



Lélio Fabiano Martins Ribeiro

UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS DE GAMIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO  
PELOS COLEGAS PARA UM MAIOR ENGAJAMENTO DOS ALUNOS  
DO ENSINO MÉDIO

Juiz de Fora  
2018

Lélio Fabiano Martins Ribeiro

UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS DE GAMIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO PELOS  
COLEGAS PARA UM MAIOR ENGAJAMENTO DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de  
Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como  
parte dos requisitos necessários à obtenção do  
título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Profa. Dra. Giovana Trevisan Nogueira  
Coorientador:  
Prof. Dr. Bruno Ferreira Rizzuti

Juiz de Fora  
Agosto de 2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

**Ribeiro, Lélío Fabiano Martins.**

**Utilização de elementos de gamificação e instrução por colegas para um maior engajamento dos alunos do ensino médio / Lélío**

**Fabiano Martins Ribeiro. -- 2018.**

**173 f.**

**Orientadora: Giovana Trevisan Nogueira**

**Coorientador: Bruno Ferreira Rizzuti**

**Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2018.**


**1. Ensino de Física. 2. Gamificação. 3. Instrução pelos colegas. I. Nogueira, Giovana Trevisan, orient. II. Rizzuti, Bruno Ferreira, coorient. III. Título.**

Lélio Fabiano Martins Ribeiro

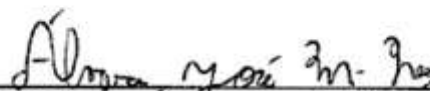
UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS DE GAMIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO PELOS  
COLEGAS PARA UM MAIOR ENGAJAMENTO DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 24 de agosto de 2018, por:

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Giovana Trevisan Nogueira – Orientadora

  
Prof. Dr. Bruno Ferreira Rizzuti – Coorientador

  
Prof. Dr. Álvaro José Magalhães Neves – UFV

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Diana Esthefany Tugarot de Barci – IF - Sudeste-MG

Juiz de Fora  
Agosto de 2018

## Dedicatória

Dedico esta dissertação à minha mãe, Geralda Martins Ribeiro (*in memoriam*), a pessoa mais forte que conheci.

## Agradecimentos

Agradeço ao meu pai, José Ribeiro, meu amparo, meu escudo, meu exemplo.

Ao meu irmão Lauriano e sua esposa Fabiana pelas conversas inigualáveis.

À turma do terceiro ano de 2017 do Colégio Equipe de Cataguases: sem vocês nenhuma dessas palavras estariam aqui.

À Flávio, diretor do Colégio Equipe de Cataguases.

Aos meus amigos... à Ozório, meu *best friend*. À Rodolfo por suas infinitas ajudas. À Júlio, construtor das minhas “gambiarras”. À Wagner, mais conhecido como Wagão, por sempre me motivar. À Gean, com quem aprendo muito todos os dias. E a todos os amigos que conquistei durante o mestrado.

Aos meus orientadores, Giovana Trevisan Nogueira e Bruno Ferreira Rizzuti, por acreditarem e me apoiarem nesse trabalho.

Aos demais professores do polo, importantes na concepção desse trabalho.

Agradecemos à FAPEMIG pelo apoio de taxa de bancada - Projeto MPR 00703-15.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

## RESUMO

### UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS DE GAMIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS PARA UM MAIOR ENGAJAMENTO DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Lélio Fabiano Martins Ribeiro

Orientador:

Giovana Trevisan Nogueira

Coorientador:

Bruno Ferreira Rizzuti

O presente trabalho tem como objetivo principal a elaboração e aplicação de uma sequência didática para o ensino de magnetismo que utiliza elementos da gamificação e da metodologia de Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*), embasados nas ideias de aprendizagem de Lev Vygotsky. Neste contexto, a linguagem e as experiências das aulas são transformadas em linguagem de jogos, na qual os alunos se unem em grupos (chamados de Guildas) para interagir efetivamente nas atividades propostas durante as aulas. As tarefas realizadas são consideradas missões a ser cumpridas para poder avançar no jogo. Dentro da sequência didática gamificada propomos missões como: tarefas a ser realizadas em casa antes das aulas. Aulas com a metodologia de instrução por colegas com questões conceituais, resolução em grupo de questões numéricas e atividades experimentais. A aplicação do produto aconteceu em uma turma da 3ª série do Ensino Médio de uma escola particular do município de Cataguases – MG. Através da aplicação, análise e percepção durante a utilização da sequência didática ficou evidenciado um engajamento maior por parte dos estudantes bem como uma evolução gradual na aprendizagem. A descrição das atividades em forma de produto encontra-se ao final desta dissertação e poderá ser reproduzido fielmente ou modificado por professores que se dispõem a utilizar novas metodologias para se ensinar Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Gamificação, Instrução pelos Colegas.

Juiz de Fora  
Agosto de 2018

## ABSTRACT

### USE OF ELEMENTS OF GAMING AND PEER INSTRUCTION FOR MORE ENGAGEMENT OF SCHOOL STUDENTS

Lélio Fabiano Martins Ribeiro

Supervisor(s):

Giovana Trevisan Nogueira

Bruno Ferreira Rizzuti

In this work we developed and applied a didactic sequence for teaching magnetism that uses elements of gamification and the Peer Instruction methodology. We based this work on the Vygotsky's sociocultural theory. In this context, language and classroom experiences will be transformed into a game language, where the students come together in groups (called Guilds) to interact effectively in the activities proposed during the lessons. The tasks performed are to be considered as missions to be fulfilled in order to advance in the game. Within this didactic sequence, we propose activities such as: task to be performed at home, before classes, classes with the methodology of Peer Instruction involving conceptual issues and experimental activities. This product was applied with students of the third years of High School in the city of Cataguases - MG. Through the application, analysis and perception during the use of the didactic sequence, there was evidence of a greater engagement by students as well as a gradual evolution in learning. A description of these activities is at the end of this dissertation, which can be faithfully reproduced or modified by teachers who are willing to use new methodologies to teach Physics.

Keywords: Physics Teaching, Gamification, Peer Instruction.

Juiz de Fora  
August of 2018



## Sumário

Capítulo 1	Introdução .....	11
Capítulo 2	Referencial teórico e metodológico .....	13
2.1	Gamificação .....	13
2.2	Instrução pelos Colegas.....	15
2.2.1	Estruturação da metodologia Instrução pelos Colegas.....	16
2.3	Lev Vygotsky .....	24
2.4	– Apontamentos entre Vygotsky, gamificação e a Instrução pelos colegas .....	26
Capítulo 3	Magnetismo .....	28
3.1	– Introdução histórica do magnetismo.....	29
3.2	– Campo Magnético e a lei de Biot -Savard .....	31
3.3	– Campo Magnético gerado por corrente elétrica (explicação para o experimento de Oersted).....	32
3.4	– Força magnética em um fio com corrente .....	33
3.5	Geração de corrente elétrica por um campo magnético.....	36
Capítulo 4	A sequência didática .....	38
4.1	– Missões, guildas e pontuações .....	39
4.2	– Aulas da sequência didática.....	40
4.2.1	Primeira aula – Introdução.....	43
4.2.2	Segunda aula – Instrução pelos Colegas .....	43
4.2.3	Terceira aula – Experimento de Oersted .....	44
4.2.4	Quarta aula – Guilda Race .....	45
4.2.5	Quinta aula – Instrução pelos Colegas .....	46
4.2.6	Sexta aula – Guilda Race .....	46
4.2.7	Sétima aula – Instrução pelos Colegas .....	47
4.2.8	Oitava aula – Montagem experimental da Lei de Lenz.....	48
4.2.9	Nona aula – Instrução pelos Colegas .....	49
Capítulo 5	Relato da aplicação da sequência didática .....	51
5.1	Relato e discussões .....	52
5.1.1	Primeira aula 31 de maio de 2017 – Introdução .....	52
5.2.2	Segunda aula 07 de Junho de 2017 - Instrução pelos Colegas .....	53
5.2.3	Terceira aula 07 de Junho de 2017 – Experimento de Oersted .....	57
5.2.4	Quarta aula 14 de Junho de 2017 – Guilda Race.....	59
5.2.5	Quinta aula 14 de Junho de 2017 - Instrução pelos Colegas .....	60
5.2.6	Sexta aula 28 de Junho de 2017 – Guilda Race .....	63
5.2.7	Sétima aula 28 de Junho de 2017 - Instrução pelos Colegas.....	64
5.2.8	Oitava aula 05 de Julho de 2017 - Montagem experimental da Lei de Lenz.....	67
5.2.9	Nona aula 05 de Julho de 2017 - Instrução pelos Colegas .....	67
Capítulo 6	Conclusão e considerações finais.....	73
Referências Bibliográficas .....		75
Apêndice A	Questões conceituais da aula 2 .....	78
Apêndice B	Roteiro da aula 3.....	81
Apêndice C	Questões da aula 4 e 6.....	82
Apêndice D	Questões conceituais da aula 5 .....	92
Apêndice E	Questões conceituais da aula 7 .....	95
Apêndice F	Roteiro do simulador PHET – Laboratório de Faraday.....	98
Apêndice G	Roteiro da aula 8 .....	100
Apêndice H	Questões conceituais da aula 9 .....	101

Apêndice I Manual do produto educacional ..... 105

# Capítulo 1

## Introdução

Ensinar é uma palavra tradicionalmente entendida como uma forma sistemática de transmitir conhecimentos para outras pessoas que não detêm o saber a ser transmitido. Contudo, hoje esse modelo de ensino vem sendo fortemente questionado devido à ineficiência no processo de ensino-aprendizagem. Esta ideia se reflete nas aulas tradicionais nas quais o foco está no professor transmitindo conhecimento aos alunos, que o recebem de maneira passiva (GASPAR, 2004).

A fim de tornar o ensino mais eficiente e mais motivador para os estudantes, surgiram as metodologias ativas em que o foco das aulas deixa de ser o professor e passa a ser o aluno. Nessa perspectiva, a Instrução pelos Colegas (IpC) e a gamificação - que usa elementos de *gamer* tão conhecidos pela nova geração - fomentam essa nova forma de ensinar.

O trabalho que apresentaremos nesta dissertação faz o uso dessas metodologias ativas, cujo objetivo é fazer com que os estudantes se envolvam efetivamente. Nesta proposta, escolhemos o tema magnetismo por se tratar de um assunto fundamental para o avanço da tecnologia e da sociedade como a conhecemos atualmente. Os estudos sobre o magnetismo foram responsáveis pela criação de instrumentos indispensáveis para a sociedade contemporânea, como os geradores de energia elétrica, motores elétricos, forno micro-ondas, disco rígido de computadores, cartões magnéticos, antenas de transmissão de dados, dentre outros variados instrumentos elétricos e eletrônicos tão presentes em nossas vidas.

O produto idealizado neste trabalho é uma sequência didática composta de nove aulas, na qual várias atividades propostas são alicerçadas pelas metodologias ativas IpC e gamificação. Estas aulas também usam atividades experimentais para maior compreensão dos temas estudados e trabalhos em casa com o uso de simuladores. A ordem das atividades feitas nas aulas foram planejadas de forma que os estudantes consigam estudar previamente os tópicos propostos em casa, com alternância de atividades teóricas e práticas.

