTIGHE, 2005), evidenciando coerência entre objetivos, atividades e avaliações.

### 6.1 Síntese dos principais resultados

- A compreensão de **campo magnético** evoluiu de 15% para 100% de acertos, indicando forte impacto da combinação entre simulações e experimentação com limalha de ferro.
- A identificação correta de **atração e repulsão entre ímãs** passou de 45% para 100%, reduzindo concepções alternativas associadas à ideia de

“polaridade variável” ou “força que depende do tamanho do ímã”.

- O entendimento sobre a **conservação dos polos magnéticos** ao cortar um ímã subiu de 15% para 65%, corrigindo concepções equivocadas como “separar o polo norte do polo sul” ou “neutralizar um dos polos”.
- O conceito de **eletromagnetismo** teve um avanço expressivo: apenas 15% dos alunos identificavam corretamente o fenômeno inicialmente; após a intervenção, o índice subiu para 70%.
- Os estudantes demonstraram maior segurança no uso de **linguagem científica**, na interpretação de representações visuais e na análise de situações experimentais.

Esses resultados evidenciam que a integração entre GIFs interativos e experimentação prática fortalece processos de visualização, modelagem mental e construção ativa do conhecimento.

## 6.2 Limitações do estudo e possibilidades de pesquisas futuras

Apesar dos avanços observados, a pesquisa apresenta algumas limitações importantes:

- a) Tempo reduzido de aplicação:** A sequência foi aplicada em quatro semanas, o que limitou o aprofundamento em tópicos mais complexos, como indução eletromagnética quantitativa e aplicações tecnológicas.
- b) Tamanho da amostra:** os resultados referem-se a apenas uma turma de Ensino Médio, o que restringe a generalização dos achados.
- c) Condições de infraestrutura:** A realização dos experimentos depende da disponibilidade de laboratório, materiais simples e conexão estável para acesso aos QR Codes — condições que variam entre escolas.

**d) Avaliação predominantemente conceitual:** A pesquisa não explorou em profundidade dimensões atitudinais ou o impacto na resolução de problemas de maior complexidade matemática.

### **Sugestões para estudos futuros**

- Aplicar a proposta em diferentes anos escolares, ampliando a amostra.
- Integrar GIFs 3D, simulações computacionais e realidade aumentada.
- Investigar o impacto da metodologia em habilidades de modelagem, argumentação e resolução de problemas.
- Avaliar a proposta em contextos com diferentes níveis de infraestrutura escolar.
- Desenvolver materiais complementares para outras unidades temáticas (Óptica, Termologia, Mecânica).

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, LORIN W.; KRATHWOHL, DAVID R. (ED.). *A TAXONOMY FOR LEARNING, TEACHING, AND ASSESSING: A REVISION OF BLOOM'S TAXONOMY OF EDUCATIONAL OBJECTIVES*. NEW YORK: LONGMAN, 2001.

AUSUBEL, DAVID P. *EDUCATIONAL PSYCHOLOGY: A COGNITIVE VIEW*. NEW YORK: HOLT, RINEHART & WINSTON, 1968.

AUSUBEL, DAVID P.; NOVAK, JOSEPH D.; HANESIAN, HELEN. *PSICOLOGIA EDUCACIONAL*. 2. ED. RIO DE JANEIRO: INTERAMERICANA, 1980. ISBN 85-201-0084-8.

BLOOM, BENJAMIN S.; ENGLEHART, MAX D.; FURST, EDWARD J.; HILL, WALKER H.; KRATHWOHL, DAVID R. *TAXONOMY OF EDUCATIONAL OBJECTIVES: THE CLASSIFICATION OF EDUCATIONAL GOALS. HANDBOOK I: COGNITIVE DOMAIN*. NEW YORK: LONGMAN, 1956.

BNCC. *BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR*. BRASÍLIA, DF: MEC, 2018. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://BASENACIONALCOMUM.MEC.GOV.BR/>. ACESSO EM: 14 AGO. 2025.

BRASIL. *BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: ENSINO MÉDIO*. BRASÍLIA, DF: MEC, 2018.

BRASIL. *PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS*. BRASÍLIA, DF: MEC, 2002.

BRUNER, JEROME S. *THE RELEVANCE OF EDUCATION*. 1. ED. NEW YORK: W. W. NORTON, 1973.

CAVALCANTE, FRANCISCO DE ASSIS FERNANDES. GIFS COMO OBJETO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA AULAS DE FÍSICA: LEI DA INÉRCIA. IN: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU, 10., 2024, JOÃO PESSOA. ANAIS... JOÃO PESSOA: EDITORA REALIZE, 2024. P. 1–12. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://EDITORAREALIZE.COM.BR/ARTIGO/XXXX>. ACESSO EM: 14 AGO. 2025.

COMPUSERVE INCORPORATED. *ESPECIFICAÇÃO DO GRAPHICS INTERCHANGE FORMAT (GIF) – VERSÃO 87A (1987)*. COMPUSERVE INCORPORATED, 1 JUN. 1987. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://WWW.W3.ORG/GRAPHICS/GIF/SPEC-GIF87.TXT>. ACESSO EM: 14 AGO. 2025.

EINSTEIN, ALBERT. *IDEAS AND OPINIONS*. NEW YORK: CROWN PUBLISHERS, 1949.

FEYNMAN, RICHARD P. *THE FEYNMAN LECTURES ON PHYSICS*. VOL. II. BOSTON: ADDISON-WESLEY, 2009.

FEYNMAN, RICHARD P.; LEIGHTON, ROBERT B.; SANDS, MATTHEW L. *LIÇÕES DE FÍSICA DE FEYNMAN: ELETROMAGNETISMO E MATÉRIA*. VOL. II. 2. ED. PORTO ALEGRE: BOOKMAN EDITORA, 2009. TRADUÇÃO DE ANTÔNIO MÁRCIO M. MAGALHÃES.

GIL-PÉREZ, DANIEL; CASTRO VALDÉS, ALFREDO. LA ORIENTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO COMO INVESTIGACIÓN: UN EJEMPLO ILUSTRATIVO. *REVISTA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, BARCELONA, V. 14, N. 1, P. 45–61, 1996.

HALLIDAY, DAVID; RESNICK, ROBERT; WALKER, JEARL. *FUNDAMENTOS DE FÍSICA: ELETROMAGNETISMO*. VOL. 3. 10. ED. SÃO PAULO: GRUPO EDITORIAL NACIONAL (GUANABARA KOOGAN, ET AL.), 2016. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.GRUPOGEN.COM.BR/EXATAS](https://www.grupo.gen.com.br/exatas). ACESSO EM: 24 AGO. 2025.

JEWITT, CAREY; KRESS, GUNTHER; OGBORN, JON; TSATSARELIS, CHARALAMPOS. *MULTIMODAL TEACHING AND LEARNING: THE RHETORICS OF THE SCIENCE CLASSROOM*. LONDON: BLOOMSBURY, 2001.

JOHNSON-LAIRD, PHILIP N. MENTAL MODELS IN COGNITIVE SCIENCE. *COGNITIVE SCIENCE*, V. 4, N. 1, P. 71–115, 1983. DOI: 10.1207/s15516709COG0701\_4.

JONASSEN, DAVID H.; HONG, CHING CHIU Y. COMPUTERS AS MINDTOOLS FOR ENGAGING LEARNERS IN CRITICAL THINKING. *TECHTRENDS*, V. 43, N. 2, P. 24–32, 1998.

LEMKE, JAY L. *TALKING SCIENCE: LANGUAGE, LEARNING, AND VALUES*. NORWOOD, NJ: ABLIX PUBLISHING CORPORATION, 1990.

LÉVY, PIERRE. *CIBERCULTURA*. 1. ED. SÃO PAULO: EDITORA 34, 1999. TRADUÇÃO DE CARLOS IRINEU DA COSTA.

MAYER, RICHARD E. *APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA*. 2. ED. CAMBRIDGE: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 2009.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. DESAFIOS NO ENSINO DA FÍSICA. *REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA*, SÃO PAULO, v. 43, SUPL. 1, p. 1–8, 2021. DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0071.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. *FUNDAMENTOS DE EDUCAÇÃO: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E PRÁTICA DOCENTE*. SÃO PAULO: CORTEZ, 2011.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. *PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E INSTRUÇÃO*. SÃO PAULO: MORAES, 1982.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA? PORTO ALEGRE: INSTITUTO DE FÍSICA – UFRGS, 2010. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://WWW.IF.UFRGS.BR/PUBLIC/ENSINO/MOREIRA/APRENDIZAGEM.PDF>. ACESSO EM: 14 AGO. 2025.

MOREIRA, MARCO ANTONIO; MASSINI, ELCIE. *APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E INSTRUÇÃO*. SÃO PAULO: MORAES, 1982.

NOVAK, JOSEPH D. *LEARNING, CREATING, AND USING KNOWLEDGE: CONCEPT MAPS AS FACILITATIVE TOOLS IN SCHOOLS AND CORPORATIONS*. MAHWAH: LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, 2000.

NOVAK, JOSEPH D.; GOWIN, D. BOB. *APRENDIENDO A APRENDER*. 15. ED. MADRID: A&M GRÁFIC, 1996.

NOVAK, JOSEPH D.; GOWIN, D. BOB. *LEARNING HOW TO LEARN*. CAMBRIDGE: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1996.

OSTERMANN, FERNANDA; MOREIRA, MARCO ANTONIO. UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A ÁREA DE PESQUISA “FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO”. *INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS*, PORTO ALEGRE, v. 5, n. 1, p. 23–48, 2000. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.IF.UFRGS.BR/IENCI/ARTIGOS/ARTIGO\\_ID1.PDF](HTTPS://WWW.IF.UFRGS.BR/IENCI/ARTIGOS/ARTIGO_ID1.PDF). ACESSO EM: 14 AGO. 2025.

PACCA, JESUÍNA F. M.; SILVA, SUELI. CORRENTE ELÉTRICA E CIRCUITO ELÉTRICO: ALGUMAS CONCEPÇÕES DO SENSO COMUM. *CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA*, FLORIANÓPOLIS, v. 20, n. 2, p. 151–167, 2003. DOI: 10.5007/%25x.

PAPERT, SEYMOUR. *A MÁQUINA DAS CRIANÇAS: REPENSANDO A ESCOLA NA ERA DA INFORMÁTICA*. PORTO ALEGRE: ARTES MÉDICAS, 1994.

PERRENOUD, PHILIPPE. *DEZ NOVAS COMPETÊNCIAS PARA ENSINAR*. PORTO ALEGRE: ARTMED, 2000. TRADUÇÃO DE PATRICIA CHITTONI RAMOS.

PRENSKY, MARC. DIGITAL NATIVES, DIGITAL IMMIGRANTS. *ON THE HORIZON*, v. 9, n. 5, p. 1–6, 2001.

PUGLIESE, LÚCIA. *ENSINO DE CIÊNCIAS: ABORDAGENS CONTEMPORÂNEAS E DESAFIOS*. SÃO PAULO: CORTEZ, 2017.

RITCHHART, RON; CHURCH, MARK; MORRISON, KARIN. *A TEORIA DA APRENDIZAGEM DE DAVID AUSUBEL COMO SISTEMA DE REFERÊNCIA PARA A ORGANIZAÇÃO DE CONTEÚDO DE FÍSICA*. TRADUÇÃO DE CRISTINA YAMAGAMI. PORTO ALEGRE: PENSO, 2011.

RITCHHART, RON; CHURCH, MARK; MORRISON, KARIN. *MAKING THINKING VISIBLE: HOW TO PROMOTE ENGAGEMENT, UNDERSTANDING, AND INDEPENDENCE FOR ALL LEARNERS*. SAN FRANCISCO: JOSSEY-BASS, 2011.

SCARINCI, ANNE LOUISE; COSTA, REGINA; SHIMIZU, SHIZUE; PACCA, JESUÍNA LOPES DE ALMEIDA. MODELOS REPRESENTACIONAIS DA ESTRUTURA DA MATÉRIA E O ENSINO DE ELETRICIDADE. IN: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, 18., 2009, SÃO PAULO. ANAIS... SÃO PAULO: SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2009. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.SBFISICA.ORG.BR/V1/SNEF/XVIII/PROGRAMA.PHP](https://www.sbfisica.org.br/v1/snef/xviii/programa.php). ACESSO EM: 14 AGO. 2025.

SERWAY, RAYMOND A.; JEWETT JR., JOHN W. *PRINCÍPIOS DE FÍSICA: ELETROMAGNETISMO*. VOL. III. 3. ED. NORTE-AMERICANA. SÃO PAULO: HARCOURT COLLEGE PUBLISHERS, 2002. TRADUÇÃO DA 3. ED. NORTE-AMERICANA.

SILVA, ANDRÉ O.; MOURA, LUCIANA M.; PEREIRA, GILBERTO. *USO DE GIFS ANIMADOS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE GEOGRAFIA*. TERESINA: UNIVERSIDADE ESTADUAL

DO PIAUÍ – UESPI, 2020. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://UESPI.BR/REPOSITORIO/GIFS-GEOGRAFIA.PDF](https://uespi.br/repositorio/gifs-geografia.pdf). ACESSO EM: 14 AGO. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS. PARECER CONSUBSTANCIADO Nº 7.613.826 REFERENTE AO PROJETO *ABORDAGEM DE EXPERIMENTOS HÍBRIDOS COM ESTRATÉGIA INTERATIVA GIFs: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ELETRICIDADE E DO MAGNETISMO*. PESQUISADORA RESPONSÁVEL: SOELI APARECIDA BRASIL. CAAE 86678525.9.0000.0121. FLORIANÓPOLIS: UFSC, 2025.

VALENTE, JOSÉ ARMANDO; FREIRE, FABIANO M. P.; ARANTES, FLÁVIO L. *TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO: PASSADO, PRESENTE E O QUE ESTÁ POR VIR*. SÃO CARLOS: EDUFSCAR, 2018.

WIGGINS, GRANT; MCTIGHE, JAY. *UNDERSTANDING BY DESIGN*. 2. ED. AMPLIADA. ALEXANDRIA, VA: ASSOCIATION FOR SUPERVISION AND CURRICULUM DEVELOPMENT (ASCD), 2005.

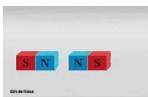

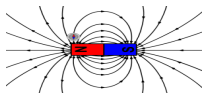

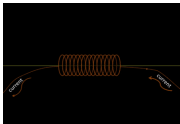

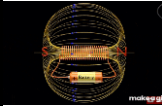

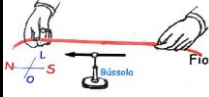

ZÔMPERO, ANDREIA F.; LABURÚ, CARLOS E. *ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ASPECTOS HISTÓRICOS E DIFERENTES ABORDAGENS*. *INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS*, PORTO ALEGRE, v. 13, 2011.

## APÊNDICE A – MAPEAMENTO DOS GIFS INTERATIVOS UTILIZADOS NA DISSERTAÇÃO

Este apêndice apresenta nas tabelas abaixo o mapeamento completo dos 21 GIFs interativos utilizados na proposta didática, com indicação do número, título, descrição do fenômeno representado e QR Code de acesso. Os GIFs foram organizados conforme a sequência da aplicação didática, com o objetivo de facilitar sua consulta e utilização por outros docentes interessados em reproduzir a abordagem proposta nesta dissertação.

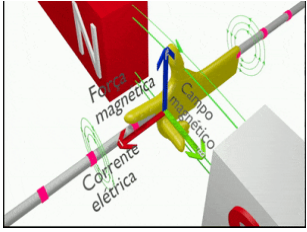

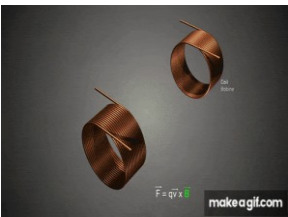

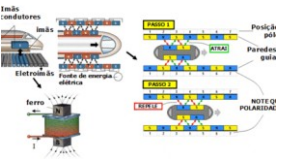

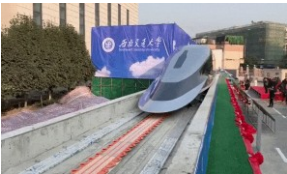

**Tabela 21 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação**

Fonte: Elaborada pela pesquisadora e pelo co-pesquisador, com base nos GIFs produzidos, editados

Nº dos Gifs	Título da Animação / Tema do GIF	Descrição da Representação Gif	QR Code
<b>Gif 1</b> 	<i>Interação entre ímãs – atração e repulsão</i>	<i>Demonstra como polos magnéticos opostos se atraem e polos iguais se repelem, destacando a inseparabilidade dos polos.</i>	
<b>Gif 2</b> 	<i>Linhas do campo magnético</i>	<i>Representa as linhas de campo magnético ao redor de um ímã, indo do polo norte para o sul.</i>	
<b>Gif 3</b> 	<i>Comportamento das linhas de campo – solenóide</i>	<i>Mostra as linhas de campo magnético geradas por um solenóide com corrente elétrica, evidenciando a concentração no centro.</i>	
<b>Gif 4</b> 	<i>Campo magnético gerado por um eletroímã</i>	<i>Ilustra o campo magnético produzido por um eletroímã alimentado por uma bateria.</i>	
<b>Gif 5</b> 	<i>Simulação do experimento de Oersted</i>	<i>Simula o experimento de Oersted, demonstrando o desvio da agulha de uma bússola pela ação do campo magnético de um fio com corrente.</i>	



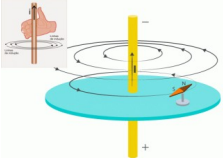

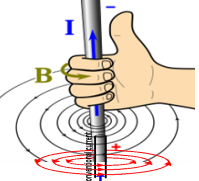

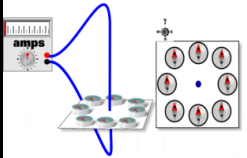

e adaptados com a ferramenta *EZGIF* ([www.ezgif.com](http://www.ezgif.com)) e demais recursos digitais desenvolvidos especificamente para esta dissertação.

