



## **ENSINO DE MAGNETISMO ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES UTILIZANDO ABORDAGENS EXPERIMENTAIS E LÚDICAS**

Jader Rodrigues Sousa Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Federal de Rio Grande) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física Polo 21 (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Profa. Dra. Agueda Maria Turatti

Rio Grande  
Setembro de 2020

ENSINO DE MAGNETISMO ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM  
EQUIPES UTILIZANDO ABORDAGENS EXPERIMENTAIS E LÚDICAS.

Jader Rodrigues Sousa Oliveira

Orientadora:  
Profa. Dra. Águeda Maria Turatti

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação  
Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) – polo  
21/FURG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de  
Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:



---

Profa. Dra. Águeda Maria Turatti



---

Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos

*LF Mackedanz*

---

Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz

Rio Grande  
Setembro de 2020

## Ficha Catalográfica

O48e Oliveira, Jader Rodrigues Sousa.

Ensino de magnetismo através da aprendizagem baseada em equipes utilizando abordagens experimentais e lúdicas / Jader Rodrigues Sousa Oliveira. – 2020.

107 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Rio Grande/RS, 2020.

Orientadora: Dra. Agueda Maria Turatti.

1. Magnetismo 2. Aprendizagem Baseada em Equipes 3. Atividades Experimentais 4. Jogos de Tabuleiro 5. História da Física I. Turatti, Agueda Maria II. Título.

CDU 53

Dedico esta dissertação ao meu pai, Gilvan Jader de Sousa Oliveira, que mesmo não estando mais presente fisicamente na minha vida, ainda é e sempre será a maior fonte de inspiração que eu tenho na vida. Que me ensinou inúmeras lições na vida, principalmente, a nunca desistir de lutar pelos meus sonhos.

## **Agradecimentos**

Primeiramente à Escola Estadual Waldemar Amoretty Machado, por ter me aceitado como professor substituto no ano letivo de 2019 e por todo apoio que recebi do corpo docente da escola durante a aplicação do meu projeto.

Ao Prof. Richarles Rosa Maciel, por ter me cedido suas turmas de terceiro ano para aplicação do projeto e por todo apoio que me deu durante o ano.

Aos alunos do terceiro ano da escola por terem aceitado participar do projeto.

Aos meus amigos Bruno Di Franco, Thiago Lopes, Thomaz Primo, Vanessa Bernardes, Anna Beatriz Primo, Larissa Primo, Tia Denise e Tio Guga, por terem me dado muito apoio e me acolhido em suas casas em Rio Grande todas as quintas nesses últimos dois anos e por terem sido meus parceiros de viagem de Rio Grande para Bagé nos finais de semana.

Aos meus colegas pela troca de experiencias e apoio nas atividades.

À minha orientadora, Profa. Dra. Agueda Maria Turatti, por toda ajuda, orientação, acompanhamento nas atividades e amizade nesses últimos dois anos.

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional de Ensino em Física (MNPEF, Polo 21), que contribuíram para o meu desenvolvimento como professor.

A minha mãe e meu pai, por toda ajuda, incentivo e esforço que me deram para eu realizar e conquistar os meus sonhos.

## RESUMO

### ENSINO DE MAGNETISMO ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM EQUIPES ATRAVÉS DE ABORDAGENS EXPERIMENTAIS E LÚDICAS EM CONJUNTO COM A HISTÓRIA DA FÍSICA.

Jader Rodrigues Sousa Oliveira

Orientadora:

Profa. Dra, Agueda Maria Turatti

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Polo 21/FURG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Nos últimos anos, cada vez mais projetos tem surgido para tornar a disciplina de Física mais agradável/proveitosa aos alunos do Ensino Médio, sendo essa uma das disciplinas que os alunos, em sua maioria, menos gostam. Com o objetivo de tornar as aulas mais dinâmicas e ativas, foi elaborada esta proposta didática para o conteúdo de Magnetismo utilizando a abordagem de aprendizagem baseada em equipes com experimentos de baixo custo e a utilização do lúdico. Ela é composta por atividades diferenciadas para o ensino de Magnetismo no Ensino Médio: uma metodologia ativa que propõem também atividades experimentais, de baixo custo, e uma atividade lúdica no formato de jogo de tabuleiro: Corrida Magnética. Nesse jogo, os alunos trabalham em equipes e tem estudos à distância, através de textos-guias que foram disponibilizados semanas antes da aplicação do jogo. Essas atividades foram realizadas em 12 horas aulas, para cada uma das duas turmas, além do estudo realizado fora do horário de aula. Com isso, a disposição dos alunos para querer aprender influencia muito o decorrer de todo esse processo de ensino-aprendizagem. Para avaliar/validar essa proposta e investigar se a aprendizagem foi significativa, foram utilizados um questionário prévio para saber o nível de conhecimento inicial dos alunos e pós-teste para avaliar a evolução de desempenho após a aplicação da proposta. Os resultados obtidos foram muito significativos como apresentados no final do trabalho, onde a Turma A teve um salto de 20.83 % para 68.05% de respostas corretas e a turma B teve uma melhora de 29.49% para 65.38%.

Palavras-chave: Magnetismo, Aprendizagem Baseada em Equipes, Atividades Experimentais, Jogos de Tabuleiro, História da Física.

Rio Grande, RS  
Setembro de 2020

## ABSTRACT

### TEACHING MAGNETISM THROUGH TEAM-BASED LEARNING THROUGH EXPERIMENTAL AND LUDIC APPROACHES IN CONNECTION WITH PHYSICS HISTORY.

Jader Rodrigues Sousa Oliveira

Advisor(s):

Profa. Dra, Agueda Maria Turatti

Master's Dissertation submitted to the Graduate Program of the National Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), Polo 21 / FURG, as part of the requirements necessary to obtain the title of Master in Physics Education.

In recent years, more and more projects have emerged to make Physics learning more pleasant / profitable for high school students, which is one of the subjects that most students dislike. In order to make the classes more dynamic and active, this didactic proposal for the content of Magnetism was elaborated using the team-based learning (TBL) approach with low cost experiments and the use of playfulness. This proposal consists of differentiated activities for teaching Magnetism in High School: an active methodology that also proposes experimental activities and a playful activity in the format of a board game: Magnetic Race. In this game, students work in teams and have distance studies, through guide texts that were made available weeks before the game was applied. These activities were carried out in 12 class hours, for each of the two classes. In addition to the study carried out outside of class hours, with this, the willingness of students to want to learn greatly influences the course of this entire teaching-learning process. To evaluate / validate this proposal and investigate whether the learning was significant, a previous questionnaire was used to find out the students' initial knowledge level and post-test to assess the performance evolution after applying the proposal. The results obtained were very significant as presented at the end of the work, where Class A had a jump from 20.83% to 68.05% of correct answers and Class B had an improvement from 29.49% to 65.38%.

Keywords: Team-Based Teaching, History of Physics, Board Games, Magnetism, Experimentation.

Rio Grande, RS  
September 2020

# Sumário

Capítulo 1 Introdução .....	9
Capítulo 2 Fundamentação Teórica .....	14
2.1 Aprendizagem Baseada em Equipes (TBL) .....	14
2.2 Lúdico como ferramenta de ensino .....	16
2.2.1 Uso do lúdico através de Jogos de Tabuleiros.....	20
2.3 O Uso da Experimentação no Ensino de Física.....	22
2.4 Processos de ensino aprendizagem: Ausubel, Bruner, Novak, Vygotsky .....	24
Capítulo 3 Magnetismo .....	28
3.1 Contexto Histórico.....	28
3.2 Magnetismo: Fundamentos Teóricos .....	32
3.2.1 Imãs .....	32
3.2.2 Campo Magnético e Força Magnética.....	35
Capítulo 4 Elaboração e Aplicação do Produto Educacional .....	39
4.1 Objetivos.....	39
4.2 Metodologia.....	39
4.3 Relatos de Experiência .....	43
4.3.1 Aplicação do Pré-teste (Aula 1).....	43
4.3.2 Atividades dos Guias (Aula 2, 3, 4).....	43
4.3.3 Atividades experimentais (Aula 5). Análise e discussão dos resultados dos experimentos.....	48
4.3.4 Relatos da aplicação do jogo de tabuleiro: Corrida Magnética (aula 6).....	54
4.3.5 Relato da aplicação do pós-teste (Aula 7) .....	57
4.3.6 Avaliação da aprendizagem significativa pela análise do Pré-teste e do Pós-teste .....	57
Capítulo 5 Considerações Finais .....	64
Capítulo 6 Referências Bibliográficas .....	66
Apêndice A - Guia I.....	73
Apêndice B - Guia II .....	76
Apêndice C - Guia III .....	81
Apêndice D - Pré-teste e Pós-teste .....	85
Apêndice E – Guia Experimental I.....	88
Apêndice F – Guia Experimental II.....	89
Apêndice G – Guia Experimental III.....	90
Apêndice H – Guia Experimental IV .....	91
Apêndice I – Guia Experimental V .....	92
Apêndice J – Guia Experimental VI.....	93
Apêndice K – Tabuleiro do Jogo Corrida Magnética.....	94
Apêndice L – Polígrafo das Equipes .....	96

# Capítulo 1

## Introdução

Ao longo do curso de Licenciatura em Física, estamos submetidos a uma estrutura curricular que nos fornece suporte tanto nos conteúdos de Física, como no apoio ao planejamento e execução de atividades voltadas para a sala de aula. Por diversas vezes, principalmente nas componentes curriculares de instrumentação, nos são apresentadas justificativas para o uso de experimentos, laboratório de informática e para o uso de novas tecnologias em sala de aula. Dentre as justificativas, sempre encontramos a melhoria no aprendizado em sala de aula e, a não implementação de tais recursos no ensino médio está constantemente associada ao pouco tempo disponível que o professor possui hoje em dia, para preparar este material ou os poucos recursos que a escola disponibiliza, como argumentado por Vilaça:

“O ensino de ciências naturais tem sofrido com a escassez de recursos, tanto de materiais e equipamentos para o laboratório, quanto do próprio contingente de professores.

Muitos professores que lecionam Física não são formados na área e com isso o ensino é defasado. O que é ensinado nas escolas muitas vezes foge do cotidiano dos alunos, as relações entre o cotidiano e a disciplina de Física não são abordadas nas salas de aula e com isso, os alunos não veem interesse pela Física, pois essa se mostra facetada no cientista, praticada somente por este ser laboratorial.” (VILAÇA, 2012, p. 01)

Os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), falam em desenvolver competências a investigação e compreensão dos fenômenos Físicos:

“Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. Para a área das Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, isto é particularmente verdadeiro, pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico.”

Promover uma maior interação social entre os alunos e com o professor, incentivando uma participação mais ativa na construção do conhecimento, dentro e fora

da sala de aula, tem grande potencial de desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Conforme Moreira diz:

“Aprendizagem significativa é aquela em que o significado do novo conhecimento vem da interação com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do aprendiz com um certo grau de estabilidade e diferenciação. Nesta interação, não só o novo conhecimento adquire significado, mas também o conhecimento anterior fica mais rico, mais elaborado, adquire novos significados. **Interação** (entre conhecimentos novos e prévios) é a característica chave da aprendizagem significativa.” (MOREIRA, 2016, p. 31)

Os PCN ainda falam que:

“O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural. É na proposta de condução de cada disciplina e no tratamento interdisciplinar de diversos temas que esse caráter ativo e coletivo do aprendizado afirmar-se-á”

Este trabalho teve por objetivo criar uma proposta didática, utilizando a metodologia da aprendizagem baseada em equipes (*TBL – Team-Based Learning*), junto com experimentos e um jogo de tabuleiro, envolvendo conceitos relacionados ao Magnetismo para Ensino Médio.

A aprendizagem baseada em equipes é uma metodologia atividade, onde o aluno é o centro da atividade e o professor é o mediador. O aluno acaba sendo protagonista do seu aprendizado a partir do seu conhecimento prévio e do trabalho em equipe. A aprendizagem baseada em equipes, consiste em criar pequenos grupos de estudante, com o objetivo de proporcionar o trabalho em equipe e instigar os alunos a fazer preparações prévias para as atividades.

Bollela et al, 2014 ainda abordam em seu trabalho que:

“Procurava criar oportunidades e obter os benefícios do trabalho em pequenos grupos de aprendizagem, de modo que se possa formar equipes de 5 a 7 estudantes, que trabalharão no mesmo espaço físico (sala de aula)” (BOLLELA; SENGER; TOURINHO; AMARAL, 2014, p. 293)

“Tem sua fundamentação teórica baseada no construtivismo, em que o professor se torna um facilitador para a aprendizagem em um ambiente despido de autoritarismo e que privilegia a igualdade. As experiências e os conhecimentos prévios dos alunos devem ser evocados na busca da aprendizagem significativa. Neste sentido, a resolução de

problemas é parte importante neste processo. Além disso, a vivência da aprendizagem e a consciência de seu processo (metacognição) são privilegiadas. Outra importante característica do construtivismo é a aprendizagem baseada no diálogo e na interação entre os alunos, o que contempla as habilidades de comunicação e trabalho colaborativo em equipes, que será necessária ao futuro profissional e responde às diretrizes curriculares nacionais brasileiras.” (BOLLELA; SENGER; TOURINHO; AMARAL, 2014, p. 294)

Essa abordagem metodológica está relacionada com a teoria de Vygotsky, onde o professor é um mediador e a interação social acarreta para o indivíduo, segundo Moreira:

“Essa interação implica um mínimo de duas pessoas intercambiando significados; implica também um certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio, trazendo a ele diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Crianças, adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, na escola, no trabalho. Vygotsky considera esta interação fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo.” (MOREIRA, 2016, p.20)

Nesta perspectiva, foi elaborada uma proposta didática, que envolve experimentos de baixo custo e um jogo de tabuleiro, como um material para auxiliar o ensino-aprendizagem. Também utilizando a metodologia da aprendizagem baseada em equipes podendo, ao mesmo tempo, avaliar de uma maneira diferente o conhecimento dos alunos no conteúdo de Magnetismo. Com isso, tentar aprimorar o ensino do conteúdo visto em sala de aula, principalmente fazendo com que os alunos tenham interesse na disciplina de Física, seus conceitos e aplicações. A partir disso, é possível avaliar os alunos em diversas situações como na montagem e explicação dos experimentos através dos estudos dos guias fora do horário de aula. Participação de cada aluno dentro de sua equipe. Avaliar o desempenho das equipes na atividade lúdica, através do uso de um poligrafo. E principalmente avaliar o desenvolvimento de cada aula, através dos pré e pós testes.

Na sequência deste trabalho, é apresentado, uma revisão da literatura sobre o uso de jogos para o ensino de Física em algumas das principais revistas da área de Ensino de Física, bem como em outras bases de dados.

A revisão da literatura se inicia com uma pesquisa na base de dados SciELO (*The Scientific Electronic Library Online*<sup>1</sup>), onde foram encontrados 212 artigos, pesquisando

---

<sup>1</sup> Endereço do site <http://www.scielo.br/>

pelas palavras *jogos e física*, desses somente dois trabalhos (Ferreira e Carvalho, 2004 ; Silva, Sales e Castro, 2019) estão relacionados ao desenvolvimento de jogos didáticos para o Ensino de Física. Nesses trabalhos, fala-se sobre o desenvolvimento de jogos sobre questões de Física, com o objetivo principal que é tornar as aulas de Física mais atrativas para os alunos.

Em uma pesquisa na BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações<sup>2</sup>), em março de 2017, foram encontrados 104 trabalhos, pesquisando pelas mesmas palavras *jogos e física*. Porém, desses somente quatro trabalhos relacionados ao desenvolvimento de jogos didáticos para o Ensino de Física (De Ré 2016, Melo 2011, Pereira 2008 e Souza 2010). Nesses, os objetivos apresentados são de elaborar jogos para transformar as aulas de Física mais atrativas aos alunos, proporcionando assim a interação do aluno com o conteúdo; utilizar os jogos como técnica de ensino-aprendizagem; tornar o aluno mais participativo nas aulas.

Uma pesquisa atualizada nesse banco de dados, no mês de novembro de 2019, apresentou 356 trabalhos. Sendo que 14 abordavam o tema jogos para o Ensino de Física, dois abordavam tópicos de Física no cotidiano (Favaretto, 2017; Rios, 2017), um tratava só sobre conceitos da história da ciência (Vicente, 2019), um sobre Física Moderna e Contemporânea (Araújo, 2018), três sobre Física de Partículas (Carvalho, 2018; Jesus, 2018), quatro sobre Astronomia (Junior, 2018; Franco, 2018; Ribeiro, 2018; Guedes, 2018), um sobre ondas (Costa, 2018), dois foram a criação de RPG para o Ensino de Física (Sá, 2017; Ferreira, 2019) e somente um abordava o tema magnetismo (Uyeda, 2018).

No SNEF<sup>3</sup> (Simpósio Nacional em Ensino de Física) em maio de 2017, teve uma mostra de trabalho referente a um jogo para as aulas da Física e dois cursos sobre o desenvolvimento de jogos para a educação. Numa pesquisa atualizada, no SNEF<sup>4</sup> em 2019, foram encontrados três trabalhos sobre jogos para o Ensino de Física que foram apresentados no evento. São eles: (Costa; Alcântara; Santos, 2019); (Silva; Oliveira, 2019) que discutem a importância de jogos didáticos para o Ensino de Física; (Souza; Mello, 2015) que desenvolveu uma sequência didática utilizando cruzadinha, caça palavras e jogo dos sete erros, tanto para avaliar e ensinar Física.

---

<sup>2</sup> Endereço do site <http://bdtd.ibict.br/vufind>

<sup>3</sup> Endereço do site <http://www.sbfisica.org.br/v1/>

<sup>4</sup> Endereço do site <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxiii/programa/>

Por último, uma pesquisa no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, no qual apresentou um jogo para Ensino de Hidrodinâmica e 14 trabalhos para Magnetismo, porém nenhum deles é relacionado ao desenvolvimento de jogos didáticos para o Ensino de Magnetismo.

Ao todo foram encontrados 24 trabalhos sobre jogos didáticos para o Ensino de Física no Ensino Médio. Percebe-se que houve um aumento significativo de trabalhos encontrados nesses últimos dois anos, mesmo sendo em número baixo. Na maioria desses trabalhos, os autores disponibilizam jogos para serem jogados em sala de aula, com todas as regras e materiais necessários para a utilização dos mesmos. Porém, com base na revisão da literatura, a proposta de jogos didáticos como auxílio no Ensino de Magnetismo é uma proposta inovadora para o Ensino de Magnetismo visto que somente um trabalho de todos pesquisados abordava uma parte do conteúdo sobre ímãs, que foi o trabalho de (Uyeda, 2018).

No Capítulo 2, apresenta-se o referencial teórico utilizado, detalhando aspectos da metodologia da Aprendizagem Baseada em Equipes, como um método ativo de aprendizagem, além de apresentarmos a importância do uso lúdico, da experimentação e do uso de jogos em sala de aula, bem como o porquê de levarmos a História da Física para a sala de aula. E, por fim, são abordados os processos de ensino aprendizagem de Vygotsky, Bruner, Ausubel e Novak, usados como base nesse trabalho.

O conteúdo sobre Magnetismo e História da Física que usaremos como base no trabalho estão no Capítulo 3. Nossos objetivos são apresentados no Capítulo 4, deixando para o Capítulo 5 as metodologias de ensino e pesquisa utilizadas.

No Capítulo 6 é feito o relato de experiências e a análise dos principais resultados encontrados, e a conclusão no Capítulo 7. Nos apêndices encontram-se os materiais desenvolvidos e utilizados na aplicação do produto educacional.

## Capítulo 2

### Fundamentação Teórica

Nessa seção serão apresentadas as estratégias que serviram como base para esse trabalho. Primeiro será apresentado a aprendizagem baseada em equipes - TBL (*Team-Based Learning*), na sequência será abordado o Lúdico como ferramenta de ensino, seguidos da aplicação de experimento em sala de aula e, por fim, a importância da História da Física nas aulas de Ensino Médio.

#### 2.1 Aprendizagem Baseada em Equipes (TBL)

Nas turmas de Ensino Médio, raramente encontramos alunos que gostam de discutir com o professor ou com os próprios colegas sobre os conteúdos de Física, Matemática ou Química. Isso acontece muito pelo fato das aulas tradicionais (quadro e giz, apenas professor falando e alunos ouvindo), não trazerem nenhum tipo de motivação para os alunos. Entretanto, é interessante que esta interação social, segundo Vygotsky, ocorra e isto pode ser encontrado em textos de autores como: (Victor, 2012; Pereira; Fusinato; Neves, 2009).

A metodologia ativa da aprendizagem baseada em equipes (Oliveira et al, 2016 e Bollela et al, 2014) propõe atividades em grupo com o propósito de fazer com que os alunos interajam entre si, estudando e discutindo os conteúdos abordados. Isso pode ser relacionado com a teoria de Vygotsky, interação social e Zona de Desenvolvimento Proximal, que diz que dentro dessas zonas o aluno tende a solucionar problemas com ajuda, com a colaboração do professor ou de outro aluno.

Além disso, é possível o uso de jogos de tabuleiro em grupos, podendo através destas atividades resultarem num melhor entendimento dos conteúdos pelos alunos. Trabalhos feitos dentro de pequenos grupos, em sala de aula, propiciam um processo de argumentação com diferentes percepções, isso pode conduzir a um entendimento melhor dos conteúdos abordados.

Segundo Oliveira; Araujo; Veit, 2016, pode ser destacado que,

“(…) em atividades em grupo, os alunos são capazes de resolver problemas mais complexos e que, além disso, as soluções encontradas são significativamente melhores do que aquelas produzidas individualmente pelo melhor membro do grupo, principalmente no que diz respeito à análise qualitativa. Adicionalmente, o trabalho em grupo favorece o ensino do conteúdo, a comunicação entre os estudantes e entre professor e alunos, bem

como alguns aspectos subjetivos necessários para o convívio em sociedade. Nessa perspectiva, um método que favoreça a resolução de problemas por meio de trabalho em grupo é bem-vindo.” (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016, p. 965)

A utilização da TBL como método ativo de ensino-aprendizagem é uma proposta pedagógica que favorece a interação dos alunos dentro da sala de aula, tendo como foco melhorar a aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento das habilidades de trabalho colaborativo através de uma estrutura que envolve, entre outras atividades, a resolução de problemas.

A TBL tem como objetivo, segundo Oliveira; Araujo; Veit, 2016:

“(…) melhorar a aprendizagem de conteúdos e desenvolver habilidades de trabalho colaborativo através de uma estrutura que envolve, entre outras atividades, resolução de problemas. Os alunos se envolvem em atividades de preparação individual e em equipe, que consistem em estudo prévio extraclasse; resolução de questões conceituais em sala de aula; e realização de tarefas de aplicação dos conceitos (resolução de problemas em equipe), também em classe.” (OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT, 2016, p. 965)

Conforme Bollela; Senger; Tourinho; Amaral, 2014:

“O TBL pode substituir ou complementar um curso desenhado a partir de aulas expositivas, ou mesmo aplicando outras metodologias. Não requer múltiplas salas especialmente preparadas para o trabalho em pequenos grupos, nem vários docentes atuando concomitantemente. Além disso, propõe-se a induzir os estudantes à preparação prévia (estudo) para as atividades em classe. O instrutor deve ser um especialista nos tópicos a serem desenvolvidos, mas não há necessidade que domine o processo de trabalho em grupo. Os estudantes não precisam ter instruções específicas para trabalho em grupo, já que eles aprendem sobre trabalho colaborativo na medida em que as sessões acontecem.” (BOLLELA; SENGER; TOURINHO; AMARAL, 2014, p. 294)

“As experiências e os conhecimentos prévios dos alunos devem ser evocados na busca da aprendizagem significativa. Neste sentido, a resolução de problemas é parte importante neste processo. Além disso, a vivência da aprendizagem e a consciência de seu processo (metacognição) são privilegiadas. Outra importante característica do construtivismo é a aprendizagem baseada no diálogo e na interação entre os alunos, o que contempla as habilidades de comunicação e trabalho colaborativo em equipes, que será necessária ao futuro profissional e responde às diretrizes curriculares nacionais brasileiras. Finalmente, o TBL permite a reflexão do aluno na e sobre a prática, o que leva às mudanças de

raciocínios prévios.” (BOLLELA; SENGER; TOURINHO; AMARAL, 2014, p. 294)

Desta forma, considera-se que a aprendizagem baseada em equipes seja uma metodologia satisfatória para ser utilizada em conjunto com o uso de jogos, especialmente os de tabuleiros, pois os mesmos geralmente se trabalham em equipes e também são uma forma lúdica, podendo motivar os alunos na atividade.

O desenvolvimento dessa metodologia, cria oportunidades para o estudante adquirir e aplicar conhecimento, através de uma sequência de atividades que incluem etapas antes das atividades lúdicas, como entregar materiais para os alunos estudarem, e etapas na presença do professor, onde o mesmo avalia se os alunos conseguiram acompanhar o material fora do horário normal. A Figura 1 mostra a sequência indicada para a TBL.



Figura 1: Sequência de TBL, de OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT (2016)

## 2.2 Lúdico como ferramenta de ensino

A palavra **Lúdico**<sup>5</sup>, é um adjetivo masculino com origem no latim *ludos* que remete para **jogos e divertimentos**. A utilização do lúdico como ferramenta de ensino é mais uma abordagem diferente, que busca fazer com que o aluno se motive mais durante as aulas e, além disso, propicia que os alunos interajam mais entre si nas atividades e discutam sobre a atividade abordada durante o período de aula.

De acordo com Sacristán; Gómez, 2007 (Apud FERRI e SOARES, 2015).:

<sup>5</sup> <https://www.significados.com.br/ludico/>

“A educação deve despertar o aluno para o conhecimento, incentivando-o para um ensino colaborativo e formando cidadãos capazes de interpretar e intervir na sociedade onde está inserido. O professor deve analisar de que modo irá despertar o interesse deste aluno para o ensino e é por meio da conexão de conteúdos com atividades, que o mesmo conseguirá instigar e despertar o educando para o ensino. Quando há uma educação colaborativa, interagindo o conhecimento do professor com do aluno, a aula torna-se mais estimulante e atrativa” Sacristán e Gómez (2007 Apud FERRI e SOARES, 2015, p. 316).

Os jogos nos motivam na maioria dos casos, a nos esforçarmos mais em uma situação de competição, e de sempre quereremos ganhar da outra pessoa, isso implica que os alunos podem se sentir estimulados e com isso proporcionar a cooperação entre os membros da equipe para disputar com as outras, proporcionando assim o querer estudar para se sair melhor que as demais equipes participantes da atividade, estimulando ao mesmo tempo o trabalho em equipe.