As próximas seções estão brevemente descritas a seguir. No capítulo 2 encontram-se os referenciais teórico e metodológico, mostrando os conceitos fundantes da gamificação, da Instrução pelos Colegas e da teoria sócio-

construtivista de Lev Vygostsky. O capítulo 3 fará uma pequena introdução histórica sobre o eletromagnetismo e trará também conceitos físicos importantes dessa teoria. O capítulo 4 mostra a composição das aulas bem como todas as atividades utilizadas. O capítulo 5, por sua vez, traz a narrativa da aplicação da sequência didática em uma turma de 3ª ano do Ensino Médio. Por fim será apresentado o capítulo 6, no qual consta as considerações finais desse trabalho.

## Capítulo 2

### Referencial teórico e metodológico

Neste capítulo falamos sobre duas metodologias: Gamificação e seus elementos utilizados no Ensino, e a Instrução pelos Colegas (IpC) com a descrição de seu funcionamento juntamente com estudos internacionais e nacionais deste método. Em sequência, abordaremos a teoria de aprendizagem construtivista de Lev Vygotsky e finalizaremos com uma análise da relação entre estas duas metodologias e a teoria de Vygotsky.

#### 2.1 Gamificação

A origem do termo “gamificação” vem de um programador britânico, Nick Pelling, que o utilizou em 2002 (PAGANINI; BOLZAN, 2016). O objetivo era aplicar a mecânica do universo *gamer* em contextos reais para motivar indivíduos a resolver problemas cotidianos. O termo gamificação começou ganhar força em 2010, quando grandes empresas decidiram criar sistemas de conquistas e recompensas em seus *softwares*. Um exemplo típico é o NIKE RUN CLUB, um aplicativo de corrida para celulares com sistema Android ou iOS no qual os usuários podem comparar e competir com seus amigos, ganhar troféus ou programa de milhas de companhias aéreas.

Na prática educacional a definição de gamificação que mais aparece na literatura é a de Karl Kapp, onde “Gamificação é a utilização de mecânicas baseadas em games, estética e pensamento gamer para engajar as pessoas, motivar ações, promover o aprendizado e a solução de problemas” (KAPP, 2012, p.12).

Segundo Nelson Studart (2015), a gamificação usa elementos para causar uma motivação intrínseca ao indivíduo, induzindo este a realizar certas tarefas porque assim desejam. O autor salienta que, para que elementos dos *games* como pontos, prêmios, bônus, entre outros, e a motivação extrínseca possam fazer parte de um sistema de ensino-aprendizagem gamificado ele deve possuir elementos de narrativa, desafio, resposta rápida e muita interação entre os alunos.

A potencialidade do uso da gamificação no ensino está sendo discutida em âmbito educacional, vindo a ser uma alternativa para engajar os alunos no processo de ensino-aprendizado da Física ou de qualquer outra disciplina.

As linhas gerais para a utilização da gamificação são apontadas no trabalho *Gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem* (FARDO, 2013), que é baseado na proposta de uma plataforma gamificada de escolas de Portugal e indicações de gamificação em negócios. São elas:

- 1ª – Levar em conta a diversão. A aprendizagem deve ser prazerosa.
- 2ª – Inclusão do erro como parte do processo de aprendizagem. O erro é um elemento importante dos *games*.
- 3ª – Construção de um contexto (narrativa) para a aprendizagem.
- 4ª – Disponibilização de diferentes experimentações, proporcionando diferentes caminhos para alcançar a solução de determinado problema.
- 5ª – Incluir ciclos rápidos de respostas para uma melhor visualização dos resultados.
- 6ª - Diferentes níveis de dificuldade nas tarefas para auxiliar a construção do senso de avanço pessoal.
- 7ª – Divisão das tarefas complexas em outras mais fáceis, propiciando ao estudante a construção do conhecimento de forma gradativa.
- 8ª – Promover a competição e a colaboração entre os grupos. Competição e colaboração não precisam ser mutuamente exclusivos.

Vale ressaltar que existem outros caminhos não descritos aqui para se inserir a gamificação no ensino e que podem ser encontrados em outras propostas.

A gamificação permite a criação de diferentes caminhos para o acesso ao conhecimento por parte dos alunos, sendo possível adaptar os conteúdos às diferentes habilidades, aos perfis diversos encontrados em um ambiente escolar, apresentando distintos métodos e estratégias para adquirir o fim específico, que é a aprendizagem significativa do aluno (TEIXEIRA, 2017, p. 9).

Como existem vários caminhos para se gamificar uma aula ou uma sequência didática ou, até mesmo, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), várias possibilidades e resultados podem ser exploradas usando o conceito da gamificação. Teixeira (2017) ainda afirma que a aplicação da gamificação no ensino exige três elementos fundamentais: fomentar ações, promover a aprendizagem e resolver problemas.

Nesta metodologia, as mudanças no que se trata o engajamento dos alunos assume o papel de maior importância, ou seja, o sistema gamificado servirá de alicerce para o engajamento dos alunos afim de que os mesmos atinjam seus

próprios objetivos, fazendo com que o aluno seja envolvido em uma atmosfera de interatividade, desafios, erros, conquistas, cooperação, superação e aprendizado.

## 2.2 Instrução pelos Colegas

A metodologia ativa *Peer Instruction* (PI) ou Instrução pelos colegas (IpC) foi criada e desenvolvida pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA), em 1991 nas suas turmas de Física básica, tornando-se referência em metodologias ativas.

O professor Mazur e outros educadores perceberam que os estudantes aprendem pouco os conceitos da Física nas aulas expositivas tradicionais. Muitos pesquisadores documentaram que os conceitos centrais da Física ensinados nas faculdades não eram bem compreendidos pelos alunos, mesmo eles conseguindo resolver problemas algébricos complexos (CROUCH *et al.*, 2007).

Em uma de suas aulas, o professor Mazur percebeu que a classe não estava entendendo nada e pediu que os alunos discutissem o problema entre eles. Mazur constatou que o problema, que gastou um bom tempo para explicar na lousa, foi melhor compreendido em poucos minutos quando os próprios alunos discutiam entre si. Sua constatação é de que um aluno consegue explicar as dificuldades de um conceito já que também os teve, diferentemente de um professor que já possui esse conhecimento achando o mesmo simples (MAZUR, 2015).

Nas palavras de Catherine Crouch sobre a explicação de um problema feito pelos próprios alunos,

[...] as que os alunos oferecem são muitas vezes mais eficazes para convencer um colega de estudo, mesmo que sejam menos diretos. Às vezes, os alunos oferecem uma perspectiva completamente diferente sobre o problema, o que pode ajudar o instrutor a explicar melhor o conceito. Com efeito, os alunos podem ensinar ao professor como ensinar. O que também é importante é que, ao ouvir os alunos que responderam à resposta errada, pode-se sentir o que se passa nas mentes. Esse envolvimento ajuda o instrutor a entender melhor os problemas que os alunos enfrentam e abordá-los diretamente na aula (CROUCH, *et al.*, 2007, p. 9).

Sobre a metodologia *Peer Instruction*,

Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro

individualmente e então discutirem com os colegas (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 367).

### 2.2.1 Estruturação da metodologia Instrução pelos Colegas

O método IpC objetiva mudar o comportamento do aluno em sala de aula tornando-o mais ativo no processo de ensino-aprendizagem e fazendo que todos os alunos da classe se envolvam com os conteúdos de ensino através das questões conceituais, promovendo o aprendizado (MAZUR, 1997).

O IpC pode ser separado em algumas etapas bem definidas (MAZUR, 1997; CROUCH *et al.*, 2007; ARAUJO & MAZUR, 2013):

- Material fornecido com antecedência para estudo prévio dos alunos sobre os conceitos que irão fazer parte da aula;
- na aula o professor faz uma breve explanação, entre 7 min a 10 min, sobre o conteúdo ou teoria fornecida aos alunos para estudo prévio;
- um teste conceitual de múltipla escolha sobre a teoria ou conceito é lançado logo após a explanação;
- é dado um tempo entre 1 min e 2 min aos alunos para pensarem individualmente sobre o teste conceitual apresentado e para formularem uma argumentação que justifique sua resposta;
- coleta-se as respostas dos alunos com *flashcards*, *clickers*, aplicativo de *smartphone plickers* ou com as mãos.

Aqui se encontra um ponto muito importante sobre a aplicação da metodologia com relação ao segmento da aula. O professor dará continuidade a sua aula de acordo com o índice de acerto da questão conceitual apresentada.

**Quadro 1** - Faixa de pontuação por segmento das aulas envolvendo a metodologia IpC

<b>Acertos %</b>	<b>Continuidade da aula de IpC</b>
$\leq 30\%$	será revisto o conceito explicado ou optar por um novo teste conceitual. Possivelmente os alunos não compreenderam pelo estudo prévio ou na explanação.
$30\% > \textit{Acertos} \leq 70\%$	abre-se a discussão da questão entre os alunos e uma 2ª votação é feita
$> 70\%$	o professor explica a questão e reinicia o processo de exposição dialogada e apresenta uma nova questão conceitual sobre um novo tópico.

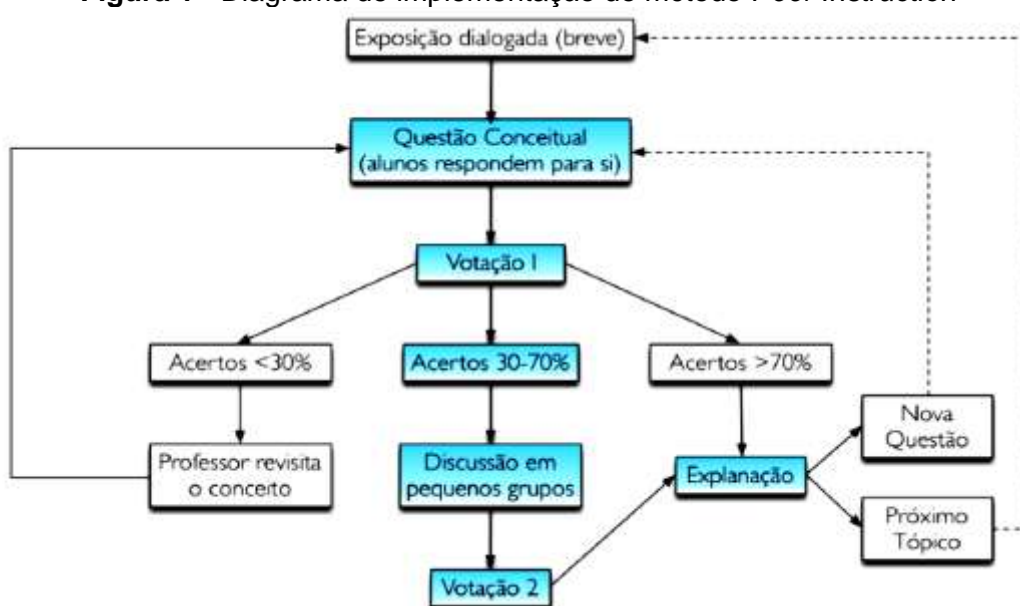
Fonte: Araújo & Mazur (2013).



- De acordo com a faixa de acertos, caso fique entre 30% e 70%, será aberta uma discussão entre os alunos (colegas/grupos) sobre a mesma questão conceitual por volta de 2 min.
- Os alunos votam novamente de forma similar à primeira votação.
- O professor dá uma resposta rápida sobre as votações para os alunos apresentando os resultados.