Tabela 22 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação

Nº dos GIFs	Título da Animação / Tema do GIF	Descrição da Representação.	QR Code
<p><b>Gif 6</b></p> 	<p><i>Força Magnética sobre um Condutor</i></p>	<p><i>Demonstra a força magnética que atua sobre um fio com corrente ao interagir com um campo magnético externo.</i></p>	
<p><b>Gif 7</b></p> 	<p><i>Regra da Mão Direita e Torque Magnético</i></p>	<p><i>Representação da regra da mão direita aplicada à espira de corrente, indicando a direção da força magnética.</i></p>	
<p><b>Gif 8</b></p> 	<p><i>Representação esquemática do Trem de Levitação Magnética.</i></p>	<p><i>Visualização simplificada da levitação magnética em trilhos com eletroímãs.</i></p>	
<p><b>Gif 9</b></p> 	<p><i>Trem de Levitação Magnética (Maglev) – Movimento</i></p>	<p><i>Simulação realista do movimento de um trem Maglev flutuando sobre os trilhos magnéticos.</i></p>	

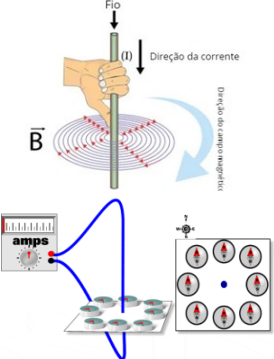

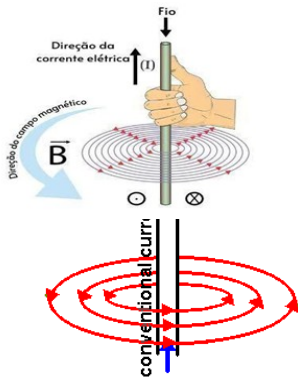

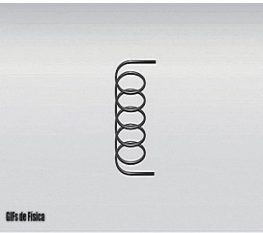

Fonte: Elaborada pela pesquisadora e pelo co-pesquisador, com base nos GIFs produzidos, editados e adaptados com a ferramenta *EZGIF* ([www.ezgif.com](http://www.ezgif.com)) e demais recursos digitais desenvolvidos especificamente para esta dissertação.

Tabela 23 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação

Nº dos GIFs	Título da Animação / Tema do GIF	Descrição da Representação	QR Code
<p><b>Gif 10</b></p> 	<p><i>Queda de um ímã em um tubo de alumínio</i></p>	<p><i>Ilustra o efeito do freio eletromagnético provocado por correntes induzidas, conforme a Lei de Lenz.</i></p>	
<p><b>Gif 11</b></p> 	<p><i>Campo magnético ao redor de um fio.</i></p>	<p><i>Animação do campo magnético circular gerado ao redor de um fio condutor percorrido por corrente.</i></p>	
<p><b>Gif 12</b></p> 	<p><i>Regra da mão direita aplicada ao fio condutor.</i></p>	<p><i>Demonstra a orientação da corrente e do campo magnético utilizando a regra da mão direita.</i></p>	
<p><b>Gif 13</b></p> 	<p><i>Movimento da bússola ao redor do fio.</i></p>	<p><i>Mostra a deflexão da agulha da bússola devido ao campo gerado por corrente elétrica em um fio retilíneo.</i></p>	

Fonte: Elaborada pela pesquisadora e pelo co-pesquisador, com base nos GIFs produzidos, editados e adaptados com a ferramenta EZGIF ([www.ezgif.com](http://www.ezgif.com)) e demais recursos digitais desenvolvidos especificamente para esta dissertação.

Tabela 24 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação

Nº dos Gifs	Título da Animação / Tema do GIF	Descrição da Representação.	QR Code
 <p><b>Gif 15</b></p>	<p><i>Inversão do sentido do campo magnético (vista superior).</i></p>	<p><i>Representa a inversão da direção do campo magnético provocada pela troca do sentido da corrente elétrica.</i></p>	
 <p><b>Gif 15.1</b></p>	<p><i>Inversão do sentido do campo magnético (vista lateral).</i></p>	<p>Complementa o GIF 15 com outra perspectiva visual da mesma inversão de sentido do campo.</p>	
 <p><b>Gif 17</b></p>	<p><i>Campo magnético gerado no centro da espira.</i></p>	<p><i>Vetores representam o campo magnético mais intenso no centro de uma espira percorrida por corrente elétrica.</i></p>	

Fonte: Elaborada pela pesquisadora e pelo co-pesquisador, com base nos GIFs produzidos, editados e adaptados com a ferramenta *EZGIF* ([www.ezgif.com](http://www.ezgif.com)) e demais recursos digitais desenvolvidos especificamente para esta dissertação.

Tabela 25 – Mapeamento dos GIFs Interativos Utilizados na Dissertação

Nº dos Gifs	Título da Animação / Tema do GIF	Descrição da Representação.	QR Code
<p><b>Gif 18</b></p>	<p><i>Regra da mão direita – campo em espiras.</i></p>	<p><i>Demonstra como a regra da mão direita é aplicada em espiras: o polegar aponta o campo e os dedos, o sentido da corrente.</i></p>	
<p><b>Gif 19</b></p>	<p><i>Visualização da Lei de Lenz com Espiras Condutoras</i></p>	<p><i>Mostra que uma espira percorrida por corrente elétrica se comporta como um ímã com polos norte e sul.</i></p>	
<p><b>Gif 20</b></p>	<p><i>Sentido da corrente e indução magnética.</i></p>	<p><i>Representa a variação do campo magnético e o surgimento de corrente induzida, conforme a Lei de Faraday.</i></p>	
<p><b>Gif 21</b></p>	<p><i>Solenóide gerando campo magnético.</i></p>	<p><i>Ilustra como um solenoide gera campo magnético ao ser percorrido por corrente elétrica.</i></p>	

Fonte: Elaborada pela pesquisadora e pelo co-pesquisador, com base nos GIFs produzidos, editados e adaptados com a ferramenta EZGIF (www.ezgif.com) e demais recursos digitais desenvolvidos especificamente para esta dissertação.

## **APÊNDICE B – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos Utilizados na Proposta Didática**

Este apêndice apresenta, nas tabelas a seguir, a relação das fontes visuais e reeditadas dos 21 GIFs interativos utilizados na elaboração dos GIFs didáticos da proposta, bem como as edições realizadas por meio da ferramenta **EZGIF** (<[www.ezgif.com](http://www.ezgif.com)>).

Os dados incluem os links de origem, tipos de edição aplicados e objetivos pedagógicos das adaptações. A finalidade deste apêndice é garantir **transparência metodológica**, respeitar os princípios de autoria e demonstrar a personalização dos recursos conforme os objetivos didáticos da dissertação.

Todos os GIFs utilizados neste trabalho foram **produzidos, adaptados ou reeditados exclusivamente para fins educacionais**, com base na legislação vigente sobre direitos autorais (*Lei nº 9.610/98, Art. 46, incisos I e III*), que permite o uso de imagens e materiais com finalidade didática e sem fins lucrativos.

A ferramenta utilizada para edição foi o site **EZGIF.com**, conforme indicado nas fontes das tabelas. Os recursos gráficos, quadros e animações foram manipulados com o objetivo de promover o raciocínio visual, investigativo e significativo no ensino de Física, conforme fundamentado nos Capítulos 2 e 3 desta dissertação.

**Tabela 26 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos Utilizados na Proposta Didática**

Nº Gifs	Título da Animação / Tema do GIF	Fonte e Link de origem - Gifs	Reeditamos através de: <a href="https://ezgif.com/maker">https://ezgif.com/maker</a> Tipo de Edição Realizada
<b>Gifs 1</b>	<i>Interação entre ímãs – atração e repulsão</i>	<a href="https://giphy.com/search/physics">https://giphy.com/search/physics</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
<b>Gifs 2</b>	<i>Linhas do campo magnético</i>	<a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSlp2yvaQsoRle5TUhvkUdhxVDewV85YVrP89LvdKEvFHxuUj--LzZ4tmCnGkLTNfDa8Pc&amp;usqp=CAU">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSlp2yvaQsoRle5TUhvkUdhxVDewV85YVrP89LvdKEvFHxuUj--LzZ4tmCnGkLTNfDa8Pc&amp;usqp=CAU</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
<b>Gifs 3</b>	<i>Comportamento das linhas de campo – solenóide</i>	<a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTMdwBxnk5tliJ_UbmrQt5iryql_wmvrR9QkANGCImI2mFgzy1yW78pyrKtF6sskv e3CHM&amp;usqp=CAU">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTMdwBxnk5tliJ_UbmrQt5iryql_wmvrR9QkANGCImI2mFgzy1yW78pyrKtF6sskv e3CHM&amp;usqp=CAU</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
<b>Gifs 4</b>	<i>Campo magnético gerado por um eletroímã</i>	<a href="https://i.makeagif.com/media/3-29-2021/aQdEfd.gif">https://i.makeagif.com/media/3-29-2021/aQdEfd.gif</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
<b>Gifs 5</b>	<i>Simulação do experimento de Oersted</i>	<a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRR3-t34lx-fiCsh4fNvNPosWFKq4OoaBuDvIDOsC7Nm3qL6VtokGgv2Kh4iMSpdyP-F5A&amp;usqp=CAU">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRR3-t34lx-fiCsh4fNvNPosWFKq4OoaBuDvIDOsC7Nm3qL6VtokGgv2Kh4iMSpdyP-F5A&amp;usqp=CAU</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros.</i>

**Nota:** As fontes indicadas nesta tabela correspondem às versões originais dos GIFs, as quais foram adaptadas e reeditadas pela autora para fins desta pesquisa, preservando seu conteúdo conceitual. As modificações incluíram ajustes de recorte, tempo, inserção de legendas e destaques visuais, visando adequação ao contexto didático proposto.

**Tabela 27 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos Utilizados na Proposta Didática**

Nº Gifs	Título da Animação / Tema do GIF	Fontes e link de origem: GIFs.	Reeditamos por meio de: <a href="https://ezgif.com/maker">https://ezgif.com/maker</a> Tipo de Edição Realizada -
Gifs 6	Força Magnética sobre um Condutor	<a href="https://i.makeagif.com/media/7-05-2016/LEI-Fo.gif">https://i.makeagif.com/media/7-05-2016/LEI-Fo.gif</a>	Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.
Gifs 7	Regra da Mão Direita e Torque Magnético	<a href="https://makeagif.com">https://makeagif.com</a>	Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.
Gifs8	Representação esquemática do Trem de Levitação Magnética.	<a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSVL0ytiwZUIH83FYJzZkIBrwNNlpJxd68w2w&amp;_s">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSVL0ytiwZUIH83FYJzZkIBrwNNlpJxd68w2w&amp;_s</a> <a href="https://www.geocities.ws/saladefisica7/funciona/levitacao30.jpg">https://www.geocities.ws/saladefisica7/funciona/levitacao30.jpg</a> <a href="https://www.projetos.unijui.edu.br/formacao/_medio/fisica/_FORCA/3.2.1/3.2.1/imagens/fig04.png">https://www.projetos.unijui.edu.br/formacao/_medio/fisica/_FORCA/3.2.1/3.2.1/imagens/fig04.png</a>	Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.
Gifs 9	Trem de Levitação Magnética (Maglev) – Movimento	<a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ34x2uG-1FXjDUUnpTMfnaPPyyUeKQlOwQE7zA8hfCivDpQ0HHTZ1tDwjlcBg0N8nEKcHQ&amp;usqp=CAU">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ34x2uG-1FXjDUUnpTMfnaPPyyUeKQlOwQE7zA8hfCivDpQ0HHTZ1tDwjlcBg0N8nEKcHQ&amp;usqp=CAU</a> ; <a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSVL0ytiwZUIH83FYJzZkIBrwNNlpJxd68w2w&amp;_s">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSVL0ytiwZUIH83FYJzZkIBrwNNlpJxd68w2w&amp;_s</a> ; <a href="https://www.geocities.ws/saladefisica7/funciona/levitacao30.jpg">https://www.geocities.ws/saladefisica7/funciona/levitacao30.jpg</a> .	Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.

**Nota:** As fontes indicadas nesta tabela correspondem às versões originais dos GIFs, as quais foram adaptadas e reeditadas pela autora para fins desta pesquisa, preservando seu conteúdo conceitual. As modificações incluíram ajustes de recorte, tempo, inserção de legendas e destaques visuais, visando adequação ao contexto didático proposto.

Tabela 28 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos Utilizados na

Nº Gifs	Título da Animação / Tema do GIF	Fonte e link de origem: Gifs.	Reeditamos por meio de: <a href="https://ezgif.com/maker">https://ezgif.com/maker</a> Tipo de Edição Realizada -
Gifs 10	<i>Queda de um ímã em um tubo de alumínio</i>	<a href="https://gifsdefisica.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/im-a-cobre.gif">https://gifsdefisica.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/im-a-cobre.gif</a>  <a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQFG55maHiVokoJDP5PZsMt6X5GqJQ9t0Sr2OEJFvaLQAK55NHoq qHKqou-vQeFC0jLojM&amp;usqp=CAU">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQFG55maHiVokoJDP5PZsMt6X5GqJQ9t0Sr2OEJFvaLQAK55NHoq qHKqou-vQeFC0jLojM&amp;usqp=CAU</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
Gifs 11	<i>Campo magnético ao redor de um fio.</i>	<a href="https://imdtec.imd.ufrn.br/assets/imagens/atuadores/atuadores_a01_f18.gif">https://imdtec.imd.ufrn.br/assets/imagens/atuadores/atuadores_a01_f18.gif</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
Gifs 12	<i>Regra da mão direita aplicada ao fio condutor.</i>	<a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRA9SuNuhs8blajpuugovysmr8twThKc3qnKgfMjdct9wrBwvCTxax6a3qlgCXmsVpE5ag&amp;usqp=CAU">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRA9SuNuhs8blajpuugovysmr8twThKc3qnKgfMjdct9wrBwvCTxax6a3qlgCXmsVpE5ag&amp;usqp=CAU</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
Gifs 13	<i>Movimento da bússola ao redor do fio.</i>	<a href="https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEjreR6Pc2jyCy5NB LXDTd2JsKiVzICCSMIAWk2J5f4kA7F3uTnObtaZtIFYH6pRbGncVZ94uWB-kpDiW5hleCDn2COBzF9WLgk4DZgFgU6XMrOtXMExvKCqd_SR2ORgonjquBogW Wa_tmo/s320/1.gif">https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEjreR6Pc2jyCy5NB LXDTd2JsKiVzICCSMIAWk2J5f4kA7F3uTnObtaZtIFYH6pRbGncVZ94uWB-kpDiW5hleCDn2COBzF9WLgk4DZgFgU6XMrOtXMExvKCqd_SR2ORgonjquBogW Wa_tmo/s320/1.gif</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>

### Proposta Didática

Nota: As fontes indicadas nesta tabela correspondem às versões originais dos GIFs, as quais foram adaptadas e reeditadas pela autora para fins desta pesquisa, preservando seu conteúdo conceitual. As modificações incluíram ajustes de recorte, tempo, inserção de legendas e destaques visuais, visando adequação ao contexto didático proposto.