Como destaca Víctor, 2012:

“O lúdico é normalmente utilizado porque decorre dele o prazer e, por esta razão, é bem recebido pelas crianças, jovens e, em geral, pelos próprios adultos. Por exemplo, ao envolver a Física em um jogo de tabuleiro, criamos um ambiente favorável para a aprendizagem dos conceitos, pois causa a sensação de se estar em oposição a uma situação formal do ensino. A sensação de prazer, alegria e tensão colaboram para o processo educacional porque coloca o aluno em situação de potencial receptividade, pois se ele faz o que gosta, há pouca dispersão e concentrado, ele compreende melhor os conteúdos.” (VICTOR, 2012, p.04)

Uyeda, 2018 destaca também que:

“É importante a educação formar cidadãos inovadores e críticos que tenham condições para elaborar e construir novos conhecimentos. Para atingir tal objetivo, considera-se importante a utilização do uso dos jogos para o ensino da Física. O principal papel do educador é estimular os alunos a construção de novos conhecimentos, e através dos jogos os alunos acabam sendo desafiados a produzir e solucionar situações-problemas. O jogo traz ao aluno a oportunidade de interação, de desenvolvimento pessoal, de estimular as inteligências múltiplas, de desenvolver a criatividade e a sociabilidade, de aceitar e respeitar regras, de enriquecer o relacionamento, de adquirir novas habilidades, de propiciar a autoconfiança e a concentração, de saber discernir os valores éticos e morais, formando cidadãos conscientes das suas responsabilidades e de seus deveres, além de propiciar uma aula diferenciada, dinâmica e criativa, onde os alunos aprendem os conteúdos de Física com maior entusiasmo, interação e interesse. O jogo didático pode vir a ser um bom instrumento para construção de

conceitos científicos na educação escolar, em especial aos conteúdos relacionados a Física.” (UYEDA, 2018, p. 11; p. 12)

O uso do lúdico, auxilia para despertar o interesse do aluno, podendo ser utilizados diversos tipos de jogos pelos professores, dependendo apenas do que se deseja ensinar e de como ensinar.

Victor, 2012 traz uma proposta de jogo, defendendo que:

Os jogos educativos podem ser trabalhados de diversas maneiras no Ensino Médio: em sala de aula, tanto para abordar um conteúdo, quanto em uma avaliação ou como forma de revisão de conteúdo; em monitorias, o estagiário ou o próprio professor da disciplina podem trabalhar o conteúdo em um horário extraclasse; os alunos podem também jogar em equipes no horário do intervalo e até mesmo em casa. (VICTOR, 2012, p.04).

Santos; Costa; Martins, 2015 destacam que:

“Diante do contexto da aprendizagem, a ludicidade torna-se uma ferramenta de grande importância na construção do conhecimento, pois sabe-se que o ato de brincar é algo espontâneo da criança e por esse motivo a prática educativa lúdica surge como uma peça fundamental de mediação ao processo de ensino, no qual o seu desenvolvimento torna-se importante para a construção e interação social do aluno com o meio e fortalece as relações interpessoais.” (SANTOS; COSTA; MARTINS, 2015, p.87).

Uma das justificativas encontradas na literatura é tentar mudar as aulas tradicionais para aulas mais dinâmicas, fazendo com que o aluno tenha mais interação com o conteúdo e também despertar maior interesse em aprender Física.

Pereira, 2008 afirma que:

Um jogo educativo no ensino é mais uma ferramenta potencialmente pedagógica para apoiar práticas docentes em busca de alternativas para despertar o interesse para a aprendizagem, a autoconfiança, a organização, a concentração, a atenção, o raciocínio lógico-dedutivo e o senso cooperativo nos alunos (PEREIRA, 2008, p.41).

Trabalhos como os de Favaretto, 2017; Melo, 2011; Pereira, 2008; Rios, 2017; sobre desenvolvimento de jogos didáticos, propõem que estes criam um ambiente propício para aprendizagem, e ao mesmo tempo façam com que o aluno desperte interesse em aprender. Sendo assim, um dos cuidados que se tem que ter para construir um jogo didático, é encontrar o equilíbrio entre ensino-aprendizagem e diversão, buscando assim um balanceamento para evitar que um prejudique o outro.

“A utilização do jogo em ambiente escolar visa a abrir caminhos para que o discente aprenda significativamente esses conteúdos quando o professor de

Física os trabalhar na escola, pois a intenção é organizar e deixar claros os diversos conceitos mais elaborados, específicos e com forte carga de matematização, que o professor posteriormente deverá apresentar.” (MELO, 2011, p.49).

O principal papel do professor será o de mediador entre os alunos e os conteúdos abordados. Ao se criar um jogo de tabuleiro temos que criar um manual tanto para o professor regente da turma como para os alunos. Conforme as três etapas sugeridas por Favoretto, 2017:

- i. Para o aluno: neste deverá conter os objetivos lúdicos do jogo, suas regras básicas, seus componentes e explicações de como jogá-lo.
- ii. Para o professor: é necessário o desenvolvimento de um roteiro com a função didática do jogo, orientações e sugestões de discussões que podem ser abordadas durante o jogo, através de situações criadas pelos alunos. É importante conter também quais são os valores agregados ao jogo.
- iii. Roteiro ilustrado de montagem: este deve conter o passo a passo de como construir o jogo, explicar seu desenvolvimento e dar dicas de execução e segurança na confecção” (FAVORETTO, 2017, p 9).

O lúdico pode ser o uso de jogos ou mesmo de atividades experimentais, pois ambos os métodos de ensino estão ligados a explorar a criatividade dos alunos e o trabalho em equipe que são fundamentais para os dias de hoje. Ambos métodos possibilitam trabalhar de forma prazerosa e significativa para os alunos.

Conforme Branco; Moutinho, 2015:

“As situações lúdicas através de experimentos físicos facilitam na aprendizagem do aluno, pois segundo Neves (2007) as atividades lúdicas exploram a criatividade do aluno e melhora sua conduta no processo de ensino-aprendizagem, aumentando sua autoestima. Rizzo Pinto (1997), também afirma que não há aprendizagem sem atividade intelectual e sem prazer, e a motivação através da ludicidade é uma boa estratégia para que a aprendizagem ocorra de forma efetiva.” (BRANCO; MOUTINHO, 2015, p.2201.2).

“Quando o aluno realiza na prática um experimento físico e brinca com ele, facilita o entendimento do assunto. Conforme Lev Vygotsky (1987), cada ser é capaz de aprender por intermédio do seu contexto histórico cultural, ou seja, a partir do momento que o indivíduo visualiza algum objeto, fenômeno, o mesmo será capaz de relacionar o conhecimento adquirido com diversos fatos vivenciados no seu cotidiano. Esse trabalho com atividades relacionando o brincar paralelo aos experimentos físicos, contribui para que os estudantes se tornem ativos no processo de aprendizagem.” (BRANCO; MOUTINHO, 2015, p. 2201.3).

### 2.2.1 Uso do lúdico através de Jogos de Tabuleiros

Os jogos de tabuleiro têm por objetivo chamar a atenção e o interesse dos alunos para a atividade de ensino, proporcionando o incentivo final para o aluno se interessar em estudar e debater com os colegas de equipe.

Conforme Rahal:

“...devido ao seu caráter lúdico o jogo didático é uma boa alternativa para se despertar esse interesse. Uma vez que se desperta o interesse dos alunos as possibilidades de trabalho são muito grandes assim como tende a ser a produtividade já que a mediação dos conteúdos pelo professor acaba sendo facilitada.” (RAHAL, 2009, p.2).

Esses jogos vêm como proposta de mudar as aulas tradicionais de Física e deixá-las mais dinâmicas, com grande interação dos alunos sobre os conteúdos já discutidos nas seções anteriores. Com isso, para complementar essa seção, é utilizado duas ideias de Pereira:

“Um jogo educativo no ensino é mais uma ferramenta potencialmente pedagógica para apoiar práticas docentes em busca de alternativas para despertar o interesse para a aprendizagem, a autoconfiança, a organização, a concentração, a atenção, o raciocínio lógico-dedutivo e o senso cooperativo nos alunos.” (PEREIRA, 2008, p.41).

“Num contexto de jogo, a participação ativa do sujeito sobre o seu saber é valorizado por pelo menos dois motivos. Um deles deve-se ao fato de oferecer uma oportunidade para os estudantes estabelecerem uma relação positiva com a aquisição de conhecimento, pois conhecer passa a ser percebido como real possibilidade. Alunos com dificuldades de aprendizagem vão gradativamente modificando a imagem negativa do ato de conhecer, tendo uma experiência em que aprender é uma atividade interessante e desafiadora. Por meio de atividades com jogos, os alunos vão adquirindo autoconfiança, são incentivados a questionar e corrigir suas ações, analisar e comparar pontos de vista, organizar e cuidar dos materiais utilizados. Outro motivo que justifica valorizar a participação do sujeito na construção do seu próprio saber é a possibilidade de desenvolver seu raciocínio. Os jogos são instrumentos para exercitar e estimular um agir e pensar com lógica e critério, condições para jogar bem e ter um bom desempenho escolar.” (PEREIRA, 2008, p.47).

Porém, é necessário tomar cuidado para que o jogo de tabuleiro não se transforme apenas em uma interação social entre os alunos, deixando o papel do professor de mediador em segundo plano.

Outro aspecto que pode ser abordado, junto com o jogo de tabuleiro, é a utilização da História das Ciências. Utilizar a história do desenvolvimento, particularmente da Física, no Ensino Médio também pode ser uma forma de despertar interesse dos alunos. Mostra que há um raciocínio lógico por trás de cada equação, ou modelo teórico usado para modelar fenômenos físicos, que a Ciência está em constante transformação/construção.

Atualmente a realização desse tipo de atividades tem acesso facilitado, visto que podemos encontrar isso nos próprios livros do Ensino Médio, como os livros: O. Guimarães, J. R. Piqueira e W. Carron. Física 2017; Bonjorno 2017, Pietrocola 2016, etc.

O livro (Guimarães Piqueira e Carron Física 2017), em particular, apresenta diversas informações sobre alguns momentos históricos importantes no desenvolvimento científico. Porém, também há outros livros que podem ser usados como referência: Os cem cientistas que mudaram o mundo de John Balchin 2003, A História da Física: Da filosofia ao enigma da matéria negra de Anne Rooney 2013, entre outros. É importante salientar que a História da Física pode contribuir para esclarecer conceitualmente alguns pontos relacionados aos conteúdos da Física.

Segundo Junior; Luna; Linhares; Hygino; 2015, a História da Ciência é importante para o ensino porque:

- “a) promove a humanização da ciência que consiste em associar o desenvolvimento da ciência às questões éticas, culturais, sociais, políticas e econômicas segundo o contexto de cada época e lugar. Essa associação motiva aqueles discentes que não se interessam pelas estratégias de ensino “tradicionais”.
- b) contribui para o tratamento interdisciplinar dos conteúdos.
- c) mostra a importância intrínseca da história ciência como “herança cultural da humanidade”.
- d) auxilia a compreensão dos conteúdos científicos.
- e) permite que o professor entenda as concepções alternativas dos estudantes.
- f) contribui para evitar as visões deformadas da construção do conhecimento científico.
- g) fundamenta teoricamente a didática de ciências.” (JUNIOR, LUNA, LINHARES E HYGINO, 2015, p. 772)

Autores como Martins, 2006, dizem que a História Da Ciência, nos apresenta uma visão a respeito da natureza da pesquisa e do desenvolvimento científico, nos permitindo compreender as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a

ciência não é algo isolado das as outras, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e sendo influenciada pela sociedade.

Esse tipo de estudo ajuda os alunos na compreensão de que os “Gênios da Ciências” não fizeram suas teorias da noite para o dia, mas sim que houveram várias discussões e pesquisas para que chegassem nas suas conclusões e para que suas ideias fossem aceitas sobre o tema específico que estudavam.

Para Martins, 2006:

“Um bom texto sobre história da ciência, para poder ser utilizado na educação, deve ser escrito em linguagem adequada e simples, procurando explicar tudo claramente, sem pedantismos acadêmicos mas sem tentar simplificar e transformar em “água com açúcar” a complexidade histórica real.”  
(MARTINS, 2006)

Portanto, a utilização de História da ciência pode ser uma boa alternativa para complementar as aulas de Física.

Neste trabalho, utiliza-se a parte da História da Física relacionada com o Magnetismo, obedecendo a ordem cronológica: Gregos (IV A.C), Pierre de Maricourt (1269), William Gilbert (1600), Nikola Tesla, André-Marie Ampère, Hans Christian Orsted (1820), Hendrik Antoon Lorentz e Michal Faraday (1831).

### **2.3 O Uso da Experimentação no Ensino de Física**

O uso de atividades experimentais do ensino pode ser considerado uma atividade investigativa. Essas atividades práticas experimentais chamam a atenção dos alunos, motivando-os através do uso de instrumentos que proporcionam aulas de Física mais interativas, diferentes das tradicionais, que são baseadas na exposição do conteúdo. A experimentação como estratégia de ensino constitui-se em atividades mais dinâmicas, fazendo com que os alunos se envolvam nas atividades e interajam com os colegas.

A literatura traz vários trabalhos como os de Filho et al., 2011; Leiria; Mataruco, 2015; Nascimento, 2016; Oliveira; Silva, 2016; Rodrigues, 2018; Santos, 2017; Séré; Coelho; Nunes, 2013; Vilaça, 2012, reportando o uso da experimentação no Ensino de Ciências.

“Através dos trabalhos práticos e das atividades experimentais, o aluno deve se dar conta de que para desvendar um fenômeno é necessária uma teoria. Além disso, para obter uma medida e também para fabricar os instrumentos de medida é preciso muita teoria. Pode-se dizer que a

experimentação pode ser descrita considerando-se três pólos: o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em física. As atividades experimentais têm o papel de permitir o estabelecimento de relações entre esses três pólos.

[...]

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens”, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento.

A partir desta descrição da experimentação, pode-se atribuir papéis diferentes à experiência demonstrativa em sala de aula e ao experimento feito em laboratório.

Mostrou-se a grande riqueza das abordagens que podem ser adotadas no decorrer de atividades experimentais. Pode-se assim dizer que por meio de atividades experimentais o aluno consegue mais facilmente ser “ator” na construção da ciência, já que a experiência demonstrativa seria mais propícia para um enfoque dos resultados de uma “ciência acabada”.

Para participar na construção da ciência, o aluno deve apropriar-se de técnicas, “abordagens” e métodos. Ele deve também ter a possibilidade de debater a validação do experimento e dos resultados experimentais. As palavras importantes são técnicas, métodos e debates. (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2013, p. 39-40).”

De acordo com Rodrigues, 2018:

“Quando se pode medir e analisar informações obtidas fisicamente a partir de observações reais com a finalidade de alcançar um resultado aplicável ao mundo, o entendimento do fenômeno físico envolvido fica amplamente mais claro. Desse modo, é de se concordar que “o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais

produtivas de minimizar as dificuldades de aprender e ensinar Física”  
Araújo; Abid (2003 apud RODRIGUES, p. 176)

Então a experimentação está relacionada a teoria de Bruner, em relação a aprendizagem por descoberta. Deixa a Física menos abstrata, sendo um complemento didático importante para qualquer professor de Física, relacionando a teoria com a prática. Assim contribuindo significativamente para o aprendizado dos alunos. Podemos relacionar esse tipo de atividade como um Currículo Espiral onde o aluno estuda primeiro o conteúdo teórico e logo depois o comprova na pratica o que a teoria dizia a respeito do conceito Físico estudado.

Conforme os PCN dizem que:

“É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.”

Por fim, é importante ressaltar que a experimentação em sala de aula, faz com que o aluno interaja mais com seus colegas e com o próprio professor na realização dos experimentos. O aluno, quando vê o “na pratica” o que o professor explicou na teoria, acaba por assimilar mais o conteúdo, o experimento aperfeiçoa a assimilação do conteúdo. Aulas utilizando esses recursos estimulam os alunos além de participarem da atividade, formulem novos saberes a partir do que eles sabiam.

## **2.4 Processos de ensino aprendizagem: Ausubel, Bruner, Novak, Vygotsky**

Os processos de ensino e aprendizagem, empregados nesse trabalho são focados principalmente no trabalho em equipe numa forma de currículo em espiral, onde o aluno vê o mesmo conteúdo em diversos níveis (teoria, pratica e lúdico), para promover assim uma motivação em estudar. Alcançando essa motivação, partimos para os debates que os alunos fazem sobre o conteúdo quando estão motivados a estudar e através desse conjunto de atividades tornar a aprendizagem significativa. Este trabalho utiliza ideias de pensadores desse processo como: Ausubel, Bruner, Novak e Vygotsky.

“Ensino e aprendizagem são processos altamente relacionados, inclusive é comum pensá-los como constituindo um único processo. Mas é preciso ter cuidado com esse processo. A aprendizagem não é

uma consequência natural do ensino. O objetivo do ensino é a aprendizagem, mas se esta não ocorre não se pode dizer que houve ensino. Ou seja, só há ensino quando há aprendizagem.

Então, para que o ensino atinja sua finalidade faz sentido praticá-lo levando em conta alguns conceitos básicos e algumas ideias centrais de teorias de aprendizagem. Não existe **uma** teoria de aprendizagem que explique a complexidade da mente humana, da aprendizagem humana. Mas há várias teorias que focalizam aspectos importantes do processo de aprender e que são bastante aceitos como facilitadores da aprendizagem em condições de sala de aula, de ensino formal.” (MOREIRA; MASSONI, 2015)

Podemos associar a Aprendizagem Baseada em Equipes (TBL) como uma zona de desenvolvimento proximal (ZPD), da teoria de Lev Vygotsky. Onde nessa zona a criança, no nosso caso o aluno, pode adquirir um conhecimento mais fácil junto com outra criança ou um adulto, no nosso caso a interação social se dá com o professor sendo mediador da construção do conhecimento, o que sozinho demoraria mais tempo. Ou seja, a interação entre eles resulta num aprendizado.

Para Vygotsky a interação social acarreta para o indivíduo, segundo Moreira (2016):

“Essa interação implica um mínimo de duas pessoas intercambiando *significados*; implica também um certo grau de reciprocidade e bidirecionalidade entre os participantes desse intercâmbio, trazendo a ele diferentes experiências e conhecimentos, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Crianças, adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados; estão permanentemente interagindo socialmente em casa, na rua, na escola, no trabalho. Vygotsky considera esta interação fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo.” MOREIRA 2016.

A sequência de atividades utilizando a TBL, pode também ser associada à teoria de Bruner, em dois casos dentro da proposta didática desenvolvida: Currículo em Espiral e o Método por Descoberta.

Currículo Espiral, faz com que o aluno reveja o mesmo assunto num momento futuro e o estude mais aprofundado, eles irão levar para casa guias (pequenos textos) sobre o conteúdo programático, para estudar dentro de suas equipes. Ao voltarem para a sala de aula, os alunos irão tirar suas dúvidas e em seguida montar e estudar esses conceitos em experimentos (aprendizagem por descoberta). Isso resulta, num Currículo Espiral como propôs Bruner, onde o aluno vai ver o mesmo tópico mais de uma vez, em

diferentes níveis de profundidade e em diferentes modos de representação.

O método por descoberta, está associado com a experimentação no Ensino de Física. Prass (2012) destaca dois pontos importante a cerca desse método:

“O professor deve motivar os estudantes para que eles mesmos descubram relações entre os conceitos e construa proposições tendo um diálogo ativo onde o professor e os estudantes devem envolver-se no processo, mediante um formato adequado da informação, para que ela interaja corretamente com a estrutura cognitiva do estudante.”

“A Teoria da Aprendizagem por Descoberta fala também do currículo em espiral, no qual deve organizar-se trabalhando periodicamente os mesmos conteúdos, cada vez com maior profundidade. A ideia é que os estudantes modifiquem continuamente as representações mentais do que vem construindo.” PRASS, 2012.

Ausubel e Novak, estão relacionados a teoria sobre aprendizagem significativa que, segundo Yamazaki, 2008, é um processo por meio do qual a nova informação que o aluno recebe é acoplada a uma estrutura cognitiva (é onde novas informações devem ser relacionadas para que o estudante possa organizar novos conhecimentos) particular e específica, prévia, conhecida como subsunçor. Por isso, é importante verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Para se aprender de forma significativa o professor deve relacionar o novo conteúdo com o conhecimento prévio do aluno (Silva, 2016). Assim o novo conhecimento nada mais é do que uma progressão do conceito prévio que o indivíduo tinha antes, portanto ocorre a modificação dos subsunçores.

Silva, 2016 fala que para ocorrer a aprendizagem significativa três condições se tornam necessárias:

“1) o material deve ser claro, com exemplos e linguagem relacionada com o conhecimento prévio do aprendiz; 2) o aprendiz deve possuir o conhecimento prévio relacionado ao novo conteúdo; e 3) o aprendiz precisa ter vontade de aprender de modo significativo. Se o aprendiz não possuir conhecimento prévio, o professor deve fazer uso da aprendizagem mecânica (memorização), que difere da aprendizagem significativa na medida em que o novo conteúdo não se relaciona com o conhecimento prévio do aprendiz.” SILVA 2016.

Novak diz que os alunos sentem, pensam e agem, conforme Moreira:

“para aprender de maneira significativa o aprendiz deve **querer** relacionar o novo conteúdo de maneira não-literal e não-arbitrária ao seu conhecimento prévio.” MOREIRA, 2013

Novak deu um toque de humanista no trabalho de Ausubel chegando a uma aprendizagem significativa que se importa com o sentimento do aluno ao mesmo tempo, Moreira destaca isso também.

“Mas Novak se refere também a uma troca de sentimentos. Um evento educativo, segundo ele, é também acompanhado de uma experiência afetiva. A predisposição para aprender, colocada por Ausubel como uma das condições para a aprendizagem significativa, está, para Novak, intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo. Sua hipótese é que a experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva quando o aprendiz tem ganhos em compreensão; reciprocidade, a sensação afetiva é negativa e gera sentimentos de inadequação quando o aprendiz não sente que está aprendendo o novo conhecimento. Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, gera este tipo de experiência afetiva. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam.” MOREIRA, 2013.

A seguir será apresentado o capítulo de conceitos fundamentais sobre Magnetismo.

## Capítulo 3

### Magnetismo

Neste capítulo será feita a descrição dos principais Conceitos Físicos associados ao conteúdo de Magnetismo e que serão abordados na proposta deste trabalho.

#### 3.1 Contexto Histórico

Os fenômenos ligados ao magnetismo, assim como aqueles vinculados à eletricidade, são conhecidos há muito tempo (Caetano, 2016). Na Grécia antiga, duas substâncias chamavam a atenção por suas propriedades singulares: o âmbar e a magnetita. Os gregos observaram, que certo mineral encontrado na região da Magnésia, na Turquia, era capaz de atrair pedaços de ferro. Posteriormente, esse mineral foi chamado de magnetita.

Ambos os fenômenos ficaram conhecidos pelos gregos antigos como “efeito âmbar” e foram diferenciados apenas no século XVI, pelo inglês, William Gilbert em *De Magnete*.

Foram os gregos que procuraram explicar o fenômeno do magnetismo pela primeira vez. Descobriram que uma pedra chamada magnetita, atraía espontaneamente o ferro. Da mesma forma, verificaram que um pedaço de magnetita, suspenso livremente no ar, virava sempre na mesma direção.

Tales de Mileto (623 a.C. - 558 a.C.), matemático e filósofo que viveu no século VI a.C., afirmava que a substância tinha “alma” e podia atrair pedaços de matéria inanimada, “aspirando-os”. As substâncias tinham vontades e desejos como se fossem seres vivos. Tales foi quem observou a atração do ímã natural, a magnetita, com o ferro.

Além disso, a invenção da bússola, que permitiu o avanço das navegações, já era utilizada pelos chineses desde século VII, como descrevem Tonidandel; Araújo; Boaventura, 2018. Parece haver indícios de que o homem usava propriedades magnéticas de certas substâncias num passado longínquo. Registros históricos indicam que no ano de 2637 a.C., as tropas do imperador chinês Huang-ti se perderam na enevoadada planície de Tchu-lu, quando perseguiram as tropas inimigas do príncipe rebelde Tchi-yu. Dadas as circunstâncias, Huang-ti construiu uma carruagem sobre a qual uma grande figura feminina, de braços abertos, girava livremente de modo a sempre indicar o sul, qualquer que fosse a direção tomada pela carruagem. Suspeita-se, com muita razão, que ligada a essa figura houvesse uma espécie de agulha magnética que lembrasse uma bússola.

Souza, 2016, fala sobre Pierre de Maricourt (1296), engenheiro militar francês, em uma carta a um de seus colegas, descreveu a maioria das experiências elementares sobre magnetismo. Foi ele que denominou pólo norte e pólo sul as extremidades de um ímã, baseando-se na orientação natural da bússola. Observou que a agulha da bússola não apontava exatamente para o norte geográfico da terra. Fez, ainda, outras descobertas:

- Se aproximarmos dois ímãs pelos pólos iguais, eles se repelem;
- Se os aproximarmos pelos pólos opostos, eles se atraem;
- Um ímã partido mantém a polaridade do ímã original;
- Cada divisão de um ímã dá origem a outros ímãs.

Partimos para William Gilbert que, conforme descreve Caetano, 2016, desenvolveu trabalhos sobre o campo magnético terrestre, sendo que em 1600, já se sabia que ao quebrar um ímã, obtinham-se dois outros ímãs, cada qual com um pólo sul e norte. Para o inglês a Terra era um imenso ímã cujos pólos magnéticos coincidiam com os geográficos, chegando a construir uma espécie de maquete do planeta com um ímã esférico, simulando as montanhas e posicionando bússolas para analisar as suas orientações.

Ele também acreditava que o magnetismo tinha um papel importante na manutenção dos planetas em suas órbitas, isso estabeleceu o conceito de forças invisíveis e explicou boa parte do comportamento do Universo, que Galileu e Newton seguiram explorando.

Em seu famoso livro *De Magnete*, publicado em 1600. William, explicou que os ímãs apresentavam um efeito magnético aos seus redores, e mais ainda, que os raios dessa “virtude” magnética partiam dos centros dos corpos para todas as direções, agindo sobre corpos vizinhos, os atraindo. Logo, ele é considerado precursor do conceito de “campo” magnético.

No final do século XVIII, Charles Coulomb (1736-1806) avançou nos estudos sobre eletricidade e magnetismo. Publicou a lei dos polos inversos de atração e repulsão entre as cargas elétricas.

O texto a seguir foi baseado na obra de Anne Rooney, 2013, para seguir a cronologia dos acontecimentos e nas explicações físicas encontradas nos livros: Halliday; Resnick; Walker. Fundamentos de Física. 9. Ed. Rio de Janeiro, 2012, vol 3; Sears; Zemansky; Young; Freedman 12. Ed. São Paulo, 2009, vol 3; Cavalcante.

No século XIX, Hans Christian Oersted (1777-1851), em 1820, realizou uma experiência que unificou a eletricidade e o magnetismo. Ele aproximou uma bússola de

um fio conduzindo uma corrente elétrica e observou que a agulha sofria uma deflexão. A corrente elétrica cria um campo magnético e a bússola tende a se alinhar conforme as linhas de indução geradas pela corrente. Em outras palavras, cargas elétricas em movimento criam campo magnético. Esta simples experiência, que foi feita com apenas uma bússola, um fio condutor e uma pilha, chamou muito a atenção, pois apresentou uma força que podia realizar movimento circular. Michael Faraday foi o primeiro a fazer uso prático e verdadeiro da descoberta de Oersted.