As etapas da execução da metodologia IpC estão resumidas na Figura 1.

**Figura 1** - Diagrama de implementação do método *Peer Instruction*



Fonte: Araújo & Mazur (2013).

O sistema de votação dos alunos nos testes conceituais não limita a aplicação da metodologia IpC. Alguns muito utilizados são os *flashcards* (Figura 2a), votação com as mãos (Figura 2b), *clickers* (Figura 2c) e *plickers* (Figura 2d). Embora cada um possua vantagens e desvantagens no processo das aulas, Lasry mostra que não existe diferenças significativas entre *clickers* ou *flashcards* nos resultados obtidos (LASRY, 2008).

A Figura 2 mostra algumas formas de votação que podem ser adotadas no IPC.

**Figura 2** - (a) Cartões respostas diferenciados por letras cores; (b) Cartões respostas diferenciados por cores; (c) Sistema de votação utilizando *smartphone/tablet* através dos cartões resposta que utilizam QR codes /Plickers; (d) Receptor de radiofrequência USB e sistema de remoto de resposta Clicker,



(a)



(b)



(c)



(d)

**Fonte:** a) MONASH University<sup>1</sup>; b e c) Acervo pessoal; d) Site Historiann<sup>2</sup>

Os sistemas de votações eletrônicos podem proporcionar dados mais rápidos na contagem e verificação dos alunos, mas não interferem no processo de ensino-aprendizagem. Os Clickers (Figura 2d) têm uma desvantagem em relação ao Plickers devido seu valor comercial e muitas escolas não possuem orçamento necessário para investimento do equipamento. Já o Plickers (Figura 2c) é um aplicativo gratuito para *smartphones* e de fácil acesso, sendo apenas necessário um cadastro no site do aplicativo. Os cartões QR code são disponibilizados gratuitamente em PDF para impressão (PLICKERS, 2018). A vantagem do Plickers é sua rapidez nas estatísticas, dando um retorno rápido e preciso através do

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://artsonline.monash.edu.au/peer-instruction-in-the-humanities/voting-mechanisms/>>. Acesso em: 28 de julho de 2018.

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://historiann.com/2009/03/03/clickers-excuse-me-are-we-training-dogs-here/>>. Acesso em: 28 de julho de 2018.

*smartphone* do professor. Esse aplicativo ainda fornece a opção de exportar os dados coletados para Excel ou PDF, fornecendo gráficos com o número de marcações para cada questão apresentada. Sua desvantagem em relação aos Clickers é que ele permite, no máximo, 4 opções de respostas, impedindo, assim, questões com 5 ou mais alternativas. Uma alternativa para sistema de votação de acesso livre vem de um trabalho do Mestrado profissional de Ensino em Física criado por Rocha. Ele permite que os alunos usem seus próprios *smartphones* na votação através da criação de uma rede *website* local por um roteador e o computador do professor (ROCHA, 2017).

O uso do IpC atinge seu ápice quando a faixa de acertos nas questões conceituais ficam entre 30% e 70%. Nesta faixa ocorre a discussão entre os grupos de alunos. Pesquisas relatadas mostram que nessa fase há uma convergência para a resposta correta (CROUCH & MAZUR, 2001; CROUCH *et al.*, 2007).

Um aumento sistemático tanto em percentual de respostas corretas quanto na confiança dos alunos acontece na discussão dos alunos e, normalmente, a melhora é maior quando a porcentagem inicial de respostas corretas fica em torno de 50%. Se essa porcentagem for muito elevada acontecerá pouca melhora e se for muito baixa haverá poucos alunos para convencer os demais (MAZUR, 2015).

Uma sugestão dada pelo próprio Mazur em seu livro é:

Eu leio a questão para os estudantes, assegurando-me de que não há mal-entendidos a seu respeito. A seguir, eu lhes digo que eles têm um minuto para escolher uma resposta – mais tempo faria com que começassem a usar as equações em vez de pensar. Como eu quero que cada estudante dê uma resposta individual, eu não permito que falem entre si. Eu me asseguro de que haja silêncio absoluto na sala de aula (MAZUR, 2015, p. 11).

O IpC foi criado e desenvolvido no ensino superior, como mencionado, e alguns dados referem-se à universidades dos Estados Unidos. No artigo *Peer Instruction: Ten years of experience and results* (CROUCH; MAZUR, 2001), os autores apresentam dez anos de dados das experiências e melhorias na utilização da metodologia. O Quadro 2, retirado desse mesmo artigo, detalha os resultados obtidos dos alunos nos testes *Force Concept Inventory* (FCI) e *Mechanics Baseline Test* (MBT).

**Quadro 2** - Resultados da metodologia PI ao longo de dez anos.  
 Ganho Normalizado:  $\langle g \rangle = (\langle S_{\text{Pós}} \rangle - \langle S_{\text{Pré}} \rangle) / (100\% - \langle S_{\text{Pré}} \rangle)$ .

Resultados - Force Concept Inventory (FCI) e Mechanics Baseline Test (MBT)								
Ano	Método utilizado	Pré teste (FCI)	Pós teste (FCI)	Ganho Absoluto (Pós – Pré)	Ganho Normalizado $\langle g \rangle$	MTB	Quantidade de questões MTB	Nº de alunos
Baseado em Cálculo								
1990	Tradicional	70%	78%	8%	0,25	66%	62%	121
1991	PI	71%	85%	14%	0,49	72%	66%	177
1993	PI	70%	86%	16%	0,55	71%	68%	158
1994	PI	67%	88%	18%	0,59	76%	73%	216
1995	PI	67%	88%	21%	0,64	76%	71%	181
1996	PI	67%	89%	22%	0,68	74%	66%	153
1997	PI	67%	92%	25%	0,74	79%	73%	117
Baseado em Álgebra								
1998	PI	50%	83%	33%	0,65	68%	59%	246
1999	Tradicional	48%	69%	21%	0,40	...	...	129
2000	PI	47%	80%	33%	0,63	66%	69%	126

Fonte: Adaptado de Crouch & Mazur (2001).

Observa-se pelo Quadro 2 que no uso IpC, em relação à metodologia tradicional, o ganho absoluto é discreto, mas possui um ganho normalizado muito significativo usando-se *Peer Instruction*. No ganho normalizado é verificada a evolução do aprendizado, considerando-se os resultados Pré-teste e Pós-teste. Esses dados provam que a metodologia IpC é eficaz. No Brasil existem vários trabalhos que utilizam o IpC para ensinar Física no Ensino Médio. Três desses trabalhos serão mostrados aqui, a saber as dissertações de Muller (2013), Diniz (2015) e Rocha (2017).

Como mestrando, Diniz aplicou o método em 2014 em uma turma de 28 alunos do primeiro ano do Ensino Médio no Colégio de Aplicação João XXIII da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais. Foram abordados nesta metodologia os temas “Investigando a ação de Forças”, “Equilíbrio de Forças”, “Newton e suas Leis”, “Energia e Trabalho” e “Quantidade de Movimento” (DINIZ, 2015).

Diniz usou duas turmas de controle para fins estatísticos. Os alunos das três turmas fizeram o *Force Concept Inventory* (MAZUR, 1997), composto de 30

questões conceituais de múltipla escolha sobre conceitos newtonianos de força, antes de estudarem os temas listados (Pré-teste) e após a aplicação do conteúdo (Pós-teste). Esse teste foi usado para comparar os resultados da turma onde Diniz usou a metodologia IpC em relação às outras duas turmas onde foi utilizada a metodologia tradicional, ministradas por dois professores diferentes. Participaram da pesquisa um total de 67 alunos que foram analisados através do ganho de Hake (mede a evolução do aprendizado do aluno) e também pelo teste t de Student. O Quadro 3 apresenta o ganho de Hake normalizado  $\langle g \rangle$  das três turmas participantes da pesquisa.

**Quadro 3** - Dados comparativos do *ganho de Hake*. Valor máximo de acertos: 30.  
Ganho Normalizado:  $\langle g \rangle = (\langle S_{\text{Pós}} \rangle - \langle S_{\text{Pré}} \rangle) / (100\% - \langle S_{\text{Pré}} \rangle)$ .

Turma	Turma 3 (Tradicional)	Turma 2 (Tradicional)	Turma 3 (PI)
Número de alunos que fizeram o pré-teste	23	21	22
Número de alunos que fizeram o pós-teste	23	21	22
Porcentagem de acertos no pré-teste (%pre)	28,5	25,0	24,5
Porcentagem de acertos no pós-teste (%pos)	30,0	27,3	32,3
Média de acertos no pré-teste	8,5	7,5	7,4
Média de acertos no pós-teste	9,0	8,2	9,7
Ganho de Hake $\langle g \rangle$	0,02	0,03	0,10

Fonte: Diniz (2015, p.38).

Os resultados obtidos mostram que, tanto nas turmas que utilizaram os métodos tradicionais quanto na turma que usou o IpC, o ganho normalizado de Hake foi abaixo do descrito na literatura. Segundo Diniz, o ganho de Hake fica entre 0,1 e 0,2 quando utilizado em metodologias tradicionais e as metodologias ativas ficam entre 0,49 e 0,74, apesar de que, na turma em que foi usada a IpC, o ganho foi superior ao das turmas tradicionais. O autor relata que os valores de  $\langle g \rangle$  da literatura correspondem a realidades educacionais diferentes. Em suas próprias palavras

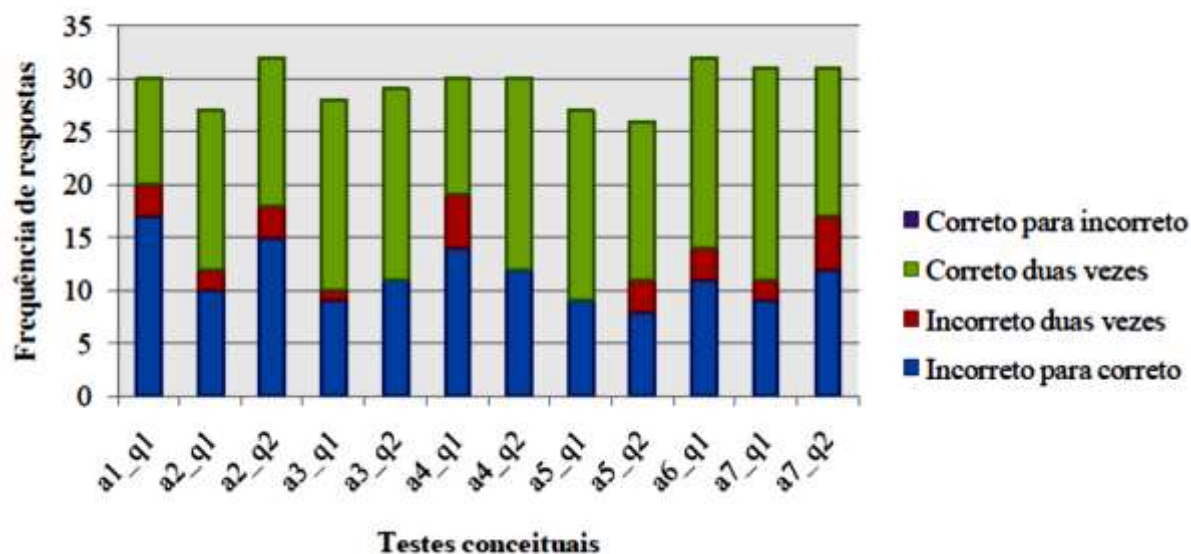
Os resultados da aplicação do método *PI*, apesar de não serem estatisticamente satisfatórios, segundo o *ganho de Hake*, mostraram certa evolução em termos de notas. As notas dos alunos da turma 3 no *FCI* aumentaram cerca de 31% em relação ao pré-teste, enquanto que as turmas 1 e 2, que também fizeram o *FCI* sob as mesmas condições, porém com outros professores e metodologias diferentes de aula, aumentaram suas notas em aproximadamente 6% e 9,3%, respectivamente. Vale ressaltar que a turma 3 obteve a pior média na primeira aplicação do *FCI* e a melhor média na segunda aplicação do *FCI*, em comparação com as turmas 1 e 2 (DINIZ, 2015, p. 38).