**Tabela 29 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos Utilizados na Proposta Didática**

Nº Gifs	Título da Animação / Tema do GIF	Fonte e link de origem - Gifs.	Reeditamos através de: <a href="https://ezgif.com/maker">https://ezgif.com/maker</a> Tipo de Edição Realizada
Gifs 15	<i>Inversão do sentido do campo magnético (vista superior).</i>	<a href="https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEjreR6Pc2jyCy5NBLXDTd2JsKiVzICCSMIAWk2J5f4kA7F3uTnObtaZtIFYH6pRbGncVZ94uWB-kpDiW5hleCDn2CObZf9WLgk4DZgFgU6XMrOtXMExvKCqd_SR2ORgonjguBogWWa_tmo/s320/1.gif">https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEjreR6Pc2jyCy5NBLXDTd2JsKiVzICCSMIAWk2J5f4kA7F3uTnObtaZtIFYH6pRbGncVZ94uWB-kpDiW5hleCDn2CObZf9WLgk4DZgFgU6XMrOtXMExvKCqd_SR2ORgonjguBogWWa_tmo/s320/1.gif</a>  <a href="https://static.preparaenem.com/2021/07/direcao-campo-magnetico.png">https://static.preparaenem.com/2021/07/direcao-campo-magnetico.png</a>	<p><i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação.</i></p> <p><i>Redução e equalização da velocidade de reprodução.</i></p> <p><i>Ajuste do tempo de atraso entre quadros.</i></p> <p><i>Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i></p>
Gifs 15.1	<i>Inversão do sentido do campo magnético (vista lateral).</i>	<a href="https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEjn-VRjVRT7fz_E8b9n28c9UaIJ5B6LiWlutuQZeFh8sFqs_RHIYEQcZh-LMVRICQzEBdmgl0Kxb02kTRa9zIUyXBE7M0THhF6p6BUZWyEsQkLyqhqrRGly3h1hjGKQn9R6PzTFjtGV0lo/s1600/1.gif">https://blogger.googleusercontent.com/img/b/R29vZ2xl/AVvXsEjn-VRjVRT7fz_E8b9n28c9UaIJ5B6LiWlutuQZeFh8sFqs_RHIYEQcZh-LMVRICQzEBdmgl0Kxb02kTRa9zIUyXBE7M0THhF6p6BUZWyEsQkLyqhqrRGly3h1hjGKQn9R6PzTFjtGV0lo/s1600/1.gif</a>  <a href="https://static.preparaenem.com/2021/07/direcao-campo-magnetico.png">https://static.preparaenem.com/2021/07/direcao-campo-magnetico.png</a>	<p><i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação.</i></p> <p><i>Redução e equalização da velocidade de reprodução.</i></p> <p><i>Ajuste do tempo de atraso entre quadros.</i></p> <p><i>Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i></p>
Gifs 17	<i>Campo magnético gerado no centro da espira.</i>	<a href="https://media.giphy.com/media/3o6Zt70XTbrUMFTGgwgiphy.gif">https://media.giphy.com/media/3o6Zt70XTbrUMFTGgwgiphy.gif</a>	<p><i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação.</i></p> <p><i>Redução e equalização da velocidade de reprodução.</i></p> <p><i>Ajuste do tempo de atraso entre quadros.</i></p> <p><i>Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i></p>

**Nota:** As fontes indicadas nesta tabela correspondem às versões originais dos GIFs, as quais foram adaptadas e reeditadas pela autora para fins desta pesquisa, preservando seu conteúdo conceitual. As modificações incluíram ajustes de recorte, tempo, inserção de legendas e destaques visuais, visando adequação ao contexto didático proposto.

**Tabela 30 – Fontes Visuais e Reeditadas dos 21 GIFs Interativos Utilizados na Proposta Didática**

Nº Gifs	Título da Animação / Tema do GIF	Fonte e link de origem: Gifs.	Reeditamos por meio de: <a href="https://ezgif.com/maker">https://ezgif.com/maker</a> Tipo de Edição Realizada -
Gifs 18	<i>Regra da mão direita – campo em espiras</i>	<a href="https://eluniversomatematicoblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/11/campo_magnetico_espira_circular.jpg">https://eluniversomatematicoblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/11/campo_magnetico_espira_circular.jpg</a>  <a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTNSK5YLrdaNtYrMu9gENjRZAYeXvvPqicm6Q&amp;s">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTNSK5YLrdaNtYrMu9gENjRZAYeXvvPqicm6Q&amp;s</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
Gifs 19	<i>Campo Magnético Gerado por Corrente em Espira</i>	<a href="https://imdtec.imd.ufrn.br/assets/imagens/atuadores/atuadores_a01_f21.gif">https://imdtec.imd.ufrn.br/assets/imagens/atuadores/atuadores_a01_f21.gif</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
Gifs 20	<i>Sentido da corrente e indução magnética.</i>	<a href="https://i.pinimg.com/originals/e9/d8/ca/e9d8ca572b0e41190bb317f919c9f7ed.gif">https://i.pinimg.com/originals/e9/d8/ca/e9d8ca572b0e41190bb317f919c9f7ed.gif</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>
Gifs 21	<i>Solenóide gerando campo magnético.</i>	<a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Bobina_animada.gif">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Bobina_animada.gif</a>	<i>Combinação de dois ou mais GIFs em uma única animação. Redução e equalização da velocidade de reprodução. Ajuste do tempo de atraso entre quadros. Recortes de partes irrelevantes e reorganização da sequência visual.</i>

**Nota:** As fontes indicadas nesta tabela correspondem às versões originais dos GIFs, as quais foram adaptadas e reeditadas pela autora para fins desta pesquisa, preservando seu conteúdo conceitual. As modificações incluíram ajustes de recorte, tempo, inserção de legendas e destaques visuais, visando adequação ao contexto didático proposto.

### APÊNDICE C – Análise Técnica e Didática de Três GIFs Segmentados (Vejo – Penso – Pergunto)

Este apêndice apresenta a análise segmentada de três GIFs interativos utilizados na proposta didática, com base na estratégia de leitura visual em etapas VEJO – PENSO – PERGUNTO, aplicada nesta dissertação como recurso de investigação científica e mediação cognitiva. A lógica pedagógica adotada visa favorecer a construção ativa do conhecimento, por meio da decomposição dos fenômenos físicos em etapas visuais significativas.

A segmentação permite pausas cognitivas durante a observação dos GIFs, promovendo o raciocínio hipotético-dedutivo e a compreensão dos processos de causa e efeito em temas de Eletricidade e Magnetismo. As análises a seguir descrevem os objetivos didáticos de cada recurso, os conceitos abordados, a divisão em etapas cognitivas, o número de quadros utilizados e as finalidades pedagógicas correspondentes.

Este apêndice não tem como propósito ensinar a técnica de criação de GIFs, mas sim evidenciar o uso didático das animações como ferramentas de apoio à investigação científica e à visualização de fenômenos complexos. Todos os recursos foram organizados com finalidades pedagógicas, em consonância com os princípios de mediação cognitiva e aprendizagem significativa adotados nesta pesquisa.

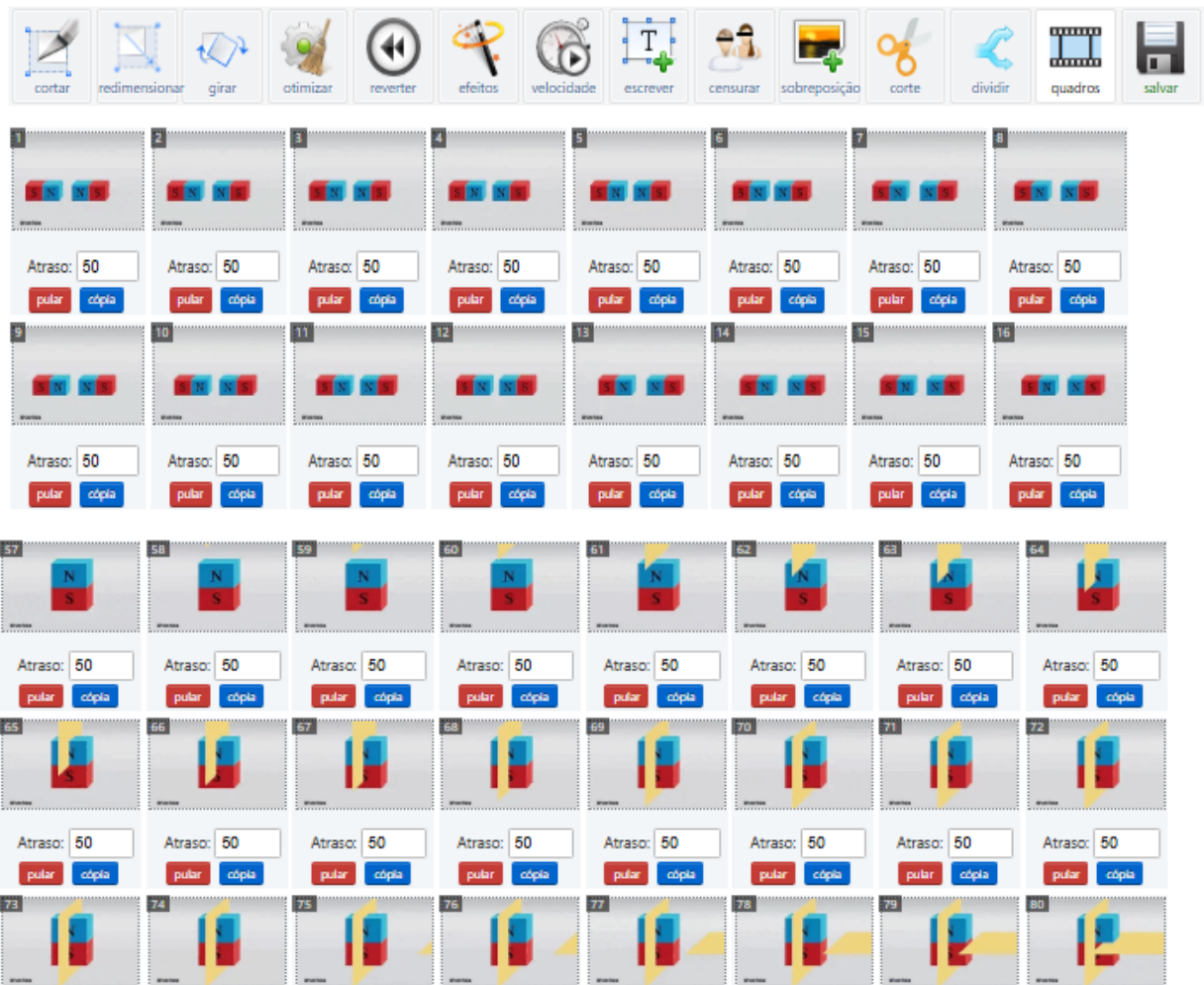
**Tabela 31 – Etapas visuais GIF: Interação entre Ímãs – Atração e Repulsão**

Item	Descrição
<b>Título do GIF</b>	Interação entre ímãs – atração e repulsão
<b>Conceito abordado</b>	Atração e repulsão magnética; inseparabilidade dos polos
<b>Etapas visuais</b>	128 quadros – movimento cíclico dos ímãs em aproximação e repulsão
<b>VEJO</b>	Dois ímãs posicionados com polos opostos ou iguais
<b>PENSO</b>	Movimento dos ímãs em direção um ao outro
<b>PERGUNTO</b>	Observa-se a atração (pólos opostos) ou repulsão (pólos iguais).
<b>Função didática</b>	Compreensão do comportamento polar magnético e introdução ao campo magnético

**Fonte:** Elaborado pelos pesquisadores com base em imagens capturadas, adaptadas e reorganizadas no editor EZGIF ([www.ezgif.com](http://www.ezgif.com)) e demais recursos digitais. Os quadros segmentados foram organizados exclusivamente com fins pedagógicos. GIF completo: ver Figura B.1.

**Etapas visuais GIF:** “Cada GIF foi construído com 128 quadros para representar o fenômeno de forma detalhada, <https://ezgif.com/maker>. Para a mediação em sala, foram recortados trechos do GIF (por exemplo, 10 quadros selecionados diretamente do criador de imagens) que evidenciam as etapas essenciais — início, meio e fim — do movimento cíclico de aproximação e repulsão dos ímãs. Essa escolha possibilitou aos estudantes focar nos pontos centrais do fenômeno sem sobrecarga visual, facilitando a compreensão conceitual.”

### Criador de GIFs animados



**Fonte:** Elaborado pelos pesquisadores com base em imagens capturadas, adaptadas e reorganizadas no editor EZGIF. <https://ezgif.com/maker/ezgif-2e8c5bb8975164-gif-im/ezgif-2e8c5bb8975164.gif>

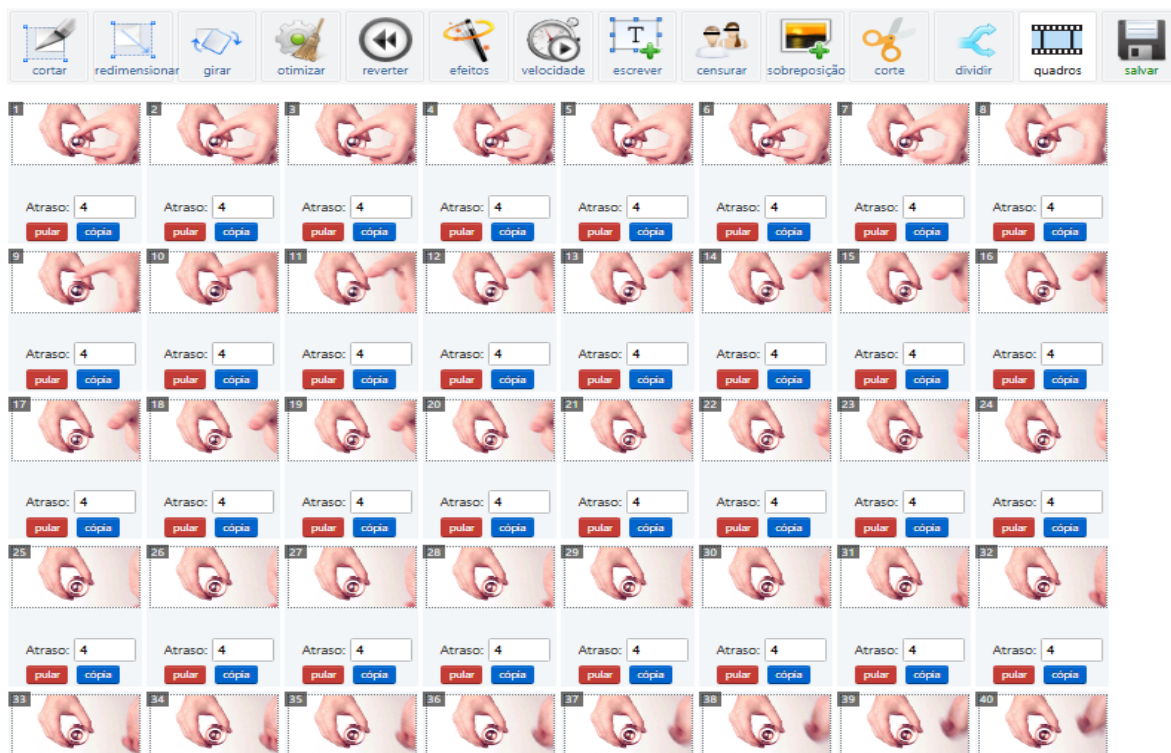
**Tabela 32 – Etapas visuais GIF – Queda de um ímã em um tubo de alumínio**

Item	Descrição
<b>Título do GIF</b>	Queda de um ímã em um tubo de alumínio
<b>Conceito abordado</b>	Correntes induzidas, Lei de Lenz, freio eletromagnético
<b>Etapas visuais</b>	83 quadros – movimento desacelerado em queda
<b>VEJO</b>	Ímã posicionado acima do tubo de alumínio
<b>PENSO</b>	O ímã é solto e inicia queda pela ação da gravidade
<b>PERGUNTO</b>	O ímã desacelera, indicando correntes de Foucault (Lei de Lenz)
<b>Função didática</b>	Demonstrar o efeito do campo magnético induzido e explorar a Lei de Lenz

**Fonte:** Elaborado pelos pesquisadores com base em imagens capturadas, adaptadas e reorganizadas no editor EZGIF ([www.ezgif.com](http://www.ezgif.com)) e demais recursos digitais. Os quadros segmentados foram organizados exclusivamente com fins pedagógicos. GIF completo: ver Figura B.2.