Logo depois, entre 1821 e 1825, André-Marie Ampère (1775-1836) realizou pesquisas sobre as correntes elétricas nos ímãs. Em homenagem a ele, o nome Ampère (A) foi eleito à unidade de medida da intensidade de corrente elétrica. Partindo das experiências feitas pelo dinamarquês Hans Christian Oersted sobre o efeito magnético da corrente elétrica em 1820, ele verificou que, ao colocar uma bússola sob um fio onde passava uma corrente elétrica, verificava-se um desvio na agulha dessa bússola. A partir dessa experiência Oersted estabeleceu uma relação entre as propriedades elétricas e magnéticas, dando origem ao eletromagnetismo. Ampère, a partir disso, soube estruturar e criar a teoria que possibilitou a construção de um grande número de aparelhos eletromagnéticos. Além disso, propôs as leis que regem as atrações e repulsões das correntes elétricas entre si. Em particular, ficou interessado no comportamento de duas correntes elétricas já que havia percebido que um ímã afetava outro.

Ampère enunciou quatro importantes princípios do eletromagnetismo, todos eles feitos após diversas experiências. Em suas próprias palavras disse. Conforme Cavalcante:

- As ações de uma corrente ficam invertidas quando se inverte o sentido da corrente;
- Há igualdade nas ações exercidas sobre um condutor móvel por dois outros, fixos, situados a igual distância do primeiro;
- A ação de um circuito fechado, ou de um conjunto de circuitos fechados sobre um elemento infinitésimo de uma corrente elétrica, é perpendicular a esse elemento;
- Com intensidades constantes, as interações de dois elementos de corrente não mudam quando suas dimensões lineares e suas distâncias são modificadas em uma mesma proporção.

Isso resultou na Lei de Ampère, que diz que a força magnética entre dois fios eletricamente carregados, está relacionada ao produto da corrente e ao quadrado inverso da sua distância.

Entretanto, foram Joseph Henry (1797-1878) e Michael Faraday (1791-1867) quem descobriram a indução eletromagnética, que é o fenômeno relacionado ao

aparecimento de uma corrente elétrica em um condutor imerso em um campo magnético, quando ocorre variação do fluxo que o atravessa.

Michael Faraday foi um físico e químico britânico. É considerado um dos cientistas experimentais mais influentes de todos os tempos. As suas contribuições mais importantes e os seus trabalhos mais conhecidos tratam dos fenômenos da eletricidade, da eletroquímica e do magnetismo.

Foi um dos primeiros a estudar as relações entre eletricidade e magnetismo. Conforme Anne Rooney, 2013, em 1821, logo após Oersted descobrir que a eletricidade e o magnetismo eram associados entre si, Faraday publicou um trabalho que chamou de "rotação eletromagnética", elaborando os princípios de funcionamento do motor elétrico. Em 1831<sup>6</sup>, observou que ao rodar um disco de cobre entre os polos de um ímã conseguia produzir uma corrente elétrica estável, descobrindo a indução eletromagnética, que é o princípio por trás do gerador elétrico e do transformador elétrico. Suas ideias sobre os campos elétricos e os magnéticos, e a natureza dos campos em geral, inspiraram trabalhos posteriores fundamentais nessa área, como as equações de Maxwell. Seus estudos sobre campos eletromagnéticos são conceitos-chave da Física atual.

Por fim, os acontecimentos sobre os trabalhos de Nikola Tesla e Thomas Edison. Conforme Amorim, 2018, em 1883, Tesla inventou um motor de indução usando um campo magnético rotativo, que é um princípio fundamental da Física e da base de todos os dispositivos que usam correntes alternadas. Nesse mesmo ano, trabalhou na companhia Continental Edison, em Paris. Dois anos depois, foi convidado para trabalhar na firma de Thomas Edison (1847-1931) em Nova Iorque, para onde se mudou.

Tesla havia criado ferramentas para tornar viável o uso da corrente alternada, uma forma eficiente de transmitir energia a grandes distâncias, mas perigoso em caso de acidente. Edison, que baseava suas tecnologias na corrente contínua, era contra a "corrente assassina de Tesla". Em 1885, a Westinghouse Electric comprou os direitos da invenção de Tesla sobre corrente alternada e teve início uma guerra de eletricidade. A corrente alternada de Tesla é a que hoje corre nos fios de alta tensão do planeta. Em 1891, Tesla inventou a bobina de Tesla, que era ainda mais eficiente na produção de corrente alternada de alta frequência. Hoje é usada no rádio, na televisão e na maquinaria elétrica. Ele também tinha interesse na transmissão difundida de eletricidade, sem fios.

Para discutir esse tópico, foi feito um resumo de alguns trabalhos e de livros usados para elaborar os textos-guias, tais como: Halliday; Resnick; Walker. Fundamentos de Física. 9. Ed. Rio de Janeiro, 2012, vol 3; Sears; Zemansky; Young; Freedman 12. Ed. São Paulo, 2009, vol 3; Tonidandel; Araújo; Boaventura, 2018; Caetano, 2016; Magalhães; Santos; Dias, 2002; Souza, 2016; Amorim, 2018 e Anne Rooney, 2013.

## **3.2 Magnetismo: Fundamentos Teóricos**

Nesse tópico será apresentado o que são ímãs e o que acontece no espaço ao redor dos mesmos, em seguida o Princípio da atração e repulsão magnéticas e a inseparabilidade dos polos magnéticos. Na sequência, o que são Campos Magnéticos, mostrando os casos para um condutor retilíneo, uma espira e um solenoide e por fim, a Força Magnética.

### **3.2.1 Ímãs**

Um ímã é definido como um objeto capaz de produzir um campo magnético à sua volta e pode ser natural ou artificial. Um ímã natural, é feito de minerais com substâncias magnéticas, como por exemplo, a magnetita, e um ímã artificial é feito de um material sem propriedades magnéticas, mas que pode adquirir permanente ou instantaneamente características de um ímã natural. Os ímãs artificiais, também são subdivididos em: permanentes, temporais ou eletroímãs. [Halliday; Resnick; Walker. Fundamentos de Física. 9. Ed. Rio de Janeiro, 2012, vol 3.]

Um ímã permanente exerce força sobre outro ímã ou sobre um pedaço de ferro não-ímantado, como explicado no livro Sears & Zemansky 12 Ed. Física III, Eletromagnetismo. Se este pedaço de ferro não-ímantado ficar em contato com o ímã natural, o ferro se torna ímã. Quando esse ferro ficar flutuando sobre a água ou suspenso por um fio, ele tende a se alinhar na direção Norte-Sul geográfica da Terra tal qual uma bússola.

Isso acontece porque a Terra pode ser considerada um ímã gigante, conforme a figura 2:

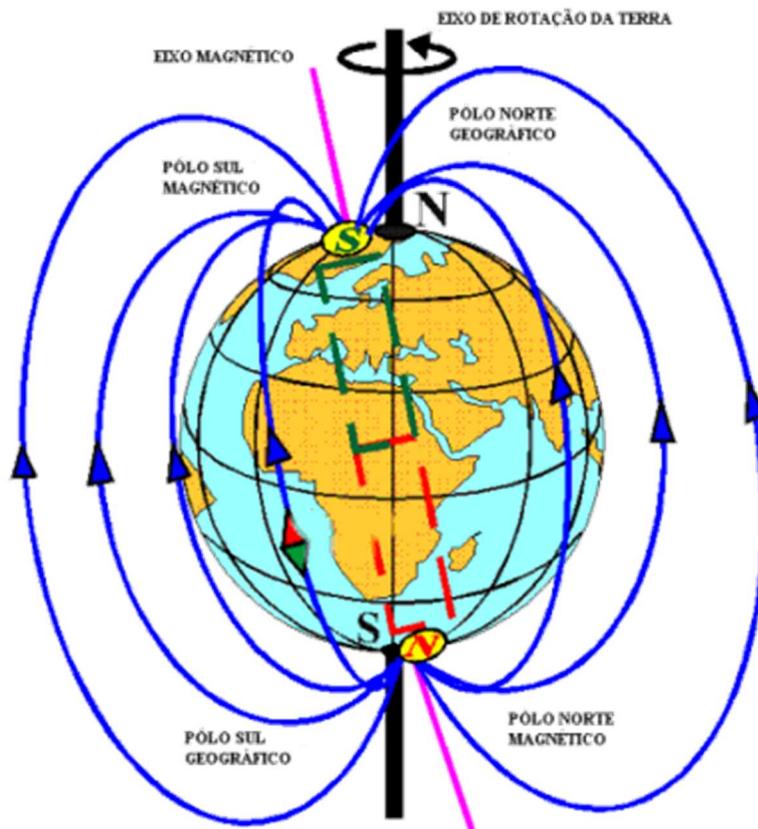


Figura 2 Campo Magnético da Terra [Endereço Eletrônico: Só Física<sup>7</sup>]

Observa-se que o Norte das bússolas é atraído pela região Norte da Terra, ou seja, ao polo Sul Terrestre foi atribuído um polo norte magnético e ao polo Norte Terrestre um polo sul magnético. O eixo de simetria do campo magnético da Terra não é paralelo ao eixo geográfico, de modo que a direção indicada pela agulha da bússola é levemente desviada da direção geográfica, isso é chamado de declinação magnética ou variação magnética [Sears; Zemansky; Young; Freedman 12. Ed. São Paulo, 2009, vol 3].

Um ímã possui um polo Norte e um polo Sul, conforme a figura a seguir:

<sup>7</sup> <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/imasemagnetos.php>

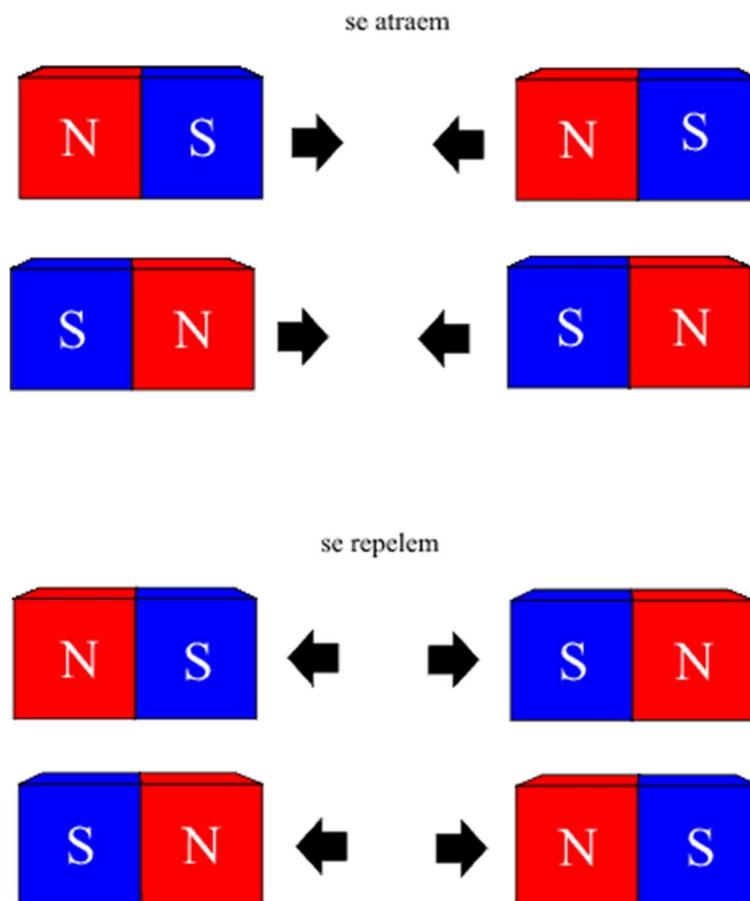


Figura 3 Atração e Repulsão de Imãs [Endereço Eletrônico: Só Física<sup>8</sup>]

Assim, como existe dipolo elétrico na eletrodinâmica temos um dipolo magnético no Magnetismo: O Momento Magnético<sup>9</sup> ou Momento de Dipolo Magnético é uma grandeza vetorial que determina a intensidade da força que um ímã pode exercer sobre uma corrente elétrica e o torque que o campo magnético gerado exercerá sobre esta mesma corrente, ou seja, o Momento Magnético influencia diretamente na intensidade do campo magnético formado e é uma medida de intensidade da fonte magnética de um corpo.

Podemos verificar que polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem, caso semelhante as cargas elétricas que é o conteúdo visto antes de magnetismo.

Quando partimos um ímã plano ao meio, conseqüentemente esse se transforma em dois ímãs menores. Isso acontece pois não existe monopólo magnético. Os ímãs são formados por micro dipolos magnéticos, desta forma, quando um ímã é quebrado, temos

<sup>8</sup> <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/imasemagnetos.php>

<sup>9</sup> <https://www.infoescola.com/fisica/momento-magnetico/>

a formação de dois novos ímãs, de tal forma que não é possível separar os polos. Isso pode ser explicado pela Lei de Gauss para Campos Magnéticos:  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$

Já quando partimos um ímã circular, de auto falante por exemplo, não conseguimos juntar os mesmos novamente, a não ser que viremos um deles. Isso ocorre porque no ímã redondo a parte de baixo é um polo Norte e a de cima um polo Sul, por isso temos que virar uma das partes para poder juntar novamente. Veja. Figura 4.



Figura 4: Polo Norte e Sul num ímã redondo [Endereço Eletrônico: CREF<sup>10</sup>]

### 3.2.2 Campo Magnético e Força Magnética

Vamos primeiro explicar o que é um campo em termos Físicos: em Física, campo é uma grandeza que possui um valor associado em todo ponto de um determinado espaço. Por exemplo, pode-se falar de campo gravitacional, que atribui um potencial gravitacional a cada ponto do espaço. Os campos podem ser formados por diversos componentes. Assim, por exemplo, o campo gravitacional é um campo vetorial, como o campo elétrico ou o campo magnético, quantidades que associam três características (módulo, sentido e direção) a cada ponto do espaço em cada instante de tempo.

Chamamos a região em torno de um ímã de campo magnético. As características desse campo são semelhantes ao do campo elétrico [Sears; Zemansky; Young; Freedman 12. Ed. São Paulo, 2009, vol 3].

O polo norte e o polo sul são análogos a uma carga positiva e uma carga negativa. Porém, os polos não são isolados (não há monopólo magnético), um ímã é feito com os dois polos, conforme mostrado na figura 3.

Uma carga em movimento ou uma corrente elétrica cria um campo magnético em suas proximidades (além do campo elétrico) conforme diz a Lei de Biot-Savart que vai ser explicado posteriormente.

---

<sup>10</sup> <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=levitacao-da-piramide-de-400kg-a-1m-do-chao>

O campo magnético exerce uma força  $\vec{F}$  sobre qualquer outra corrente ou carga que se mova no interior do campo. A não ser que o ângulo entre os vetores da velocidade da carga  $v$  e do campo magnético  $B$ , seja  $0^\circ$  ou  $180^\circ$ , ou seja quando a partícula lançada possui uma velocidade paralelo as linhas de campo magnético.

Quando temos uma partícula carregada que se move na presença de um campo magnético  $\vec{B}$ , ela é submetida a uma força dada por :  $\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$  em que  $q$  é a carga da partícula e  $\vec{v}$  é a velocidade da partícula.

A Força Magnética apresenta quatro características que atuam em cargas em movimento: primeiro, seu módulo é proporcional ao módulo da carga; segundo, o módulo da força também é proporcional ao módulo do Campo Magnético; terceiro, é que diferente da força elétrica, a força magnética depende da velocidade da partícula; quarto, é que a força magnética não possui a mesma direção do campo magnético, porém atua sempre em uma direção simultaneamente perpendicular à direção da velocidade. Verifica-se que quando velocidade for paralelo ao campo, a força magnética será igual a zero.

O campo magnético é um campo vetorial, portanto, vamos usar o  $\vec{B}$  para representar esse campo. A direção  $\vec{B}$  é dado pela direção da agulha de uma bússola e o sentido aponta para o norte da agulha. [Halliday; Resnick; Walker. Fundamentos de Física. 9. Ed. Rio de Janeiro, 2012, vol 3;]

A direção do produto vetorial  $(\vec{v} \times \vec{B})$  é dado pela regra da mão direita (Figura 5). Com a mão aberta, aponta-se o polegar no sentido da corrente elétrica no fio e os demais dedos no sentido do condutor para um ponto P.

O sinal de  $q$  determina  $\vec{F}$  tem o mesmo sentido que  $(\vec{v} \times \vec{B})$  ou sentido oposto.

O módulo da força magnética é dado por  $F_b = |q|vB\text{sen}\Phi$  em que  $\Phi$  é o ângulo entre  $(\vec{v} \times \vec{B})$ .

O sentido do vetor  $\vec{B}$  no ponto P é obtido curvando-se os dedos, conforme a figura 5.

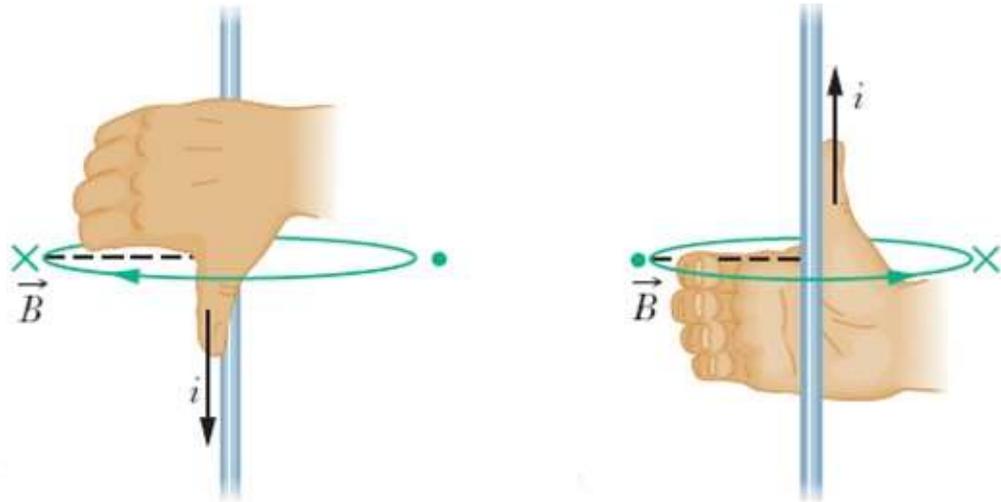


Figura 5 Regra da mão direita [Halliday; Resnick; Walker. Fundamentos de Física. 9. Ed. Rio de Janeiro, 2012, vol 3]

Tanto o livro do Halliday como o do Sears & Zemansky abordam no capítulo seguinte de seus livros o conteúdo sobre Campo Magnético produzido por uma corrente.

Todas as cargas em movimento produzem campos magnéticos. As linhas de campo magnético ou linhas de indução são representadas pela tangente do vetor campo magnético naquela região do espaço. Vamos conferir as propriedades delas:

São sempre fechadas, uma vez que não existe monopólo magnético;

Sempre emergem do polo norte magnético e sempre imergem no polo sul magnético, bem como o vetor de campo magnético sempre aponta no sentido do norte magnético;

A densidade delas indica a intensidade do campo magnético naquela região;

Elas nunca se cruzam.

Se o condutor for na forma de um laço ou anel, o campo magnético é concentrado dentro do laço/anel e enfraquecido do lado de fora. A colocação de mais anéis forma um solenoide e torna o efeito mais acentuado. Estes dispositivos, chamados de eletroímãs ou eletromagnetos, são importantes porque podem gerar campos magnéticos fortes e bem controlados. Um eletroímã infinitamente longo possui um campo magnético uniforme internamente e nenhum campo magnético do lado de fora. Um eletroímã de tamanho finito produz um campo magnético que essencialmente é o mesmo

de um ímã permanente da mesma forma e tamanho com uma intensidade (e polaridade) que é controlada pela corrente fornecida.

O campo magnético gerado por uma corrente elétrica contínua  $I$  (um fluxo constante de cargas elétricas em que a carga não está se acumulando ou sofrendo depleção em nenhum ponto) é descrito pela Lei de Biot-Savart [Sears; Zemansky; Young; Freedman 12. Ed. São Paulo, 2009, vol 3]:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \oint \frac{d\mathbf{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

onde a soma integral em todo o laço de um condutor com  $d\mathbf{l}$  sendo uma parte infinitesimal deste laço,  $\mu_0$  é a constante magnética,  $r$  é a distância entre a posição de  $d\mathbf{l}$  e a localização em que o campo magnético está sendo calculado, e  $\hat{r}$  é um vetor unitário na direção  $\mathbf{r}$ .

Para facilitar os cálculos existe a Lei de Ampère que nos diz que se considerarmos um caminho fechado qualquer, de comprimento  $l$  (fio), e ao longo desse caminho passa corrente elétrica  $I$ , isso gera ao longo desse caminho um campo magnético  $\mathbf{B}$ . Ou seja, segundo Ampère corrente elétrica (cargas em movimento) gera Campo Magnético.

Matematicamente, relacionamos a corrente  $I$  com o campo  $\mathbf{B}$  é através da lei de Ampère como:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{enc}}$$

onde a integral é calculada sobre qualquer caminho fechado arbitrário e  $I_{\text{enc}}$  é a corrente envolvida pelo caminho [Zemansky; Young; Freedman 12. Ed. São Paulo, 2009, vol 3]. A lei de Ampère é sempre válida para correntes contínuas e pode ser usada para calcular o campo  $\mathbf{B}$  para certas situações altamente simétricas, como um condutor infinito ou solenoide infinito.

Para generalizá-la, considere diversos fios retilíneos longos que passam na área delimitada pelo curso de integração. O Campo Magnético  $\vec{B}$  total em qualquer ponto do percurso é dado pela soma vetorial dos campos individuais dos fios. Portanto, a integral de linha do campo magnético total é igual a  $\mu_0$  vezes a soma algébrica das correntes  $I_{\text{enc}}$ . [Sears; Zemansky; Young; Freedman 12. Ed. São Paulo, 2009, vol 3]

## **Capítulo 4**

### **Elaboração e Aplicação do Produto Educacional**

Nesse capítulo serão descritos os objetivos, a metodologia e os relatos de experiência da aplicação do produto educacional.

#### **4.1 Objetivos**

O principal objetivo do trabalho foi construir uma proposta didática que utilizasse a metodologia da aprendizagem baseada em equipes, junto com a experimentação e o lúdico, no formato de jogo de tabuleiro, para o ensino de Magnetismo no Ensino Médio. Proporcionando ao mesmo tempo aulas mais dinâmicas e interativas, de uma forma mais lúdica e descontraída.

Sendo os objetivos específicos:

Definir uma metodologia ativa para aplicar na proposta.

Criar e aplicar um pré-teste, para ver o conhecimento inicial dos alunos, com o conteúdo de Magnetismo.

Construir 3 textos Guias (Apêndices A, B e C) de estudos, para os alunos com o conteúdo programado para as aulas de Magnetismo.

Utilizar a experimentação, para os alunos se familiarizarem mais com o conteúdo propostos nos guias.

Criar um jogo de tabuleiro sobre o conteúdo de Magnetismo com suas regras, buscando estimular o aprendizado do conteúdo abordado e através do trabalho em equipe, proporcionar o debate sobre o conteúdo trabalhado em cada um dos guias. Criar um Polígrafo para o jogo de tabuleiro, com questões dissertativas e objetivas, para avaliar as equipes.

Utilizar um pós-teste idêntico ao pré-teste para avaliar se houve aprendizagem significativa.

#### **4.2 Metodologia**

A proposta didática desenvolvida, foi aplicada em duas turmas de terceiro ano da Escola Estadual de Ensino Médio Waldemar Amoretty Machado, localizada na cidade Bagé. Essa escola está localizada no Bairro São Judas, que fica situado num ponto bem distante do centro da cidade, e com maioria de alunos sendo de classe média baixa. A

abordagem metodológica foi a da TBL conforme a figura 6 adaptada de Oliveira, Araujo e Veit (2016).



Figura 6: Sequência de TBL adaptada de OLIVEIRA, ARAUJO E VEIT (2016)

Num primeiro momento, com a intenção de melhor delimitar os conteúdos que foram abordados na proposta didática, o autor desse trabalho fez uma análise dos livros didáticos de Física utilizados na Escola (Bonjorno e Clinton. Física Fundamental; Guimarães, J.R. Piqueira e W. Carron. Física; Moura. Física) para o Ensino Médio.

Com base da análise dos livros e dos referenciais teóricos abordados anteriormente, foi elaborada uma proposta didática que utiliza experimentos de baixo custo e um jogo de tabuleiro produzido pelo autor do trabalho, abordando os conteúdos sobre Magnetismo: Imãs, Campo Magnético, Força Magnética. Além disso, alguns conceitos históricos foram incluídos na proposta, como discutidos na seção anterior. Ao longo dessa proposta didática, os alunos trabalharam dentro das equipes debatendo sobre os conteúdos abordados em três textos-guias. Para cada etapa da atividade, foram entregues textos-guias (Apêndices A, B e C) às equipes.

A metodologia, para cumprir os objetivos deste trabalho, foi inicialmente aplicar um pré-teste para avaliar os conceitos prévios, seguido de três encontros para entregar os textos guias aos alunos e posteriormente tirar dúvidas dos mesmo, com as equipes formadas. Após, foram realizadas as atividades experimentais em uma aula e o jogo de tabuleiro em outra e, por fim, aplicado um pós-teste, mesmo questionário da primeira aula, para avaliar a aprendizagem. O planejamento e o cronograma estão apresentados na tabela I.

Tabela I: Planejamento e Cronograma da proposta didática

Dia	Atividade	Objetivo	Recurso
Aula 1	Pré-teste e Entrega do Guia I	Conhecer o conhecimento dos alunos sobre o conteúdo sobre Magnetismo	Pré-Teste e Guia I
Aula 2	Tirada de dúvidas, aplicação de exercícios e entrega do Guia II	Tirar as dúvidas do Guia I,	Guia I e Guia II
Aula 3	Tirada de dúvidas, aplicação de exercícios e entrega do Guia III	Tirar as dúvidas do Guia II,	Guia II e Guia III
Aula 4	Tirada de dúvidas, aplicação de exercícios.	Tirar as dúvidas do Guia III,	Guia III
Aula 5 (foram 2 períodos juntos em cada turma)	Realização dos experimentos	Aprofundar o conhecimento dos alunos com o conteúdo através de experimentos de baixo custo sobre Magnetismo	Apêndices (E, F, G, H, I e J)
Aula 6 (foram 2 períodos juntos em cada turma)	Aplicação do Jogo	Fazer as equipes debaterem o conteúdo e avaliar qualitativamente e quantitativamente as equipes	Jogo Corrida Magnética (Apêndice K), Poligrafo (Apêndice L) e conjunto de dados de RPG

Aula 7	Aplicação do pós-teste	Analisar se a aprendizagem foi significativa	Pós-Teste
--------	------------------------	--	-----------

O Guia I, que foi produzido como conteúdo sobre Imãs. Ele foi entregue na primeira aula após o pré-teste: o que são imãs, como a terra é vista como um imã e contem fatos sobre os gregos, Pierre de Maricourt e William Gilbert.