Como próprio autor afirma, não foi observado aumento da aprendizagem segundo o método de avaliação de Hake, mas ele relata que 75% dos alunos aprovaram a metodologia em uma pesquisa de satisfação e 59% dos alunos afirmaram que o estudo prévio ajudou na compreensão da matéria.

Já o trabalho de Müller (2013) tem como objetivo comparar o ensino tradicional através da implementação da metodologia IpC em uma escola pública federal da cidade de Porto Alegre. A comparação é feita em termos da motivação para aprender Física, engajamento cognitivo, desempenho em Testes Conceituais por parte dos alunos e de como viabilizar o uso dos computadores do projeto governamental “Um Computador por Aluno (UCA)” como sistema de votação para a IpC (MÜLLER, 2013). O trabalho é composto em dois estudos de casos. O primeiro foi a aplicação do IpC por ele mesmo em uma turma de 34 alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre tópicos de Eletromagnetismo. O segundo estudo foi o acompanhamento da aplicação de IpC por graduandos do curso de Licenciatura em Física que utilizaram o *Peer Instruction* pela primeira vez enquanto realizavam seus estágios.

A Figura 3 representa 12 questões conceituais aplicadas no primeiro estudo de caso de Müller que tiveram porcentagem de acertos entre 35% a 70 % na primeira votação, de um total de 21 questões apresentadas. A Figura 3 mostra o resultado da votação de 12 questões conceituais aplicadas no primeiro caso.

**Figura 3** - Distribuição de frequência de respostas para os 12 Testes Conceituais em que ocorreram discussões entre os colegas para um total de 34 alunos, onde  $a_n - q_m$  correspondem a aula e o número da questão.



Fonte: Müller (2013, p.67).

Os dados desse trabalho mostram que houve 100% de convergência para a resposta correta na segunda votação, dentro do conjunto de 21 testes conceituais. Apenas 1 teve índice de acerto menor que 35%, sendo o restante das questões com índice superior a 70%. Nesse trabalho é observado de forma clara a convergência para resposta correta após a discussão entre os alunos (CROUCH & MAZUR, 2001; CROUCH *et al.*, 2007; MAZUR, 2015).

Por último, Rocha no seu trabalho desenvolveu um sistema de votação wi-fi na aplicação da metodologia IpC, obtendo também bom desempenho com uso da metodologia. Sua aplicação aconteceu no ano de 2016 em uma escola pública da cidade de Guaçuí, no estado do Espírito Santo. Nesse trabalho o autor verificou a performance de 155 alunos do 1ª ano do Ensino Médio de 4 turmas diferentes, onde duas dessas turmas faziam o curso técnico integrado. Rocha aplicou em 2 aulas de 55 minutos cada 7 questões conceituais sobre a 1ª e a 3ª lei de Newton (ROCHA, 2017).

Na tabela 4, Rocha dá uma visão geral dos dados obtidos de todas as 4 turmas durante o processo de votação da metodologia IpC.

**Quadro 4** - Porcentagem de respostas corretas (RC) para sete perguntas aplicadas para cada grupo. (ROCHA, 2017).

TURMAS	PORCENTAGEM DE RESPOSTAS CORRETAS													
	Questão 1		Questão 2		Questão 3		Questão 4		Questão 5		Questão 6		Questão 7	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
A	48	100	<b>80</b>	-	<u>12</u>	-	<u>11</u>	-	43	86	33	60	52	67
B	<u>19</u>	-	<b>84</b>	-	<u>6</u>	-	<u>13</u>	-	55	77	58	74	<b>74</b>	-
C	44	59	67	89	<u>11</u>	-	24	80	31	78	<b>44*</b>	<b>39*</b>	47	78
D	<b>37*</b>	<b>3*</b>	78	87	37	53	34	56	50	54	43	80	54	86

Fonte: Rocha (2017, p.91).

Legenda: **Com asterísco**: situações onde a RC diminuiu na segunda votação;  
**com sublinhado**: aplicação de apenas uma votação, devido RC < 30%.  
**com contorno**: aplicação de apenas uma votação, pois o índice de RC > 70%.

Este quadro evidencia que quando há discussão (2ª votação) entre os alunos há maior convergência para a resposta correta. Também é verificado que a turma B não teve menos momentos de discussões em relação às outras 3 turmas (ROCHA, 2017).

### 2.3 Lev Vygotsky

A teoria Lev Vygotsky (1896 – 1934) é vista como uma corrente interacionista ou sócio-construtivista porque considera que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo está ligado ao meio no qual este está inserido, ou seja, os contextos social, histórico e cultural influenciam na formação do indivíduo (MOREIRA, 1999). Vygotsky destaca em suas obras a relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem. Segundo as suas ideias, a criança inicia seu aprendizado antes de chegar à idade escolar. Por sua vez, a criança na idade escolar irá acrescentar novos elementos ao seu desenvolvimento (COELHO; PISONI, 2012).

Um conceito importante para a compreensão da teoria de Vygotsky sobre o funcionamento psicológico da aprendizagem é o conceito de mediação. De acordo com Vygotsky, “Mediação em termos genéricos é o processo de intervenção de um



elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento” (OLIVEIRA, 2002, p. 26).

A presença de elementos mediadores introduz um elo a mais nas relações entre organismo e meio, tornando-os mais complexos. Vygotsky distinguiu dois tipos de elementos mediadores em instrumentos e signos.

Um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma outra coisa. Existem três tipos de signos: 1) indicadores: são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (e. g., fumaça indica fogo, porque é causada por fogo); 2) icônicos: são imagens ou desenhos daquilo que significam; 3) simbólicos, são os que têm uma relação abstrata com o que significam, são signos linguísticos os números são signos matemáticos; a linguagem, falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos (MOREIRA, 1999, p. 111).

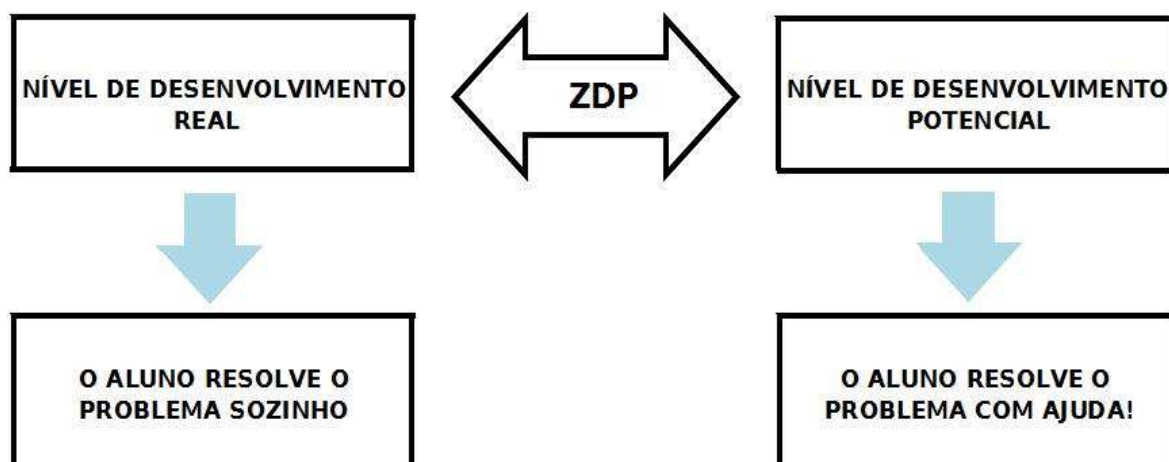
Ostermann (2010) relaciona o conceito de mediação de uma atividade qualquer como

Uma atividade entendida como mediação onde o emprego de instrumentos e signos representa a unidade essencial de construção da consciência humana, entendida como contato social consigo mesmo e, por isso, constituída de uma estrutura semiótica (estrutura de signos) com origem na cultura (OSTERMANN, 2010, p. 26).

Em relação à educação, o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) da teoria de Vygotsky é o de maior repercussão (OSTERMANN, 2010). Uma definição para a ZDP seria a distância entre o nível de desenvolvimento real do indivíduo, que seria sua capacidade de resolver alguma situação ou problema sozinho, e a realização dessa situação ou problema orientado direta ou indiretamente com alguém de nível de desenvolvimento superior a ela.

De acordo com essa perspectiva da teoria da aprendizagem segundo Vygotsky, o desenvolvimento e a aprendizagem ocorrem por níveis: o nível de desenvolvimento real é onde a criança está situada ao que seria a capacidade da criança em dado momento; e o nível de desenvolvimento potencial é onde a criança pode chegar. Entre elas está a zona de desenvolvimento proximal. Essas zonas estão sintetizadas na Figura 4.

**Figura 4** - Zonas de desenvolvimento segundo Vygotsky.



Fonte: Acervo pessoal.

É na zona de desenvolvimento proximal que a aprendizagem irá acontecer. O professor como mediador tem que estabelecer a ZDP com o aluno porque é a partir desse momento que o professor terá a oportunidade de ensinar o aluno. Se ele não conseguir desenvolver a ZDP o professor encontrará dificuldade de ensinar. Não é tarefa fácil encontrar qual ZDP o aluno está (ROCHA, 2017).

## 2.4 – Apontamentos entre Vygotsky, gamificação e a Instrução pelos Colegas

Quando analisamos a teoria da aprendizagem por zonas de desenvolvimento proximal percebemos que ela se encaixa perfeitamente nos objetivos que as metodologias ativas norteiam, sendo um instrumento potencializador da aprendizagem. Vygotsky analisou a interação social do sujeito e sua relação com a aprendizagem e suas zonas de aprendizagem. Nessa perspectiva, a instrução por colegas e a gamificação são exemplos fascinantes.

Tanto na metodologia IpC quanto utilizando o conceito de gamificação os alunos têm grande interação, fazendo com que estudantes que já possuem determinado conhecimento orientem os outros alunos que ainda não o alcançaram. Rocha (2017, p. 27) diz que "[...] os alunos estão cognitivamente mais próximos um

do outro, ou seja, aqueles alunos que acabaram de aprender determinado conceito sabem das dificuldades enfrentadas por aqueles que ainda não aprenderam.” Estas metodologias estimulam que os próprios estudantes se tornem mediadores no processo de ensino-aprendizagem.