### Etapas visuais GIF: 83 quadros – Movimento desacelerado em queda

Criador de GIFs animados



**Fonte:** Elaborado pelos pesquisadores com base em imagens capturadas, adaptadas e reorganizadas no editor EZGIF.

<https://ezgif.com/maker/ezgif-2c40b7833f1ceb-gif-im/ezgif-2c40b7833f1ceb.gif>

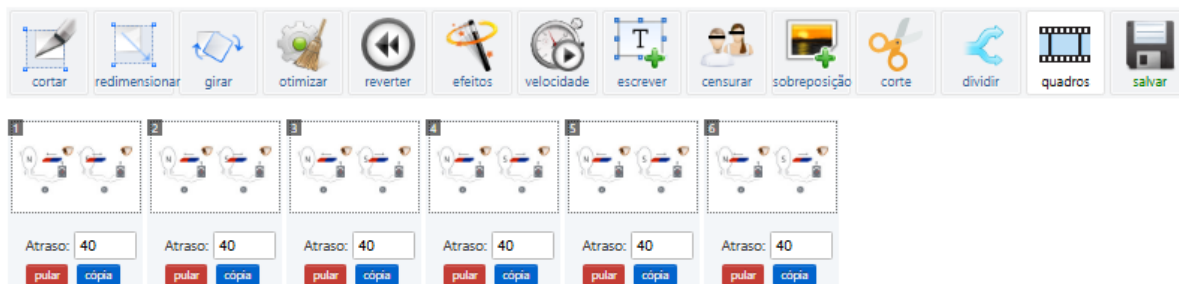
**Tabela 33 – Etapas visuais GIF: Lei de Lenz com Espira Condutora**

Item	Descrição
Título do GIF	Visualização da Lei de Lenz com Espiras Condutoras
Conceito abordado	Variação de fluxo magnético, sentido da corrente induzida, Lei de Faraday
Etapas visuais	6 quadros principais – mudança no galvanômetro conforme a polaridade
VEJO	Ímã se aproximando da espira condutora
PENSO	Variação do fluxo magnético na espira
PERGUNTO	Sentido da corrente varia conforme a direção de movimento do ímã
Função didática	Interpretar o sentido da corrente induzida a partir da observação do fenômeno.

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores com base em imagens capturadas, adaptadas e reorganizadas no editor EZGIF ([www.ezgif.com](http://www.ezgif.com)) e demais recursos digitais. Os quadros segmentados foram organizados exclusivamente com fins pedagógicos. GIF completo: ver Figura B.3.

## Etapas visuais GIF: Lei de Lenz com Espira Condutora

### Criador de GIFs animados



**Fonte:** Elaborado pelos pesquisadores com base em imagens capturadas, adaptadas e reorganizadas no editor EZGIF.

<https://ezgif.com/maker/ezgif-22fa5afc6b8305-gif-im/ezgif-22fa5>

## **APÊNDICE D – Pré-Teste Diagnóstico Aplicado aos Estudantes**

Este apêndice apresenta o instrumento diagnóstico utilizado na Aula 1 da sequência didática, cujo objetivo foi identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os principais conceitos de magnetismo e eletromagnetismo, bem como sua familiaridade com recursos visuais digitais, como GIFs interativos.

O pré-teste foi aplicado individualmente, em sala de aula, antes da introdução formal dos conteúdos, sem mediação conceitual da professora-pesquisadora. As respostas permitiram identificar concepções alternativas, lacunas no conhecimento e o nível de familiaridade com recursos digitais, subsidiando o planejamento das aulas seguintes conforme os princípios do Planejamento Reverso (WIGGINS; MCTIGHE, 2005).

---

### **Instrumento Diagnóstico – Questões Abertas**

1. O que é magnetismo?
2. Qual é o significado da palavra eletromagnetismo?
3. Ímãs atraem e repelem outros magnéticos? Em quais condições isso acontece?
4. Quais são as forças trocadas entre ímãs?
5. O que acontece se cortarmos um ímã em duas partes?
6. O que é campo magnético?
7. Você já ouviu falar sobre GIFs interativos (animações) associados ao objeto de estudo?
8. Você acredita que aprende melhor observando uma animação (GIF) compatível com o conceito de Física? Justifique sua resposta.

### **Metodologia de Análise**

As respostas dos 20 estudantes foram categorizadas em três níveis de compreensão:

- **Científica/Correta:** domínio conceitual adequado ao currículo de Física.
- **Alternativa/Imprecisa:** resposta vaga, simplificada ou com elementos do senso comum.
- **Desconhecimento:** ausência de resposta ou admissão de não saber.

Essa categorização permitiu compreender o ponto de partida da turma e orientar o desenvolvimento da proposta didática com **maior intencionalidade e efetividade**.

### **Transição para o Apêndice D**

As respostas completas do pré-teste diagnóstico aplicado na Aula 1 estão registradas no **Apêndice**, onde foram organizadas e definidas de acordo com os critérios de categorização apresentados neste **Apêndice D**.

Esse mesmo apêndice apresenta também os resultados do **pós-teste** (reaplicação), permitindo a **comparação direta** entre o desempenho inicial e final dos estudantes, evidenciando as mudanças conceituais ao longo da sequência didática.

## APÊNDICE E – Gabarito Científico Esperado das Questões do Instrumento Diagnóstico

Este apêndice apresenta as respostas esperadas para cada uma das questões do pré-teste diagnóstico e da reaplicação (pós-teste), elaboradas de acordo com os conteúdos essenciais previstos na BNCC (2018) para o Ensino Médio. A redação adota linguagem simples e acessível, compatível com o contexto de escola pública, priorizando o entendimento dos conceitos básicos sem exigir aprofundamento acadêmico, e em obras de referência no ensino de Física (Halliday; Resnick; Walker, 2016; Hewitt, 2017; Ramalho; Nicolau; Toledo, 2016).

**Tabela 34 – Gabarito das Questões do Instrumento Diagnóstico**

Nº	Questão	Resposta Científica Esperada
1	O que é magnetismo?	É a força que faz certos materiais se atrair ou se repelir, como acontece com ímãs e correntes elétricas.
2	Qual é o significado da palavra eletromagnetismo?	É a relação entre eletricidade e magnetismo, quando a corrente elétrica pode criar um campo magnético e o campo magnético pode gerar eletricidade.
3	Ímãs atraem e repelem outros ímãs? Em quais condições isso acontece?	Sim. Eles atraem quando o polo Norte de um está perto do polo Sul de outro, e repelem quando polos iguais (Norte–Norte ou Sul–Sul) se aproximam.
4	Quais são as forças trocadas entre ímãs?	Forças de atração e de repulsão, dependendo da posição dos polos.
5	O que acontece se cortarmos um ímã em duas partes?	Cada parte continua tendo polo Norte e polo Sul; não é possível separar os polos de um ímã.
6	O que é campo magnético?	É a região ao redor de um ímã ou de uma corrente elétrica onde aparece a força magnética.
7	Você já ouviu falar sobre GIFs interativos (animações) associados ao objeto de estudo?	Reconhecer que é um recurso visual que mostra o fenômeno acontecendo em movimento.
8	Você acredita que aprende melhor observando uma animação (GIF) alinhada ao conceito de Física? Justifique sua resposta.	Perceber que a animação ajuda a entender melhor porque mostra o que está acontecendo e facilita lembrar do conteúdo.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

## APÊNDICE F – Gabarito das Questões do Pré-teste e Pós-teste

Este apêndice apresenta as respostas esperadas para cada uma das questões do pré-teste diagnóstico e da reaplicação (pós-teste), elaboradas de acordo com os conteúdos essenciais previstos na BNCC (2018) para o Ensino Médio. A redação adota linguagem simples e acessível, compatível com o contexto de escola pública, priorizando o entendimento dos conceitos básicos sem exigir aprofundamento acadêmico, e fundamentada em obras de referência no ensino de Física (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016; HEWITT, 2017; RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO, 2016).

**Tabela 35 - Gabarito das Questões do Pré-teste e Pós-teste**

Nº da Questão	Resposta Esperada (Forma Simples)
P1	Ímãs têm dois polos: polo Norte e polo sul. Polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem.
P2	Campo magnético é a região ao redor de um ímã ou corrente elétrica onde ocorre a ação da força magnética.
P3	As limalhas de ferro se alinham no formato das linhas de campo magnético, mostrando a direção e a forma desse campo.
P4	Corrente elétrica é o movimento ordenado de elétrons em um condutor. Ela pode gerar campo magnético.
P5	O campo magnético de um fio com corrente elétrica forma linhas circulares ao redor do fio.
P6	Força magnética é a força que age sobre cargas elétricas em movimento ou sobre objetos magnéticos quando estão em um campo magnético.
P7	Indução eletromagnética acontece quando um campo magnético variável gera corrente elétrica em um condutor.
P8	A Lei de Lenz diz que a corrente induzida sempre se opõe à variação do campo magnético que a produziu.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

## APÊNDICE G – Respostas do Pré-teste

Este apêndice apresenta, de forma integral e sem alterações ortográficas, as respostas fornecidas pelos estudantes durante a aplicação do pré-teste diagnóstico em 06/06/2025. As respostas são organizadas por participante (P1 a P20) e por questão (Q1 a Q8), conforme o instrumento apresentado no capítulo de metodologia.

**Quadro 8 – Comparativo Pré-teste e Reaplicação (Alunos A–J)**

Questão	Resposta Pré-teste	Resposta Reaplicação
<b>Aluno A</b>	Magnetismo: Força que atrai ou repele. Eletromagnetismo: Não sei. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Não sei. Cortar ímã: Continua com cargas opostas. Campo magnético: Campo com carga de prova. GIF: Sim. Aprende mais com animação: Sim.	Magnetismo: Força entre dois ímãs. Eletromagnetismo: eletricidade no magnetismo. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Atração ou repulsão. Cortar ímã: Mantém polos. Campo magnético: interação entre polos. GIF: Sim, ajuda a entender. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno B</b>	Magnetismo: ímã gruda, puxa metal. Eletromagnetismo: Ligar luz/TV. Ímãs: gruda na geladeira. Forças: Grudam entre si. Cortar ímã: Sim. Campo magnético: ímãs da geladeira. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Minerais com propriedades magnéticas. Eletromagnetismo: eletricidade no campo magnético. Ímãs: Se cortados, mantêm polos. Forças: Representado na prática. Cortar ímã: não muda propriedades. Campo magnético: atuam sobre correntes. GIF: Sim, lembra do experimento. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno C</b>	Magnetismo: Não lembra. Eletromagnetismo: Não sei. Ímãs: depende. Forças: Acho que sim. Cortar ímã: Não sei. Campo magnético: Não lembra. GIF: Não lembra. Aprende mais: depende da explicação.	Magnetismo: Conjunto de fenômenos de atração e repulsão. Eletromagnetismo: interação entre cargas elétricas. Ímãs: Sim, polos sul e norte. Forças: repulsão e atração. Cortar ímã: (Em branco). Campo magnético: Região onde forças atuam sobre cargas. GIF: Sim, ajudou a entender mais. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno D</b>	Magnetismo: Atração entre ímãs. Eletromagnetismo: Magnetismo por elétrons/prótons. Ímãs: se juntam conforme o polo. Forças: Eletrostática (geladeira). Cortar ímã: Não sei. Campo magnético: Não sei. GIF: Sim, útil. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Magnésia – origem. Eletromagnetismo: eletricidade entre ímãs. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Atração e repulsão. Cortar ímã: Mantém propriedades, mas perde força. Campo magnético: atua sobre o campo elétrico. GIF: Sim, interessante. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno E</b>	Magnetismo: uma força. Eletromagnetismo: Não sei. Ímãs: Campo de atração/repulsão. Forças: Eletrostática. Cortar ímã: Não sei. Campo magnético: Não sei. GIF: Não. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: propriedade de origem natural. Eletromagnetismo: eletricidade e ímã natural. Ímãs: repulsão ou atração depende do polo. Forças: Força entre polos. Cortar ímã: Não muda nada. Campo magnético: Força sobre carga elétrica. GIF: Sim, com animações. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno F</b>	Magnetismo: ímãs naturais/artificiais com polos. Eletromagnetismo: Elétrico e atrativo. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Força magnética em condutor. Cortar ímã: Cortar não muda. Campo magnético:	Magnetismo: Óxido de ferro. Eletromagnetismo: eletricidade + magnetismo. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Ação e reação. Cortar ímã: Mantém polos. Campo magnético: campo vetorial, com linhas. GIF: Sim, ajuda a compreender.

	Linhas fechadas, mais próximas. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.	Aprende mais: Sim.
<b>Aluno G</b>	Magnetismo: campo de atração. Eletromagnetismo: Cargas que se atraem/repel. Ímãs: Atrai quando próximo. Forças: Força magnética. Cortar ímã: Vira dois ímãs. Campo magnético: Zona de atração. GIF: Viu nos slides. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Propriedade magnética. Eletromagnetismo: eletricidade de ímã. Ímãs: Polos iguais atraem. Forças: Ação e reação. Cortar ímã: Mantém propriedades. Campo magnético: Cargas em movimento. GIF: Sim, melhor visualizando. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno H</b>	Magnetismo: Força em cada coisa. Eletromagnetismo: Não lembra. Ímãs: Se repelem. Forças: Não entendi. Cortar ímã: Acha que sim. Campo magnético: Onde força se manifesta. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Força da magnetita. Eletromagnetismo: Eletricidade + magnetismo. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Ação e reação. Cortar ímã: Vira novo ímã. Campo magnético: Linha do norte ao sul. GIF: Sim, clarifica. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno I</b>	Magnetismo: Atração com polos. Eletromagnetismo: Cargas se atraem ou repelem. Ímãs: Atrai/interage. Forças: Atração e repulsão. Cortar ímã: Não sabe. Campo magnético: Não lembra. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Fenômeno relacionado à força de atração e repulsão entre polos. Eletromagnetismo: Interação entre campo magnético e elétrico. Ímãs: Polos iguais repelem, opostos atraem. Forças: Ação e reação. Cortar ímã: Cada metade vira novo ímã com polos. Campo magnético: Região onde forças atuam, com linhas de força. GIF: Sim, interessante a prática visual. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno J</b>	Magnetismo: Não sabe. Eletromagnetismo: Não sabe. Ímãs: Atrai. Forças: Não sabe. Cortar ímã: Continua a reação. Campo magnético: Não sabe. GIF: Não sabe. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: (Em branco). Eletromagnetismo: Atração em campo eletromagnético. Ímãs: Sim, polos iguais se repelem, diferentes se atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: Não muda nada, talvez perca força. Campo magnético: Região onde forças atuam sobre cargas e materiais magnetizados. GIF: Sim, explicativo. Aprende mais: Sim.

Fonte: Dados obtidos no pré-teste diagnóstico aplicado em turma de 3º ano do Ensino Médio de escola pública estadual, 2024.

### Nota metodológica:

A categorização por letras foi utilizada para preservar a identidade dos participantes, garantindo anonimato e respeito às diretrizes éticas de pesquisa com seres humanos.

**Quadro 9 – Comparativo Pré-teste e Reaplicação (Alunos K–T)**

<b>Questão</b>	<b>Resposta Pré-teste</b>	<b>Resposta Reaplicação</b>
<b>Aluno K</b>	Magnetismo: Não sabe. Eletromagnetismo: Não sabe. Ímãs: Se atraem ou repelem. Forças: Magnetismo (acha). Cortar ímã: Não sabe. Campo magnético: Campo com carga puntiforme. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Atração e repulsão. Eletromagnetismo: Campo elétrico + magnético. Ímãs: Polos iguais repelem, opostos atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: Forma novo ímã. Campo magnético: Região de ação magnética. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno L</b>	Magnetismo: Não sabe. Eletromagnetismo: Aprendeu com Transformers. Ímãs: Atrai. Forças: Não sabe. Cortar ímã: Não sabe. Campo magnético: Campo com eletricidade. GIF: Não. Aprende mais: Nunca viu.	Magnetismo: Campo de atração. Eletromagnetismo: Força elétrica + ímã. Ímãs: Polos opostos atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: Mantém polos. Campo magnético: Campo vetorial. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno M</b>	Magnetismo: Não sabe. Eletromagnetismo: Não sabe. Ímãs: Atrai objetos de ferro. Forças: Não sabe. Cortar ímã: Continuam se atraindo. Campo magnético: Nunca viu. GIF: Não sabe. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Força sobre ferro. Eletromagnetismo: Eletricidade + ímã. Ímãs: Polos iguais repelem, opostos atraem. Forças: Força magnética. Cortar ímã: Dois novos ímãs. Campo magnético: Linhas de força. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno N</b>	Magnetismo: Objeto com força. Eletromagnetismo: Magnetismo entre elétrons. Ímãs: Iguais repelem. Forças: Não sabe. Cortar ímã: Não sabe. Campo magnético: Não sabe. GIF: Não. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Atração e repulsão. Eletromagnetismo: Campo elétrico + magnético. Ímãs: Polos opostos atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: Dois novos ímãs. Campo magnético: Campo vetorial. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno O</b>	Magnetismo: Não lembra. Eletromagnetismo: Não lembra. Ímãs: São atraídos/repelidos. Forças: Quando se aproximam. Cortar ímã: Sim. Campo magnético: Energia negativa espalhada. GIF: Não. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Campo de força magnética. Eletromagnetismo: Interação elétrica e magnética. Ímãs: Polos opostos atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: Mantém polos. Campo magnético: Região de ação magnética. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno P</b>	Magnetismo: Atração e repulsão. Eletromagnetismo: Elétrons e magneto. Ímãs: Alguns se atraem. Forças: Não sabe. Cortar ímã: Estudando ainda. Campo magnético: Não sabe. GIF: Nunca viu. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Campo de atração. Eletromagnetismo: Campo elétrico e magnético. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: Mantém polos. Campo magnético: Linhas de força. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.