No encontro seguinte, foram solucionadas as dúvidas do texto e debates sobre o Guia I e, em seguida, foram realizados dois exercícios (Atividade em equipe). Ao final desse encontro, foi entregue o Guia II, com o conteúdo sobre Campo Magnético criado por um condutor retilíneo, Lei de Ampère, campo magnético numa espira e num solenoide, e fatos históricos sobre Hans Christian Oersted e André Marie Ampère.

Novamente, na sequência, foram solucionadas as dúvidas do guia II, em seguida, realizados exercícios sobre campo magnético. Ao final desse encontro foi entregue o Guia III com o conteúdo sobre Força Magnética e Lei de Lorentz e fatos históricos sobre Hendrik Antoon Lorentz e Michael Faraday.

Seguindo o mesmo procedimento, na aula seguinte foram solucionadas as dúvidas do texto e debates sobre o Guia III e, em seguida, foi realizado exercícios sobre força magnética sobre a corrente elétrica (Atividade em equipe). Esperava-se, que durante esse período os alunos discutissem sobre o conteúdo dentro de suas equipes e que realizem as demais atividades comentadas anteriormente. Ao final do encontro, foi feita a realização do sorteio dos experimentos de cada equipe.

Na aula seguinte, foi a realização dos experimentos pelas equipes (Apêndices E à J), conforme cronograma na tabela I, e na semana seguinte a aplicação do jogo Corrida Magnética (Apêndice K). Dessa forma usa-se o currículo espiral com a TBL, como comentado na sessão anterior, onde os alunos veem novamente o mesmo conteúdo, só que dessa vez, na pratica e em exercícios durante o percurso do jogo de tabuleiro através de um poligrafo que é disponibilizado no início do jogo (Apêndice L).

Para avaliar a qualidade da proposta didática desenvolvida e a aprendizagem dos alunos com relação aos conteúdos abordados, foi feita uma análise referente as explicações dos alunos de cada equipe durante as atividades experimentais desenvolvidas por cada equipe. Outra análise é referente ao poligrafo, nas questões objetivas e dissertativas respondidas por cada equipe ao longo do jogo Corrida Magnética. Por fim,

uma análise de comparação entre o pré-teste e o pós-teste em cada turma para verificar se houve uma aprendizagem significativa durante esse período de atividades.

Durante o jogo, as equipes responderam uma série de perguntas (questões objetivas e dissertativas) no polígrafo (Apêndice L) referentes aos tópicos do conteúdo de magnetismo abordados nos guias, sendo essa uma das formas de avaliação. As equipes responderam tudo dentro desse polígrafo, que serviu para uma análise de cada equipe.

Além disso, foi feita uma avaliação através da observação dos debates entre os alunos durante as questões propostas para cada equipe durante os experimentos e no jogo.

Para a avaliação da proposta didática como um todo, foi aplicado um pré e um pós teste que consiste de um questionário com 12 questões e está no Apêndice D.

### **4.3 Relatos de Experiência**

Aqui são apresentados os relatos de experiência da aplicação da proposta didática junto aos alunos das duas turmas de terceiro ano do turno da manhã da Escola Estadual Waldemar Amoretty Machado em que o produto educacional, bem como a análise dos dados dos questionários pré e pós para avaliação da proposta.

#### **4.3.1 Aplicação do Pré-teste (Aula 1)**

A proposta didática foi apresentada aos alunos, vale ressaltar que antes dessa atividade todos os alunos já haviam entregado o termo de compromisso assinado pelo seu responsável, e logo em seguida foi aplicado o pré-teste (Apêndice D), que foi analisado junto com o pós-teste no subcapítulo 6.6. Após aplicação do pré-teste, a turma A foi separada em 6 equipes, inicialmente numeradas de 1 a 6, e a turma B foi separada em 4 equipes, numeradas de 7 a 10. Ao final da aula foi entregue o primeiro texto-guia para cada equipe e disponibilizado nos grupos de WhatsApp de cada turma.

#### **4.3.2 Atividades dos Guias (Aula 2, 3, 4)**

Foram entregues três textos-guia para os alunos, um por semana, sendo disponibilizados na forma impressa para cada equipe e através de arquivo digital via redes sociais (grupo de WhatsApp). Esses textos-guias, eram compostos por textos e indicações de vídeos sobre os temas abordados: Campo Magnético, Campo Magnético criado por Corrente Elétrica e Força Magnética. Eles estão disponíveis nos Apêndice A, B e C. (Guias I, II e III).

Durante o período de três semanas, os alunos trabalharam em suas equipes para estudar os conteúdos propostos, considerando o horário de aula e também horário extraclasse e sempre podiam tirar suas dúvidas em aula. Nesse período, surgiram várias dúvidas em relação aos conteúdos que estavam nos textos-guia ou nos vídeos dos experimentos que estavam disponibilizados por *links*, porém era visível a empolgação dos alunos para realizar os experimentos, o que fez com que a maioria dos alunos se interessassem em estudar o conteúdo abordado. Observou-se que as equipes se organizaram de duas maneiras distintas: uma em que os integrantes dividiram os tópicos dos guias entre si e outra em que todos os integrantes estudaram todos os tópicos.

Durante a leitura/estudo dos guias foi realizada uma análise do comportamento de cada membro das equipes durante os três primeiros encontros. A seguir serão descritas as análises para cada equipe nas primeiras 3 aulas.

#### Equipe 1: Composta pelos alunos 1, 2 e 3.

No primeiro encontro, de acordo com o grupo, eles se dividiram para visualizar os vídeos. Cada um viu em média 3 vídeos. A maioria das dúvidas, foi em relação a como funcionavam um ímã e uma bússola. Num primeiro momento, eles mostraram que entenderam o conteúdo programado no primeiro guia.

No segundo encontro, os três alunos mostraram novamente ter lido o guia II e ter visto alguns dos vídeos relacionados ao conteúdo. Os alunos também resolveram os três exercícios que foi transcrito no quadro branco, mostrando um entendimento significativo sobre o conteúdo de Campo Magnético. Esses exercícios, foram retirados do livro base usado pela Escola onde foi aplicado o produto, Bonjorno e Clinton, Física, Eletromagnetismo e Física Moderna, 3º ano: Exercícios 2 p. 147, 4 p. 149, 6 p. 152 e foram propostos para todas as equipes.

No terceiro encontro, somente o aluno 1 se fez presente no dia da atividade. Ele mostrou ter estudado o Guia III e não tinha dúvidas sobre o conteúdo de Força Magnética.

#### Equipe 2: Composta pelos alunos 4, 5, 6 e 7.

Nesse primeiro encontro só foi um membro da equipe, o aluno 5. Ele mostrou ter um bom conhecimento do guia, soube responder como funcionava um ímã e como funcionava uma bússola e durante a aula ficou vendo os vídeos do guia I.

No segundo encontro, somente o aluno 4 do grupo se fez presente. Ele mostrou bastante interesse em aprender o conteúdo programado no Guia II e durante a atividade,

pediu para explicar os vídeos relacionados ao conteúdo de campo magnético criado por corrente elétrica. O aluno, depois realizou os exercícios que foram colocados no quadro.

No terceiro encontro toda a equipe se fez presente, os alunos 4, 5 e 6 demonstraram ter estudados os três guias através de algumas perguntas que fiz para eles, porém ao mesmo tempo eles demonstraram dificuldade de entender o guia III. O aluno 7 comentou não ter lido nenhum dos Guias e estes estavam disponibilizados no grupo de WhatsApp da turma.

#### Equipe 3: Composta pelos alunos 8, 9, 10 e 11.

No primeiro encontro, dois dos três membros que estavam presentes (aluno 9 e 11) não tinham lido nada do guia I mas viram 2 vídeos, já o terceiro aluno (8) leu todo guia e viu todos os vídeos, o mesmo me perguntou como era feito um ímã e como a bússola apontava para o norte geográfico da Terra. O mesmo relatou que os vídeos ajudaram no entendimento do resto do conteúdo do guia I.

No segundo encontro, só dois alunos (9 e 11) estavam presentes, sendo que eles viram apenas dois dos vídeos do Guia II. Eles tinham muitas dúvidas sobre o conteúdo, as quais tentei sanar. Na realização dos exercícios os alunos tiveram dificuldade de interpretação, mas ao final da atividade conseguiram realiza-los.

No terceiro encontro, estavam presentes os alunos 8, 9 e 10, novamente o aluno 8 relatou ter lido o guia II e ter visto os vídeos do guia III, mostrou ter entendido bem o guia II através de algumas perguntas que fiz. Já sobre o guia III, os alunos que estavam presentes demonstraram ter muitas dúvidas porém os três relataram que somente viram alguns vídeos que tinham no guia III.

#### Equipe 4: Composta pelos alunos 12, 13, 14 e 15.

No primeiro encontro, só dois alunos (12 e 13) estavam presentes nessa atividade, os mesmos leram o guia I mas não viram nenhum dos vídeos, porém um dos alunos baixou um simulador de bússola no celular e quando se aproximava um ímã do celular o mesmo interagiu com a ponta da bússola simulada e me perguntou sobre como funcionava uma bússola e como interagiu com o norte geográfico da Terra.

No segundo encontro, só dois alunos (13 e 14) estavam presentes nessa atividade, um deles viu os vídeos e leu o guia e tinha um bom conhecimento sobre o conteúdo já o outro não havia estudado o guia. Durante a atividade, o aluno que leu tentava ajudar o

colega nas atividades. Ao final da atividade, ambos resolveram dois exercícios que estavam no quadro branco.

No terceiro encontro, estavam presentes os alunos 13 e 14. Os dois relataram ter lido o guia III e terem entendido o conteúdo e responderam satisfatoriamente algumas perguntas feitas à equipe.

#### Equipe 5: Composta pelos alunos 16, 17, 18, 19 e 20.

No primeiro encontro, os cinco membros da equipe leram o guia, mas só um viu os vídeos e esse aluno (19) tinha um bom conhecimento do conteúdo. Fiz questão de fazer questionamentos aos que não tinham visto os vídeos, como por exemplo: como funcionava um ímã e como funcionava uma bússola. Os 3 alunos que não viram os vídeos não souberam me explicar, mas o aluno que tinha visto os vídeos soube me responder todas as questões.

No segundo encontro, só três alunos estavam presentes e dois deles leram o Guia II (aluno 17 e 19), eles viram somente dois dos vídeos presentes no guia. Ao realizar os exercícios propostos, os alunos que leram não tiveram dificuldade em realizar, porém eles tiveram que ajudar muito o colega que não tinha feito a tarefa de casa (aluno 18).

No terceiro encontro, toda a equipe se fez presente novamente, todos relataram novamente terem lido os guias e relataram terem visto a grande maioria dos vídeos presentes nos três guias. Durante algumas perguntas que fiz para a equipe ficou demonstrado que realmente eles se dedicaram durante essa última semana de estudo antes dos experimentos.

#### Equipe 6: Composta pelos alunos 21,22, 23 e 24.

No primeiro encontro, os três alunos 21, 22 e 23 que estavam presentes leram e viram alguns vídeos e não tinham dúvidas sobre o conteúdo, souberam me responder as mesmas questões que eu tinha feito para as demais equipes.

No segundo, encontro os mesmos três alunos leram e viram todos os vídeos presentes no guia e mostraram bastante conhecimento do conteúdo quando fiz algumas perguntas referentes ao guia II. Conseguiram desenvolver rapidamente todos os exercícios propostos.

No terceiro encontro somente o aluno 21 se fez presente e o mesmo relatou não ter lido o guia III. Estudou o guia durante o período do encontro.

#### Equipe 7: Composta pelos alunos 25, 26 e 27.

No primeiro encontro, os alunos leram os guias, viram alguns dos vídeos e tinham várias dúvidas de como funcionava a parte de atração e repulsão de ímãs. Eles entenderam rapidamente depois de uma pequena explicação.

No segundo encontro, os alunos se dedicaram do mesmo jeito para estudar o guia II e souberam explicar os conteúdos que estudaram no guia.

No terceiro encontro os três alunos dessa equipe mantiveram o mesmo ritmo de estudo e novamente souberam explicar o conteúdo presente no guia.

#### Equipe 8: Composta pelos alunos 28, 29, 30, 31 e 32.

No primeiro encontro, só três dos alunos (29, 30 e 31) leram o guia, viram apenas dois vídeos de experimentos, tiveram várias dúvidas na parte de que é um ímã e de como ele vira um ímã menor ao parti-lo ao meio.

No segundo encontro, estavam presentes os alunos 29, 30 e 32. Os três alunos leram o guia, mas não viram nenhum dos vídeos propostos, porém souberam responder as perguntas que fiz em relação ao conteúdo.

No terceiro encontro somente o aluno 28 estava presente e o mesmo aproveitou para tirar várias dúvidas que tinha sobre o conteúdo de todos os guias.

#### Equipe 9: Composta pelos alunos 33, 34, 35 e 36.

No primeiro encontro, dois alunos leram o guia e só um deles viu dois dos vídeos, tiveram várias dúvidas de como funcionava uma bússola e de como funcionava um ímã.

No segundo encontro, nenhum aluno leu o guia II, portanto a equipe resolveu aproveitar o tempo de aula para ler o guia.

No terceiro encontro estava presente só o aluno 33, o mesmo aproveitou para tirar as dúvidas que tinha tanto do guia II como do guia III.

#### Equipe 10: Composta pelos alunos 37, 38, 39 e 40.

No primeiro encontro, todos relataram ter lido os guias. Um dos alunos (37) mostrou bastante interesse nessa proposta de aula diferenciada, interagiu bastante comentando os vídeos e sabendo explicar corretamente o funcionamento de um ímã e de uma bússola.

No segundo encontro, todos os alunos argumentaram ter lido o guia II, souberam responder todas as perguntas que fiz para a equipe sobre o conteúdo, sendo que o aluno 37,

que já tinha mostrado grande interesse na aula, participou bastante do debate sobre o conteúdo com sua equipe.

No terceiro encontro, estavam presentes só o aluno 38 e 40 e ambos demonstraram ter lido os guias e souberam responder algumas perguntas que fiz sobre o conteúdo.

### 4.3.3 Atividades experimentais (Aula 5). Análise e discussão dos resultados dos experimentos

Ao final do terceiro encontro, na aula 4, foram sorteados dois experimentos para cada equipe. Essas equipes tiveram uma semana para estudar os experimentos que foram apresentados na atividade 5. Nos apêndices E ao J encontram-se os guias de realização dos experimentos que foram entregues aos alunos, assim como os materiais necessários para executar cada um dos experimentos.

De modo geral, vários alunos de ambas as turmas mostraram interesse em estudar os experimentos através dos guias, principalmente nos dois primeiros encontros. Estavam motivados a aplicar os conhecimentos na prática.

Na tabela 2 a seguir, estão descritas as atividades experimentais para as apresentações de cada equipe.

Tabela 2. Experimentos sorteados para cada equipe

Equipe	Experimento I	Experimento II
1	Construindo uma Bussola	Como fazer um ímã elétrico
2	A Força magnética sobre a corrente elétrica	Construindo uma Bussola
3	A Força magnética sobre a corrente elétrica	Campo magnético com limalha de Ferro
4	Experimento de Oersted	Como fazer um motor elétrico
5	Experimento de Oersted	Como fazer um motor elétrico
6	Campo magnético com limalha de Ferro	Como fazer um ímã elétrico
7	Experimento de Oersted	Campo magnético com limalha de Ferro
8	Construindo uma Bussola	Como fazer um ímã elétrico
9	Construindo uma Bussola	Como fazer um motor elétrico
10	Como fazer um ímã elétrico	A Força magnética sobre a corrente elétrica

## **Relato da Apresentação dos experimentos por cada equipe**

### Equipe 1:

#### Construindo uma Bussola e Como fazer um imã

No primeiro experimento, os alunos tiveram dificuldade ao montar a parte da Bússola sobre a rolha e deixa-la flutuando no copo, então eles improvisaram o suporte da agulha com um pedaço de EVA para realizar o experimento. Depois de fazerem essas mudanças nos materiais, conseguiram realizar o experimento corretamente e explicaram o funcionamento do experimento conforme era o objetivo da atividade. Já o segundo experimento ocorreu de forma bem rápida e os alunos conseguiram realiza-lo facilmente explicando corretamente seu funcionamento e ainda observaram com limalha de ferro as linhas de campo do eletroímã feito por eles.

### Equipe 2:

#### A Força magnética sobre a corrente elétrica e Construindo uma Bussola

A equipe não quis realizar o primeiro experimento conforme a tabela I, pois os alunos da equipe que estavam presentes afirmaram que não tinham estudado o guia de realização do mesmo. Haviam deixado para o aluno 7 estudar, mas ele mudou de turno na escola e não compareceu mais as aulas. Realizaram apenas o segundo experimento. Os alunos dessa equipe também tiveram dificuldade ao montar a parte da Bússola com a rolha e deixa-la flutuando no copo. Então, eles improvisaram o suporte da agulha com um pedaço de isopor e pegaram um pote na cozinha da escola para realizar o experimento, conseguindo realizar e explicar corretamente o funcionamento do experimento.

### Equipe 3:

#### A Força Magnética sobre a corrente elétrica e Campo Magnético com limalha de ferro

No primeiro experimento, o grupo teve dificuldade em montar o experimento, porém ao finalizarem a montagem e testarem eles explicaram os conceitos físicos básicos envolvidos na atividade. No segundo experimento, a equipe utilizou os materiais facilmente e soube explicar os conceitos envolvidos o objetivo da atividade.

### Equipe 4:

#### Experimento de Oersted e Como fazer um motor elétrico

O aluno 15, foi transferido para outra escola na semana da atividade, porém, o restante da equipe soube realizar ambos os experimentos. O primeiro foi montado e explicado pelo aluno 13, sendo que ele explicou todos conceitos físicos envolvidos conforme um dos objetivos da atividade. O segundo experimento foi explicado pelos alunos 12 e 14 e esses também souberam explicar os conceitos físicos envolvidos. Após a explicação de ambos os experimentos questionei os alunos 12 e 14 sobre em relação ao primeiro experimento e o aluno 13 em relação ao segundo experimento, e eles demonstraram saber os conceitos envolvidos nos experimentos.

#### Equipe 5:

##### Experimento de Oersted e Como fazer um motor elétrico

A equipe se separou em duas para realizar os experimentos. Os alunos 16, 18 e 19 realizaram o primeiro experimento e todos souberam explicar o fenômeno observado. No segundo, realizado pelos alunos 16, 19, e 20, foi explicado pelos alunos 19 e 20. Estes ainda realizaram o experimento mudando a polaridade da corrente no motor e também mudando a polaridade do ímã. O aluno 16, não soube explicar nenhum dos experimentos.

#### Equipe 6

##### Campo Magnético com limalha de ferro e Como fazer um ímã elétrico

O aluno 24, não se fez presente na atividade. Durante a montagem dos dois experimentos a equipe utilizou os materiais facilmente e soube explicar os conceitos envolvidos no experimento conforme o objetivo da atividade. Os três membros da equipe participaram ativamente da explicação durante o desenvolvimento dos experimentos.

#### Equipe 7

##### Experimento de Oersted e Campo Magnético com limalha de ferro

A equipe demonstrou bastante conhecimento nos conteúdos abordados em ambos os experimentos e toda equipe participou das montagens e explicações durante a atividade.

#### Equipe 8

##### Construindo uma bússola e Como fazer um ímã elétrico

No primeiro experimento, os alunos 29 e 32 utilizaram a mesma base da equipe 3, improvisado o suporte da agulha com um pedaço de isopor e pegaram um pote na cozinha da escola para realizar o experimento. Depois de fazerem essas mudanças nos materiais, conseguiram realizar o experimento corretamente e explicaram o seu funcionamento. O segundo experimento foi feito pelos alunos 28, 30 e 31 e ocorreu de forma bem rápida. Conseguiram realiza-lo de forma fácil explicando corretamente seu funcionamento e ainda observaram com limalha de ferro as linhas de campo do eletroímã feito por eles.

#### Equipe 9

##### Construindo uma bússola e Como fazer um motor elétrico

Nos dois experimentos do grupo, o aluno 36 montou e explicou ambos com poucas participações do restante da equipe. Este aluno, mostrou domínio sobre o que era abordado em cada experimento, enquanto os demais não quiseram responder ou explicar nenhum dos experimentos.

#### Equipe 10

##### Como fazer um imã elétrico e A Força magnética sobre a corrente elétrica

Um dos experimentos foi explicado pelos alunos 37 e o outro pelo aluno 39. Durante a atividade, os alunos que participaram de forma ativa na equipe só sabiam explicar o experimento que apresentaram e não sabiam nada sobre o outro experimento dos colegas da equipe.

Nessa atividade, foi possível concluir que os alunos tiveram a oportunidade de, na pratica, como são formadas as linhas de campo magnético em volta de imãs através dos experimentos mostrados nas figuras 7, 8 (a), 8 (b). Fizeram o experimento para ver linhas de campo entre imãs com os dois lados iguais para mostrar que as linhas se repelem e comprovar que imãs com polaridades iguais se repelem e com polaridades opostas se atraem. No experimento da figura 8 (a) e 8 (b) é mostrada a montagem de um eletroímã com a finalidade de verificar na pratica que corrente elétrica gera campo magnético. Os alunos que montaram o experimento e sobre o mesmo colocaram uma folha com limalha de ferro para comprovar que havia campo magnético em volta do eletroímã.

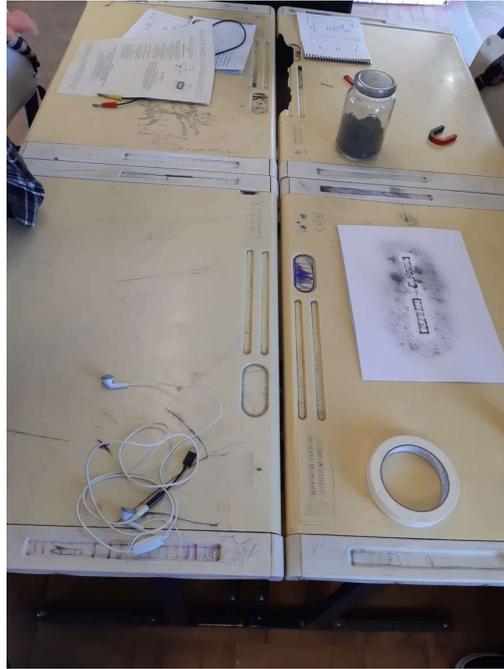
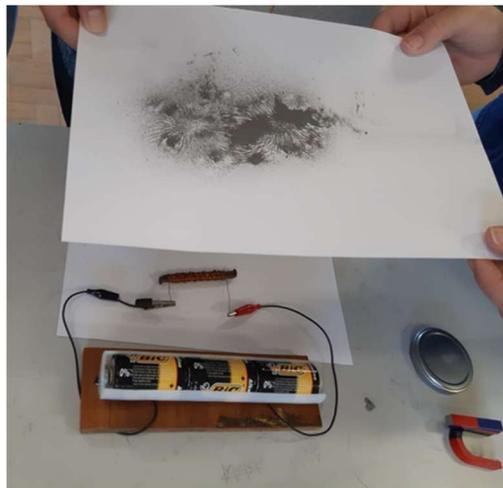


Figura 7: Imagem do experimento montado sobre Linhas de campo magnético de ímãs.



(a)



(b)

Figura 8: Imagens do experimento montado sobre Linhas de Campo Magnético produzido por um eletroímã.

Na figura 9, mostra-se a realização do Experimento de Oersted, onde os alunos constataram também que corrente elétrica gera campo magnético. Isso ocorre porque ao passar corrente elétrica no cabo, em que a bússola está em cima, esta última sofria uma mudança de direção. E, na mesma figura, podemos ver também como se dá o funcionamento de um motor elétrico com um ímã. Puderam observar que, ao se mudar o sentido da corrente, o motor girava para o outro lado por causa do ímã que se fazia perto

do mesmo. E, se mudássemos a polaridade do imã, também se constatava que o motor mudava o sentido de giro.

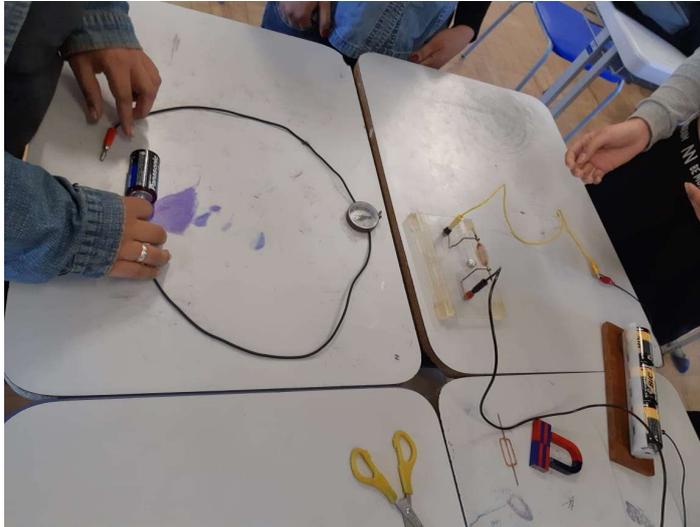


Figura 9: Imagem do experimento montado sobre Motor elétrico e Experimento de Oersted.

Na figura 10, está a imagem do experimento montado mostrando uma bússola caseira feita apenas com uma agulha que foi magnetizada pelos alunos e colocada num isopor dentro de um pote com água, a fim de identificar o norte geográfico.



Figura 10: Imagem do experimento montado sobre Criação de um Bússola.

Por fim, na figura 11, é mostrado o experimento de força magnética sobre fios, onde ao passar corrente elétrica por uma folha de alumínio e aproximarmos um imã a folha era atraída pela força magnética que o imã causava nela.



Figura 11: Imagem o experimento montado sobre Força Magnética entre fios.

Em todos os experimentos que foram feitos pelas equipes, constatou-se grande interação dos alunos tanto com seus colegas quanto com os conteúdos abordados em cada experimento. Durante a montagem e, principalmente, no momento de explicarem os experimentos os alunos foram questionados sobre os fenômenos, sendo possível perceber, pelas respostas dadas e a interação da equipe, que a maioria se motivou a estudar os textos-guia para poder realizar os experimentos. Um dos pontos importantes dessas atividades experimentais é que foram com materiais de baixo custo. O outro ponto a ser ressaltado é que, nas duas turmas, haviam 3 alunos considerados como especiais (em processo de inclusão), que normalmente não interagiam muito durante as aulas tradicionais, e que se interessaram muito em realizar os experimentos e entender o que estava acontecendo.

#### **4.3.4 Relatos da aplicação do jogo de tabuleiro: Corrida Magnética (aula 6)**

Em função de uma greve dos professores do estado do RS que durou um mês e meio, após a apresentação dos experimentos pelas equipes, foi necessário fazer uma aula de revisão dos conteúdos antes da aplicação do jogo Corrida Magnética. No retorno às aulas, após a greve, 8 alunos da primeira turma foram transferidos da escola, sendo necessária uma mudança nos membros de algumas equipes que perderam integrantes.

O jogo de tabuleiro e o polígrafo, bem como suas regras estão nos Apêndices L e K.

Na tabela 3 mostra-se os integrantes de cada equipe e as questões referentes ao polígrafo que cada equipe respondeu durante o jogo. Vale ressaltar que a escolha das questões foi feita através do uso de dois dados de 20 números.