Algumas vezes, parece que os estudantes são capazes de ensinar os conceitos uns aos outros de forma mais eficiente do que seus professores. Uma explicação provável é que os estudantes, os que são capazes de entender o conceito que fundamenta a questão dada, acabaram de aprender a ideia e ainda estão cientes das dificuldades que tiveram de superar para compreender o conceito envolvido. Conseqüentemente, eles sabem exatamente o que enfatizar em sua explicação. De forma semelhante, muitos professores experientes sabem que sua primeira aula em uma nova disciplina frequentemente é sua melhor, marcada por uma clareza e uma leveza que em geral deixam de existir nas versões posteriores, mais polidas. A razão que está por trás disso é a mesma: à medida que o tempo passa e um professor permanece exposto ao mesmo material, parece que as dificuldades conceituais vão desaparecendo e, conseqüentemente, vão deixando de ser examinadas com cuidado (MAZUR, 2015, p. 13).

A gamificação proporciona um ambiente de desenvolvimento no qual os estudantes conseguem visualizar os efeitos de seus progressos durante as situações criadas para aprendizagem de determinado conceito, tornando a compreensão de todas as etapas como um jogo. Um dos objetivos de gamificar determinada situação de aprendizagem é que o estudante se sinta como a parte mais importante de todo o processo de aprendizagem.

Para finalizar nossa ideia a respeito da aprendizagem e dos meios necessários para que ela aconteça, tomaremos as palavras de Moreira sobre Vygotsky que se encaixam no que esperamos e propormos nesse trabalho.

Vygotsky defende uma abordagem teórica e uma metodologia que privilegiam as mudanças ao longo do desenvolvimento e encara o ser humano como participante ativo e vigoroso de sua própria existência. Em cada estágio de seu desenvolvimento, a criança adquire os meios para intervir de forma competente no seu mundo e em si mesma. Assim, um aspecto crucial da condição humana, e que começa na infância, é a criação e o uso de estímulos auxiliares ou "artificiais" (instrumentos da cultura, linguagem, instrumentos produzidos pela própria criança, uso de seu próprio corpo) como uma maneira de ativamente adaptar-se (MOREIRA; OSTERMANN, 1999).

## Capítulo 3

### Magnetismo

A aprendizagem de tópicos como eletricidade e magnetismo geram dúvidas e equívocos nos estudantes do Ensino Médio e Ensino Superior. Especialmente tratando-se do magnetismo com seus efeitos não-intuitivos e suas explicações tridimensionais que tornam a aprendizagem desse tema uma memorização de fenômenos e equações mais sofisticadas que, em grande parte, serão eventualmente esquecidas pelos estudantes que não optarem pelos cursos de graduação em áreas correlacionadas. Esses mesmos estudantes oriundos dos cursos médios arrastam suas concepções alternativas durante as disciplinas que englobam o eletromagnetismo (RADULTA, 2005).

A escolha do tema magnetismo para a concepção desse trabalho e do produto educacional se deu pela dificuldade do tema e também porque ele é a base científica do princípio do funcionamento de máquinas elétricas, onde a maior parte dessa energia é obtida por processos de transformações de energia mecânica em elétrica através de conceitos fundamentais do eletromagnetismo (MACEDO; LIMA; BIAZUS, 2011).

Muitos efeitos que envolvem aplicações tecnológicas estão ligados ao magnetismo, sendo esta a área que vamos nos focar neste trabalho. Neste capítulo vamos apresentar os principais aspectos do magnetismo que serão abordados na sequência didática apresentada nesta dissertação. Na seção 3.1 apresentaremos uma breve introdução histórica do magnetismo; na seção 3.2 apresentaremos o princípio do campo magnético e a lei de Biot – Savard; na seção 3.3 discutiremos o campo magnético e o experimento de Oersted; na seção 3.4 abordaremos a força magnética em fios percorridos por corrente elétrica e, por fim, na seção 3.5 abordaremos a geração de corrente elétrica por um campo magnético.

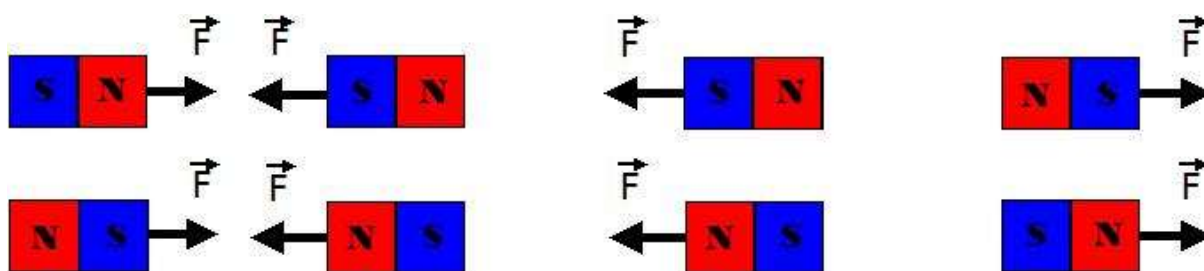
### 3.1 – Introdução histórica do magnetismo

Propriedades magnéticas já eram observadas há cerca de 2500 anos em fragmentos de minério de ferro, conhecidos atualmente como magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), encontrados nas proximidades da região da Magnésia no oeste da Turquia, atualmente região da Manésia (NUSSENZVEIG, 2007; SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, 2008; LESCHE, 2018).

Há cerca de 1100 a. C., a agulha magnética (dispositivo capaz de livre orientação em um plano horizontal) já era do conhecimento dos chineses (NUSSENZVEIG, 2007). Esta agulha alinha-se aproximadamente na direção norte-sul, cujo instrumento é chamado de bússola, que já era conhecida na China no período dos Reinos Combatentes (475 a.C. – 221 a. C) (LESCHE, 2018).

A interação entre as agulhas das bússolas era explicada com base na direção tomada pelos seus extremos: o extremo que toma como direção o norte geográfico da Terra foi chamado de polo norte do ímã e o outro extremo de polo sul do ímã. Outra interação importante entre os objetos magnéticos é de que polos de mesmo nome repelem-se, polos de nomes diferentes atraem-se e objetos que contêm ferro, porém sem imantação, são atraídos por qualquer um dos polos magnéticos dos ímãs, conforme Figura 5.

**Figura 5.** Figuras esquemáticas de atração e repulsão entre polos magnéticos.

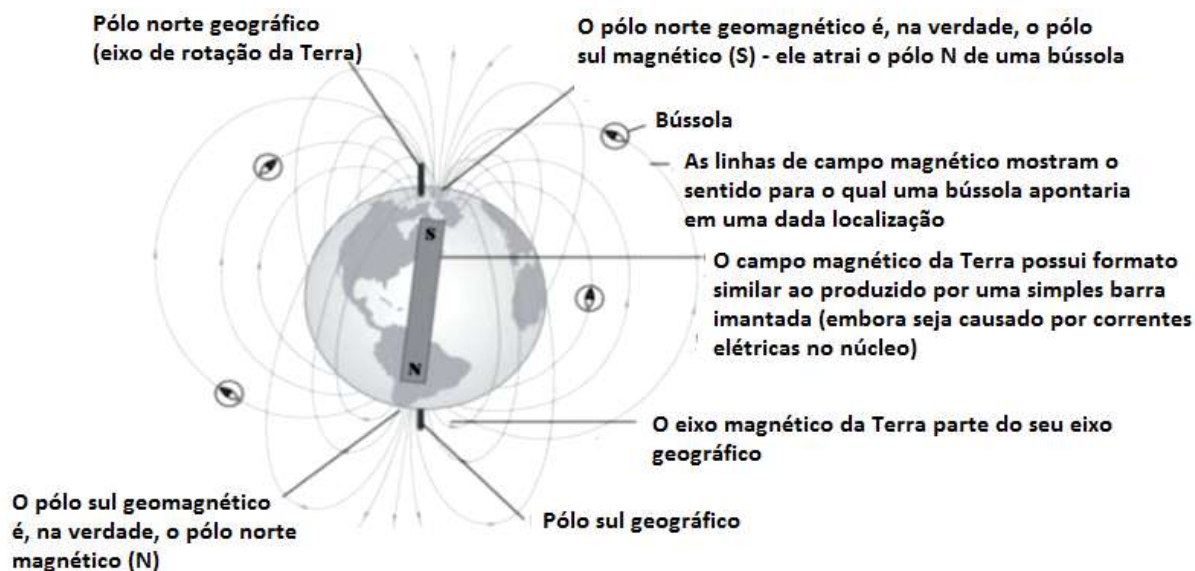


Fonte: Acervo pessoal do autor.

William Gilbert (1544-1603) observou pela primeira vez que a Terra se comporta como um gigantesco ímã, conforme seu tratado sobre o magnetismo, em 1600 (NUSSENZVEIG, 2007). Gilbert também observou que não é possível obter polos magnéticos separadamente, ou seja, se quebrarmos uma barra imantada,

obteremos duas barras com respectivos polos norte e sul magnéticos cada (LESCHE, 2018).

**Figura 6 - Esboço do campo magnético da Terra**



Fonte: Sears; Zemansky, Young (2008, p.203).

Os fenômenos elétricos e magnéticos eram um dos principais assuntos entre os filósofos naturais do século XIX (PINTO; SILVA; FERREIRA, 2017). A relação entre eletricidade e magnetismo foi descoberta pelo filósofo natural dinamarquês Hans Christian Oersted (1777 – 1851).

Vários cientistas da época tentaram relacionar de maneira empírica a relação entre a eletricidade e o magnetismo, não obtendo sucesso. Essa relação só veio com o experimento realizado por Oersted que mostrava a deflexão de uma agulha magnética de uma bússola quando esta era colocada paralela a um fio condutor atravessado por corrente elétrica. Esse experimento foi apresentado pela primeira vez, pelo então presidente da Academia Real de Ciências da França Dominique François Arago (1786 – 1853), em 4 de setembro de 1820 (GARDELLI; NEVES, 2012). Oersted publicou, as próprias custas, em 1820 um folheto de 4 páginas com o título *Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética* (CHAIB; ASSIS, 2007).

A história e o desenvolvimento da sociedade estão ligados diretamente à história da eletricidade e do magnetismo. Atualmente, boa parte da tecnologia presente em vários dispositivos está ligada a fenômenos elétricos e magnéticos. Alguns exemplos comuns ilustram bem, tais como televisão, motores elétricos,

produção de energia elétrica, autôfalantes, impressoras de computadores, tarjas magnéticas de cartões bancários, discos magnéticos dos computadores e até movimentos de trens como o Maglev (*magnetic levitation*) desenvolvido na Alemanha, mas presente hoje em vários países (JUNIOR *et al.*, 2015).

**Figura 7-** Magleve de Xangai



Fonte: Yosemite (20-?). Extraído de: [Wikipedia, 2018].