<b>Aluno Q</b>	Magnetismo: Objetos magnéticos se atraem. Eletromagnetismo: Não sabe. Ímãs: Depende dos ímãs. Forças: Não sabe. Cortar ímã: Estudando ainda. Campo magnético: Não sabe. GIF: Nunca viu. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Força magnética. Eletromagnetismo: Campo elétrico e magnético. Ímãs: Polos opostos atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: Mantém polos. Campo magnético: campo vetorial. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno R</b>	Magnetismo: Atrai ou repele. Eletromagnetismo: Carga elétrica magnética. Ímãs: Atração/repulsão conforme carga. Forças: Não sabe. Cortar ímã: Perde magnetismo. Campo magnético: Não sabe. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Campo magnético natural. Eletromagnetismo: Eletricidade + magnetismo. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Atração e repulsão. Cortar ímã: Mantém polos. Campo magnético: Linhas de força. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno S</b>	Magnetismo: Não sabe. Eletromagnetismo: Não sabe. Ímãs: Sim, quando juntam. Forças: Não sabe. Cortar ímã: Não sabe. Campo magnético: Estudando ainda. GIF: Nunca viu. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Força magnética. Eletromagnetismo: Interação elétrica e magnética. Ímãs: Polos opostos atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: dois novos ímãs. Campo magnético: região de ação magnética. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.
<b>Aluno T</b>	Magnetismo: Estudando ainda. Eletromagnetismo: Campos magnéticos por força eletro. Ímãs: Atração e repulsão por carga. Forças: Cargas opostas. Cortar ímã: Continuam atraindo. Campo magnético: Não sabe. GIF: Não sabe. Aprende mais: Sim.	Magnetismo: Campo magnético. Eletromagnetismo: Interação elétrica e magnética. Ímãs: Polos diferentes atraem. Forças: Repulsão e atração. Cortar ímã: Mantém polos. Campo magnético: Linhas de força. GIF: Sim. Aprende mais: Sim.

Fonte: Dados obtidos no pré-teste diagnóstico aplicado em turma de 3º ano do Ensino Médio de escola pública estadual, 2024.

### **Nota metodológica:**

A categorização por letras foi utilizada para preservar a identidade dos participantes, garantindo anonimato e respeito às diretrizes éticas de pesquisa com seres humanos.

### **Apêndice H – Registro Fotográfico da Atividade Experimental com Limalha de Ferro e Acesso aos GIFs Interativos**

Este apêndice apresenta o registro fotográfico das atividades práticas realizadas durante a aplicação da proposta didática investigativa com uso de GIFs interativos e experimentos híbridos. As imagens evidenciam dois momentos principais:

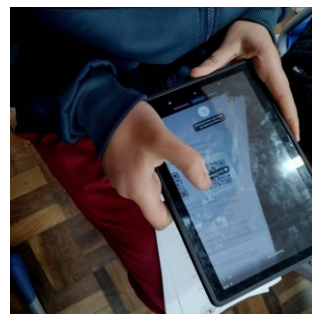
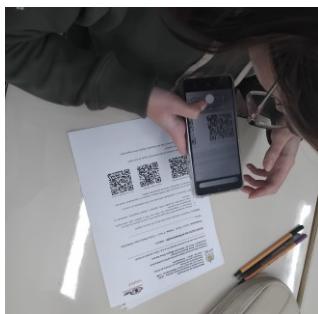
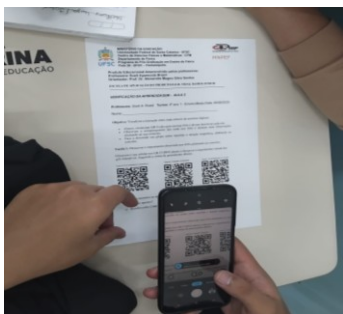
1. **Interação dos estudantes com os GIFs interativos** via leitura de QR Codes com tablets e celulares, conforme a lógica de visualização segmentada proposta (VEJO – PENSO – PERGUNTO).
2. **Realização de experimentos físicos com limalha de ferro e diferentes tipos de ímãs**, com observação prática das linhas do campo magnético e fenômenos associados ao magnetismo.

As fotos têm caráter exclusivamente acadêmico e pedagógico, sendo utilizadas nesta dissertação mediante consentimento institucional e em conformidade com as diretrizes éticas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Todas as imagens foram registradas pela pesquisadora durante o desenvolvimento da proposta educacional.

#### **ATIVIDADES: Visualização dos GIFs pelos estudantes:**

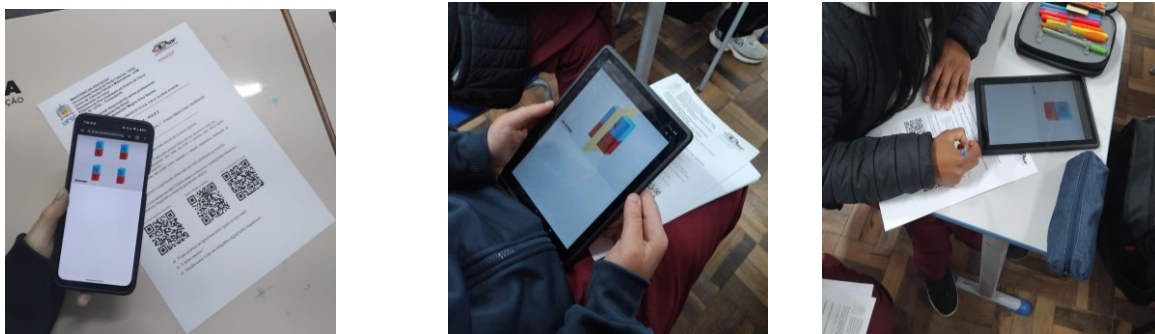
(Fotos 1 a 3 – Inseridas com legenda e numeração, como segue)

**Foto digital 1 – Estudante utilizando tablet para acessar o GIF interativo por meio do QR Code impresso na ficha de atividades.**



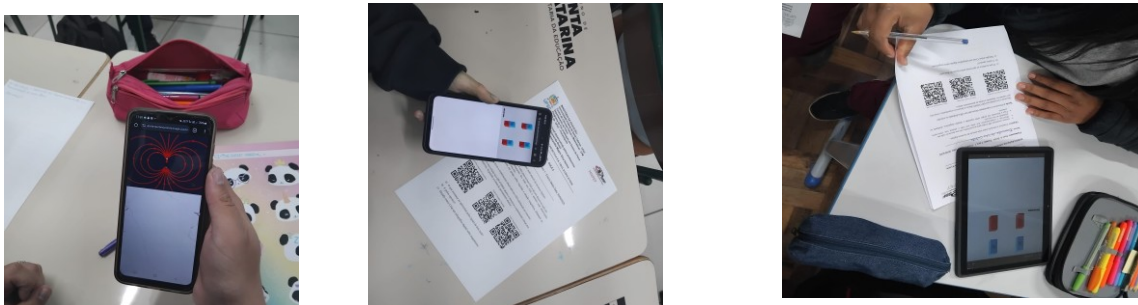
*Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025).*

**Foto digital 2 – Estudante realiza anotações enquanto observa o fenômeno físico animado no GIF interativo, mediado por QR Code.**



*Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025).*

**Foto digital 3 – Detalhe da interface digital do GIF e da folha de papel com três QR Codes utilizados na etapa investigativa da aula.**



*Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025).*

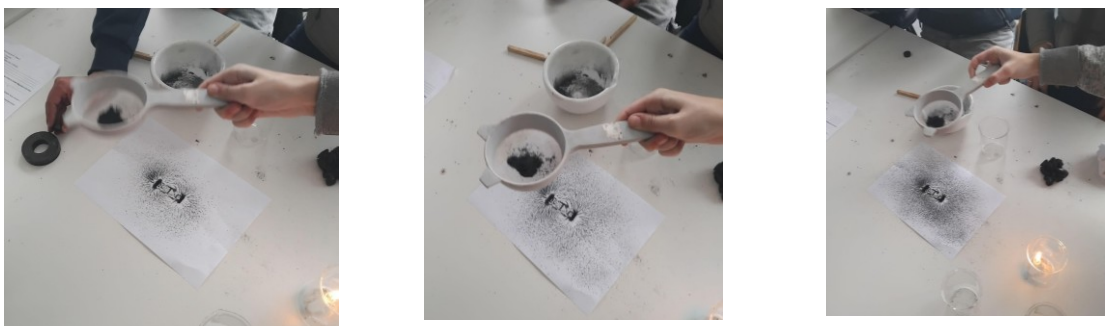
### **Experimento com Limalha de Ferro e Ímãs**

Foto digital 1 – Preparação dos materiais experimentais: limalha de ferro, copos de vidro e vela, utilizados na aula prática de Magnetismo.



*Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025).*

Foto digital .2 – Estudantes espalham limalha de ferro sobre o papel com ímã posicionado por baixo, utilizando peneira de laboratório



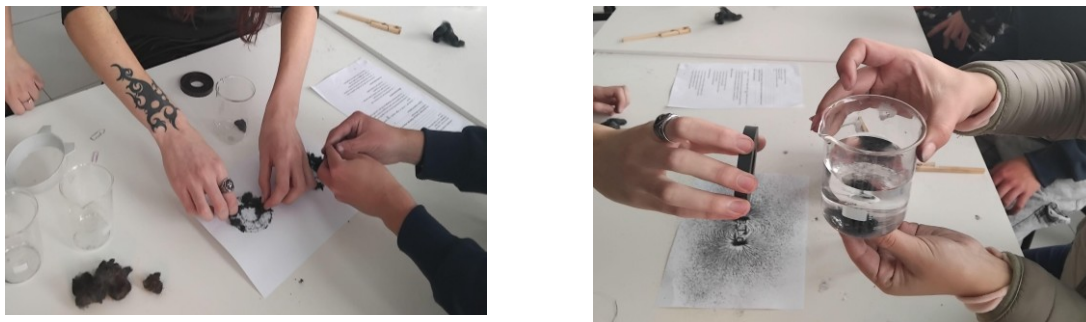
**Fonte:** Arquivo da pesquisadora (2025).

Foto digital 3 – Resultado do experimento: formação visível das linhas de campo magnético, reveladas pela orientação da limalha.



**Fonte:** Arquivo da pesquisadora (2025).

Foto digital 4 – Observação detalhada da simetria do campo ao redor de um ímã circular em superfície plana.



**Fonte:** Arquivo da pesquisadora (2025).

Foto digital 5 – Visualização do campo magnético em três dimensões: ímã submerso em água, com concentração de limalha ao redor.



*Fonte: Arquivo da pesquisadora (2025).*

#### **Observações Metodológicas:**

- As imagens aqui registradas têm finalidade exclusivamente educacional e científica.
- Todas as atividades ocorreram com autorização prévia da unidade escolar e dentro dos parâmetros éticos da pesquisa em Educação.
- Os rostos dos estudantes não foram expostos, garantindo o sigilo e a integridade dos participantes.

Este apêndice reuniu o registro fotográfico das atividades experimentais e da interação dos estudantes com os GIFs interativos durante a aplicação da sequência didática. As imagens documentam a integração entre recursos digitais e experimentação prática, reforçando a abordagem híbrida proposta. Ressalta-se que todo o material visual foi coletado com rigor ético, assegurando o anonimato dos participantes e a utilização das imagens exclusivamente para fins acadêmicos e pedagógicos.

A sistematização visual apresentada contribui para a compreensão do desenvolvimento da proposta e evidencia o protagonismo discente e o engajamento observados ao longo das atividades.

**Apêndice I: Produto Educacional**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E  
MATEMÁTICAS  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

Projeto de Pesquisa

**Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa  
Gifs: Uma Proposta Didática para o Ensino da Eletricidade e do  
Magnetismo**

Produto educacional desenvolvido por Soeli Aparecida Brasil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Magno Silva  
Santos

Florianópolis.  
2025

## **PREZADO PROFESSOR**

### **Introdução**

A realidade do Ensino Médio apresenta desafios crescentes para educadores e alunos, especialmente no campo das Ciências Exatas, em que conceitos como Eletricidade e Magnetismo são frequentemente percebidos como abstratos e de difícil assimilação. Muitos estudantes chegam a essa etapa com pouco ou nenhum contato prévio com Física, o que pode gerar desinteresse e dificuldades de compreensão <sup>(1)</sup>.

Ao mesmo tempo, os professores enfrentam o desafio de tornar as aulas mais atrativas para uma geração imersa em tecnologias digitais e acostumada a conteúdos interativos e dinâmicos <sup>(2)</sup>.

O modelo tradicional de ensino, baseado em aulas expositivas, tem mostrado limitações em prender a atenção dos estudantes. A combinação entre dispersão, conversas paralelas e o uso inadequado de dispositivos móveis frequentemente prejudica o processo educacional <sup>(2)</sup>. Diante desse cenário, torna-se fundamental repensar práticas pedagógicas, buscando estratégias que integrem inovação tecnológica e participação ativa dos alunos <sup>(3)</sup>.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino deve oportunizar a investigação, análise crítica e o uso de tecnologias digitais, incentivando metodologias que articulem teoria e prática de forma inovadora <sup>(4)</sup>. Com base nesse contexto, esta pesquisa propõe uma abordagem híbrida, integrando experimentos práticos e o uso de GIFs animados como ferramentas interativas <sup>(5)</sup>.

Essa metodologia utiliza QR codes para facilitar o acesso aos conteúdos digitais, viabilizar uma experiência de aprendizagem mais visual, dinâmica e prática. A proposta está fundamentada no planejamento reverso e nas rotinas de pensamento criativo, incentivando o protagonismo do aluno e instigando habilidades como pensamento crítico, criatividade e aplicação de conceitos científicos na resolução de problemas <sup>(6,7)</sup>. Os GIFs animados desempenham um papel estratégico ao traduzir conceitos complexos de forma simples <sup>(8)</sup>, permitindo que os estudantes explorem fenômenos como campos magnéticos e circuitos elétricos em uma linguagem acessível e atrativa <sup>(9)</sup>.

Estruturado para o terceiro ano do Ensino Médio, este material será implementado ao longo de oito encontros pedagógicos de 90 minutos. Cada aula foi planejada para integrar experimentação, tecnologia e interação, alinhando-se às competências e habilidades previstas na BNCC <sup>(4)</sup>. Evidências pedagógicas indicam que metodologias ativas, como as propostas neste projeto, favorecem o engajamento e uma aprendizagem mais profunda e significativa <sup>(10)</sup>.

Convidamos vocês, professores, a explorar esta proposta e a repensar suas práticas pedagógicas, oportunizando um ensino que seja não apenas eficaz, mas também transformador.

## 2. Problematização

O ensino de Física no Ensino Médio atravessa desafios notáveis, especialmente nos temas de Eletricidade e Magnetismo, frequentemente percebidos pelos estudantes como abstratos, distantes e desconectados de sua realidade <sup>(11)</sup>. Essa dificuldade é intensificada por práticas pedagógicas tradicionais, como aulas expositivas estáticas, que, em um cenário educacional cada vez mais digital, se mostram insuficientes para engajar uma geração habituada à interatividade <sup>(12,13)</sup>.

A BNCC enfatiza a integração de tecnologias digitais ao ensino, viabiliza a construção de uma aprendizagem contextualizada, conectada à prática e voltada para demandas contemporâneas <sup>(4)</sup>.

Diante desse cenário, surge a necessidade de repensar as práticas pedagógicas, propondo metodologias acessíveis e inovadoras <sup>(2)</sup>. A proposta apresentada nesta pesquisa combina GIFs animados interativos, acessíveis por códigos QR, com experimentos práticos de baixo custo, tornando a aprendizagem dinâmica, visual e interativa.

Com base nos princípios de Ausubel e outros teóricos da educação moderna <sup>(10,14)</sup>, a metodologia proposta se baseia em:

- Planejamento Reverso: atividades planejadas a partir dos objetivos de aprendizagem <sup>(6)</sup>.
- Rotinas de Pensamento Criativo: estratégias que oportunizam a análise crítica e resolução de problemas <sup>(15)</sup>.

- GIFs Interativos e Experimentação Prática: combinação de animações visuais com atividades experimentais, tornando o aprendizado significativo e conectado ao cotidiano <sup>(9)</sup>.

Essa metodologia responde à questão central desta pesquisa:

- Como a integração de experimentos híbridos com GIFs interativos pode tornar o ensino de Eletricidade e Magnetismo mais eficaz, significativo e acessível para estudantes do Ensino Médio?

### **3. Hipótese**

A integração de GIFs interativos no ensino de Física pode melhorar significativamente a compreensão conceitual dos estudantes sobre magnetismo e eletricidade, além de aumentar o comprometimento e o interesse na disciplina.

### **4. Objetivos**

#### **4.1 Objetivo Geral**

Transformar o ensino de Eletricidade e Magnetismo no Ensino Médio em uma experiência mais significativa, dinâmica e comprometida, por meio da integração de experimentos híbridos, GIFs interativos e estratégias pedagógicas inovadoras, viabilizando o desenvolvimento de habilidades críticas, criatividade e a aplicação prática dos conceitos.