Tabela 3 – Relação das equipes formadas para jogar o Corrida Magnética

Equipe	Alunos	Questões Objetivas	Questões dissertativas
1	3, 4, 5, 6 e 21	3, 5, 12, 19 e 20	5, 8, 11, 12 e 18
2	16, 17, 19 e 20	4 e 14	2, 16 e 20
3	1, 12, 13 e 14	4, 5, 10 e 19	2, 6, 12, 13 e 14
4	8, 9, 10, 11 e 18	1, 3, 14, e 18	6, 11, 18 e 20
5	28, 29, 30, 31 e 32	10	2, 8, 11 e 13
6	34, 35, 36 e 40	8 e 19	5, 8 e 20
7	25, 26, 27 e 39	1, 18 e 17	3, 10 e 18
8	33, 37 e 38	2, 3, 4, 7, 9 e 20	4, 17, 19 e 20

A seguir é apresentada a imagem do jogo de tabuleiro elaborado nessa proposta didática.

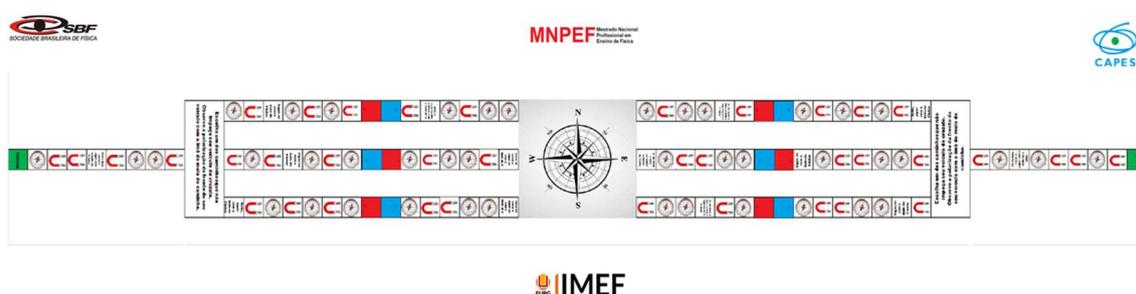


Figura 12. Imagem do tabuleiro criado para o jogo Corrida Magnética.

### **A seguir descreve-se cada uma das equipes durante o jogo de tabuleiro.**

Equipe 1 – Os alunos acertaram na primeira tentativa quase todos os exercícios, com exceção dos exercícios 5 e 19 das questões objetivas. No exercício 5, a equipe estava em dúvida se a bússola tinha sido ou não a primeira aplicação prática do magnetismo e acertaram na segunda chance. Já no exercício 19 a equipe ficou dividida entre as alternativas b e c. Durante todos os exercícios houve vários debates entre os alunos e pode-se concluir que todos entenderam a maior parte do conteúdo.

Equipe 2 – Os alunos tiveram dúvida somente na questão 14, se o polo norte da bússola apontava para o norte geográfico ou sul geográfico da Terra, e acertaram na segunda chance. Durante todos os debates das questões percebia-se que os alunos tinham estudado todo o conteúdo, mas ainda permaneciam com algumas dúvidas como percebido pelo erro no exercício 14.

Equipe 3 – A equipe demonstrou dificuldade nos exercícios dissertativo, na parte de cálculo na hora de isolar variável N. Durante os exercícios somente dois alunos debatiam o conteúdo enquanto que os outros só observavam seus colegas, esses dois que debateram todas as questões, demonstraram ter entendido todo o conteúdo tendo dificuldades matemáticas somente.

Equipe 4 – A equipe teve dificuldades durante a atividade, principalmente pelo fato de que somente o aluno 18 demonstrou ter algum conhecimento do conteúdo. Este aluno foi o que respondeu a maior parte dos exercícios com pouca colaboração dos demais membros. A questão 1 eles acertaram somente na terceira tentativa, já a questão 3, na segunda, onde o aluno estava na dúvida se o campo magnético era mais intenso ou fraco na região dos polos. Questão 14 foi a mesma dúvida da equipe 2 e na questão 18 a equipe não sabia se um pedaço de ferro ao ser colocado nas proximidades de um ímã tornava-se magnetizado, mesmo motivo da equipe 3. Já nas questões de cálculo tiveram dificuldades.

A partir da equipe 5, são as equipes formadas na segunda turma do terceiro ano da escola, onde a atividade ocorreu em dois dias pois havia somente um período por dia com a turma.

Equipe 5 – A equipe acabou tendo bastante interação entre todos os membros, principalmente pelo fato de que eles acabaram desenvolvendo mais exercícios dissertativos que objetivos, em função do jogo de dados. Isso resultou no acerto de todos sem nenhum erro, todos os alunos demonstraram ter estudado e entendido essa parte do conteúdo que desenvolveram.

Equipe 6 – A equipe teve diversas dificuldades para realizar os exercícios tanto objetivos como dissertativos, porém vale ressaltar que todos os membros do grupo participaram dos debates durante a resolução dos exercícios. No exercício objetivo 8, os alunos ficaram

com dúvida se o último elemento do verdadeiro ou falso seria verdadeiro pois não e lembravam da equação do campo magnético para uma espira circular. Acertaram na segunda tentativa. No exercício 19, eles acabaram chutando e acertaram na terceira chance. Nos exercícios dissertativos eles acabaram acertando o 5 e o 8 na segunda chance. No 5, tiveram dificuldades de isolar a constante  $N$  da equação e no 8 esqueceram de multiplicar a constante  $\pi$  no final do exercício. Os alunos demonstraram ter entendido parte do conteúdo durante seus debates. Se não tivesse ocorrido a pausa em função da greve, acho que se sairiam melhor.

Equipe 7 – A equipe teve bastante interação durante os debates na realização da atividade, porém tiveram muitas dificuldades nas questões dissertativas e nos cálculos em isolar variáveis durante a realização dos exercícios 10, que eles acertaram só na segunda chance. No 18, acertaram só na terceira vez por falta de atenção, mas demonstraram ter entendido os conteúdos abordados durante a atividade e seus debates.

Equipe 8 – Dois membros dessa equipe estavam bem empolgados para realizar a atividade. Ao término do jogo de tabuleiro me perguntaram se poderiam seguir respondendo o polígrafo, motivo que fez os mesmos terem mais exercícios resolvidos que as demais equipes da turma. Eles não erraram nenhum dos exercícios que resolveram e esses dois membros demonstraram grande conhecimento do conteúdo abordado.

#### **4.3.5 Relato da aplicação do pós-teste (Aula 7)**

Duas semanas após a atividade do jogo corrida magnética foi aplicado o pós-teste, mesmo questionário da aula 1. Vários alunos, principalmente da turma A, já não se faziam presentes na escola nessas últimas semanas de aula, pois os que já estavam aprovados tinham ido viajar com suas famílias. Foram aplicados 12 questionários pós-testes na turma A e 13 na turma B.

A seguir será feita uma análise dos resultados dos pré e pós-testes.

#### **4.3.6 Avaliação da aprendizagem significativa pela análise do Pré-teste e do Pós-teste**

Inicialmente, compara-se as respostas dos alunos para cada questão em cada turma dos pré e dos pós teste. Posteriormente, faz-se uma avaliação considerando o resultado das turmas para avaliar o resultado da proposta didática.

A seguir são mostrados os dados dos alunos das turmas que responderam tanto o pré-teste como o pós-teste. Para esclarecimento, vários alunos saíram da escola durante o período de aplicação do projeto por causa da greve estadual que ocorreu no final do ano letivo de 2019, então foram consideradas as respostas dos alunos que permaneceram até o final da aplicação da proposta didática.

A tabela 4 apresenta as repostas dos alunos, da primeira turma, sobre o pré-teste e pós-teste (Apêndice D). As repostas estão separadas por uma barra \ sendo a resposta da esquerda referente ao pré-teste e da direita ao pós-teste.

A letra **n** na tabela 4 representa que a resposta do aluno estava errada e a letra **s** representa que a resposta estava certa.

Tabela 4: Respostas dos alunos da turma A

Turma A												
Pré-teste / Pós-teste												
Aluno \ Questões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	n\s	n\n	s\s	n\s	n\n	n\s	n\s	n\n	n\n	n\s	n\n	n\s
5	s\s	n\s	s\s	n\s	n\n	n\s	n\s	n\n	n\n	n\s	n\n	n\s
6	s\s	n\s	s\s	n\s	n\n	n\n	n\s	n\n	n\n	n\n	n\n	n\s
8	n\n	s\s	n\s	n\s	n\s	n\s	n\n	n\n	n\n	n\s	n\s	n\n
9	n\s	n\s	s\s	n\s	s\s	n\s	n\s	n\n	n\n	n\n	n\n	n\n
10	s\s	n\n	s\s	n\n	s\n	n\s	n\n	n\n	n\n	n\n	n\n	n\n
11	s\s	n\n	n\n	n\s	n\s	n\n						
12	s\s	s\s	s\s	n\s	n\s	s\s	n\s	n\n	n\s	n\s	n\s	n\s
14	s\s	s\s	s\s	n\n	n\s	n\s	s\s	n\s	n\n	n\s	s\s	n\n
17	n\s	n\s	n\s	n\s	s\s	n\s	n\s	n\n	n\n	n\s	n\n	n\s
18	s\s	n\s	s\s	n\s	s\s	n\s	n\n	n\n	n\n	n\n	n\n	n\s
20	s\s	s\s	s\s	n\s	s\s	n\s	n\s	n\s	n\s	s\s	n\n	n\s

Legenda da tabela:

n/n = errou a resposta no pré-teste e no pós-teste.

s/s = acertou a resposta no pré-teste e no pós-teste.

n/s = errou a resposta no pré-teste mas, acertou no pós-teste.

s/n = acertou a resposta no pré-teste mas, errou no pós-teste.

Podemos verificar, através da tabela, que a maioria dos alunos alcançaram um resultado melhor nas questões 4, 5, 6 e 7, porém poucos alunos quiseram terminar de responder o questionário, pois já era a última semana de aula e em janeiro de 2020.

A seguir estão os mesmos resultados dos alunos da turma A no formato de gráfico (Figura 13), onde é possível acompanhar o quanto cada aluno melhorou ao final da sequência didática aplicada.

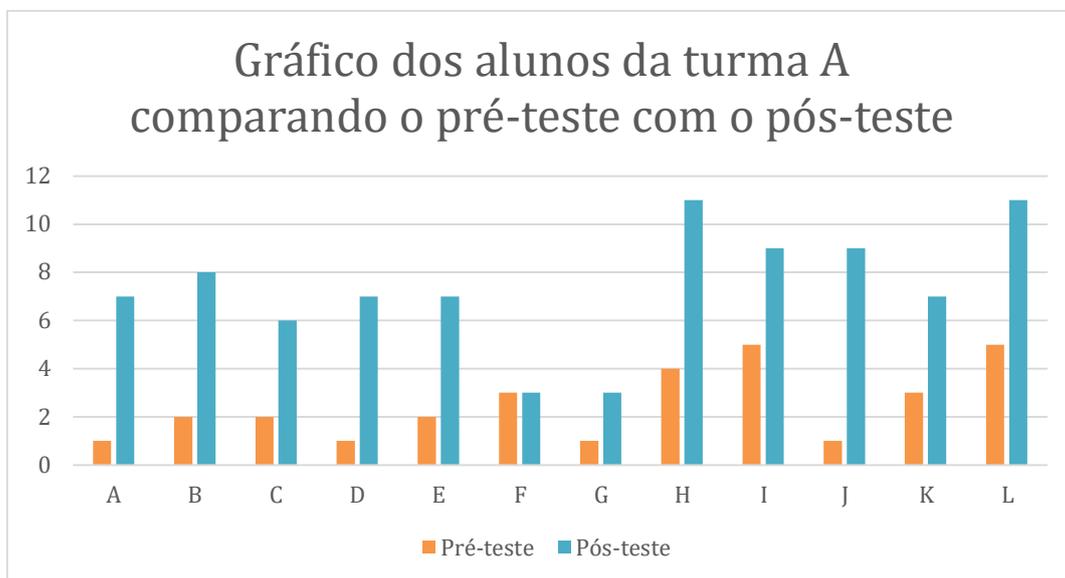


Figura 13: Comparação dos pré-teste com o pós-teste dos alunos da turma A. Onde o eixo x são as questões de 1 à 12, representadas pelas letras de A à L, e o eixo y o número de acertos.

Como podemos ver na figura acima, 11 dos 12 alunos demonstraram terem aprendido de uma forma bem significativa os conteúdos propostos nos três guias que foram entregues ao longo da sequência didática que foi aplicada.

Como no questionário a partir da questão 7 todas são dissertativas (apêndice D), foi considerado como respostas satisfatórias, tanto para turma A quanto para a turma B respostas como mostram as figuras a seguir.

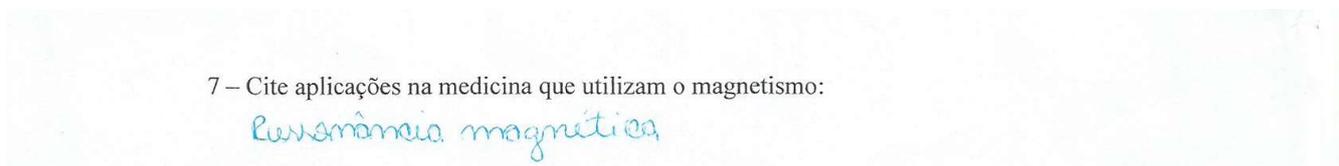


Figura 14 – imagem contendo resposta de um aluno para a questão 7

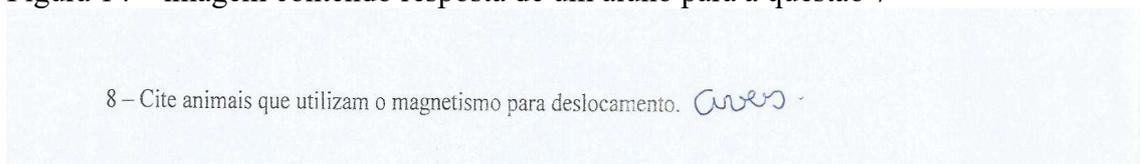


Figura 15 – imagem contendo resposta de um aluno para a questão 8

9 - Do que é feito um ímã? *Magnetita*

Figura 16 – imagem contendo resposta de um aluno para a questão 9

10 – Como funciona uma bússola? *A bússola aponta para o norte geográfico que é o sul magnético, e vice versa.*

11 - Se colocarmos um obstáculo entre dois ímãs, isso pode impedir que eles se atraiam ou se repilam? *depende do tamanho do obstáculo, e do ímã. Se o obstáculo for pequeno e o ímã grande, eles vão se atrair. Se o obstáculo for grande e o ímã pequeno eles não vão se atrair.*

Figura 17 – imagem contendo resposta de um aluno para as questões 10 e 11

12 - Seu celular possui sensores como o Magnetometro? Cite aplicativos que utilizam esses sensores:

*Bússola do celular  
GPS*

Figura 18 – Exemplo de resposta da questão 12

Na tabela 5 são apresentados os dados da turma B, seguindo a mesma lógica apresentada na tabela 4 apresentando as repostas dos alunos sobre o pré-teste e pós-teste (Apêndice D).

Tabela 5: Respostas dos alunos da turma B

Turma B												
Pré-teste / Pós-teste												
Aluno \ Questões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
25	n\s	s\s	s\s	n\s	s\s	n\s	n\s	n\n	n\s	n\n	s\s	n\s
26	s\s	n\s	n\s	n\s	n\s	n\s	n\n	n\s	n\s	n\s	n\n	n\n
27	s\s	n\s	s\s	n\s	s\s	s\n	n\n	n\s	n\s	n\s	n\s	n\s
29	s\s	n\s	s\s	s\s	s\s	s\s	s\s	s\s	n\n	n\s	s\s	s\s
30	s\s	s\s	n\s	n\s	n\s	n\s	n\s	n\s	n\n	n\n	n\n	n\n
31	s\s	s\s	s\s	n\s	n\n	s\s	n\s	n\s	n\n	n\n	n\n	n\s
32	s\s	n\n	n\s	s\n	n\n	n\s						
35	s\s	n\s	n\s	n\n	n\n	n\s	n\n	n\s	n\n	n\n	n\n	n\n
36	s\s	s\s	s\s	n\n	s\s	n\s	s\s	n\n	n\s	n\s	s\s	n\n
37	s\s	n\n	s\s	n\n	s\s	s\s	n\n	n\s	n\n	n\s	n\s	n\s

38	n\s	n\n	n\s	n\s	s\s	s\s	n\n	n\s	n\n	n\s	n\n	n\n
39	s\s	s\s	s\s	n\s	s\s	n\n	n\n	n\s	n\n	n\n	n\n	n\s
40	s\s	s\s	s\s	n\n	n\s	n\s	n\s	n\s	n\n	n\s	n\n	n\n

Legenda da tabela:

n/n = errou a resposta no pré-teste e no pós-teste.

s/s = acertou a resposta no pré-teste e no pós-teste.

n/s = errou a resposta no pré-teste mas, acertou no pós-teste.

s/n = acertou a resposta no pré-teste mas, errou no pós-teste.

Na turma B, a maioria dos alunos (10 dos 13) alcançaram um resultado melhor nas questões 4, 5, 6, 7, e 8.

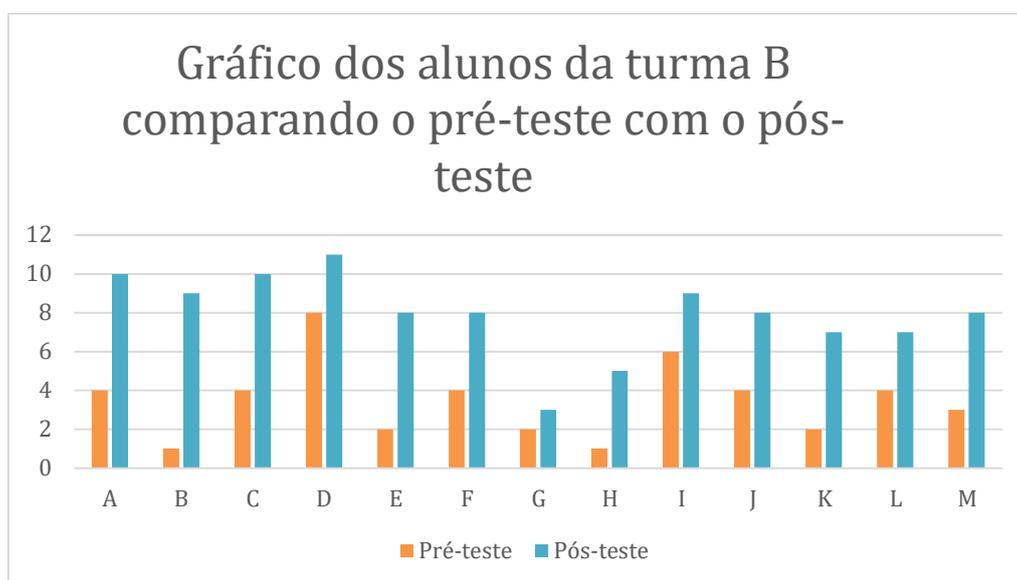


Figura 19: Comparação dos pré-teste com o pós-teste dos alunos da turma B. Onde o eixo x são as questões de 1 à 12, representadas pelas letras de A à L, e o eixo y o número de acertos.

Comparando as turmas em que a proposta didática foi aplicada, em relação a aplicação dos questionários pré e pós teste, percebeu-se que ambas alcançaram resultados satisfatórios após aplicação da proposta didática.

Os gráficos a seguir mostram a evolução das turmas como um todo, referente aos pré-teste e pós-teste:

Na turma A foram recolhidos 12 pré-testes e pós-teste, totalizando 144 perguntas respondidas, sendo que no pré-teste 30 respostas estavam certas e 114 respostas erradas (Figura 20 (a)), no pós-teste 98 respostas estavam certas e 46 erradas (Figura 20 (b)).

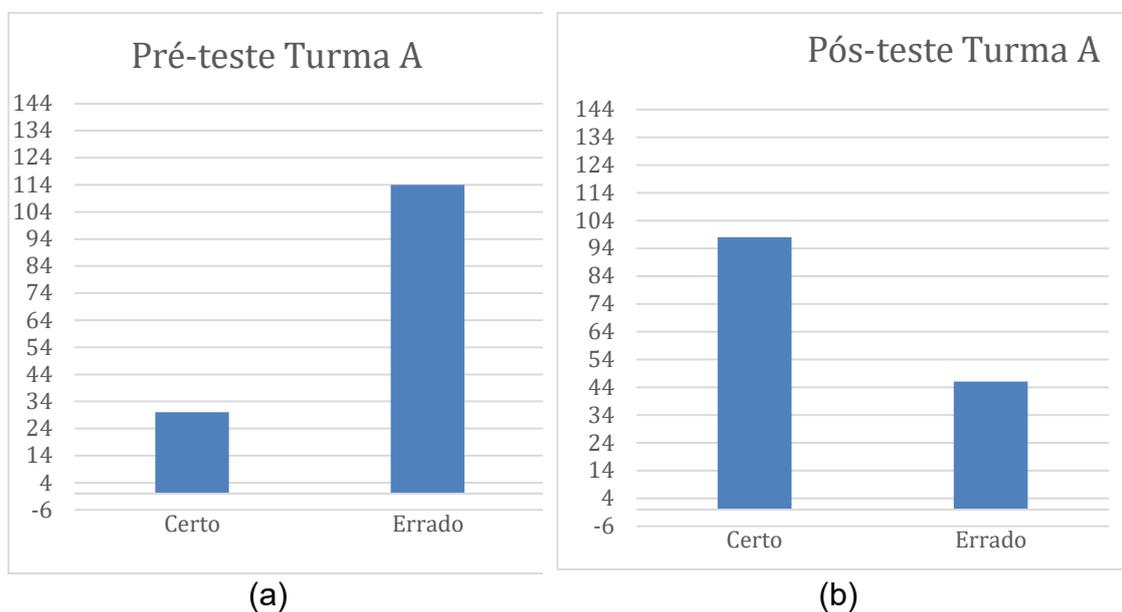


Figura 20 – Gráficos do total de respostas do pré (a) e pós teste (b) da turma A.

Na turma B foram recolhidos 13 pré-testes e pós-teste, totalizando 156 perguntas respondidas, sendo que no pré-teste 46 respostas estavam certas e 110 respostas erradas (Figura 21 (a)), no pós-teste 102 respostas estavam certas e 54 erradas (Figura 21 (b)).

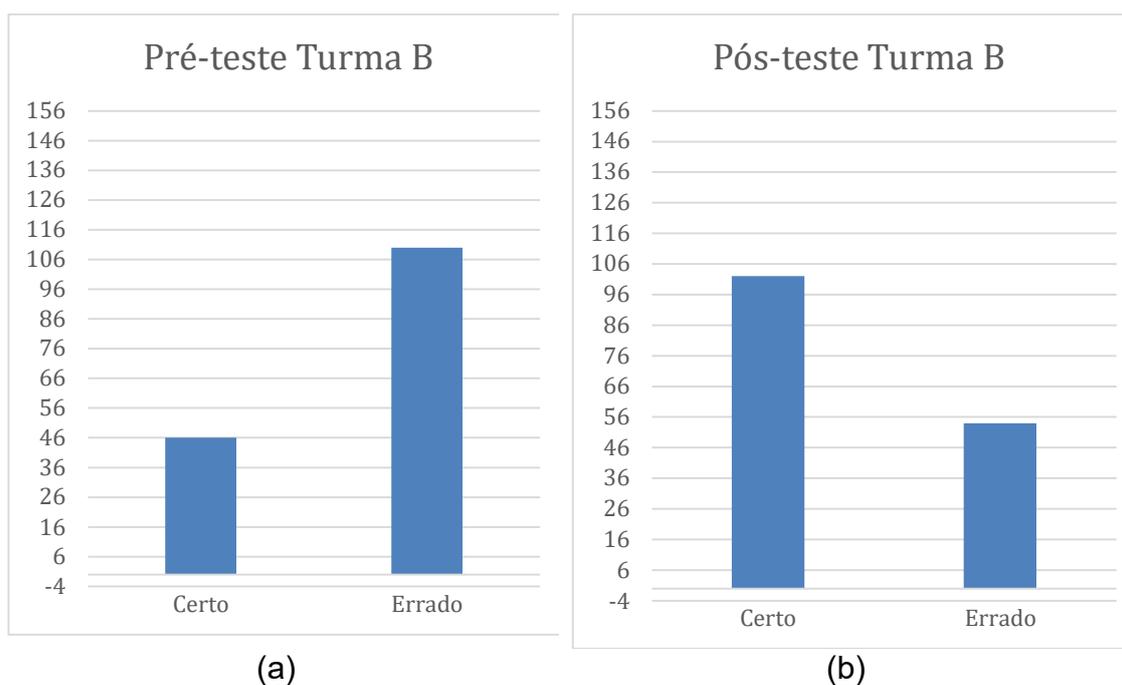


Figura 21 – Gráficos total de respostas do pré (a) e pós teste (b) da turma B.

Através dos gráficos (Figura 20 e 21) com os resultados para todas as respostas das duas turmas antes e depois da aplicação da proposta didática, observou-se que ambas as turmas tiveram melhores resultados após a aplicação da proposta. A turma A teve uma evolução de 20.83 % para 68.05% de respostas corretas e a turma B teve uma melhora de 29.49% para 65.38%. Esses resultados indicam que ambas as turmas apresentaram uma grande evolução na aprendizagem do conteúdo proposto.

## Capítulo 5

### Considerações Finais

A proposta didática, desenvolvida neste trabalho, foi aplicada em duas turmas de terceiro ano, da Escola Waldemar Amoretty Machado e teve o objetivo de potencializar a aprendizagem significativa, através do uso de uma metodologia ativa, tornando o Ensino de Magnetismo mais atrativo para os alunos, proporcionando durante as atividades, debates entre os alunos dentro de suas equipes, algo que normalmente não acontece nas aulas tradicionais de Física. O que foi obtido com relativo sucesso.

Essa proposta didática composta por textos guias, experimentos e um jogo de tabuleiro, sendo que os guias foram feitos para que os alunos conseguissem estudar de uma maneira diferente do habitual o conteúdo proposto e que os incentivassem a procurar mais informações. Segundo a maioria dos alunos relataram terem feito nas três primeiras atividades, vendo os vídeos através dos *links* que foram disponibilizados em cada guia ou pesquisando em *sites*.

Durante os experimentos os alunos mostraram muito interesse e tiveram dedicação na realização e a grande maioria soube explicar os conceitos físicos que envolviam cada um dos experimentos feitos por cada equipe.

Apesar do jogo de tabuleiro, ter sido aplicado dois meses depois da atividade experimental, devido a uma greve dos professores das escolas estaduais, algumas equipes tiveram dificuldades na realização dos exercícios dissertativos, mas ainda assim alcançaram bons resultados. Isso pode ser observado nas respostas dadas nos polígrafos e através dos gráficos de comparação entre o pré-teste e os pós-teste de cada turma.