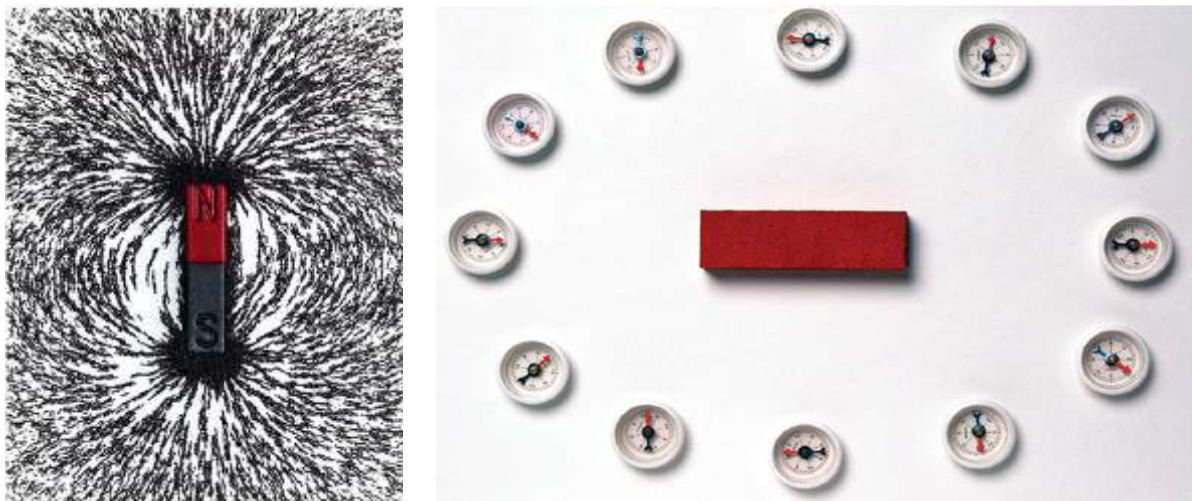
### **3.2 – Campo Magnético e a lei de Biot -Savard**

Para descrevermos fenômenos magnéticos é conveniente utilizar o conceito de campo magnético como associado à uma força magnética, de forma análoga à relação entre campo elétrico e força elétrica. Através de observações experimentais sabemos que uma carga em movimento ou um fio com corrente elétrica ou um ímã sofrem a ação de uma força quando está nas proximidades de um segundo ímã. O módulo da força magnética irá variar de acordo com a proximidade e orientação desses materiais em relação ao ímã.

Podemos entender então que ao redor deste ímã existe o que chamamos de campo magnético associado à esta força. A direção e sentido deste campo magnético em cada ponto ao redor desse ímã podem ser, por exemplo, mapeados com limalha de ferro ou uma bússola, conforme Figura 8 (a) e (b) respectivamente.



**Figura 8 - (a)** Mapeamento das linhas de indução do campo magnético de um ímã com limalha de ferro; **(b)** Mapeamento das linhas de indução do campo magnético de um ímã com bússolas



(a)

(b)

Fonte: Ramalho; Ferraro; Soares (2015, p. 328)

A relação entre a força magnética, uma carga em movimento ( $q$ ) e um campo magnético ( $\vec{B}$ ) encontrada experimentalmente é dada por

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

onde  $q$  é a carga elétrica,  $\vec{v}$  a velocidade e  $\vec{B}$  o campo magnético.

Com tal construção, a direção da força é perpendicular às direções da velocidade  $\vec{v}$  e do campo magnético  $\vec{B}$ .

### 3.3 – Campo Magnético gerado por corrente elétrica (explicação para o experimento de Oersted)

Observações experimentais também mostraram o campo magnético devido ao movimento de cargas pontuais e também em fios com corrente elétrica. Para esses casos, o campo magnético é dado pela lei de Biot – Savart:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}. \quad (2)$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot i}{4\pi} \iint \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}, \quad (3)$$



onde  $r$  é o vetor que liga o elemento de comprimento  $d\vec{l}$  ao ponto de observação.

A unidade de  $\vec{B}$ , no sistema internacional de unidades é o Tesla (T) que é

$$1T = \frac{1N}{1C \cdot 1\frac{m}{s}} \quad (4)$$

O fator numérico  $\mu_0$ , denominado permeabilidade magnética possui valor igual a:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}. \quad (5)$$

**Figura 9** - Linhas de campo gerado pela corrente que atravessa um fio condutor retilíneo são concêntricas.



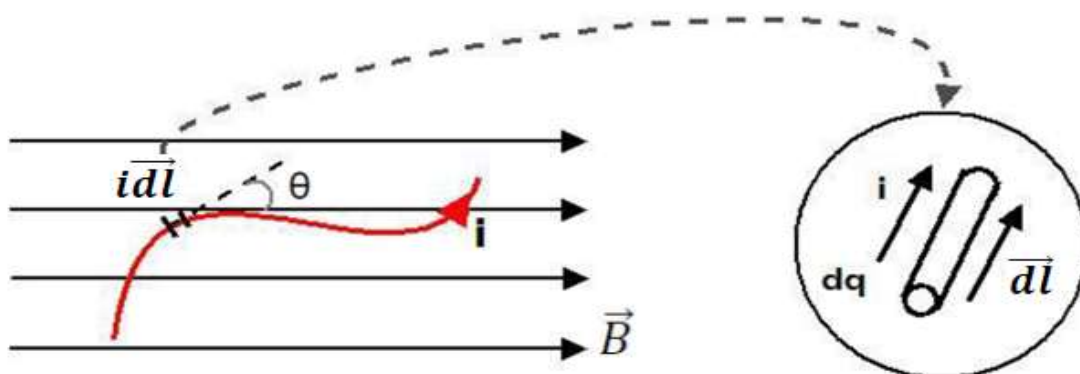
Fonte: Ramalho; Ferraro; Soares (2015, p.335)

A análise quantitativa do experimento de Oersted foi mostrada em 30 de outubro de 1820 pelos físicos Jean Baptiste Biot (1774 – 1862) e Felix Savart (1791 – 1841) que descreveram matematicamente o campo magnético produzido por uma distribuição de cargas elétricas em movimento (CHAIB; ASSIS, 2007).

### 3.4 – Força magnética em um fio com corrente

Para explicarmos a ação de um campo magnético em um fio percorrido por corrente elétrica  $I$ , imaginemos um fio percorrido por uma corrente elétrica imerso em um campo magnético  $\vec{B}$ , conforme a Figura 10.

**Figura 10** - Fio percorrido por corrente elétrica imerso em um campo elétrico uniforme.



Fonte: Acervo pessoal.

Considerando um elemento  $dl$  tangente em cada ponto do fio e uma carga infinitesimal  $dq$ , sabendo calcular a ação de um campo magnético sobre uma carga teremos uma força infinitesimal expressa por:

$$d\vec{F} = dq\vec{v} \times \vec{B} \quad (6)$$

$$d\vec{F} = idt \left( \frac{d\vec{l}}{dt} \times \vec{B} \right) \quad (7)$$

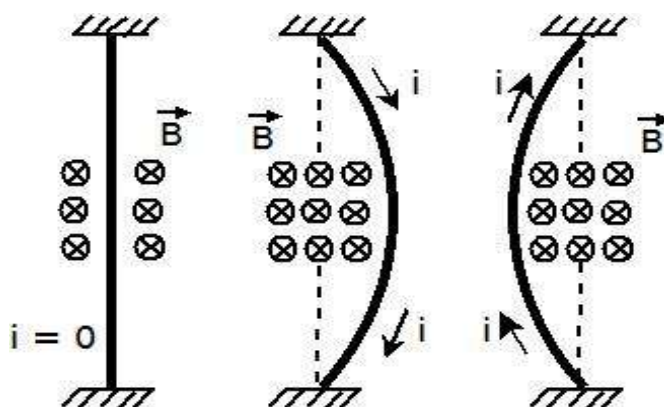
$$d\vec{F} = id\vec{l} \times \vec{B}. \quad (8)$$

A força  $\vec{F}$  sobre o fio inteiro é obtida integrando a expressão acima:

$$\vec{F} = \int_{\text{fio}} id\vec{l} \times \vec{B}. \quad (9)$$

Sabemos que um campo magnético  $\vec{B}$ , perpendicular ao fio percorrido por corrente elétrica, exerce uma força lateral sobre as cargas elétricas, como mostrado na Figura 11, em que um fio fixado pelas extremidades é percorrido por corrente e é posicionado um campo magnético apontando para dentro do papel, fazendo com que o fio se curve para determinada direção com a mudança de sentido da corrente elétrica. A direção e sentido da força magnética pode ser determinada com a regra da mão direita.

**Figura 11** - Fio flexível percorrido por corrente elétrica passando pelos polos de um ímã.



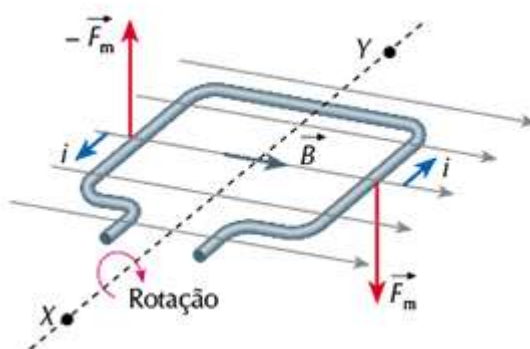
Fonte: Acervo pessoal.

Caso o campo magnético seja paralelo à corrente elétrica, não teremos força sobre o fio. No caso de um fio não ser retilíneo ou o campo magnético não ser uniforme, podemos utilizar do artifício de dividir o fio em pequenos pedaços retilíneos e aplicarmos na Eq. 8. A força total que age sobre o fio será a soma vetorial das forças que agem sobre os elementos infinitesimais do fio.

Como dito no começo deste capítulo, as máquinas elétricas são a base de nossa sociedade, ou seja, boa parte do trabalho realizado nas fábricas, residências são realizados por motores elétricos. Podemos mostrar de forma bem rápida o funcionamento de um motor elétrico simples, que nada mais é que uma espira percorrida por uma corrente e submetida a um campo magnético  $\vec{B}$ . Como descrito nessa seção, um fio percorrido por corrente e atravessado por um campo magnético irá sofrer a ação de uma força.

No caso da espira, Figura 12, as forças irão gerar um torque na espira fazendo com que ela gire pelo eixo central.

**Figura 12** - Espira retangular imersa num campo magnético: os lados perpendiculares à direção do campo magnético sofrem a ação de forças verticais, mas de sentidos opostos

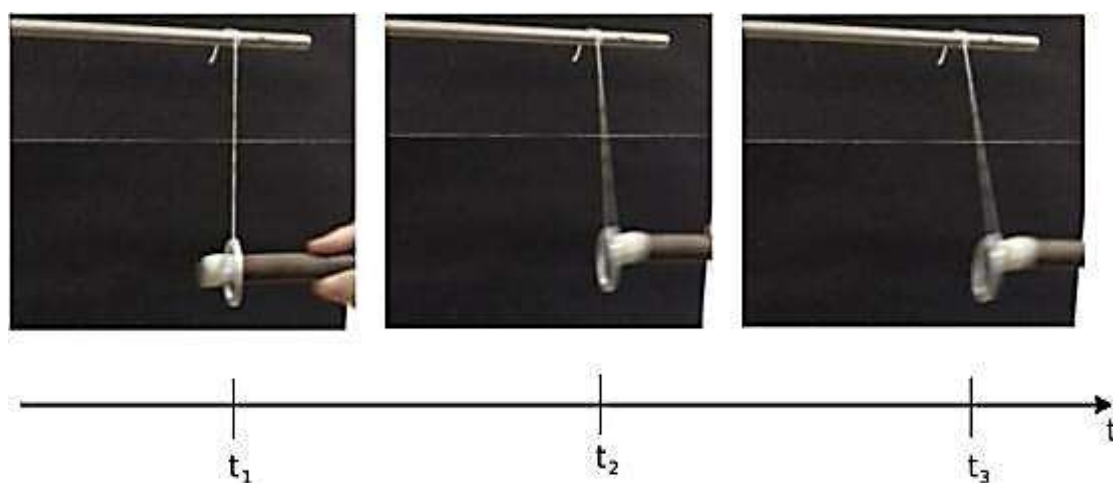


Fonte: Ramalho; Ferraro; Soares (2015, p.372)

### 3.5. Geração de corrente elétrica por um campo magnético

Passamos agora a descrever o fenômeno da indução eletromagnética. Assim como um campo magnético pode ser produzido por carga em movimento (ou por um fio com corrente), um campo magnético variável no tempo também pode produzir corrente elétrica. A Figura 13 mostra um experimento simples onde esse efeito pode ser observado.