#### **4.2 Objetivos Específicos**

##### **Ampliar a Compreensão de Conceitos Abstratos**

Facilitar a compreensão de temas como linhas de campo magnético, forças eletromagnéticas e indução eletromagnética, utilizando recursos visuais como GIFs interativos e experimentos práticos de baixo custo para conectar a teoria à prática <sup>(7,16)</sup>.

## **Desenvolver Competências Cognitivas e Criativas**

Indagar habilidades essenciais como pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade, por meio de rotinas de pensamento e atividades que incentivem a análise aprofundada dos fenômenos físicos <sup>(17–20)</sup>.

### **Aumentar o engajamento e a participação ativa.**

Tornar as aulas mais dinâmicas e alinhadas às expectativas dos estudantes, utilizando ferramentas interativas e estratégias que conectem o aprendizado ao cotidiano <sup>(12)</sup>.

### **Alinhar o Ensino às Diretrizes da BNCC**

Incorporar práticas pedagógicas que integrem tecnologia e inovação, garantindo que o ensino de Física atenda aos objetivos propostos pela Base Nacional Comum Curricular, especialmente no que diz respeito à contextualização e ao uso de recursos digitais <sup>(4)</sup>.

### **Capacitar Professores para Práticas Inovadoras**

Preparar docentes para a implementação de metodologias modernas, como o planejamento reverso e o uso de GIFs interativos, oferecendo suporte para a criação de aulas acessíveis e eficazes <sup>(6,7)</sup>.

### **Monitorar e avaliar o impacto da proposta**

Implementar mecanismos para avaliar a eficácia das estratégias, analisando o progresso dos alunos em termos de compreensão conceitual, engajamento e aplicação prática do aprendizado.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1 Tipo de Pesquisa**

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa e quantitativa, utilizando métodos de observação, aplicação de questionários e análise de desempenho dos alunos.

## 5.2 Público-Alvo

- Turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública.

## 5.3 Estratégias Didáticas Utilizadas

### 1. Planejamento Reverso

- Definição clara dos objetivos de aprendizagem antes do planejamento das atividades.
- Desenvolvimento das aulas com foco nos resultados esperados.
- Uso de GIFs interativos e códigos QR como ferramentas pedagógicas.

### 2. Rotinas de Pensamento Criativo

- Atividades que incentivam análises críticas, formulação de hipóteses e questionamentos investigativos.
- Uso de problematizações e desafios para desenvolver a autonomia dos alunos.

### 3. Tecnologia Educacional, gifs interativos

- Aplicação de **GIFs interativos**, acessados por códigos QR, para ilustrar conceitos abstratos.
- Utilização de **softwares como os gifs interativos** para complementar o ensino experimental.

## 6. Estrutura das aulas

### Aula 1 – Diagnóstico e Introdução ao Magnetismo e Eletricidade

**Objetivo:** Levantar os conhecimentos prévios dos alunos e contextualizar a importância dos temas.

**Atividades:**

- Discussão inicial sobre aplicações de eletricidade e magnetismo no cotidiano.
- **Pré-teste** para avaliar o conhecimento prévio dos alunos.
- **Exibição de GIFs** ilustrando conceitos básicos.

## **Aula 2 – Magnetismo: Ímãs Naturais e Artificiais**

**Objetivo:** Compreender a natureza e as propriedades dos ímãs.

**Atividades:**

- Uso de **GIFs interativos** para demonstrar as propriedades dos materiais magnéticos.
- **Experimentos práticos** com limalha de ferro para visualização de campos magnéticos.
- **Discussão em grupo** sobre a inseparabilidade dos polos magnéticos.

## **Aula 3 – Campo Magnético e Linhas de Campo**

**Objetivo:** Explorar as características do campo magnético.

**Atividades:**

- **Observação de GIFs** mostrando linhas de campo magnético em diferentes configurações.
- **Atividade prática** : visualização de campos magnéticos com limalha de ferro e ímãs.

## **Aula 4 – A Força Magnética sobre Cargas e Correntes**

**Objetivo:** Explorar a ação do campo magnético sobre cargas em movimento.

**Atividades:**

- **Uso de GIFs** demonstrando a força de Lorentz.

## **Aula 5 – Eletricidade e Magnetismo: Experiência de Ørsted**

**Objetivo:** Relacionar eletricidade e magnetismo com base na experiência de Ørsted.

**Atividades:**

- **Demonstração do experimento de Ørsted, por meio dos gifs interativos** e discussão sobre suas implicações.
- **Aplicação da regra da mão direita** para determinar o sentido do campo magnético.

### **Aula 6 – Campo de Indução Magnética**

**Objetivo:** Compreender a formação de campos magnéticos em solenoides e espirais.

**Atividades:**

- **Exploração de GIFs** sobre solenoides e espirais.

### **Aula 7 – Avaliação e Discussão Final**

**Objetivo:** Avaliar o impacto da metodologia no aprendizado dos alunos.

**Atividades:**

- Aplicação de questionários pós-teste.
- Discussão sobre os desafios e benefícios da abordagem proposta.

### **Aula 8 – REAPLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE**

**Objetivo:** Avaliar o progresso dos alunos em relação aos conceitos de magnetismo e eletricidade, identificando avanços no entendimento teórico e na aplicação prática das ideias trabalhadas ao longo das aulas.

**Atividades:**

- O pré-teste aplicado na Aula 1 será replicado com o objetivo de comparar os resultados iniciais e finais.
- Os alunos responderão a questões qualitativas sobre sua experiência com os experimentos híbridos e GIFs interativos.

## **7. Metodologia de Análise de Dados**

A análise será realizada com base nos seguintes critérios:

1. Engajamento dos alunos: Monitoramento da interação e participação nas atividades.
2. Avaliação de aprendizagem: Comparação de resultados entre pré-teste e pós-teste.
3. Feedback qualitativo: Coleta de opiniões dos alunos sobre os GIFs interativos e a experiência híbrida.
4. Impacto no desempenho: análise estatística dos resultados obtidos nas avaliações.

5. A privacidade dos alunos será preservada. Nenhuma imagem que permita uma associação com suas identidades será armazenada. Além disso, aos nomes serão associados números aleatórios para identificação entre o pré-teste e sua reaplicação.

## 8. Considerações Finais

O produto educacional desenvolvido – Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégias Interativas Baseadas em GIFs <sup>(9)</sup> – representa uma inovação didática com potencial para transformar o ensino de Eletricidade e Magnetismo. Essa abordagem não apenas moderniza as práticas pedagógicas, mas também responde às necessidades de uma geração que exige experiências educacionais mais conectadas à sua realidade. Ao integrar interatividade, experimentação prática e fundamentos pedagógicos sólidos, a proposta viabiliza uma aprendizagem profunda, significativa e alinhada às demandas de uma sociedade em constante evolução.

Os GIFs são mais do que simples animações; são ferramentas pedagógicas poderosas que facilitam a compreensão de conteúdos complexos <sup>(12)</sup>. No ensino de Eletricidade e Magnetismo, por exemplo, os GIFs ajudam a visualizar fenômenos abstratos de maneira prática e dinâmica, promovendo uma aprendizagem significativa e alinhada às necessidades de uma geração imersa na cultura digital.

## Referências

1. MOREIRA, MA. Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 1, pág. 1–8, 2021.
2. VALENTE, JA; FREIRE, FMP; ARANTES, FL. Tecnologia e Educação: passado, presente e o que está por vir.
3. ANDRADE, JP; DUARTE, M. MARTINS, C. *Aprendizagens visíveis, experiências teóricas e práticas em sala de aula*.
4. BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 jan. 2025.
5. SILVA, A. O. LUZINEIDE, M. PAULA, G. Uso de gifs animados como recurso didático no ensino.
6. WIGGINS, GJ; *MJP para a compreensão: alinhando currículo, avaliação e ensino por meio da prática do planejamento reverso*. 2. ed. PAP, 2019. 364 p.
7. WIGGINS, G. AMPLIADA, E. *Planejamento para a compreensão 12*.
8. BRITO, R. et al. A importância do uso do GIF no ensino da física.
9. *História do GIF e concepção do formato: Especificação do Graphics Interchange Format (GIF)*. Disponível em: <https://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif87.txt>.
10. AUSUBEL, D. *A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel*.
11. BEHRENS, JMM; MARCOS, *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. 10. ed.
12. BACICH, L. TANZI NETO, A. TREVISANI, F. de M. (Orgs.). *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. Porto Alegre: Penso, 2015. 270 p.
13. BASSANI, D. SANTOS, RA. Tecnologias digitais para o ensino de física, eletricidade e magnetismo no Ensino Médio. [Internet]. 2207. Disponível em: <http://www1.fisica.org>.
14. MOREIRA, MA; ALEGRE, et al. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física. *Revista Brasileira de Física*, v. 1, pág. 275–92, 1979. Disponível em: <http://sbfisica.org.br/bjp/download/v09/v09a19.pdf>.
15. RITCHART, R. CHURCH, M. MORRISON, K. *Tornando o pensamento visível: como promover o engajamento, a compreensão e a aprendizagem para alunos*.

16. GUALTER, NH. *Tópicos de Física - Volume 3*. 15. ed. 2001.
17. BARBOSA, EF; MOURA, Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. *Boletim Técnico do Senac* , v. 2, pág. 48–67, 2013.
18. VEIGA, LLA da; PEIXOTO, MAPA; ASSIS, MR de; MARAGLIA, PH. A metacognição como tecnologia educacional para o processo de ensino-aprendizagem de ciências: promovendo a cultura do pensar em sala de aula. *Educação e Tecnologias: Experiências, Desafios e Perspectivas 2* , p. 35–46, 2019.
19. LAMATTINA, AA. *Educação 4.0: Transformando o ensino na era digital: O impacto das metodologias ativas e inteligência artificial na prática docente*.
20. FUHR, RC. *Educação 4.0 e seus impactos no século XXI*. 2018.
21. NETO, T. *Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação*. 2015; v.3, pág. 100–3.

## **Apêndice J: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Pais/Responsáveis**

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA - TRINDADE  
CEP: 88.040-900 - FLORIANÓPOLIS – SC  
Telefone: (48) 3721 – 2876. Fax: (48) 3721-9946**

---

### **Termo de Assentimento Livre e Esclarecido**

(Elaborado de acordo com a resolução 466/12 do CNS)

Prezado(a) estudante

Você está sendo convidado a participar de um projeto de dissertação de mestrado intitulado “Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa Gifs: Uma Proposta Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo”. Este projeto está ligado ao departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

A pesquisa está sendo realizada pelos professores Soeli Aparecida Brasil, da EEB Centro Educacional Vidal Ramos Junior, que poderá ser contatada pelo telefone (49) 3289-8148, e pelo e-mail [soeli\\_brasil@hotmail.com](mailto:soeli_brasil@hotmail.com), ou ainda pessoalmente na EEB Centro Educacional Vidal Ramos Junior, localizada na Rua Frei Rogério, nº 347, Centro, Lages – SC. CEP: 88502-199 e o Professor Dr. Alexandre Magno Silva Santos, do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, que poderá ser contatado pelo telefone: (48) 3721-3708, pelo e-mail: [alexandre.magno@ufsc.br](mailto:alexandre.magno@ufsc.br) ou ainda pessoalmente no Departamento de Física, localizado no Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – bairro Trindade – Florianópolis – CEP: 88040-900.

A física, uma ciência de caráter experimental, apresenta conceitos abstratos, os quais, apresentados usando uma metodologia única, verbal ou textual, no ensino tradicional, costumam não trazer clareza no processo de ensino-aprendizado. Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo testar uma sequência didática para o ensino do magnetismo e eletricidade, utilizando uma abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa Gifs. Essa metodologia facilita

o acesso aos conteúdos digitais, oportunizando uma experiência de aprendizagem mais visual, dinâmica e prática, estruturada para o terceiro ano do Ensino Médio.

O objetivo da pesquisa é experimentar uma nova forma de ensinar os conteúdos de magnetismo e eletricidade no terceiro ano do Ensino Médio, utilizando GIFs interativos, QR Codes e experimentos práticos. Isso pode tornar a aula mais visual, interessante e dinâmica. Você participará de oito encontros pedagógicos, com atividades em grupo e individuais. Durante os encontros, a professora poderá fazer observações, anotar falas e gravar áudios e vídeos sempre com o objetivo de avaliar a proposta didática, e nunca avaliar você como aluno(a).

Caso aceite participar da pesquisa e com a autorização de seu responsável legal, você frequentará oito encontros, onde fará atividades individuais e em grupos. Enquanto você e seus colegas de classe estiverem fazendo as atividades propostas, a professora fará observações, tomando notas e gravando as falas em áudio e vídeo. As pessoas não serão identificadas, pois não interessa para o pesquisador saber quem disse o que, mas apenas o comportamento geral do grupo e eventuais comentários, reclamações ou sugestões sobre o andamento dos encontros. O que se quer é avaliar a sequência didática, e não você ou seus colegas.

Ao participar da pesquisa, você não corre riscos além dos que correria em outras atividades educacionais coletivas. Você poderá ficar cansado ou aborrecido durante os encontros; ao dar uma resposta errada, você poderá ficar constrangido e até ser vaiado pelos seus colegas; ao dar uma resposta correta, poderá ficar feliz e até ser festejado pelos seus colegas. Mesmo participando da pesquisa, você também pode optar por permanecer calado quando quiser.

Outro risco é o de quebra de sigilo, ainda que involuntária e não intencional (por exemplo, por um hacker maldoso ou devido a um pendrive ou computador extraviado). Por isso, o pesquisador e seu orientador comprometem-se a tomar todas as precauções, desde o início, para evitar a sua identificação e o eventual vazamento dos dados. Nenhum aluno será identificado. As falas ou comportamentos serão analisados de forma coletiva. Será garantido o anonimato, e todos os dados serão tratados conforme a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e a Resolução 466/12 do CNS.

Se optar por não participar da pesquisa, sua presença não será obrigatória caso os encontros sejam realizados fora do horário regular das aulas. Caso os encontros

sejam realizados no horário regular das aulas, você poderá ficar como simples observador, sem emitir opiniões, ou a professora poderá lhe atribuir alguma outra tarefa em substituição à sua participação. De todo modo, a sua participação ou não na pesquisa não terá qualquer influência positiva ou negativa na avaliação de seu desempenho escolar.

Participar desta pesquisa não traz riscos maiores do que os que já existem em qualquer atividade de grupo na escola. Você pode, por exemplo, sentir-se cansado(a), ficar envergonhado(a) com alguma resposta ou ser elogiado(a) ao acertar. Você poderá permanecer em silêncio sempre que quiser, ou deixar de participar a qualquer momento, sem precisar dar explicação e sem nenhum prejuízo.

Você poderá beneficiar-se da participação na pesquisa ao integrar-se a outros grupos e ser estimulado a manifestar-se sobre conteúdos recentemente estudados, o que pode facilitar o seu aprendizado. Além disso, você estará contribuindo para a avaliação e aperfeiçoamento de um recurso educacional que pode ajudar muitos outros a aprender algo sobre o assunto.

Como esta pesquisa será realizada dentro do ambiente escolar, caso você sofra algum acidente ou mal-estar durante sua realização, você será encaminhado aos setores ou órgãos de assistência aos quais seria direcionado em caso de acidente ou mal-estar em qualquer outra atividade escolar. Caso você tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado à sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e você não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela. Mesmo consentindo em participar, você pode, a qualquer momento, deixar de participar sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso queira desistir ou manifestar-se de qualquer outra maneira, você, sob orientação de seu responsável legal, pode entrar em contato com a pesquisadora prof. Soeli, e-mail [soeli\\_brasil@hotmail.com](mailto:soeli_brasil@hotmail.com) ou com o seu orientador, prof. Alexandre pelo telefone (48) 3721-2853, e-mail [alexamagno@gmail.com](mailto:alexamagno@gmail.com) ou pessoalmente no Departamento de Física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais a pesquisadora e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima, 222, Prédio Reitoria II, 4º. andar, sala 701, Florianópolis, SC, pelo telefone 48-3721-6094 e pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br. Este termo será assinado e rubricado pela pesquisadora responsável, em duas vias. Uma via ficará com o Sr. (Sra.) para eventuais consultas e a outra será arquivada pelo professor/pesquisador.

Pretende-se que este trabalho traga contribuições para o ensino de física, possibilitando o desenvolvimento e avaliação de novas metodologias que facilitem a aprendizagem. Nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos sobre o projeto.