O pré-teste e o pós-teste foram aplicados para avaliar se a aprendizagem foi significativa após a aplicação da proposta didática desenvolvida nesse trabalho. Pode-se concluir que a aprendizagem foi potencialmente significativa tendo em vista a grande evolução na compreensão dos conceitos de ambas as turmas.

Esse conjunto de atividades propostas estimulou os alunos para seus estudos, conseguindo ser algo educativo e divertido ao mesmo tempo, sendo um potencial objeto para ensino, aprendizagem e avaliação. Caso esse tipo de metodologia/proposta fosse aplicado mais comumente nas aulas de Física, talvez os alunos chegassem mais preparados para experimentos (atividades práticas) e para jogo, lendo mais os guias e pesquisando mais sobre os conteúdos abordados durante as atividades.

É importante ressaltar que o papel do professor ao longo do jogo foi ser um mediador das atividades, interferindo o mínimo possível. Ficar atento a todos as equipes para ver se ninguém iria trapacear, e fazer com que os alunos não levassem só como uma brincadeira tanto os jogos como os experimentos, mas que os discentes debatessem sobre os conteúdos, aprendessem a trabalhar em equipe, ajudando os colegas nas horas das atividades, além de respeitassem o tempo de cada colega para entender o conteúdo.

Apesar das dificuldades em aplicar o produto educacional por causa da greve, houve uma aprendizagem potencialmente significativa dos alunos tendo em vista que as duas turmas obtiveram mais de 60% de evolução nas respostas corretas. Isso demonstra que esse produto educacional sobre Magnetismo desenvolvido nesse trabalho tem grande potencial para contribuir no processo de ensino aprendizagem de alunos do Ensino Médio.

## Capítulo 6 Referências Bibliográficas

AMARAL, Ricardo Ribeiro. Tese. PERSEVERE: um estudo sobre jogos digitais na educação básica no contexto do ensino de Física. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Educação Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica. Recife, 2019.

AMORIM, Anderson Matheus Ribeiro. Trabalho Bibliográfico – Física. Universidade Federal do Maranhão. São Luiz, 2018.

ARAÚJO, Carlos Eduardo de Farias. Dissertação (MNPEF). Aplicação de jogos no Ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma alternativa didática potencializando o aprendizado no Ensino Médio. Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Fortaleza, 2018.

BALCHIN, John. 100 Cientistas que mudaram o mundo. 1. Ed. São Paulo: Madras, 2009.

BRANCO, Alberto Richielly M. Castello; MOUTINHO, Pedro E. Conceição. O Lúdico No Ensino De Física: O Uso De Gincana Envolvendo Experimentos Físicos Como Método De Ensino. Caderno de Física da UEFS, 2015.

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza e Matemática e us tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

BONJORNO, J; BONJORNO, R; BONJORNO, V; RAMOS, C. Física Fundamental. Volume único. São Paulo: FTD 1993.

BOLLELA, V.R; SENGER, M.H; TOURINHO, F.S.V; AMARAL, E. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. 2014. *SIMPÓSIO*: Tópicos fundamentais para a formação e o desenvolvimento docente para professores dos cursos da área da saúde, *Capítulo VII*.

CAETANO, Rodrigo. Curso de Eletromagnetismo para o Ensino Médio. Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ.2016.

CARVALHO, Wanderson Rocha de. Utilização do jogo "o caçador de partículas" como ferramenta auxiliar no Ensino de Física de Partículas. 2018. 113 f. Dissertação (MPEF) – Universidade Estadual do Ceará, 2018. Disponível

em: <<http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=88089>> Acesso em: 18 de outubro de 2019

CAVALCANTE, Kleber G. "André-Marie Ampère"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/andremarie-ampere.htm>. Acesso em 22 de setembro de 2020.

COSTA, Maxmyller Rezende. Avaliação e ensino de ondulatória, acústica e movimento harmônico simples usando contexto musical e jogo de tabuleiro. 2018. 88f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

FAVARETTO, Danilo Vieira. Construção e aplicação de um jogo de tabuleiro para o ensino de física. Dissertação (MNPEF) - Universidade Federal de Sorocaba. Sorocaba, 2017.

FERREIRA, Gustavo da Silva. O ensino das interações gravitacional e eletromagnética por meio de um jogo de RPG. Disertação (MNPEF). Universidade Federal de Juiz de Fora. Instituto de Ciências Exatas. Juiz de Fora, 2019.

FERREIRA, M.C; CARVALHO, L.M.O (2004). A evolução dos jogos de Física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 1, p. 57-61 (2004); Acesso em: 14/05/2017

FERRI, Kathyenne Carvalho de Freitas; SOARES, Livia Maria Araújo. O jogo de Tabuleiro como recurso Didático no Ensino Médio: Uma Contextualização do Ensino de Química. Instituto Federal de Goiás. 2015.

FILHO, Moacir Pereira de Souza; BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; MIANUTTI, João; CALUZI, João José. Sugestão de Experimentos referentes à Eletricidade e Magnetismo para Utilização no Ensino Fundamental. Física na Escola, V. 12, n. 1, 2011.

FONTES. Adriana da Silva. RAMOS, Fernanda Peres. SCHWERZ, Roseli Constantino. CARGNIN, Claudete. Jogos adaptados para o ensino de física. 2016. Disponível em

<<http://ensinosauambiente.uff.br/index.php/ensinosauambiente/article/view/556>> Acesso em:14/04/2017

FRANCO, Deborah dos Santos. Dissertação (MNPEF). A influência da linguagem na aprendizagem de Conceitos Físicos: a contribuição o jogo de tabuleiro “Physicool”. Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto e Ciências Exatas. Juiz de Fora, 2018.

O. GUIMARÃES, J. PIQUEIRA e W. CARRON, Física 3 (Ática, São Paulo, 2016), 2ª ed.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 3;

JESUS, Rafael Tereso de. Proposta de uma UEPS para ensinar física de partículas através de jogos de cartas. 2018. [138] f., il. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

JUNIOR, EGNALDO PINHEIRO VIDAL. A utilização do jogo “big bang: a batalha da criação” como ferramenta auxiliar no Ensino de Cosmologia . 2018. 126 f. Dissertação (MPEF) – Universidade Estadual do Ceará, , 2018. Disponível em: <<http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=85842>> Acesso em: 18 de outubro de 2019

LEIRIA, Talison Fernando; MATARUCO, Sônia Maria Crivelli. O Papel das Atividades Experimentais no Processo Ensino-Aprendizagem de Física. EDUCERE 2015.

MAGALHÃES, M. de F; SANTOS, W.M.S; DIAS, P.M.C. Uma proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético: uma aplicação da História da Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. Pp. xxi-xxxiv, in: Silva, Cibelle Celestino (ed). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MELO, Marcos Gervânio de Azevedo. A Física do Ensino Fundamental: utilizando o jogo educativo “viajando pelo universo”. 2011.99f. Monografia, Centro universitário UNIVATES Programa de pós-graduação em ensino de Ciências Exatas, Lajeado-RS, 2011. Disponível em < <http://www.btdea.ufscar.br/resumo/130/a-fisica-no-ensino-fundamental--utilizando-o-jogo-educativo-viajando-pelo-universo> >

MOURA, Cássio Stein. Física para o ensino médio : gravitação, eletromagnetismo e física moderna [recurso eletrônico] / Cássio Stein Moura. – Dados eletrônicos – Porto Alegre : EDIPUCRS, 2011.284 p.

MOREIRA. Marcos Antonio, Subsídios Teóricos para o professor pesquisador em Ensino de Física: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo. Porto Alegre, 2009-2016.

MOREIRA. M.A. e MASSONI. N.T Interfaces entre teoria de aprendizagem e Ensino de Ciências / Física. Porto Alegre: UFRGS: 2015

NASCIMENTO, A. P. Experimentos de baixo custo no ensino de física na educação básica. 2016. 116 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2016.

OLIVEIRA, Jader Rodrigues Sousa Oliveira. Os jogos de tabuleiro e o trabalho em equipe como forma de Ensino-Aprendizagem e Avaliação de Gravitação Universal. Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé. Licenciatura em Física. 2017.

OLIVEIRA, T.E; ARAUJO; I.S; VEIT, E.A. (2016b). Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 33, n. 3, 962-986.

OLIVEIRA, Corina Matos de; SILVA, Samara Maria Viana da. A Exerimentação como estratégia de Aprendizagem da Física. 2016.

PAIVA, Allan Kardec de. Dominó didático de física: uma estratégia para o estudo de conceitos de física no ensino médio. 2018. 144f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

PEREIRA, Ricardo Francisco. Desenvolvendo jogos educativos para o ensino de física: um material didático alternativo de apoio ao binômio ensinoaprendizagem. 2008. 153f. Dissertação (matemática), centro de ciências exatas Programa de pós-graduação em educação para a Ciência e o ensino de matemática, Maringá, 2008.

Disponível em: <  
<http://cienciaematematica.vivawebinternet.com.br/media/dissertacoes/52103e8e4013daf.pdf>> Acesso em:16/04/2017

PIRES, Artur José dos Santos. Uma proposta de sequência didática para tópicos de magnetismo e eletromagnetismo. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, (MNPEF), Campo Mourão, 2016.

RAHAL, Fábio Adhemar da Silva Rahal. Jogos didáticos no ensino de física: um exemplo na termodinâmica. Anais do VIII SNEF 2009. Disponível em [http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/\\_jogosdidaticosnoensinode.trabalho.pdf](http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/_jogosdidaticosnoensinode.trabalho.pdf) Acesso em: 13/04/2017

RAMOS, Eugenio Maria de França. Brinquedos e jogos no ensino de física. 20-14. Disponível em <https://www.fc.unesp.br/Home/PosGraduacao/MestradoDoutorado/EducacaooparaCiencia/revistacienciaeeducacao/cev4art3.pdf> Acesso em: 13/04/2017

RIBEIRO, Adriana Queiroz Agostinelli. Dissertação (MNPEF). Desvendando as estrelas : um jogo colaborativo para o ensino médio. Universidade Federal do ABC. Santo André, 2018.

RIOS, Luiz Daniel Alves. Desenvolvimento de jogos como recurso pedagógico no ensino de física. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências; Departamento de Física programa de pós-graduação em Física. Fortaleza, 2017.

RODRIGUES, J.J.V. Experimentação no ensino e aprendizagem de Física. Revista Educação Pública, v. 18, n. 9, 2018.

ROONEY, Anne. A História da Física. 1. Ed. São Paulo. M.Books, 2013.

SÁ, Clayton Dantas de. Desenvolvimento e aplicação de um sistema de RPG para o ensino de física para alunos do Ensino Médio. Dissertação (MNPEF). Universidade Federal do ABC. Santo André, 2017.

SALES, G.L; CASTRO, J.B. (2019). Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 41, nº 4, e20180309 (2019). Acesso em: 04/04/2019

SANTOS, Fabrício Lamounier. Física Lúdica. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Física, 2008.

SANTOS, Luiz Agostinho dos. Ensino Interativo de Física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso. Dissertação (MNPEF). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2017.

SANTOS, Cristiane Cimelle da Silva; COSTA, Lucinalva Ferreira da; Martins, Edson. A Prática Educativa Lúdica: Uma Ferramenta facilitadora na Aprendizagem na Educação Infantil. Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia das Faculdades OPET. 2015.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 3

SÉRÉ, M.G; COELHO, S.M; NUNES, A.D. O papel da experimentação no ensino da física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, abr. 2003. SILVA, J.B;

SILVA, Wilson da. Metodologias ativas de aprendizagem: Relatos de Experiência com Aprendizagem Baseada em Projetos. Unicamp. 2016

SOUZA, Ericarla de Jesus. O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica. 2015. Disponível em < <https://bdtd.ufs.br/handle/tede/1951> >

SOUZA, Maria Islany Caetade de. Uma Proposta Didática Para O Ensino De Física Na Eja: Os Limites De Um Ensino Centrado Na Aprendizagem. Universidade Estadual da Paraíba. 2016.

TONIDANDEL, Danny Augusto Vieira; ARAUJO, Antônio Emílio Angueth de and BOAVENTURA, Wallace do Couto. **História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média.** *Rev. Bras. Ensino Fís.* [online]. 2018, vol.40, n.4, e4602. Epub Aug 02, 2018. ISSN 1806-1117. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0046>.

UYEDA, F.A.S. (2018). Construção e aplicação de uma coleção de jogos didáticos para Ensino de Física no Ensino Médio; Universidade Federal de Alfenas no Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física.

VICENTE, Vagner Mario. Dissertação (MNPEF). O uso dos jogos e da história da ciência no Ensino de Física. Universidade Federal de São Carlos, Centro De Ciências e Tecnologias Para A Sustentabilidade Departamento De Física, Química e Matemática. Sorocaba. 2019.

VICTOR, Raquel Araújo. Atividades lúdicas e ensino de astronomia: uma proposta envolvendo jogo de tabuleiro. 2012. 34 f. Monografia (Física), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em <<https://repositorio.ucb.br/jspui/handle/10869/4557>> Acesso em:17/04/2017

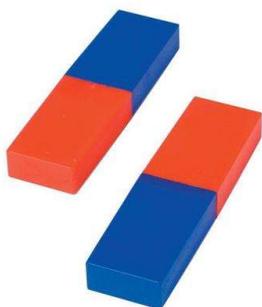
VILAÇA, Frederico Nogueira. Revisão Bibliográfica: A Experimentação no Ensino de Física. UFSJ 2012.

YAMAZAKI, Sérgio Choiti. Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2008

## Apêndice A - Guia I

### IMÃS

Figura I



Um ímã (Figura I) é definido com um objeto capaz de provocar um campo magnético à sua volta e pode ser natural ou artificial.

São corpos que podem atrair ferro ou aço e são constituídos de ferro, cobalto e níquel.

---

#### Propriedades dos ímãs

Um ímã é composto por dois polos magnéticos, norte e sul, normalmente localizados em suas extremidades, exceto quando estas não existirem, como em um

### GREGOS

*Foram os gregos que procuraram explicar o fenômeno do magnetismo pela primeira vez. Descobriram que uma pedra chamada magnetita atraía espontaneamente o ferro. Da mesma forma, verificaram que um pedaço de magnetita, suspenso livremente no ar, virava sempre na mesma direção.*

*Tales de mileto, matemático e filósofo que viveu no século VI a.C., afirmava que a substância tinha “alma” e podia atrair pedaços de matéria inanimada, “aspirando-os”. As substâncias tinham vontades e desejos como se fossem seres vivos.*

#### Pierre de maricourt

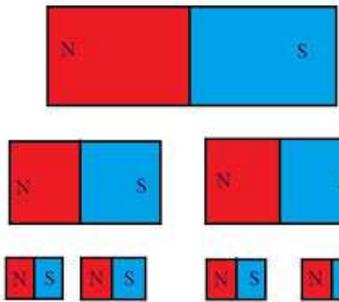
*Em 1296, Pierre de Maricourt, engenheiro militar francês, em uma carta a um de seus colegas, descreveu a maioria das experiências elementares sobre magnetismo. Foi ele que denominou pólo norte e pólo sul as extremidades de um ímã, baseando-se na orientação natural da bússola. Observou que a agulha da bússola não apontava exatamente para o norte geográfico da terra. Fez, ainda, outras descobertas:*

- 
- *Se aproximarmos dois ímãs pelos pólos iguais, eles se repelem;*
  - *Se os aproximarmos pelos pólos opostos, eles se atraem;*
  - *Um ímã partido mantém a polaridade do ímã original;*
  - *Cada divisão de um ímã dá origem a outros ímãs.*
-

---

ímã em forma de disco, por exemplo. Por esta razão são chamados dipolos magnéticos. Mesmo se dividirmos um ímã ele ficará com dois pólos (Figura 2).

Figura 2



De forma similar ao caso elétrico, se aproximarmos dois pólos norte, um contra o outro, observamos uma repulsão entre os ímãs. O mesmo ocorre se aproximarmos dois polos sul, um contra o outro. No entanto, se aproximarmos um pólo norte de um pólo sul, ocorre atração. Dizemos, então, que polos de mesmo nome se repelem e polos de nomes opostos se atraem.

---

**Links para mais informações:**

<https://www.youtube.com/watch?v=Nb0UEP95XFE&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&index=29&t=0s> (Vídeo

---

## Willian gilbert

Gilbert desenvolveu trabalhos sobre o campo magnético terrestre, sendo que em 1600, já se sabia que ao quebrar um ímã, obtinham-se dois outros ímãs, cada qual com um pólo sul e norte. Para o inglês a Terra era um imenso ímã cujos pólos magnéticos coincidiam com os geográficos, chegando a construir uma espécie de maquete do planeta com um ímã esférico, simulando as montanhas e posicionando bússolas para analisar as suas orientações.

Ele também acreditava que o magnetismo tinha um papel importante na manutenção dos planetas em suas órbitas, isso estabeleceu o conceito de forças invisíveis e explicou boa parte do comportamento do Universo, que Galileu e Newton seguiram explorando.

Em seu famoso livro *De Magnete*, publicado em 1600. William explicou que os ímãs apresentavam um efeito magnético aos seus redores, e mais ainda, que os raios dessa “virtude” magnética partiam dos centros dos corpos para todas as direções, agindo sobre corpos vizinhos, os atraindo. Logo, ele é considerado precursor do conceito de “campo” magnético.

### A terra é um ímã

*Observa-se que o Norte das bussolas é atraído pela região Norte da Terra, que por mera convenção, isso indica que a bússola aponta para o polo Sul magnético. Analogamente, próximo ao polo Sul geográfico, por convenção, temos o polo magnético Norte da Terra. Veja (Figura 3).*

Figura 3

---

sobre Repulsão e Atração de ímãs 1min23s)

[https://www.youtube.com/watch?v=wihjqKhpmg&list=PLUzk4mleqG7T-ZuJHO1TKfgz--](https://www.youtube.com/watch?v=wihjqKhpmg&list=PLUzk4mleqG7T-ZuJHO1TKfgz--1BrL1vW&index=21&t=0)

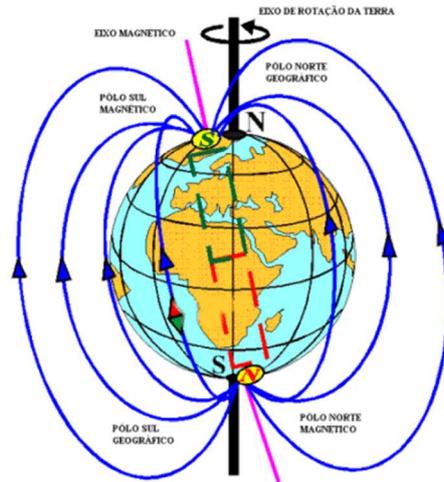
1BrL1vW&index=21&t=0s (Vídeo sobre História do Eletromagnetismo 10min)

[https://www.youtube.com/watch?v=h0dYRTYiKDY&list=PLrzM0kp41yoGmlw8l\\_935JaO-4EEEclZH](https://www.youtube.com/watch?v=h0dYRTYiKDY&list=PLrzM0kp41yoGmlw8l_935JaO-4EEEclZH)

(Aula 20 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=wk6RiXweA3M&list=PLUzk4mleqG7S-2Dl7jtbRXIjV2Xem3b38&index=7&t=0s>

(Construção de uma Bússola 3 min)



Referencias:

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo>

<https://www.youtube.com/watch?v=wk6RiXweA3M&list=PLUzk4mleqG7S-2Dl7jtbRXIjV2Xem3b38&index=7&t=0s>

100 CIENTISTAS QUE MUDARAM O MUNDO, JON BALCHIN, 2009

<https://www.youtube.com/watch?v=aX7n9h9l-g4>

(Experimento para visualizar o Campo Magnético da Terra 2 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=jCL2dLh5MME&t=136s> (Como é feito um Ímã 10 min)

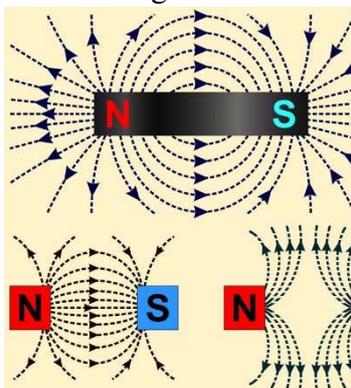
Guimarães, Piqueira e Carron. Física, Volume 3. Ed. 2017

Bonjorno e Clinton Física, Volume 3: Eletromagnetismo. Ed. 2017

## Apêndice B - Guia II

### CAMPO Magnético

Figura 1



Chamamos a região em torno de um ímã de Campo Magnético. As características desse campo são equivalentes ao do campo elétrico.

Também é possível definir um vetor que descreva este campo, chamado vetor indução magnética e simbolizado por  $\vec{B}$ .

Se pudermos traçar todos os pontos onde há um vetor indução magnética associado veremos linhas que são chamadas linhas de indução do campo magnético. Estas são orientados do polo norte em direção ao sul, e em cada ponto o

### Hans Christian oersted

Em 1820, o professor dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) realizou uma experiência que unificou a eletricidade e o magnetismo. Ele aproximou uma bússola de um fio conduzindo uma corrente elétrica e observou que a agulha sofria uma deflexão. A corrente elétrica cria um campo magnético e a bússola tende a se alinhar conforme as linhas de indução geradas pela corrente. Em outras palavras, **cargas elétricas em movimento criam campo magnético**. Esta simples experiência, que foi feita com apenas uma bússola, um fio condutor e uma pilha, chamou muito a atenção, pois apresentou uma força que podia realizar movimento circular. Michael Faraday foi o primeiro a fazer uso prático e verdadeiro da descoberta de Oersted.

### André-marie Ampère

*Partindo das experiências feitas pelo dinamarquês Hans Christian Oersted sobre o efeito magnético da corrente elétrica, Ampère soube estruturar e criar a teoria que possibilitou a construção de um grande número de aparelhos eletromagnéticos. Além disso, propôs as leis que regem as atrações e repulsões das correntes elétricas entre si. Em particular, ficou interessado no comportamento de duas correntes elétricas já que havia percebido que um ímã afetava outro. (100 cientistas que mudaram o mundo, Jon Balchin 2009).*

*Idealizou o galvanômetro, inventou o primeiro telégrafo elétrico e, em colaboração com Arago, o eletroímã.*

*Ampère enunciou quatro importantes princípios do eletromagnetismo, todos eles feitos após diversas experiências. Em suas próprias palavras disse:*

vetor  $\vec{B}$  tangencia estas linhas, conforme a figura 1.

---

## Campo magnético criado por corrente elétrica

Para gerar campo elétrico é apenas necessária a existência de cargas elétricas, não importando se elas estão em movimento ou em repouso. Para gerar um campo magnético é necessário que as cargas elétricas estejam em movimento, ou seja, é preciso a existência de corrente elétrica.

A unidade adotada para a intensidade do Campo magnético é o tesla (**T**), que denomina N/C.m/s, em homenagem ao físico iugoslavo Nikola Tesla.

---

## Regra da mão direita

### Figura 2

---

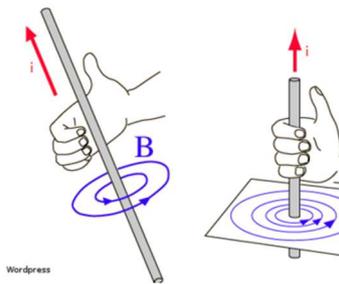
- As ações de uma corrente ficam invertidas quando se inverte o sentido da corrente;
- Há igualdade nas ações exercidas sobre um condutor móvel por dois outros, fixos, situados a igual distância do primeiro;
- A ação de um circuito fechado, ou de um conjunto de circuitos fechados sobre um elemento infinitésimo de uma corrente elétrica, é perpendicular a esse elemento;
- Com intensidades constantes, as interações de dois elementos de corrente não mudam quando suas dimensões lineares e suas distâncias são modificadas em uma mesma proporção.

*Isso resultou na Lei de Ampère que diz que a força magnética entre dois fios eletricamente carregados está relacionada ao produto da corrente e ao quadrado inverso da sua distância.*

## Nikola Tesla

Em 1883, Tesla inventou um motor de indução usando um campo magnético rotativo, que é um princípio fundamental da Física e da base de todos os dispositivos que usam correntes alternadas. Nesse mesmo ano, trabalhou na Companhia Continental Edison, em Paris. Dois anos depois, foi convidado para trabalhar na firma de Thomas Edison (1847-1931) em Nova Iorque, para onde se mudou.

Tesla havia criado ferramentas para tornar viável o uso da corrente alternada, uma forma eficiente de transmitir energia a grandes distâncias, mas perigoso em caso de acidente. Edison, que baseava suas tecnologias na **corrente contínua**, era contra a “corrente assassina de Tesla”. Em 1885, a Westinghouse Electric comprou os direitos da invenção de Tesla sobre corrente alternada e teve início uma guerra de eletricidade. A corrente alternada de Tesla é a que hoje corre nos fios de alta tensão do planeta. Em 1891, Tesla inventou a bobina de Tesla, que era ainda mais eficiente na produção de corrente alternada de alta frequência. Hoje é usada no rádio, na televisão e na maquinaria elétrica. Ele também tinha interesse na transmissão difundida de eletricidade, sem fios. (100 cientistas que mudaram o mundo, Jon Balchin 2009)



Com a mão aberta, aponta-se o polegar no sentido da corrente elétrica no fio e os demais dedos no sentido do condutor para um ponto P.

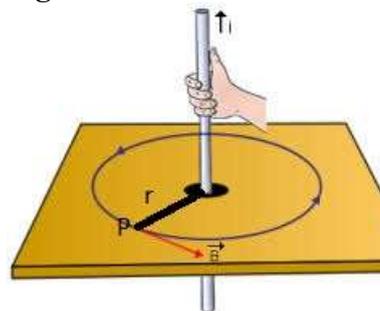
O sentido do vetor  $\vec{B}$  no ponto p é obtido curvando-se os dedos, conforme a figura 2.

### Campo magnético criado por corrente elétrica em um fio reto e longo

*Ampère verificou que a intensidade do campo criado pela corrente elétrica variava com a intensidade da corrente  $i$  no fio e com a distância  $r$  entre o fio e o ponto P do campo Figura 3.*

*Para determinar a relação entre essas variáveis, ele mediu a intensidade do campo em um ponto fixo no espaço externo ao condutor para diversos valores de corrente. Depois, mantendo a corrente constante, mediu o valor do campo em pontos diferentes do espaço em volta de uma seção do condutor. Ele concluiu que a intensidade  $B$  do campo magnético é diretamente proporcional à intensidade  $i$  da corrente inversamente proporcional à distância  $r$ .*

Figura 3



$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi r} \quad (1)$$

$\mu_0$  é a permeabilidade magnética do meio. No vácuo vale  $4\pi \cdot 10^{-7}$

### Solenóide

Solenóide é algo mais com um formato de mola, é um solenoide. A diferença entre o solenoide e a bobina chata é que o solenoide tem um formato mais alongado, como uma mola (Figura 5). A bobina chata, como disse anteriormente, são várias espiras "coladinhas" umas nas outras.