**Figura 13.** Anel de alumínio sendo atraído por um ímã.



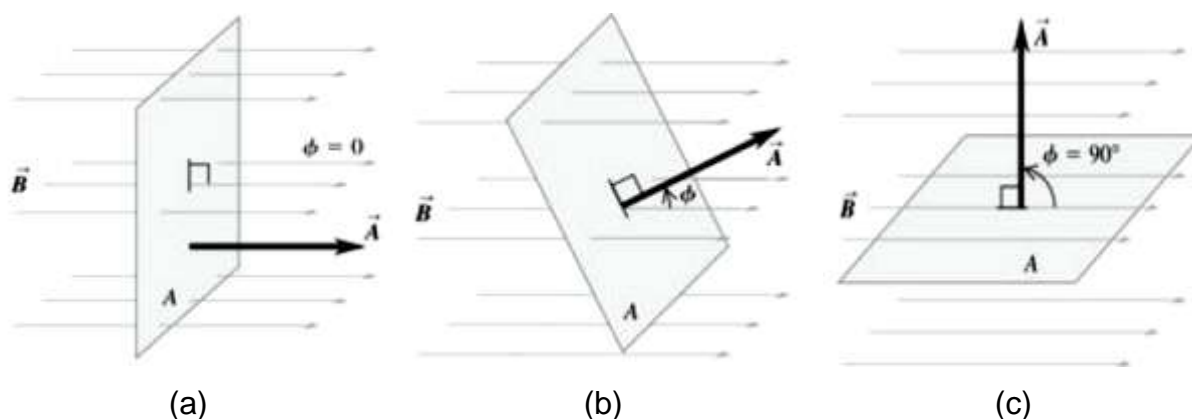
Fonte: Acervo pessoal.

Quando empurramos o ímã para dentro do anel ou quando o puxamos para fora, o alumínio, que não é ferromagnético, é repelido ou atraído pelo ímã respectivamente. A explicação é que induzimos uma corrente na espira de alumínio em que o campo magnético do ímã ao mesmo tempo que induz a corrente no anel de alumínio, também exerce uma força sobre esta corrente.

Esta corrente surge para criar um campo magnético que se opõe à variação do fluxo de campo magnético dentro do anel, que ocorre devido ao movimento do ímã. Por exemplo, quando empurramos o ímã para dentro do anel, o fluxo do campo magnético aumenta. Então a corrente induzida terá a direção a que o campo produzido por ela tenha sentido contrário ao campo magnético do ímã. Por outro lado, quando puxamos o ímã, o fluxo irá reduzir. Portanto, a corrente induzida será tal que produzirá um campo magnético com o mesmo sentido do campo magnético do ímã.

O fluxo magnético através da espira é determinado pela componente do campo magnético que atravessa perpendicularmente a superfície, como mostrado na Figura 14:

**Figura 14** - (a) Fluxo magnético máximo: linhas do campo magnético paralelas ao vetor normal à superfície, (b) Fluxo magnético intermediário: linhas de campo magnético não paralelas ao vetor normal a superfície, (c) Fluxo magnético nulo: linhas do campo magnético perpendiculares ao vetor normal a superfície.



Fonte: Sears, Zemansky, Young (2008, p.282).

Faraday, em um de seus trabalhos experimentais, determinou que uma força eletromotriz é induzida em uma espira quando o número de linhas de campo magnético que atravessam a espira variam no tempo.

Matematicamente esse resultado é conhecido como a lei de Faraday:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}, \quad (10)$$

onde  $\mathcal{E}$  é a força eletromotriz induzida o sinal negativo indica a oposição da força eletromotriz induzida e  $\Phi$  é o fluxo magnético.

A corrente elétrica induzida pode ser interpretada pela razão entre a fem pela resistência do material em questão, fato apresentado na Figura 13.

No próximo capítulo vamos apresentar e discutir a sequência didática criada para o ensino do eletromagnetismo para alunos da 3ª série do Ensino Médio, bem como adaptamos elementos de gamificação e instrução por colegas nessa sequência didática proposta.

## Capítulo 4

### A sequência didática

O produto dessa dissertação é uma sequência didática (SD) para o ensino do magnetismo para a 3ª série do Ensino médio. Nessa SD foram utilizados elementos de instrução pelos colegas e gamificação como mostrado no capítulo 2.

Utilizaremos aqui o conceito de sequência didática definida por Kobashigawa e colaboradores, expresso como o conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas que objetivam o entendimento sobre certo conteúdo ou tema de ciências (KOBASHIGAWA *et al.*, 2008). A SD remete ao que conhecemos como um plano de aula, mas seu significado é, sem sombra de dúvida, muito mais abrangente porque toma para si mais estratégias de ensino e aprendizagem durante várias aulas de determinado tópico ao qual queira ensinar.

A fim de repensar a estrutura formal da sala de aula e a abordagem pedagógica do ensino de Física, propomos essa SD que se opõe à simples transmissão de conhecimento, ou seja, transmissão de informação. Nosso objetivo é fazer com que o estudante assuma uma postura mais participativa, no qual ele se torne o protagonista de sua própria aprendizagem, criando as oportunidades para a construção do conhecimento, desenvolvendo suas competências individuais, de investigação, do pensamento crítico e autoaprendizagem.

Essa SD será composta de nove aulas, de 50 minutos cada, com várias atividades e metodologias para ensinar o magnetismo. Priorizamos mesclar várias atividades a fim de estimular os alunos. Antes de discutirmos as atividades e as metodologias empregadas, enfatizamos o uso de um material didático de apoio para os estudantes. Nesse trabalho utilizamos como livro texto a obra *Física*, de Beatriz Alvarenga (MÁXIMO; ALVARENGA, 2011), por ser um livro de fácil acesso para a turma a qual foi aplicada essa SD.

Nas próximas seções detalharemos o sistema de pontuação e as nove aulas que compõem essa sequência didática e de como as gamificamos.

#### 4.1 – Missões, guildas e pontuações

No intuito de construir um contexto para o aprendizado usamos um elemento extrínseco da gamificação que é um sistema de pontuação para as atividades que agora serão chamadas de missões, colaborando no clima de *gamer* que desejamos criar.

Para a implementação dessa SD elaboramos uma moeda chamada Maxwell's, em homenagem ao Físico e Matemático escocês James Clerk Maxwell (1831 – 1879) que deu a forma final à teoria moderna do eletromagnetismo que une a eletricidade, magnetismo e a óptica. Toda pontuação das missões será computada nessa moeda, cujo valor é de 10 unidades, ou seja, 10 Maxwell's. As pontuações das missões do jogo foram classificadas em múltiplos de 10 Maxwell's, como mostrado na Figura 15.

**Figura 15** - Moeda Maxwell's destinada a pontuação das missões da sequência didática.



Fonte: Acervo pessoal.

As pontuações das missões do jogo foram divididas em múltiplos de 10 Maxwells, de acordo com o Quadro 5:

**Quadro 5**- Tabela de pontuação do jogo.

MISSÃO		PONTUAÇÃO
Instrução pelos Colegas IpC (acerto na segunda votação)		10 Maxwell's
Itens de roteiro de aulas experimentais/simuladores		20 Maxwell's
Guilda Race	Questão nível 1	10 Maxwell's/avanço 1 casa
	Questão nível 2	20 Maxwell's/avanço 2 casas
	Questão nível 3	30 Maxwell's/avanço 3 casas

Fonte: Acervo pessoal.

A pontuação final do jogo será feita com base no esquema apresentado no Quadro 6:

**Quadro 6** - Cálculo de somatório de pontuação usado no jogo.

Somatório final do jogo
<b>VALOR:</b> Nota da Guilda + Média das missões de IpC

Fonte: Acervo pessoal.

No intuito de melhorar a colaboração entre os estudantes durante as missões foram formados agrupamentos de alunos que chamamos de guildas. O número de integrantes das guildas formadas ficou a escolha da própria turma. Foram formadas quatro guildas de três a seis participantes. Durante as 9 aulas que compõem essa SD existirão missões individuais e também missões para as guildas formadas. As pontuações serão dadas de acordo com o Quadro 7 para cada missão realizada ou acerto nas missões na qual será utilizado o IpC.

É importante ressaltar que a gamificação não é apenas a motivação extrínseca ou intrínseca, mas um processo. A motivação extrínseca é entendida como a relação com a pontuação ou recompensas, a motivação intrínseca vem da necessidade do ganho pessoal (TEIXEIRA, 2017). Para Flora Alves, em seu livro *Gamification*,

A motivação intrínseca, para nós, em seus aspectos relacionados ao processo de aprendizagem, acontece quando o aprendiz quer aprender o que propomos, percebe a relevância da atividade proposta e desfruta do processo investigando, explorando e se engajando por conta própria, independente da existência de algum tipo de recompensa (ALVES, 2015, p. 57).

## 4.2 – Aulas da sequência didática

As aulas que compõe a sequência didática foram separadas por missões que possuem o tema central o magnetismo. Sendo a primeira aula explicativa para o desenvolvimento das atividades, entre a segunda e nona aula foram usadas o IpC, prática, IpC, Guilda Race, IpC, Guilda Race, prática e IpC, respectivamente. O Quadro 7 mostra de forma resumida todas as atividades da SD.



**Quadro 7** - Tabela geral das atividades da sequência didática.

Aula	Atividade	Tema da aula
1ª aula: Introdução	- Formação das guildas com a turma de forma livre - Explicação do funcionamento da IpC.	- Esclarecimento das aulas da sequência didática
1ª atividade em casa	- Leitura e estudo do material fornecido (MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B, 2011) e assistir o vídeo recomendado vide manual apêndice I.	- Magnetismo terrestre - Propriedades dos objetos magnéticos, como os ímãs.
2ª Aula: IpC	- Aplicação de questões conceituais, utilizando a metodologia de IpC. <b>Missão:</b> Acertar o maior número de questões. A pontuação será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).	- Magnetismo terrestre - Propriedades dos objetos magnéticos, como os ímãs.
3ª aula: Experimento de Oersted	<b>Missão:</b> realizar a montagem do experimento de Oersted. (Toda guilda que terminar a tarefa receberá a pontuação).	- Geração de campos magnéticos por correntes elétricas.
2ª atividade em casa.	- Leitura e estudo do material fornecido (MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B, 2011) e assistir os vídeos recomendados, fazer os exercícios do material de leitura e tentar aplicar a regra da mão direita vide manual apêndice I.	- Força magnética - Regra da mão direita.
4ª aula: Guilda – Racer.	<b>Missão:</b> Resolução das questões sorteadas no jogo Guilda – Race. A pontuação por Guilda será referente ao número de casas andadas no tabuleiro.	- Força magnética - Regra da mão direita.
5ª Aula: IpC	- Aplicação de questões conceituais, utilizando a metodologia de IpC, vide manual apêndice I. <b>Missão:</b> Acertar o maior número de questões. A pontuação será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).	- Força magnética. - Regra da mão direita.
3ª atividade em casa.	- Leitura e estudo do material fornecido (MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B, 2011) e assistir os vídeos recomendados vide manual apêndice I.	- Campos magnéticos em fios, bobinas, espiras e solenoides. - Regra da mão direita.