Tendo lido este documento e sido esclarecido pela pesquisadora sobre eventuais dúvidas, declaro-me ciente e informado sobre os objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como sobre meus direitos, e opto por participar dela de livre e espontânea vontade.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

Assinatura do(a) estudante participante (estudante menor de idade)

#### **Apêndice k: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ao Professor**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA - TRINDADE**  
**CEP: 88.040-900 - FLORIANÓPOLIS – SC**  
**Telefone: (48) 3721 – 2876. Fax: (48) 3721-9946**

---

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) –  
RESPONSÁVEL LEGAL POR MENOR DE IDADE**

O(A) \_\_\_\_\_, estudante

\_\_\_\_\_, pelo qual você é o(a) responsável legal, está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa intitulada “Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa Gifs: Uma Proposta Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo”. Este projeto está ligado ao departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

A pesquisa está sendo realizada pelos professores Soeli Aparecida Brasil, da EEB Centro Educacional Vidal Ramos Junior, que poderá ser contatada pelo telefone (49) 3289-8148, e pelo e-mail [soeli\\_brasil@hotmail.com](mailto:soeli_brasil@hotmail.com), ou ainda pessoalmente na EEB Centro Educacional Vidal Ramos Junior, localizada na Rua Frei Rogério, nº 347, Centro, Lages – SC. CEP: 88502-199 e o Professor Dr. Alexandre Magno Silva Santos, do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, que poderá ser contatado pelo telefone: (48) 3721-3708, pelo e-mail: [alexandre.magno@ufsc.br](mailto:alexandre.magno@ufsc.br) ou ainda pessoalmente no Departamento de Física, localizado no Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – bairro Trindade – Florianópolis – CEP: 88040-900.

A física, uma ciência de caráter experimental, apresenta conceitos abstratos, os quais, apresentados usando uma metodologia única, verbal ou textual, no ensino tradicional, costumam não trazer clareza no processo de ensino-aprendizado. Sendo assim, a proposta visa aplicar e avaliar uma nova metodologia para o ensino de eletricidade e magnetismo, utilizando GIFs interativos e experimentos práticos, com o objetivo de tornar o aprendizado mais visual, acessível e engajador.

O(a) estudante participará de oito encontros pedagógicos, com atividades em grupo e individuais. Durante essas atividades, a pesquisadora poderá realizar

observações, registros em áudio e vídeo e anotações sobre a dinâmica de sala. Os(as) participantes não serão identificados(as), sendo garantido o sigilo e o anonimato das informações coletadas. Essa metodologia irá facilitar o acesso aos conteúdos digitais, oportunizando uma experiência de aprendizagem mais visual, dinâmica e prática, estruturada ao terceiro ano do Ensino Médio. Caso aceite participar da pesquisa e tenha sua autorização (como responsável legal), onde fará atividades individuais e em grupos. Enquanto estiverem fazendo as atividades propostas, a professora fará observações, tomando notas e gravando as falas em áudio e vídeo. As pessoas não serão identificadas, pois não interessa para o pesquisador saber quem disse o que, mas apenas o comportamento geral do grupo e eventuais comentários, reclamações ou sugestões sobre o andamento dos encontros. O que se quer avaliar é a sequência didática, e não os alunos em si.

Ao participar da pesquisa, o(a) estudante não corre riscos além dos que correria em outras atividades educacionais coletivas. Algumas possibilidades são: ficar cansado(a) ou aborrecido(a) durante os encontros; ao dar uma resposta errada, poderá ficar constrangido(a) e até ser vaiado(a) pelos seus colegas; ao dar uma resposta correta, poderá deixá-lo(a) feliz e até ser festejado(a) pelos seus colegas. Mesmo participando da pesquisa, os(as) participantes também podem optar por permanecer calados(as) quando quiserem.

Outro risco é o de quebra de sigilo, ainda que involuntária e não intencional (por exemplo, por um hacker maldoso ou devido a um pendrive ou computador extraviado). Por isso, a pesquisadora e seu orientador comprometem-se a tomar todas as precauções, desde o início, para evitar a identificação dos(as) estudantes e o eventual vazamento dos dados. Se optar por não participar da pesquisa, a presença do(a) estudante em sala não será obrigatória (caso os encontros sejam realizados fora do horário regular das aulas). Caso os encontros sejam realizados no horário regular das aulas, o(a) aluno(a) poderá atuar como simples observador(a) - sem emitir opiniões, ou o professor poderá lhe atribuir alguma outra tarefa em substituição à sua participação. De todo modo, a participação ou não na pesquisa não terá qualquer influência positiva ou negativa na avaliação do desempenho escolar.

O(A) estudante poderá beneficiar-se da participação na pesquisa ao integrar-se a outros grupos que podem ser estimulados(as) a manifestar-se sobre conteúdos recentemente estudados, o que pode facilitar o seu aprendizado. Além disso, ele(a)

estará contribuindo para a avaliação e aperfeiçoamento de um recurso educacional que pode ajudar muitos outros a aprender algo sobre o assunto. Como esta pesquisa é realizada dentro do ambiente escolar, o(a) estudante que sofrer algum acidente ou mal-estar durante sua realização será encaminhado(a) aos setores ou órgãos de assistência aos quais seria encaminhado em qualquer caso de acidente ou mal-estar em outra atividade escolar.

Caso o(a) aluno(a) tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado(a) física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado à sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos. A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e você não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela.

Mesmo consentindo em participar, você pode, a qualquer momento, deixar de participar sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso queira desistir ou manifestar-se de qualquer outra maneira, você, sob orientação de seu responsável legal, pode entrar em contato com a pesquisadora prof. Soeli, e-mail [soeli\\_brasil@hotmail.com](mailto:soeli_brasil@hotmail.com) ou com o seu orientador, prof. Alexandre pelo telefone (48) 3721-2853 , e-mail [alexamagno@gmail.com](mailto:alexamagno@gmail.com) ou pessoalmente no Departamento de Física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC. Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais a pesquisadora e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima, 222, Prédio Reitoria II, 4º andar, sala 701, Florianópolis, SC, pelo telefone 48-3721-6094 e pelo e-mail [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br). Este termo será assinado e rubricado pela pesquisadora responsável, em duas vias. Uma via ficará com o Sr. (Sra.) para eventuais consultas e a outra será arquivada pelo professor/pesquisador.

Pretende-se que este trabalho traga contribuições para o ensino de física, possibilitando o desenvolvimento e avaliação de novas metodologias que facilitem a

aprendizagem. Nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos sobre o projeto. Consentimento do responsável legal pelo estudante participante.

Declaro ter lido este documento, ter sido devidamente informado(a) sobre os objetivos, métodos, riscos, benefícios e direitos envolvidos, e autorizo a participação de meu (da) filho(a) na pesquisa acima mencionada, de forma voluntária, livre e consciente. Declaro ainda que recebi uma via original deste documento, rubricada em todas as páginas e assinada.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do(a) responsável legal pelo participante

---

Assinatura da pesquisadora responsável

**Apêndice L: Termo de Assentimento aos Estudantes**

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO REITOR JOÃO DAVID FERREIRA LIMA - TRINDADE  
CEP: 88.040-900 - FLORIANÓPOLIS – SC  
Telefone: (48) 3721 – 2876. Fax: (48) 3721-9946

---

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
(Elaborado de acordo com a resolução 466/12 do CNS)

TCLE - Alunos maiores de 18 anos

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada “Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa Gifs: Uma Proposta Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo”. Este projeto está ligado ao departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

A pesquisa está sendo realizada pelos professores Soeli Aparecida Brasil, da EEB Centro Educacional Vidal Ramos Junior, que poderá ser contatada pelo telefone (49) 3289-8148, e pelo e-mail [soeli\\_brasil@hotmail.com](mailto:soeli_brasil@hotmail.com), ou ainda pessoalmente na EEB Centro Educacional Vidal Ramos Junior, localizada na Rua Frei Rogério, nº 347, Centro, Lages – SC. CEP: 88502-199 e o Professor Dr. Alexandre Magno Silva Santos, do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, que poderá ser contatado pelo telefone: (48) 3721-3708, pelo e-mail: [alexandre.magno@ufsc.br](mailto:alexandre.magno@ufsc.br) ou ainda pessoalmente no Departamento de Física, localizado no Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima – bairro Trindade – Florianópolis – CEP: 88040-900.

A física, uma ciência de caráter experimental, apresenta conceitos abstratos, os quais, apresentados usando uma metodologia única, verbal ou textual, no ensino tradicional, costumam não trazer clareza no processo de ensino-aprendizado. A pesquisa propõe testar uma nova metodologia para o ensino de magnetismo e eletricidade, voltada para estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Essa abordagem utiliza GIFs interativos acessados por QR Codes e atividades práticas, buscando tornar o aprendizado mais visual, dinâmico e significativo. Você será convidado(a) a participar de oito encontros pedagógicos, nos quais realizará atividades individuais e em grupo. Durante os encontros, a professora poderá realizar observações, anotações e gravações em áudio e vídeo das atividades em sala. As gravações visam exclusivamente à análise da proposta didática — nenhum participante será identificado individualmente.

Caso aceite participar da pesquisa, você frequentará oito encontros, onde fará atividades individuais e em grupo. Enquanto você e seus colegas de classe estiverem fazendo as atividades propostas, a professora fará observações, tomando notas e gravando as falas em áudio e vídeo. As pessoas não serão identificadas, pois não interessa para o pesquisador saber quem disse o que, mas apenas o comportamento geral do grupo e eventuais comentários, reclamações ou sugestões sobre o andamento dos encontros. O que se quer é avaliar a sequência didática, e não você ou seus colegas.

Ao participar da pesquisa, você não corre riscos além dos que correria em outras atividades educacionais coletivas. Você poderá ficar cansado ou aborrecido durante os encontros; ao dar uma resposta errada, você poderá ficar constrangido e até ser vaiado pelos seus colegas; ao dar uma resposta correta, poderá ficar feliz e até ser festejado pelos seus colegas. Mesmo participando da pesquisa, você também pode optar por permanecer calado quando quiser.

Outro risco é o de quebra de sigilo, ainda que involuntária e não intencional (por exemplo, por um hacker maldoso ou devido a um pendrive ou computador extraviado). Por isso, a pesquisadora e seu orientador comprometem-se a tomar todas as precauções, desde o início, para evitar a sua identificação e o eventual vazamento dos dados.

Se optar por não participar da pesquisa, sua presença não será obrigatória caso os encontros sejam realizados fora do horário regular das aulas. Caso os encontros sejam realizados no horário regular das aulas, você poderá ficar como simples observador, sem emitir opiniões, ou a professora poderá lhe atribuir alguma outra tarefa em substituição à sua participação. De todo modo, a sua participação ou não na pesquisa não terá qualquer influência positiva ou negativa na avaliação de seu desempenho escolar.

Você poderá beneficiar-se da participação na pesquisa ao integrar-se a outros grupos e ser estimulado a manifestar-se sobre conteúdos recentemente estudados, o que pode facilitar o seu aprendizado. Além disso, você estará contribuindo para a avaliação e aperfeiçoamento de um recurso educacional que pode ajudar muitos outros a aprender algo sobre o assunto.

Como esta pesquisa será realizada dentro do ambiente escolar, caso você sofra algum acidente ou mal-estar durante sua realização, você será encaminhado aos setores ou órgãos de assistência em qualquer outra atividade escolar. Caso você tenha alguma despesa adicional ou sinta-se lesado física ou moralmente por algo comprovadamente relacionado à sua participação na pesquisa, poderá, nos termos e procedimentos da lei, solicitar o ressarcimento dos valores gastos e indenização pelos danos sofridos.

A participação nesta pesquisa é totalmente voluntária e você não receberá qualquer forma de remuneração, monetária ou outra, por participar dela. Mesmo consentindo em participar, você pode, a qualquer momento, deixar de participar sem dar qualquer explicação e sem sofrer qualquer consequência. Caso queira desistir ou manifestar-se de qualquer outra maneira, você, sob orientação de seu responsável legal, pode entrar em contato com a pesquisadora prof. Soeli, e-mail soeli\_brasil@hotmail.com ou com o seu orientador, prof. Alexandre pelo telefone (48) 3721-2853, e-mail: alexandre.magno@ufsc.br ou pessoalmente no Departamento de Física da UFSC, Campus Universitário Trindade, Florianópolis, SC.

Os aspectos éticos desta pesquisa são regulamentados pela resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e leis complementares, das quais a pesquisadora e seu orientador estão cientes e comprometem-se a seguir rigorosamente. O projeto de pesquisa, seus objetivos e metodologia, bem como este termo de consentimento livre e esclarecido, foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), que pode ser contatado pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima, 222, Prédio Reitoria II, 4º andar, sala 701, Florianópolis, SC, pelo telefone 48-3721-6094 e pelo e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br. Este termo será assinado e rubricado pela pesquisadora responsável em duas vias, uma via ficará com o Sr. (Sra.) para eventuais consultas e a segunda via será arquivada pelo professor/pesquisador.

Pretende-se que este trabalho traga contribuições para o ensino de física, possibilitando o desenvolvimento e avaliação de novas metodologias que facilitem a aprendizagem. Nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos sobre o projeto.

#### Consentimento do participante

Tendo lido este documento e recebido os devidos esclarecimentos, declaro que entendo os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios desta pesquisa, e concordo em participar de forma livre, consciente e voluntária.

Florianópolis, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do(a) participante maior de idade

---

Assinatura da pesquisadora responsável

**Apêndice M: Autorização da Cre-Lages-SC**

**ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO**  
**COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO DE LAGES - 7ª CRE**  
**SUPERVISOR REGIONAL DE EDUCAÇÃO**  
Rua Rio Branco, 456, Bairro São Cristóvão – Lages - SC (49) 3289-9389

**Ofício nº 44/2025**

Lages, 16 de abril de 2025

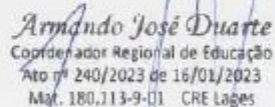
**À (ao) Sr(a). Gestor(a),**

Cumprimentando-o(a) cordialmente, vimos por meio deste autorizar a realização do projeto de pesquisa intitulado "Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégia Interativa Gifs: Uma Proposta Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo". A pesquisa será desenvolvida na EEB Centro Educacional Vidal Ramos Junior, localizada na Rua Frei Rogério, nº 347, Centro, Lages – SC. O estudo será conduzido pela mestrandia Soeli Aparecida Brasil, sob a coordenação do professor Dr. Alexandre Magno Silva Santos - Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), dentro do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF).

Atenciosamente,

  
Cleusa Ap. Straobel da Silva  
SUPERVISORA REGIONAL DE EDUCAÇÃO  
ATO Nº 240/2023 DE 16/01/2023  
MAT.1 Nº 229176-2-02  
CRE - LAGES  
Cleusa Straobel

**Supervisora Regional de Educação**

  
Armando José Duarte  
Copredador Regional de Educação  
Ato nº 240/2023 de 16/01/2023  
Mat. 180.113-9-01 CRE Lages

**Armando José Duarte**  
**Coordenador Regional de Lages - SC**

**Apêndice N: Autorização da Escola - Lages -**

ESTADO DE SANTA CATARINA  
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO  
26ª COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO – CRE  
EEB CENTRO EDUCACIONAL VIDAL RAMOS JUNIOR  
R. Frei Rogério, 347 - Centro, Lages - SC, 88502-160  
(49) 3289-8148 - seriedh27vrjunior@sed.sc.gov.br

Lages, 23 de abril de 2025

À  
Comissão de Ética em Pesquisa – CEPESH  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Assunto: Anuência para realização de pesquisa educacional nas dependências da escola

A direção da Escola de Educação Básica Centro Educacional Vidal Ramos Junior, localizada na Rua Frei Rogério, nº 347, Centro, Lages – SC, vem por meio deste declarar que autoriza a realização da pesquisa educacional intitulada: "Abordagem de Experimentos Híbridos com Estratégia Interativa Gifs: Uma Proposta Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo", sob responsabilidade da pesquisadora Soeli Aparecida Brasil, professora da referida instituição e mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob a orientação do Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos. O projeto será conduzido com turmas do terceiro ano do Ensino Médio, em conformidade com o cronograma apresentado, por meio de oito encontros pedagógicos, com atividades em sala de aula com uso de lousa digital e no laboratório de Física da escola. Estamos cientes de que a participação dos alunos será voluntária, de acordo com as diretrizes da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, e de que a pesquisa será submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFSC.

Reafirmamos nosso compromisso com a formação científica e pedagógica de nossos(as) docentes, e nos colocamos à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,

Josiane Coelho

Diretor(a) da EEB Centro Educacional Vidal Ramos Junior

Josiane Coelho Bizotto  
Diretora Geral  
Port. nº 3366 de 21/12/2023  
Mat. 258 994 0-02  
EEB Vidal Ramos Junior

**ANEXOS**

**ANEXO A: Parecer consubstanciado do CEP.**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Abordagem de Experimentos Híbridos com estratégia interativa Gifs: Uma Proposta Didática para o Ensino da Eletricidade e do Magnetismo.

**Pesquisador:** SOELI APARECIDA BRASIL

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 86678525.9.0000.0121

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências Físicas e Matemáticas

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 7.613.826

**Apresentação do Projeto:**

Item idêntico ao do parecer número 7.478.595 de 31 de março.