<https://www.youtube.com/watch?v=43TBdfk8nKc&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&index=25> (Experimento fio reto e longo)

<https://www.youtube.com/watch?v=vQkiykrKyDo> (Aula 5min)

Veremos agora os outros casos de Campo Magnético criado por corrente elétrica: Numa Espira Circular e num Solenoide

### ESPIRA CIRCULAR

Espiras circulares ou bobina chata são várias espiras uma em cima da outra, conforme representa a Figura 4a e 4b.

Figura 5

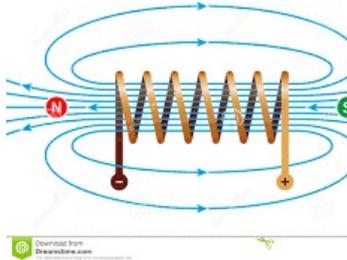


Figura 4a

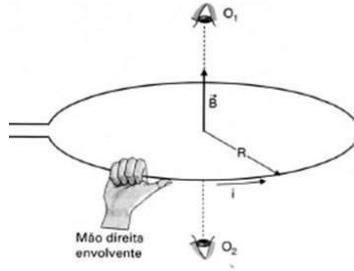
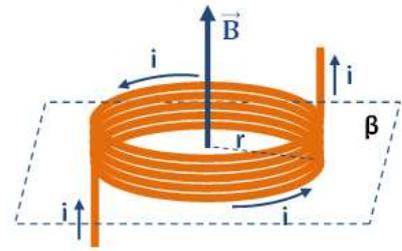


Figura 4b



$$B = N \frac{\mu_0 \cdot i}{2R} \quad (2)$$

$$B = N \frac{\mu_0 \cdot i}{L} \quad (3)$$

L é o comprimento do solenoide.

<https://www.youtube.com/watch?v=ro2wfgvnicc>  
(Aula 5min)

N é o número de voltas da espira.

<https://www.youtube.com/watch?v=XoeTQOk8TYg>  
(Aula 5min)

<https://www.youtube.com/watch?v=g0bmv5uyxbQ&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&index=30&t=0s> (Experimento Espira Circular 1min33s)

### Links para mais

<https://www.youtube.com/watch?v=M0FQqyo9Y98&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38&index=5&t=0s> (Campo Magnético 4 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=xxlhspzPanM&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38&index=5> (Campo Magnético 3 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=Q-953tJXWI4&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38>

[&index=11&t=0s](#)

(Experiencia de Oersted)

[https://www.youtube.com/watch?v=cqACxPi05qc&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&](https://www.youtube.com/watch?v=cqACxPi05qc&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&index=42&t=0s)

[index=42&t=0s](#) (Motor elétrico 2min)

Referencias:

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/campo.php>

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/indice.php>

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/andremarie-ampere.htm>

[https://www.ebiografia.com/nikola\\_tesla/](https://www.ebiografia.com/nikola_tesla/)

<https://www.infoescola.com/biografias/nikola-tesla/>

Guimarães, Piqueira e Carron. Física, Volume 3. Ed. 2017

Bonjorno e Clinton Física, Volume 3: Eletromagnetismo. Ed. 2017

## Apêndice C - Guia III

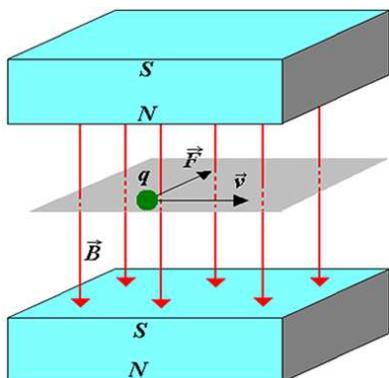
### FORÇA Magnética

A denominação força magnética é muitas vezes substituída por Força de Lorentz, em homenagem a Hendrik Antoon Lorentz.

#### força magnética cargas elétrica

Vamos analisar o efeito de um campo magnético sobre uma carga elétrica móvel. Para isso, consideremos uma carga elétrica  $q$  deslocando-se com velocidade  $\vec{v}$  em relação às linhas de um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ .

Figura 1



### HENDRIK ANTOON LORENTZ

Recebeu em 1902 o Nobel de Física por seu trabalho sobre as radiações eletromagnéticas. A maior parte de seus trabalhos envolveu o eletromagnetismo. Deixou seu nome às transformações de Lorentz, que formam a base da teoria da relatividade restrita de Einstein.

Lorentz foi o primeiro a dar uma explicação do efeito Zeeman e a prever efeitos de polarização (que só posteriormente foi verificado na prática). O núcleo de suas investigações, no entanto, consistiu na procura de uma teoria que englobasse, em uma estrutura consistente, os fenômenos elétricos, magnéticos e luminosos, supondo como meio físico o éter em repouso, onde elétrons moviam-se ou não (relativamente a ele). Essa teoria explicou inúmeros fenômenos, mas chocou-se com o resultado negativo da experiência de Michelson-Morley, que indicava, como explicação mais plausível, o abandono da hipótese do éter. (Para mais informações dessa experiência

acesse [https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia\\_e\\_Michelson-Morley](https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_e_Michelson-Morley)).

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjju\\_y-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjju_y-uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAPegQIBRAC&url=https://www.ifsc.usp.br/~lavfis/2Fimag)

[\\_uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAQegQIBBAB&url=https://www1.folha.uol.com.br/2Ffolha%2Feducacao%2Fult305u13624.shtml&usg=AOvVaw](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=17&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjju_y-uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAQegQIBBAB&url=https://www1.folha.uol.com.br/2Ffolha%2Feducacao%2Fult305u13624.shtml&usg=AOvVaw293ByurLWto1AXiaAM4ong)

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=17&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjju\\_y-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=17&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjju_y-uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAQegQIBBAB&url=https://www1.folha.uol.com.br/2Ffolha%2Feducacao%2Fult305u13624.shtml&usg=AOvVaw293ByurLWto1AXiaAM4ong)

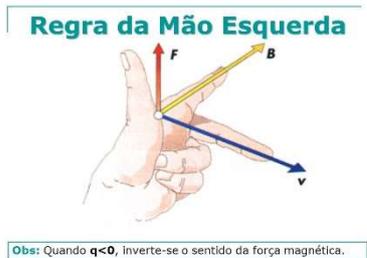
[\\_uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAQegQIBBAB&url=https://www1.folha.uol.com.br/2Ffolha%2Feducacao%2Fult305u13624.shtml&usg=AOvVaw](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=17&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjju_y-uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAQegQIBBAB&url=https://www1.folha.uol.com.br/2Ffolha%2Feducacao%2Fult305u13624.shtml&usg=AOvVaw293ByurLWto1AXiaAM4ong)

[293ByurLWto1AXiaAM4ong](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=17&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjju_y-uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAQegQIBBAB&url=https://www1.folha.uol.com.br/2Ffolha%2Feducacao%2Fult305u13624.shtml&usg=AOvVaw293ByurLWto1AXiaAM4ong)

**Michael Faraday**

São características da força magnética  $\vec{F}_m$  que age sobre a carga:  
 Direção: perpendicular ao plano formado pelos vetores  $\vec{B}$  e  $\vec{v}$ .  
 Sentido: dado pela regra da mão esquerda.

Figura 2



Intensidade:  $\vec{F}_m = qvB\text{sen}\theta$   
 Nessa expressão  $\theta$  é o ângulo entre os vetores  $\vec{B}$  e  $\vec{v}$ .

*Foi um físico e químico britânico. É considerado um dos cientistas experimentais mais influentes de todos os tempos. As suas contribuições mais importantes e os seus trabalhos mais conhecidos tratam dos fenômenos da eletricidade, da eletroquímica e do magnetismo.*

*Foi um dos primeiros a estudar as relações entre eletricidade e magnetismo. Em 1821, logo após Oersted descobrir que a eletricidade e o magnetismo eram associados entre si, Faraday publicou um trabalho que chamou de "rotação eletromagnética", elaborando os princípios de funcionamento do motor elétrico. Em 1831, observou que ao rodar um disco de cobre entre os pólos de um ímã conseguia produzir uma corrente elétrica estável, descobrindo a indução eletromagnética, que é o princípio por trás do gerador elétrico e do transformador elétrico. Suas ideias sobre os campos elétricos e os magnéticos, e a natureza dos campos em geral, inspiraram trabalhos posteriores fundamentais nessa área, como as equações de Maxwell. Seus estudos sobre campos eletromagnéticos são conceitos-chave da Física atual.*

## Casos

1º Caso: cargas elétricas em repouso ( $v = 0$ ) ou movendo-se na direção do campo magnético ( $\theta = 0^\circ$  ou  $\theta = 180^\circ$ ) não sofrem a ação da força magnética

2º Caso: cargas lançadas perpendicularmente ao campo ( $\theta = 90^\circ$ )  $\vec{F}_m = qvB$

3º Caso: lançamento oblíquo ( $\theta \neq 90^\circ$  e  $0 < \theta < 180^\circ$ )

## CARGAS ELÉTRICAS REALIZAM MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

*O módulo da força magnética atuante, é proporcional ao módulo da carga  $q$  da partícula e a massa  $m$  é centrípeta nesse caso, e a partícula realiza movimento circular de raio  $R$*

$$F_m = F_{\text{centrípeta}}$$

$$qvB = \frac{vm^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

Numa volta completa podemos calcular o período dessa carga no campo magnético:

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

## Força magnética sobre um fio percorrido por corrente elétrica

As cargas elétricas em movimento atuam dentro de um campo magnético. Assim, quando uma carga elétrica está em movimento dentro de um campo magnético, ele terá uma força magnética atuando sobre ela.

A força magnética é proporcional ao valor da carga ( $q$ ), ao módulo do campo magnético ( $B$ ) e ao módulo da velocidade ( $v$ ) com que a carga se move.

## Links para mais

[https://wikiciencias.casada.com.br/sciencias.org/wiki/index.php/Hendrik\\_Lorentz](https://wikiciencias.casada.com.br/sciencias.org/wiki/index.php/Hendrik_Lorentz)

<https://www.youtube.com/watch?v=WMoouzok2Rc&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawkrUC&index=9> (Força entre corrente e ímãs 3min)

[https://www.youtube.com/watch?v=g6TK2kP0\\_CU&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawkrUC&index=65](https://www.youtube.com/watch?v=g6TK2kP0_CU&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawkrUC&index=65) (Aplicação das Força de Lorentz 8min)

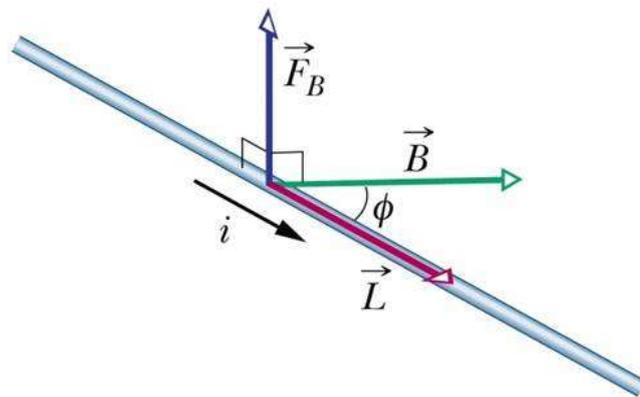
<https://www.youtube.com/watch?v=5ViKR5vT2r8&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawkrUC&index=61> (Experiência de Faraday)

<https://www.youtube.com/watch?v=5ViKR5vT2r8&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawkrUC&index=61> (Experiência de Faraday II)

<https://www.youtube.com/watch?v=5nwUQ5KSrQo&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9>

Se um fio condutor retilíneo, assim como um fio, estiver sendo percorrido por uma corrente elétrica em uma região onde há campo magnético externo, ele sofrerá a ação de uma força magnética, conforme a figura 3.

Figura 3



Nesse caso o valor (módulo) da força magnética é dado por:

$$F_m = BiL\text{sen}\theta$$

Sendo  $i$  a corrente percorrida no fio e  $L$  o comprimento do fio.

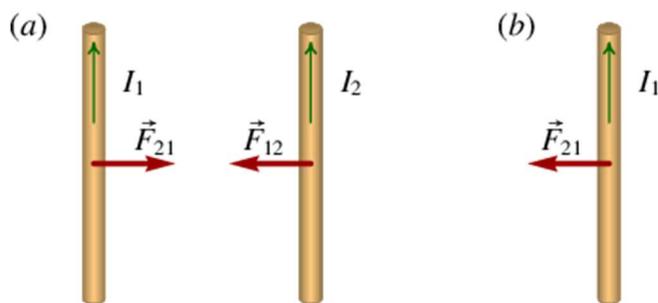
O ângulo, nesse caso, é formado entre o campo magnético e o comprimento do fio, por isso, ele deve ser retilíneo; caso contrário, teríamos de calcular a força magnética sobre cada trecho do fio que apresentasse um ângulo diferente.

[a&index=32&t=0s](#) (Força Magnética Imin) FORÇA MAGNÉTICA ATUANTE EM DOIS FIOS PARALELOS

<https://www.youtube.com/watch?v=prq8c3UNm2k>  
(regra da mão direita)

Ampère fez estudos relacionados à força magnética produzida entre dois fios que conduzem energia elétrica. Em seus estudos, ele conseguiu determinar a intensidade do campo magnético produzido por essa corrente elétrica.

Figura 4



Na figura 4 temos dois fios paralelos, de comprimento iguais a  $L$  separados por uma distância  $d$  e percorridos pelas correntes elétricas sendo essas  $i_1$  e  $i_2$ .

A força magnética entre os fios é determinada pela expressão abaixo:

$$F_m = \frac{\mu}{2\pi} \frac{i_1 \cdot i_2}{d} L$$

Através dessa equação podemos definir que a força magnética que atua no fio 1 é a mesma que atua no fio 2, porém seu sentido é o contrario conforme mostra a figura 4. Essas duas força formam um par de ação e reação.

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

Referencias:

<https://www.todamateria.com.br/forca-magnetica/>

HELERBROCK, Rafael. "O que é força magnética?"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-forca-magnetica.htm>. Acesso em 11 de setembro de 2019.

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/campo.php>

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/indice.php>

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/andremarie-ampere.htm>

[https://www.ebiografia.com/nikola\\_tesla/](https://www.ebiografia.com/nikola_tesla/)

<https://www.infoescola.com/biografias/nikola-tesla/>

100 cientistas que mudaram o mundo, Jon Balchin, 2009

Guimarães, Piqueira e Carron. Física, Volume 3. Ed. 2017

Bonjorno e Clinton Física, Volume 3: Eletromagnetismo. Ed. 2017

## Apêndice D - Pré-teste e Pós-teste

Nome:

Questionamentos Prévios

1 – Você sabia que a Terra possui campo magnético?

( )sim ( )não

2 – Dentre os fenômenos naturais observados, quais estão relacionados ao Magnetismo:

- a) Aurora Boreal
- b) Pôr do sol
- c) Eclipse
- d) Geada

3 – Magnetismo e eletricidade estão relacionados.

( ) Verdadeiro ( ) Falso

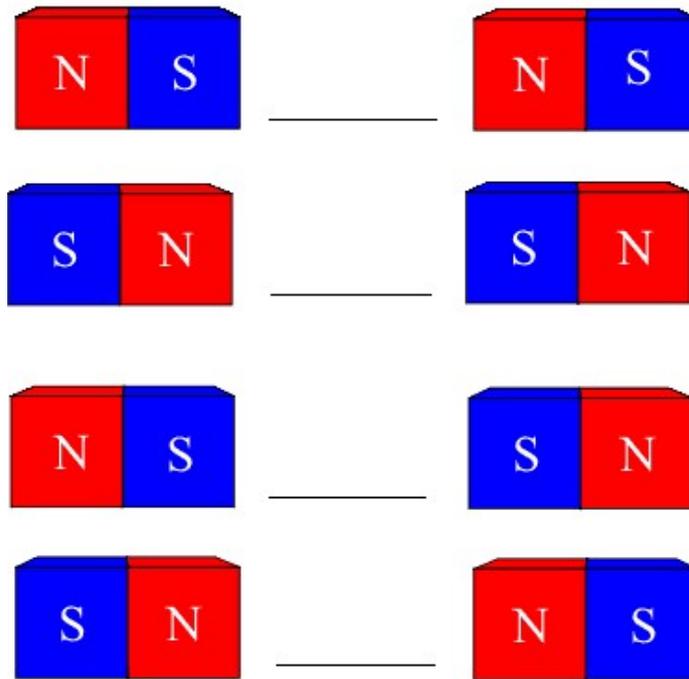
4 - Sobre o campo magnético terrestre, assinale a alternativa correta:

- a) O polo norte magnético encontra-se no polo norte geográfico da Terra.
- b) O polo sul magnético encontra-se no polo sul geográfico da Terra.
- c) O polo norte magnético encontra-se no polo sul geográfico da Terra.
- d) O campo magnético terrestre é mais fraco na região dos polos.

5 - Ao quebrarmos um ímã ao meio, devemos esperar que:

- a) os seus pedaços fiquem desmagnetizados.
- b) um dos seus pedaços seja o polo norte, e o outro, polo sul.
- c) cada um de seus pedaços torne-se um ímã menor.
- d) um dos pedaços fique desmagnetizado e o outro se torne um ímã menor.

6 – Responda o que acontece nas imagens de ímãs a seguir com, atração, repulsão ou neutro:



7 – Cite aplicações na medicina que utilizam o magnetismo:

8 – Cite animais que utilizam o magnetismo para deslocamento.

9 - Do que é feito um ímã?

10 – Como funciona uma bússola?

11 - Se colocarmos um obstáculo entre dois ímãs, isso pode impedir que eles se atraiam ou se repilam?

12 - Seu celular possui sensores como o Magnetometro? Cite aplicativos que utilizam esses sensores:

### ***Gabarito do Pré-teste***

- 1 – Sim
- 2 – A
- 3 – Verdadeiro
- 4 – C
- 5 – C
- 6 – Atração, Atração, Repulsão e Repulsão
- 7 – Ressonância Magnética
- 8 – Aves
- 9 – Magnetita
- 10 – A ponta da agulha aponta para o Norte Geográfico da Terra que é o Polo Sul Magnético, portanto a agulha da bússola funciona como um ímã.
- 11 – Dependendo do tamanho do obstáculo. Se for pequeno não impede dos ímãs se atraírem.
- 12 – GPS, Bússola do Celular.

## Apêndice E – Guia Experimental I

### *Construindo uma Bússola*

	<p><b>Materiais:</b></p> <p><b>Ímã, Agulha, rolha, um copo com água, fita adesiva</b></p>
--	---

*Comece colocando água até a metade de uma vasilha. Depois pegue uma rolha de garrafa e com um pedaço de fita adesiva, fixe uma agulha na sua superfície; coloque a rolha sobre a água de modo que ela fique flutuando. Percebe-se que a rolha se mexe livremente, sem nenhuma direção.*

*Agora, com um ímã em mãos, esfregue-o na agulha. Tenha cuidado para não tocá-la com as mãos depois disso, pois pode desmagnetizá-la. Observe que a rolha contendo a agulha imantada irá se movimentar, orientando-se na direção norte.*

**Explique por que isso acontece?**

<https://www.youtube.com/watch?v=1ItwpRkaKg0>

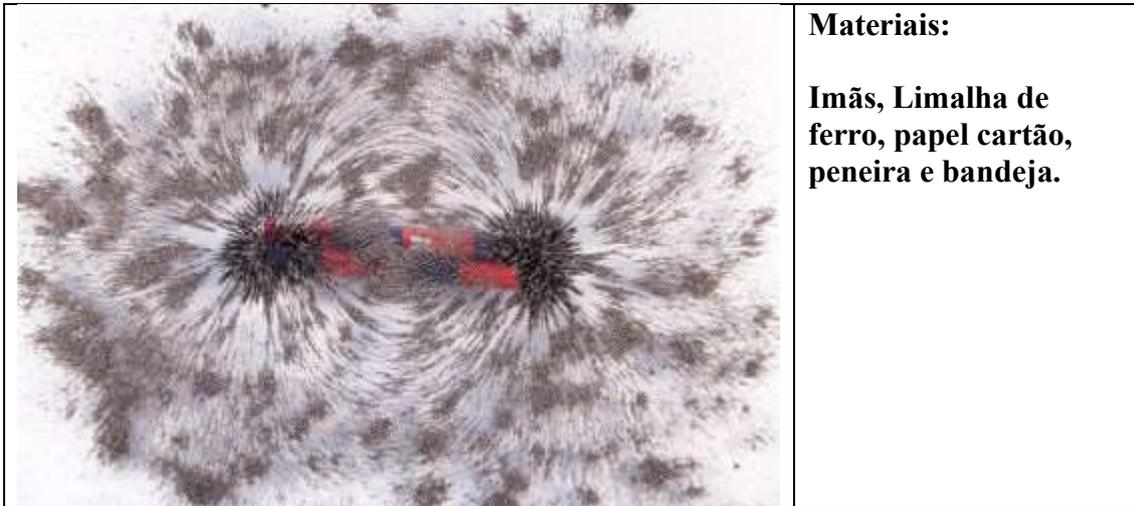
<http://www.silvestre.eng.br/astrologia/astrodicas/bussola/>

Referências:

Guimarães; Piqueira e Carron. Física. Eletromagnetismo. Volume 3. 2 ed. São Paulo, 2016.

## Apêndice F – Guia Experimental II

### Mostrando o Campo Magnético de ímãs com limalha de ferro



**Coloque dois ímãs próximos um do outro, a ponto de sentir que eles se atraem ou se repelem, sobre a bandeja.**

**Em seguida coloquem sobre os ímãs um papel cartão (vidro ou plástico) e joguem um pouco de limalha de ferro em cima da folha utilizando a peneira.**

**Façam a experiência com:**

- a) atração e repulsão dos ímãs em forma de retângulo
- b) com os ímãs em formato U.

**Expliquem o que acontece com as linhas de campo magnético em cada um dos experimentos.**

<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=linhas-de-campo-e-limalhas-de-ferro>

<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/ele13.htm>

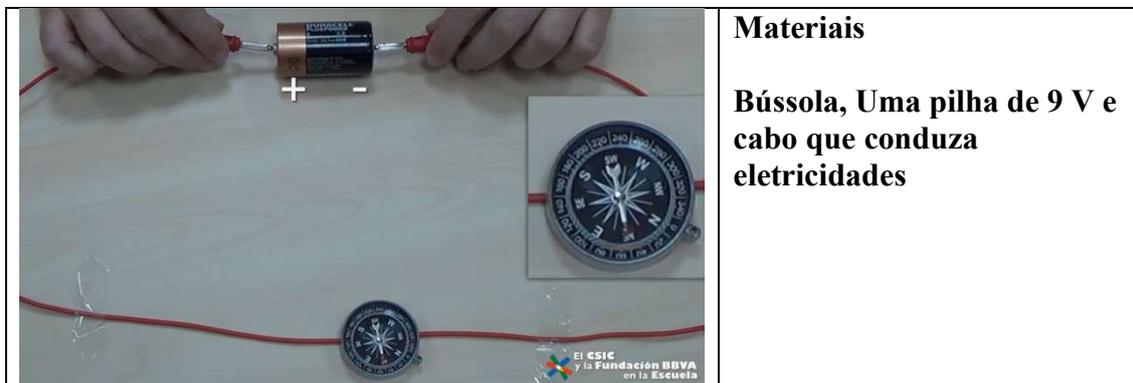
Referências

Bonjorno e Clinton. Física. Volume 3 Eletromagnetismo. São Paulo, 2016.

Guimarães; Piqueira e Carron. Física. Eletromagnetismo. Volume 3. 2 ed. São Paulo, 2016.

## Apêndice G – Guia Experimental III

### Experimento de Oersted



Coloque o cabo que conduz a corrente embaixo da Bússola ou sobre ela, contanto que consiga ver a agulha da bússola. Em seguida, ligue cada uma das extremidades do cabo em cada lado da pilha e veja o que acontece com a agulha da bússola.

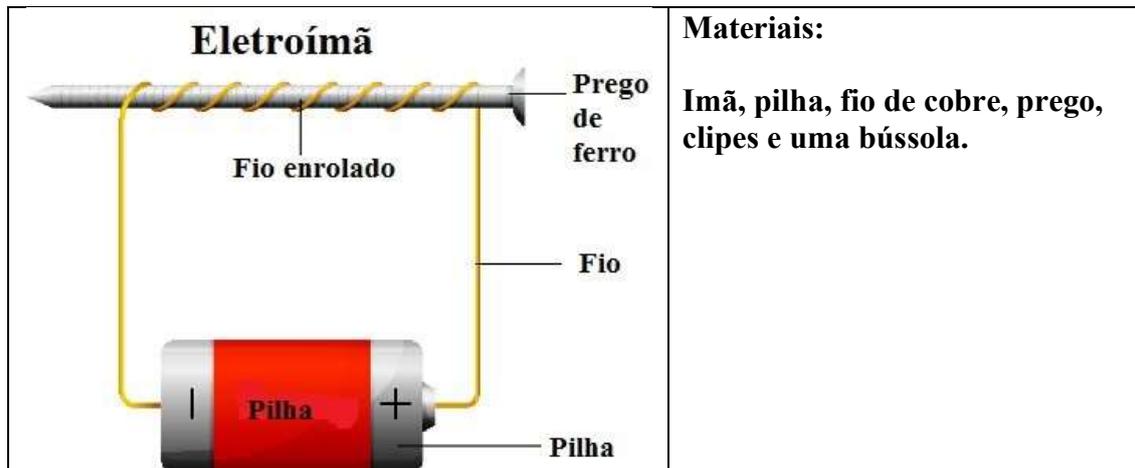
Explique utilizando os conceitos Físicos aprendidos nas últimas aulas.

<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construindo-experimento-oersted.htm>

Referências

Bonjorno e Clinton. Física. Volume 3 Eletromagnetismo. São Paulo, 2016.

## Apêndice H – Guia Experimental IV



Inicialmente enrole o fio na volta do prego várias vezes. Em seguida ligue as extremidades do fio um em cada lado da pilha, conforme a figura.

- Aproxime o eletroímã da Bússola e explique o que acontece
- aproxime o eletroímã dos clips de ferro e explique o que acontece.

Explique utilizando os conceitos Físicos que foram estudados nas ultimas aulas.