**Objetivo da Pesquisa:**

Item idêntico ao do parecer número 7.478.595 de 31 de março.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Item idêntico ao do parecer número 7.478.595 de 31 de março.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Ver item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

A folha de rosto apresentada foi assinada por Soeli Aparecida Brasil como pesquisadora e por Márcio Santos como subcoordenador do MNPEF/Florianópolis.

O cronograma AJUSTADO prevê o início da aplicação em 06/06/2025.

O orçamento não prevê gastos.

Foram apresentados três termos baseados na resolução 466/12 do CNS.

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6004 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 7.613.826

Foi apresentado a sequência de aulas que serão trabalhadas com os alunos.

Foram apresentadas as anuências da direção da escola e da Coordenadoria Regional de Lages.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Todas as adequações dos pareceres consubstanciados anteriores foram atendidas.

Projeto APROVADO sob os arquivos dos termos:

- "TA\_menores\_18\_anos\_versao\_alterada.pdf" postado em 29/05/2025 às 22:01:37;

- "TCLE\_responsaveis\_por\_menores\_de\_18\_anos\_versao\_corrigida.pdf" postado em 28/04/2025 às 17:14:19;

- e "TCLE\_maiores\_18\_anos\_versao\_corrigida.pdf" postado em 28/04/2025 às 17:14:07.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2483929.pdf	29/05/2025 22:08:41		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TA_menores_18_anos_versao_alterada.pdf	29/05/2025 22:01:37	SOELI APARECIDA BRASIL	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_responsaveis_por_menores_de_18_anos_versao_corrigida.pdf	28/04/2025 17:14:19	SOELI APARECIDA BRASIL	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_maiores_18_anos_versao_corrigida.pdf	28/04/2025 17:14:07	SOELI APARECIDA BRASIL	Aceito
Outros	CARTA_DE_RESPOSTA_FINAL_AS_PENDENCIAS_DO_CEP_assinado.pdf	28/04/2025 16:12:08	SOELI APARECIDA BRASIL	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701  
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400  
 UF: SC Município: FLORIANOPOLIS  
 Telefone: (48)3721-8094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 7.613.826

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	autorizacao_da_escola_Soeli_Brasil.pdf	25/04/2025 13:55:44	SOELI APARECIDA BRASIL	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	autorizacao_da_cre_Soeli_Brasil.pdf	25/04/2025 13:54:13	SOELI APARECIDA BRASIL	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Soeli_20_02_2025_assi nado.pdf	21/02/2025 15:38:17	SOELI APARECIDA BRASIL	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_pdf.pdf	20/02/2025 19:24:51	SOELI APARECIDA BRASIL	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FLORIANOPOLIS, 02 de Junho de 2025

Assinado por:

**Sharbel Weidner Maluf**  
(Coordenador(a))

**ANEXO B: Verificação da Aprendizagem**

## AULA 2 – Material do Aluno – Exercícios

**Professora:** Soeli A. Brasil **Turma:** 3º ano / Ensino Médio Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Nome: \_\_\_\_\_

### Objetivo da atividade

Compreender e descrever o comportamento dos ímãs por meio da análise de recursos digitais (GIFs interativos), reconhecendo os conceitos de atração, repulsão e inseparabilidade dos polos magnéticos.

### Orientações para a atividade

1. Escaneie os **QR Codes** ao lado das imagens e observe atentamente os fenômenos representados nos GIFs.
2. Registre suas observações sobre o comportamento dos ímãs e relacione-as com os conceitos físicos estudados.
3. Utilize a rotina investigativa **VEJO – PENSO – PERGUNTO** como base para sua análise:

**VEJO:** O que está acontecendo no GIF?

**PENSO:** O que isso tem a ver com os conceitos de magnetismo?

**PERGUNTO:** Que dúvidas ou hipóteses surgem a partir dessa observação?

### Tarefa 1: Análise dos GIFs

#### GIF 1 – Polos magnéticos e polos geográficos (Figura 4)

Figura 4: Polos magnéticos e geográficos



**Análise:**

## GIF 2 – Atração e repulsão magnética (Figura 6)

Figura 6: Atração e Repulsão



### Análise:

## GIF 3 – Inseparabilidade dos polos magnéticos (Figura 7)

Figura 7: inseparabilidade de um ímã.



### Análise:

### Discussão em grupo

- O que acontece quando se aproximam polos iguais de dois ímãs?
- E quando se aproximam polos opostos?
- Todos os ímãs têm um polo norte e um polo sul?
- É possível separar os polos de um ímã ao cortá-lo ao meio?

### Registre a síntese da discussão com seu grupo:

Desafio extra: Crie um infográfico digital (mapa mental) sobre os conceitos explorados em aula. O infográfico deve conter:

- Conceitos de **atração e repulsão magnética**
- Representações visuais de **linhas de campo**

## ANEXO C – VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM AULA 3

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
 Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM  
 Departamento de Física  
 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.  
 Polo 39 - UFSC – Florianópolis.



### VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM AULA 3

**Professora:** Soeli A. Brasil.

**Orientador:** Prof. Dr. Alexandre Magno Silva Santos.

**Turma:** 3º ano / Ensino Médio. Data: 26/06/2025.

Nome: \_\_\_\_\_

Objetivo: Avaliar o entendimento dos alunos de forma interativa.

**Tarefa 1.** Direcione seu celular aos QR Codes indicados e descreva as imagens geradas pelos GIFs interativos.

*Figura 1: Campo magnético.*



*Figura 8: Linhas do Campo Magnético.*



Fonte: <https://me-qr.com/qr-code>

**Analise os dois QR CODE:**

**Tarefa 2:** Responder:

- 2.1 Qual é a orientação das linhas do campo magnético?
- 2.2 Como a concentração das linhas indica a intensidade do campo?
- 2.3 As linhas do campo magnético se cruzam? Por quê?

**Desafio Extra:** Desenhe as linhas do campo magnético e explique seu significado.

# ANEXO D - SLIDES DO CONTEÚDO - AULA 2

## Magnetismo e Eletricidade



Nesta apresentação, exploraremos o mundo fascinante dos ímãs, desde suas propriedades até suas aplicações.

### Tópicos Aula 2

1. Ímãs
2. Propriedades dos ímãs naturais e artificiais.
3. Pólos magnéticos e interações entre ímãs.



## Origem e Conceito do Magnetismo

A história do magnetismo e suas primeiras observações

**Ímã de Magnetita**

**Óxido de ferro**

O óxido de ferro ou óxido de ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) é um mineral natural com propriedades magnéticas.

**Descoberta dos ímãs naturais**

Os gregos já conheciam a magnetita há mais de 2500 anos. O nome ímã vem do grego *magnês*, que significa "de Magnésia", uma região da Ásia Menor onde se encontravam minas de magnetita.

**Primeiras evidências sobre magnetismo**

Os gregos antigos, como Tales de Mileto, foram os primeiros a observar que o ímã atrai o ferro. Posteriormente, os chineses descobriram o ímã permanente.



## TIPOS DE ÍMÃS



## Como os ímãs são feitos?

Os ímãs naturais são aqueles encontrados na natureza, compostos minerais com substâncias magnéticas, como o óxido de ferro. Este tipo de ferro magnético é também chamado de magnetita.

No caso do ímã artificial, ele geralmente é composto por um material sem propriedades magnéticas, mas que conforme sua manipulação pode adquirir as propriedades de um ímã natural.

Um ímã natural é feito de minerais com substâncias magnéticas, como por exemplo, a magnetita, enquanto que um ímã artificial é feito de um material sem propriedades magnéticas, mas que pode adquirir permanente ou instantaneamente características de um ímã natural.

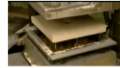


## Como os ímãs são feitos?

É criar um ímã. Uma variedade contendo 4 formas é apresentada com você.

Obtemos no aço, que em funcionamento remove a magnetita e coloca a superfície coberta pela máquina, para depois retornar a magnetita a magnetita, esta sendo removida para ser armazenada e analisada, ou se utilizada em outros fins.

A essa etapa é um ímã de aço. E os ímãs são feitos em diferentes formatos e tamanhos. Depois, é hora de misturar os ingredientes para fazer os ímãs, que incluem cobre, cobalto, níquel, ferro puro, alumínio e titânio.



- Os passos para se fabricar ímãs artificiais:
1. Criação do ímã
  2. São feitos em uma variedade com formas parecidas com as naturais.
  3. São feitos em uma variedade com cores diferentes que se adaptam rapidamente, criando ímãs resistentes.
  4. Os ímãs podem ter diversas formas, dependendo do uso final do ímã.



## Como os ímãs são feitos?

**Magnetização**

- Após o tratamento, as peças são colocadas em uma máquina que aplica uma forte carga eletromagnética
- Esse pulso alinha os domínios magnéticos internos da peça, transformando-a em um ímã permanente

**Acabamento**

- As peças passam por polimento, corte ou revestimento, conforme sua aplicação — seja como peça industrial ou ferramenta decorativa.



A diferença entre materiais que se tornam ímãs permanentes e os que não se magnetizam está em sua estrutura atômica e capacidade de manter os domínios magnéticos alinhados após a aplicação do campo magnético.



## O que são Ímãs?

### Definição

Ímãs são objetos que geram um campo magnético, um campo invisível que pode atrair ou repelir outros materiais magnéticos.

### Tipos

Existem dois tipos principais: ímãs naturais, encontrados na natureza, e ímãs artificiais, produzidos pelo homem.

Figura 2



Fonte: <https://ime-qf.com.br/code>



Figuras 4 ímãs em forma de ferradura.



Fonte: <https://ime-qf.com.br/code>

## Polos Magnéticos

Chamamos também de **Dipolo magnético**

Extremidade do ímã, Polo Norte (N)

Extremidade do ímã, Polo Sul (S)

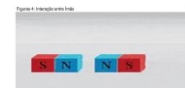
O polo norte de um ímã é o que aponta para o norte geográfico da Terra.

O polo sul de um ímã é o que aponta para o sul geográfico da Terra.



## Interações Magnéticas

Interação magnética: A força magnética entre dois ímãs depende da distância entre eles e da força de cada ímã.

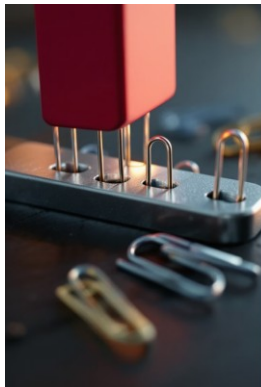


**Atração**

Pólos opostos (norte e sul) se atraem.

**Repulsão**

Pólos iguais (norte e norte, ou sul e sul) se repelem.



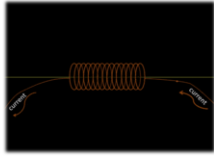
## Ímãs: Atração e Repulsão

- 1 Força Magnética**  
Um ímã exerce uma força sobre outros ímãs ou materiais ferromagnéticos, como ferro, níquel e cobalto.
- 2 Pólos Magnéticos**  
Cada ímã possui dois pólos: um polo norte e um polo sul. Pólos iguais se repelem, enquanto pólos opostos se atraem.
- 3 Interação Magnética**  
A força magnética entre dois ímãs depende da distância entre eles e da força de cada ímã.

# ANEXO E - SLIDES DO CONTEÚDO - AULA 2

## Campo Magnético

Nesta apresentação, exploraremos campo magnético até suas aplicações.



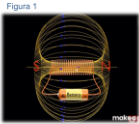
Tópicos Aula 3

- O que é campo magnético
- Definição e características do campo magnético.
- Linhas do campo magnético: orientação e propriedades.

### O que Produz um Campo Magnético?

#### 1. Cargas Elétricas em Movimento:

Um campo magnético é produzido pela movimentação de cargas elétricas. São partículas eletricamente carregadas em movimento, ilustradas no gif da figura 1 como os elétrons responsáveis pela corrente elétrica em um fio.



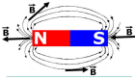
A corrente produz um campo magnético que pode ser usado, por exemplo:  
 ➢ Quando ligamos um fio a uma bateria, os elétrons se movem e criam um campo magnético circular ao redor do fio, como mostra o gif da figura 1.  
 ➢ Se enrolarmos esse fio em uma bobina (solenóide) e passarmos corrente, criamos um eletroímã.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=...>

### O que é o Vetor de Indução Magnética (B)?

O **Vetor de Indução Magnética (B)**, também chamado de **Campo Magnético (B)**, representa a intensidade e a direção do campo magnético em um ponto do espaço. Ele é um **vetor**, ou seja, tem **módulo, direção e sentido**, e pode ser visualizado através das linhas de campo magnético.

#### Vetor Indução Magnética



### Linhas de Indução Magnética Mais Intensa

Observe que o campo magnético (B) da figura 6, externo, é **mais intenso perto das extremidades** do ímã, como mostra a figura 7, o que se reflete em um **menor espaçamento das linhas**, ou seja, a concentração das linhas de indução é maior, conforme é ilustrado nas figuras abaixo. Percebam que na posição intermediária, entre os dois polos, o campo magnético é menos intenso.

Figura 6 Linhas de campo magnético

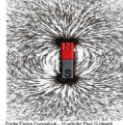
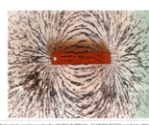


Figura 7 Linhas de campo magnético

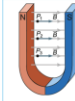


A Terra também pode ser vista como um grande ímã, e seu campo magnético tem forma similar à de um ímã retilíneo.

### CAMPO MAGNÉTICO UNIFORME

É aquele no qual, em todos os pontos, o vetor B tem a mesma direção, o mesmo sentido e a mesma intensidade. As linhas de indução de um campo magnético uniforme são retas paralelas igualmente espaçadas e igualmente orientadas.

Figura 10 Linhas de Campo B



O campo magnético na região destacada na figura ao lado, entre os polos de um ímã em forma de U, é aproximadamente uniforme.

Figura 11 Linhas de Campo B

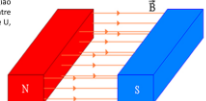


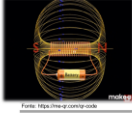
Imagem: SEE-PE, recriada a partir de imagens de André Diniz/Unicamp.

<https://www.youtube.com/watch?v=...>

## O que é Campo Magnético?

O **campo magnético (B)** é uma região do espaço onde forças magnéticas atuam sobre cargas elétricas em movimento e materiais magnetizados. Os campos magnéticos podem ser produzidos de duas formas:

Figura 1



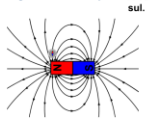
- Cargas Elétricas em Movimento (Correntes Elétricas e Eletroímãs).
- Momento Magnético Intrínseco das Partículas.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=...>

## As Linhas do Campo Magnético

O campo magnético pode ser visualizado como **linhas de força**, como ilustra o gif da figura 1:

Figura 1 Linhas de força



- 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**.

Essas linhas, segundo as quais as limalhas de ferro se distribuem, chamam-se **linhas de indução**.

Observe a Bússola

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=...>

### O que são as Linhas de Indução Magnética?

Até as **linhas de indução magnética**, pode-se visualizar o **campo magnético** que indica sua direção e comportamento. Observe a figura 4 abaixo. Essas linhas **nunca se cruzam** e têm um comportamento característico:

- Fora do polo (externo)**: As linhas de campo saem do polo norte e entram no polo sul, ilustrado no gif na figura 5 abaixo.
- Dentro do magnético (interno)**: O campo magnético circula internamente, indo do polo sul ao polo norte.

Figura 4 Linhas de campo magnético

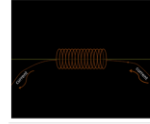
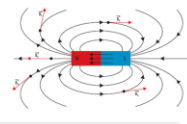


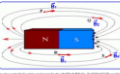
Figura 5 Linhas de campo magnético



Ao redor de um ímã em forma de barra, as linhas se espalham de forma curva, ligando o polo norte ao polo sul. No interior do ímã, as linhas seguem no sentido oposto, completando um circuito fechado invisível.

## Característica do Campo Magnético

Figura 8 Linhas de indução magnética



Análise a figura 8 e representado pelo vetor campo magnético **B** é sempre tangente às linhas de indução em cada ponto. Observe na figura 9 a representação dos vetores **B1, B2, B3**, localizados nos pontos P, Q, R e S. Que atende às seguintes características:

- A **direção** é tangente à linha de indução que passa pelo ponto considerado.
- Sentido **convencionou-se** que elas saem do polo norte e entram no polo sul do magnético.
- A **intensidade do campo magnético** – quanto mais próximo estiver, mais forte é o campo naquela região.

O campo magnético é uma grandeza **vetorial**

Sua unidade no SI é o **tesla (T)**, mas o **Gauss (G)** também é usado em aplicações menores (1 T = 10<sup>4</sup> G).

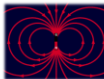
### Polo Sul Magnético e Polo Geográfico

Esse ímã em forma de barra é retilíneo, observe a figura 8, aponta aproximadamente na direção norte-sul porque o polo norte do ímã é atraído para um ponto 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, ilustrado no gif da figura 7.

Figura 9 Polo magnético e geográfico



Figura 10 Linhas de campo magnético



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**.