<https://www.youtube.com/watch?v=j2kHpzP7elQ&t=1s>

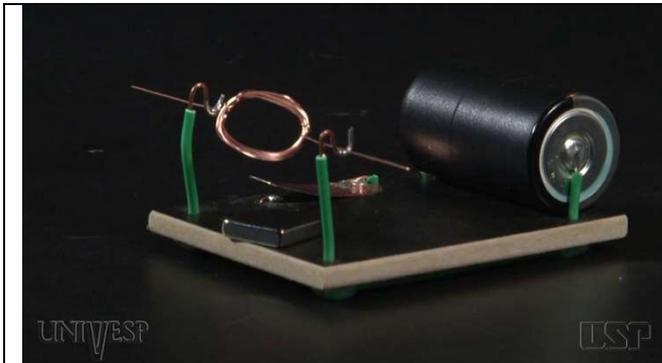
Referências:

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/como-fazer-um-eletroima.htm>

<https://pt.wikihow.com/Fazer-um-Eletroímã>

## Apêndice I – Guia Experimental V

### Como fazer um motor elétrico com um ímã



#### **Materiais**

**Ímã, base de madeira, pilha de 9v, anel feito de cobre, fios**

**Inicialmente coloque o anel de cobre no suporte como mostrado na figura. Embaixo desse anel coloque um ímã. Por fim, ligue fios nas extremidades da pilha e os mesmos na base onde se encontra o anel de cobre.**

**Explique o que acontece utilizando os conceitos de Física aprendidos nas últimas aulas.**

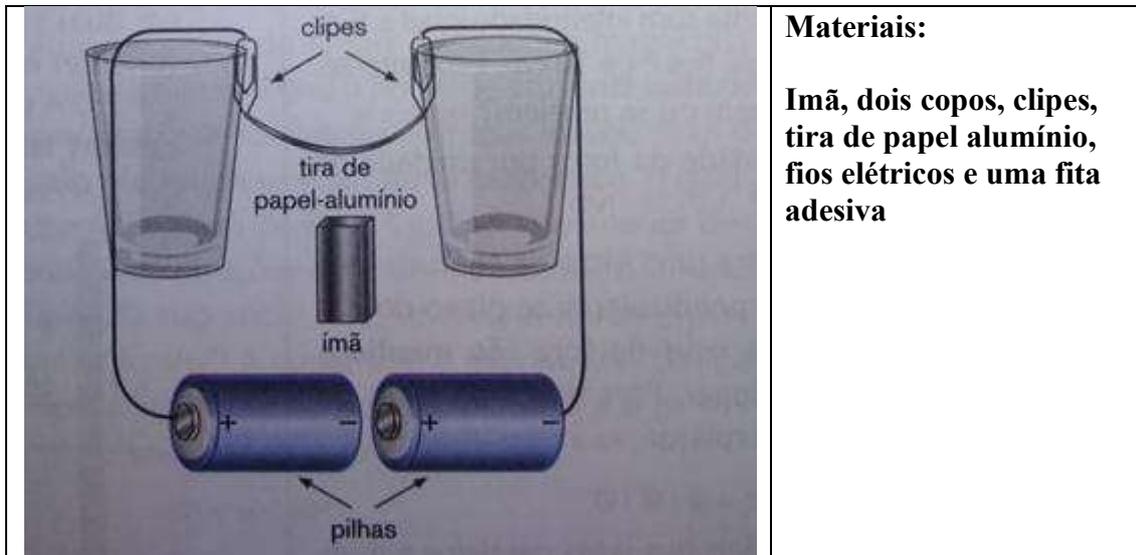
<http://www.manualdomundo.com.br/2014/09/como-fazer-motor-eletrico-com-ima/>  
[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=\\_montagemdeummotor\\_eletric](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_montagemdeummotor_eletric)  
<https://www.youtube.com/watch?v=3nbDBCg6thM>

#### Referências

[http://fap.if.usp.br/~lumini/f\\_bativ/fl\\_exper/magnet/motor\\_shi.htm](http://fap.if.usp.br/~lumini/f_bativ/fl_exper/magnet/motor_shi.htm)

## Apêndice J – Guia Experimental VI

### A força magnética sobre a corrente elétrica



#### **Materiais:**

**Ímã, dois copos, cliques, tira de papel alumínio, fios elétricos e uma fita adesiva**

Ligue cada um dos fios a cada clipe e, em seguida, ligue as extremidades livres dos fios aos terminais de cada pilha. Fixe cada lado da tira de papel alumínio a cada um dos copos usando os cliques.

Posicione o ímã sobre a mesa de modo que um de seus polos fique ao lado da tira de papel alumínio, conforme a imagem.

Faça o contato entre os polos livres das pilhas e observe o movimento da tira.

Explique o que está acontecendo utilizando os conceitos Físicos que foram estudados nas últimas aulas.

<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a04.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=rbO2liGkgO4>

#### Referências

Bonjorno e Clinton. Física. Volume 3 Eletromagnetismo. São Paulo, 2016.

Guimarães; Piqueira e Carron. Física. Eletromagnetismo. Volume 3. 2 ed. São Paulo, 2016.

# Apêndice K – Tabuleiro do Jogo Corrida Magnética



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA





Ministério Nacional  
Produção em um  
Estado de Física



IMEF



CAPE S



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA





Ministério Nacional  
Produção em um  
Estado de Física

## Regras do Jogo:

As equipes primeiramente escolherão uma das peças (que são azuis ou vermelhas para se mover no tabuleiro no formato que o vermelho é um polo Norte e o azul é o polo Sul magnético).

As equipes conforme tiram o número no dado de 6 lados avançaram casas referentes a esse número.

Dependendo da casa que caírem eles atiraram um dado de 20 faces para descobrir qual questão do polígrafo a equipe irá responder.

Só poderão ficar na casa se acertarem a questão que está na casa, caso contrário voltam para a anterior onde estavam. Cada equipe tem três chances para acertar a questão sem limite de tempo.

As casas ímãs formato U correspondem a questões teóricas sobre magnetismo.

As casas bússolas correspondem a questões de cálculo sobre campo magnético e força magnética presentes nos Guias I, II e III.

As casas Ímãs retangulares é uma pequena avaliação sobre o conteúdo, só poderá passar por ela a equipe que tiver a peça com polaridade contrária a parte da frente da casa, caso contrário terá que voltar e fazer outro caminho.

Cada acerto das questões teóricas vale 1 ponto cada acerto das questões cálculos vale 3 pontos. Já os experimentos que foram realizados na etapa anterior do jogo serão avaliados de 0 à 10, analisando a participação de todos os alunos da equipe, o entendimento deles sobre os conceitos físicos do experimento e se o experimento foi executado corretamente. Haverá também durante todo o tabuleiro, uma avaliação da participação de cada membro da equipe que será avaliado de 0 à 5 pontos.

A equipe que somar a maior quantidade de pontos vence o Jogo Corrida Magnética.

## Conjunto de dados de RPG



## Apêndice L – Polígrafo das Equipes

### Questões Objetivas

1 - Um pequeno ímã é colocado nas proximidades de uma barra de ferro. Sobre a situação descrita, assinale a alternativa CORRETA.

- a) O ímã atrai a barra de ferro com a mesma intensidade que a barra de ferro atrai o ímã.
- b) A força que o ímã exerce sobre a barra de ferro é maior que a força que o ferro exerce sobre o ímã.
- c) O ímã atrai a barra de ferro.
- d) A barra de ferro atrai o ímã.
- e) A força que a barra de ferro exerce sobre o ímã é maior que a força que o ímã exerce sobre a barra de ferro.

2 - Sobre as propriedades do campo magnético, assinale a alternativa FALSA.

- a) As linhas de indução magnética emergem do polo norte magnético e adentram o polo sul magnético.
- b) As linhas de indução magnética são sempre abertas.
- c) A concentração de linhas de indução magnética está relacionada com a intensidade do campo magnético na região.
- d) Não é possível separar, em nenhuma ocasião, os polos norte e sul magnéticos.
- e) Ao se colocar ímãs com polaridades iguais observa-se que as linhas de campo não se juntam.

3 - Sobre o campo magnético terrestre, assinale a alternativa FALSA:

- a) O polo norte magnético encontra-se no polo sul geográfico da Terra.
- b) O polo sul magnético encontra-se no polo norte geográfico da Terra.
- c) O campo magnético terrestre é mais fraco na região dos polos.
- d) O campo magnético terrestre é mais intenso na região dos polos.
- e) A bússola aponta para o norte geográfico da Terra, que é o sul magnético.

4 - Ao quebrarmos um ímã ao meio, devemos esperar que:

- a) Os seus pedaços fiquem desmagnetizados.
- b) Um dos seus pedaços seja o polo norte, e o outro, polo sul.
- c) Cada um de seus pedaços torne-se um ímã menor.
- d) Um dos pedaços fique desmagnetizado e o outro se torne um ímã menor.
- e) Nenhuma das alternativas

5 - A respeito do desenvolvimento dos estudos relacionados com o magnetismo, marque V para as afirmações verdadeiras e F para as falsas. Justifique as falsas.

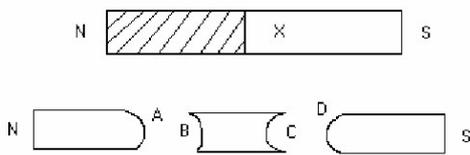
- ( ) Os primeiros estudos realizados na área do magnetismo foram feitos por Aristóteles no século VI a.C. O filósofo analisou a atração entre pedras de um minério denominado de magnetita.
- ( ) A utilização da bússola provavelmente foi a primeira aplicação prática do magnetismo.
- ( ) A relação entre magnetismo e eletricidade só foi aceita no século XX com os estudos de Michael Faraday.
- ( ) O experimento de Oersted, realizado no século XIX, abriu caminho para os estudos relacionados ao eletromagnetismo.

- a) F, V, V, V
- b) V, V, V, V
- c) V, F, V, F
- d) F, F, F, F
- e) F, V, F, V

6 - Indique a única afirmação FALSA:

- a) A primeira aplicação prática do magnetismo foi desenvolvida pelos chineses: a bússola.
- b) As denominações polo norte e polo sul foram dadas por Pierre Pelerin de Maricourt.
- c) Os estudos sobre magnetismo iniciaram-se a partir da percepção de que materiais atritados poderiam atrair-se mutuamente.
- d) O experimento de Oersted abriu caminho para os estudos referentes ao eletromagnetismo.
- e) As bases teóricas sólidas entre a relação de campos magnéticos e campos elétricos foram feitas por Maxwell.

7 - O desenho representa um ímã X dividido em três partes. Considere as afirmativas:



- I. As pontas A e C se repelem.
- II. As pontas B e D se atraem.
- III. As pontas A e D se repelem.

- a) a afirmativa I é verdadeira.
- b) a afirmativa II é verdadeira.
- c) a afirmativa III é verdadeira.
- d) todas as afirmativas são falsas
- e) todas as afirmativas são verdadeiras

8 - O campo magnético é uma região do espaço modificada pela presença de um ímã, de um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica ou de um corpo eletrizado em movimento. A respeito disso, julgue as proposições a seguir, colocando V para as verdadeiras e F para as falsas. Justifique as falsas.

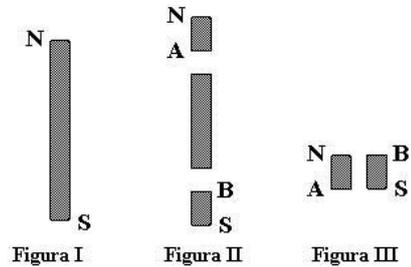
- ( ) A unidade de intensidade da indução magnética no S.I. é o tesla (T).
- ( ) Uma agulha imantada, colocada na região de um campo magnético, orienta-se na direção do vetor campo magnético, estando o seu pólo sul no sentido desse vetor.
- ( ) As linhas de indução magnética são perpendiculares ao vetor indução magnética em cada ponto.
- ( ) A indução magnética, originada pela corrente  $i$ , que percorre uma espira circular de raio  $R$ , em seu centro  $O$ , é perpendicular ao plano da espira, sendo diretamente proporcional a  $i$  e inversamente proporcional a  $R$ .

- a) F, V, V, V
- b) V, F, F, V
- c) V, F, V, F
- d) F, F, F, F
- e) F, V, F, V

9 - A figura I representa um ímã permanente em forma de barra, onde N e S indicam, respectivamente, polos norte e sul. Suponha que a barra seja dividida em três pedaços, como mostra a figura II.

Colocando lado a lado os dois pedaços extremos, como indicado na figura III, é correto afirmar que eles

- se atrairão, pois A é polo norte e B é polo sul.
- se atrairão, pois A é polo sul e B é polo norte.
- não serão atraídos nem repelidos.
- se repelirão, pois A é polo norte e B é polo sul.
- se repelirão, pois A é polo sul e B é polo norte.



10 - O campo magnético medido em um ponto P próximo de um condutor longo retilíneo no qual circula uma corrente constante, terá o seu valor quadruplicado quando:

- a corrente for quadruplicada e a distância ao condutor também.
- a corrente for duplicada e a distância reduzida à metade.
- a corrente for mantida constante e a distância reduzida à metade.
- a corrente for duplicada e a distância ficar inalterada.
- a corrente e a distância forem reduzidas à metade dos seus valores iniciais.

11 - Considere as afirmações sobre ímãs.

I. Em contato com um ímã, o ferro doce transforma-se em ímã temporário.

II. Quando um ímã é quebrado, cada pedaço se constitui num novo ímã com pólos norte e sul.

III. Polos magnéticos de mesmo nome se atraem e de nomes diferentes se repelem.

Está correto SOMENTE o que se afirma em:

- I
- II
- III
- I e II
- I e III

12 - (Unifor/CE/02-Prova-Específica) - Considere as afirmações sobre o campo magnético no interior de um solenóide.

I. O módulo desse campo é proporcional ao número de espiras por unidade de comprimento do solenóide.

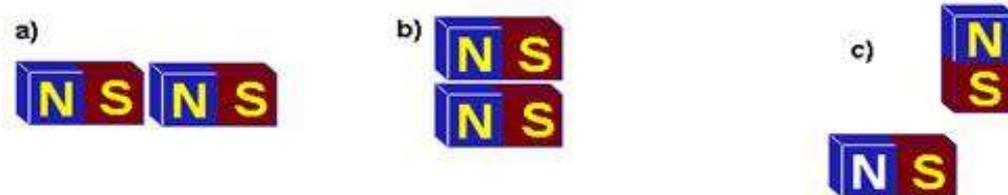
II. A intensidade desse campo diminui quando se introduz uma barra de ferro no seu interior.

III. O módulo desse campo é proporcional à intensidade da corrente elétrica que percorre o solenóide.

Está CORRETO o que se afirma em:

- I
- II
- III
- I e II
- I e III

13 - (UFB) Pares de ímãs em forma de barra são dispostos conforme indicam as figuras a seguir:



A letra N indica o polo Norte e o S o polo Sul de cada uma das barras. Entre os ímãs de cada um dos pares anteriores (a), (b) e (c) ocorrerão, respectivamente, forças de:

- |    |                             |           |           |
|----|-----------------------------|-----------|-----------|
| a) | atração,                    | repulsão, | repulsão; |
| b) | atração,                    | atração,  | repulsão; |
| c) | atração,                    | repulsão, | atração;  |
| d) | repulsão,                   | repulsão, | atração;  |
| e) | repulsão, atração, atração. |           |           |

14 - Observe as afirmativas a seguir:

I. Numa bússola, o polo norte é o polo da agulha que aponta para o norte geográfico da Terra.

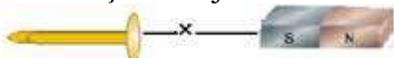
II. Polo de um ímã é a região desse ímã onde o magnetismo é mais intenso

III. Ao se cortar um ímã, obtêm-se dois ímãs com um único polo cada um.

Estão corretas:

- a) todas
- b) I e II
- c) II e III
- d) apenas III
- e) apenas II

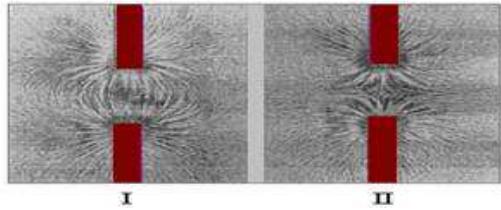
15 - (PUCCAMP-SP) Um pequeno ímã atrai um prego colocado a uma distância  $x$  com uma força  $\vec{F}$  cujo módulo é inversamente proporcional ao quadrado de  $x$ .



Isso significa que, quando se duplicar a distância  $x$ , o valor da força magnética  $\vec{F}$  passará a ser

- a) quatro vezes menor.
- b) duas vezes menor.
- c) a mesma.
- d) duas vezes maior.
- e) quatro vezes maior.

16 - (UFMG-MG) Fazendo uma experiência com dois ímãs em forma de barra, Júlia colocou-os sob uma folha de papel e espalhou limalhas de ferro sobre essa folha. Ela colocou os ímãs em duas diferentes orientações e obteve os resultados mostrados nas figuras I e II:



Nessas figuras, os ímãs estão representados pelos retângulos.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que as extremidades dos ímãs voltadas para a região entre eles correspondem aos polos.

- a) Norte e norte na figura I e sul e norte na figura II.
- b) Norte e norte na figura I e sul e sul na figura II.
- c) Norte e sul na figura I e sul e norte na figura II.
- d) Norte e sul na figura I e sul e sul na figura II.
- e) Nenhuma das alternativas

17 - (UFSM) Considere as afirmações a seguir, a respeito de ímãs.

- I. Convencionou-se que o polo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta o norte geográfico da Terra.
- II. Polos magnéticos de mesmo nome se atraem e polos magnéticos de nomes contrários se repelem.
- III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um polo magnético.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

18 - (UFRS) Analise cada uma das afirmações e indique se é verdadeira (V) ou falsa (F). Corrija as FALSAS.

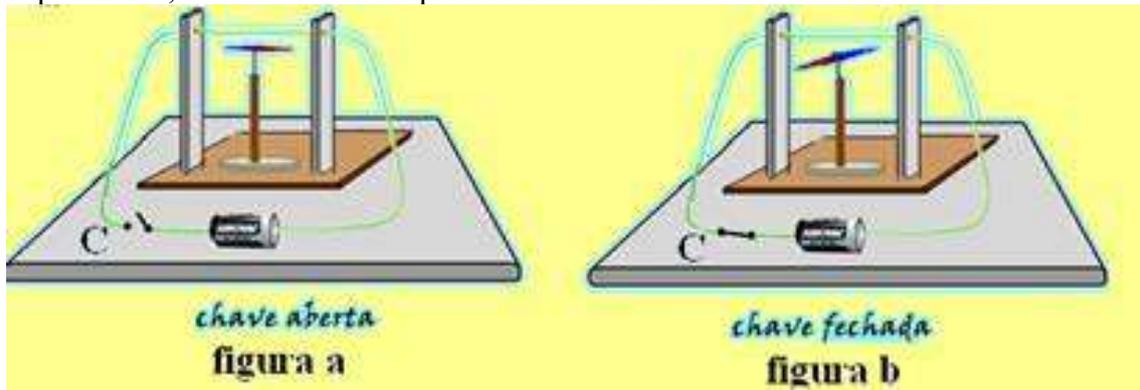
- ( ) Nas regiões próximas aos polos de um ímã permanente, a concentração de linhas de indução é maior do que em qualquer outra região ao seu redor.
- ( ) Qualquer pedaço de metal colocado nas proximidades de um ímã permanente torna-se magnetizado e passa a ser atraído por ele.
- ( ) Tomando-se um ímã permanente em forma de barra e partindo-o ao meio em seu comprimento, obtêm-se dois polos magnéticos isolados, um polo norte em uma das metades e um polo sul na outra.

Quais são, pela ordem, as indicações corretas?

- a) V - F - F
- b) V - F - V
- c) F - F - V
- d) V - V - F
- e) F - V - V

19 - (PUCSP) Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha alinha-se como mostra a figura 1. Fechando-

se a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (figura 2). A partir desse experimento, Oersted concluiu que a corrente elétrica estabelecida no circuito



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

20 -(UFMS) Uma partícula com carga elétrica está em uma região onde existe um campo magnético uniforme. É correto afirmar que

- a) a força magnética sobre a partícula será nula somente se a partícula estiver em repouso.
- b) a força magnética poderá aumentar ou diminuir a energia cinética da partícula.
- c) se a velocidade da partícula e o campo magnético tiverem a mesma direção, a força magnética sobre a partícula será nula.
- d) se a velocidade da partícula e o campo magnético forem perpendiculares, a força magnética sobre a partícula será nula.
- e) se a velocidade da partícula e o campo magnético forem perpendiculares, a trajetória da partícula será retilínea.

Questões dissertativas

1 – Descreva como funciona um eletroímã?

2 – Qual a diferença entre um Solenoide e uma Espira circular?

3 – Quais são os conceitos físicos envolvidos na Experiência de Oersted?

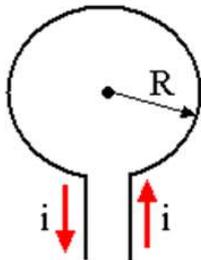
4 - Um solenoide ideal de comprimento 50 cm e raio 1,5 cm contém 2.000 espiras e é percorrido por uma corrente de 3 A. Sendo  $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ . Qual é o valor da intensidade do campo magnético B no interior do solenoide?

5 - Qual deve ser o número de espiras circulares de raio  $10 \pi \text{ cm}$  que constitui uma bobina chata, sabendo-se que, quando no vácuo ( $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ ) e percorrida por uma corrente elétrica de intensidade 2 A, tem no seu centro um campo magnético de intensidade  $2 \times 10^{-4} \text{ T}$  ?

6 - Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica  $i = 4,0 \text{ A}$ . Sabendo que a permeabilidade magnética do meio é  $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ , pode-se afirmar que o módulo do campo magnético, a uma distância  $d = 0,5 \text{ m}$  do fio é:

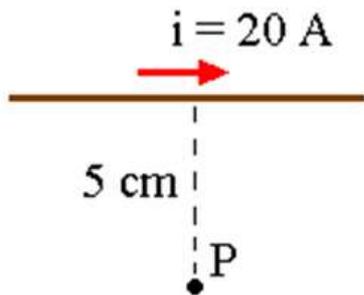
7 - Uma bobina chata é formada de 40 espiras circulares, de raio 8,0 cm. Qual a intensidade da corrente que percorre a bobina, quando a intensidade do vetor campo magnético no centro da bobina é  $6,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ ? ( $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ )

8 - Na figura abaixo temos a representação de uma espira circular de raio  $R$  e percorrida por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Calcule o valor do campo de indução magnética supondo que o diâmetro dessa espira seja igual a  $6\pi$  cm e a corrente elétrica seja igual a 9 A. Adote  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ .



9 - Um fio de 40 cm possui intensidade de campo magnético igual a  $4 \cdot 10^{-6}$  T. Determine o valor da corrente elétrica que percorre todo fio, sabendo que este fio é comprido e retilíneo. (Dado:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ )

10 - Para a figura abaixo, determine o valor do vetor indução magnética  $B$  situado no ponto P. Adote  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ , para a permeabilidade magnética.



11 - Vamos supor que uma corrente elétrica de intensidade igual a 5 A esteja percorrendo um fio condutor retilíneo. Calcule a intensidade do vetor indução magnética em um ponto localizado a 2 cm do fio. Adote  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ .

12 - (UFSM) Em uma região do espaço existe um campo magnético de  $4 \cdot 10^2$  T. Uma partícula com carga de  $2 \times 10^2$  C e velocidade de 100 m/s é lançada fazendo  $30^\circ$  com a direção do campo. Então, atuará sobre a partícula uma força de:

13 - Sejam dois fios paralelos de comprimentos iguais 2 m, separados por uma distância  $r$  de 0.4 m e percorridos pelas correntes  $i_1 = 2$  A e  $i_2 = 3$  A. Sendo  $\mu_0 = 4 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ , calcule a força magnética entre eles.

14 – Qual deve ser o número de espiras de um solenoide de 1 m de comprimento para que o campo magnético gerado tenha intensidade de  $2,4 \cdot 10^{-3}$  T quando percorrido por uma corrente elétrica de 2 A? Considere a permeabilidade magnética do meio que constitui o interior do solenoide igual a  $4\pi \cdot 10^{-7}$  T.m.A<sup>-1</sup> e  $\pi = 3$ .

15 - Uma espira circular, quando percorrida por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , gera um campo magnético que possui como módulo o dobro do valor referente à corrente. Determine o valor do raio da espira sabendo que  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \times 10^{-7}$  T.m/A (utilize  $\pi = 3$ ).

16 – Qual foi a contribuição de Michael Faraday para o estudo do Magnetismo?

17 - Qual foi a contribuição de Pierre de Maricourt para o estudo do Magnetismo?

18 - Um solenoide de comprimento 12 cm (0,12 m), percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 2 A, precisaria ser formado por quantas espiras para possuir um campo magnético de módulo igual a 100 T?

Dado: Considere  $\pi = 3$ ;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

19 – Um solenoide de 10 cm de comprimento, tem 2000 voltas ao longo dele. Sabe-se que passa por ele uma corrente com intensidade de 10 A. Qual o campo magnético no interior do solenoide? Considere  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

20 – Uma espira circular tem raio 2 cm e é atravessada por uma corrente de 0,5 A. Sendo  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$ , determine a intensidade do campo magnético no centro da espira.

Referencias desse poligrafo

<https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-magnetismo.htm#resp-3>

<https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-magnetismo.htm#resposta-4727>

<https://www.mundovestibular.com.br/estudos/portugues/magnetismo-exercicios-de-fisica>

<http://fisicaevestibular.com.br/novo/eletricidade/eletrromagnetismo/exercicios-imas-e-campo-magnetico/>

<https://fisicaevestibular.com.br/novo/eletricidade/eletrromagnetismo/campo-magnetico-originado-por-um-condutor-retilineo-extenso-percorrido-por-corrente-eletrica/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-campo-magnetico/>

Bonjorno e Clinton. Física. Volume 3 Eletromagnetismo. São Paulo, 2016.

Guimarães; Piqueira e Carron. Física. Eletromagnetismo. Volume 3. 2 ed. São Paulo, 2016.

Hewitt, Paul G. Física Conceitual. 9º Ed. Porto Alegre, 2002.

### ***Gabarito do Poligrafo***

Objetivas	Dissertativas
1 A	1 R: Um solenoide, quando percorrido por corrente elétrica, cria um campo magnético em seu interior e exterior apresentando assim uma configuração de campo magnético semelhante ao de um ímã em forma de barra, então dizemos que ele se constitui um eletroímã, ou seja, um ímã obtido por meio de corrente elétrica.
2B	2 R: Uma espira pode ser comparada à um solenoide achatado
3C	3 R: provou que cargas elétricas em movimento podem gerar campo magnético.
4C	4 R: $144 \times 10^{-4} \text{ T}$
5E	5 R: 5000
6C	6 R: $16 \times 10^{-7} \text{ T}$
7 A	7 R: 10 A
8B	8 R: $3 \times 10^{-7} \text{ T}$
9E	9 R: 8 A
10 A	10 R: $8 \times 10^{-5} \text{ T}$
11D	11 R: $5 \times 10^{-5} \text{ T}$
12E	12 R: $8 \times 10^6 \text{ N}$
13 A	13 R: 6 N
14 A	14 R: 10.000
15 A	15 R: $3 \times 10^{-7} \text{ m}$
16D	16 R: Em 1821, logo após Oersted descobrir que a eletricidade e o magnetismo eram associados entre si, Faraday publicou um trabalho que chamou de "rotação eletromagnética", elaborando os princípios de funcionamento do motor elétrico. Em 1831, Faraday

	descobriu a indução eletromagnética, o princípio por trás do gerador elétrico e do transformador elétrico. Suas ideias sobre os campos elétricos e os magnéticos, e a natureza dos campos em geral, inspiraram trabalhos posteriores fundamentais nessa área,
17 A	17 R: descreveu as leis da atração e repulsão magnética, bem como a descrição de bússolas, uma das quais <i>poderia direcionar seus passos para cidades e ilhas e qualquer lugar do mundo.</i>
18 A	18 R: $5 \times 10^6$
19B	19 R: 0,24 T
20C	20 R: $150 \times 10^{-7}$ T