6ª aula: Guilda – Racer.	<p><b>Missão:</b> Resolução das questões sorteadas no jogo Guilda – Race.</p> <p>A pontuação por Guilda será referente ao número de casas andadas no tabuleiro vide manual apêndice I.</p>	<p>- Campos magnéticos em fios, bobinas, espiras e solenoides.</p> <p>- Regra da mão direita.</p>
Sétima aula: IpC	<p>- Aplicação de questões conceituais, utilizando a metodologia de IpC, vide manual apêndice I.</p> <p><b>Missão:</b> Acertar o maior número de questões. A pontuação será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).</p>	<p>- Campos magnéticos em fios, bobinas, espiras e solenoides.</p> <p>- Regra da mão direita.</p>
4ª atividade em casa.	<p>- Leitura e estudo do material fornecido (MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B, 2011) e assistir os vídeos recomendados, fazer os exercícios do material de leitura e tentar aplicar a Lei de Lenz, vide manual apêndice I.</p> <p>- Usar o simulador PHET – Laboratório de Faraday para responder ao roteiro de missão individual, vide manual apêndice I..</p>	<p>- Lei de Lenz</p>
8ª aula: prática sobre indução eletromagnética.	<p><b>Missão:</b> Montagem experimental Lei de Lenz (Experimento para acender LEDs utilizando uma bobina e um ímã), vide manual apêndice I.</p>	<p>- Lei de Lenz</p>
9ª aula: Instrução pelos Colegas.	<p>- Aplicação de questões conceituais sobre a Lei de Lenz e Lei de Faraday, vide manual apêndice I.</p> <p><b>Missão:</b> Acertar o maior número de questões. A pontuação será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).</p>	<p>- Fixar melhor os conceitos sobre fluxo magnético, corrente induzida (Lei de Lenz).</p>

Fonte: Acervo pessoal.

#### *4.2.1. Primeira aula – Introdução*

Essa aula tem como objetivo explicar toda a dinâmica das próximas oito aulas, formação das Guildas e sua nomeação, explicação e entrega do sistema de pontuação.

Sugerimos a criação de um grupo na rede social Facebook ou Whatsapp para que as Guildas e seus membros possam ter Feedbacks rápidos do andamento das atividades, bem como materiais para leitura, sugestões de vídeos e entrega de atividades. O professor nesse momento também pode mostrar como se usa o cartão QR code do aplicativo Plickers.

Essa primeira aula tem de duração de 50 minutos onde todas dúvidas devem ser sanadas. Ao final será entregue ou enviado o material de leitura para a próxima aula e sugestões de vídeos aos membros das Guildas. Os vídeos estão no manual do produto dessa dissertação no Apêndice I.

#### *4.2.2. Segunda aula – Instrução pelos Colegas*

A segunda aula da SD terá como tema os conceitos iniciais do magnetismo, como pólos magnéticos dos ímãs, magnetismo terrestre e linhas de campo magnético.

O objetivo dessa aula é que os estudantes compreendam as propriedades dos objetos magnéticos e o magnetismo da Terra. Os recursos que serão utilizados nessa aula são atividades extraclasse anterior à aula e, em aula, a Instrução pelos Colegas. A missão será acertar o maior número de questões da aula e assim adquirir um maior número de moedas (Maxwell's).

O tempo estipulado para essa aula será de cinquenta minutos. Durante esse tempo será dada uma pequena explanação sobre o tema, cerca de 5 a 10 minutos e, logo em sequência, apresenta-se a primeira questão conceitual. A partir daí ele segue o esquema da Instrução por Colegas, já explicado no capítulo 2. O número de questões apresentadas vai depender do andamento e desempenho dos membros das Guildas. A pontuação da missão será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda), conforme Quadro 5 e 6. A leitura prévia a essa aula será do livro *Física*. As páginas referentes à leitura e o vídeo

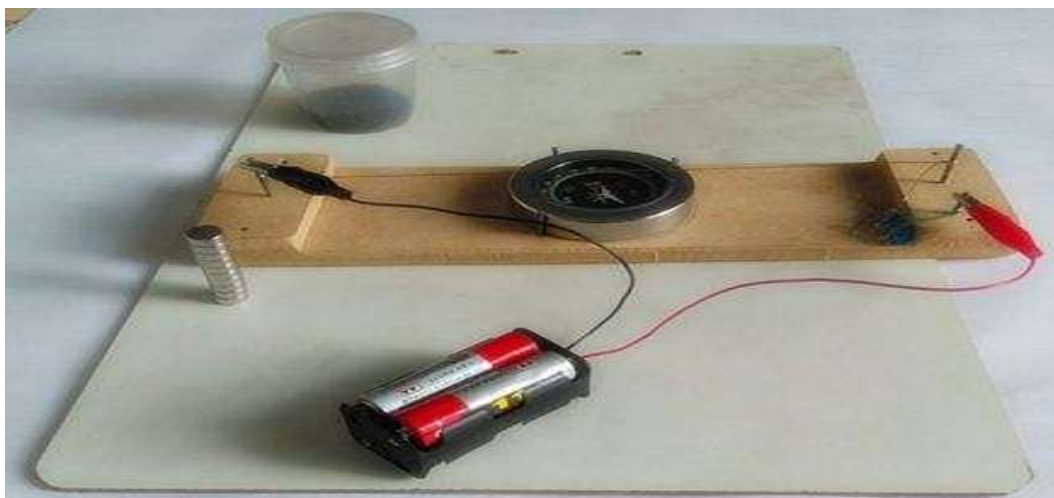
sugerido se encontram no manual do produto dessa dissertação no Apêndice I e as questões utilizadas nessa aula estão no Apêndice A.

#### 4.2.3. Terceira aula – Experimento de Oersted

A terceira aula da SD terá como tema o campo magnético de ímãs e corrente elétrica. O objetivo dessa aula é que os estudantes compreendam através da experimentação a relação entre corrente elétrica e campo magnético. Os recursos que serão utilizados nessa aula são análogos do experimento de Oersted: limalha de ferro, ímãs e bússolas.

Nessa aula os estudantes irão visualizar o campo magnético de ímãs utilizando limalha de ferro e utilizarão um análogo do experimento de Oersted, experimento mostrado na Figura 16. Sua montagem se encontra no manual desse produto, Apêndice I.

**Figura 16** - Missão experimento de Oersted.



Fonte: Acervo pessoal.

A missão que será proposta aos estudantes será o manuseio dos ímãs, bússola, pilhas, limalha de ferro e relacionar o conteúdo estudado com a prática executada, visando mais moedas para a Guilda ao responder o roteiro que se encontra no Apêndice B.

#### 4.2.4. Quarta aula – *Guilda Race*

A quarta aula da SD terá como tema a força magnética sobre cargas em movimento e a regra prática da mão direita. O objetivo dessa aula é que os estudantes sejam capazes de determinar a direção e o sentido da força magnética e calcular a intensidade dessa força em cargas em movimento.

Os recursos que serão utilizados nessa aula são: Atividade de leitura extraclasse e o uso do jogo de tabuleiro *Guilda Race* (Figura 17), um jogo de resolução de questões separadas em três níveis de dificuldade (fácil, médio e difícil). As questões correspondentes a essa aula encontram-se no Apêndice C.

**Figura 17** - Tabuleiro, peças e dados do jogo *Guilda Race*.



Fonte: Acervo pessoal.

A missão nessa aula será acertar o maior número de questões sorteadas através do dado que compõe o jogo (as faces desse dado representam os três níveis de dificuldade das questões). Essas questões são resolvidas pelas Guildas, somando o maior número de Maxwell's de acordo com a regra de pontuação dada no Quadro 5.

O tempo estipulado para essa aula será de cinquenta minutos. Durante esse tempo, cada Guilda receberá um peão, um dado de níveis que contém duas faces iguais, um copo de arremesso de dado e uma caixa com as questões separadas em três níveis de dificuldade. Com o dado, os membros das Guildas sorteiam qual será a questão a ser resolvida. Em caso de acerto a Guilda anda o número de casas do

tabuleiro respectivo ao nível da questão resolvida corretamente. Quanto mais casas percorridas maior será o número de Maxwell's recebidos pela Guilda.

A leitura prévia essa aula será do livro *Física* e as páginas referentes à leitura, vídeos sugeridos e as regras da *Guilda Race* se encontram no manual do produto dessa dissertação (Apêndice I) e as questões utilizadas nessa aula estão no Apêndice C.

#### 4.2.5. Quinta aula – Instrução pelos Colegas

A quinta aula da SD terá como tema a força magnética sobre cargas em movimento e a regra prática da mão direita. O objetivo dessa aula é que os estudantes sejam capazes de determinar a direção e o sentido da força magnética e calcular a intensidade dessa força em cargas em movimento. Os recursos que serão utilizados nessa aula são: Atividade extraclasse anterior à aula e, em aula, a Instrução pelos Colegas. A missão será acertar o maior número de questões da aula e assim adquirir um maior número de moedas (Maxwell's).

O tempo estipulado para essa aula será de cinquenta minutos. Durante esse tempo será dada uma pequena explanação sobre o tema, cerca de 5 a 10 minutos e, logo em sequência, apresenta-se a primeira questão conceitual. A partir daí ele segue o esquema da Instrução por Colegas, já explicado no capítulo 2. O número de questões apresentadas vai depender do andamento e desempenho dos membros das Guildas. A pontuação da missão será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda), conforme quadros 5 e 6. A leitura prévia a essa aula será do livro *Física* e as páginas referentes à leitura e o vídeo sugerido se encontram no manual do produto dessa dissertação (Apêndice I) e as questões utilizadas nessa aula estão no Apêndice D.

#### 4.2.6. Sexta aula – Guilda Race

A sexta aula da SD terá como tema o campo magnético em fios percorridos por correntes, campo magnético em espiras e solenoides e a utilização da regra prática da mão direita. O objetivo dessa aula é que os estudantes sejam capazes de determinar a direção e o sentido da força magnética com a regra prática da mão

direita e calcular a intensidade desses campos. Os recursos que serão utilizados nessa aula são: Atividade de leitura extraclasse e o uso do jogo de tabuleiro *Guilda Race* (Figura 17). As questões correspondentes a essa aula encontram-se no apêndice C.

A missão nessa aula será o maior número de questões sorteadas através do dado de níveis resolvidas pelas Guildas, assim somando o maior número de Maxwell's de acordo com a regra de pontuação (Quadro 5). O tempo estipulado para essa aula será de cinquenta minutos. Durante esse tempo cada Guilda receberá um peão, um dado de níveis que contém duas faces iguais, um copo de arremesso de dado e uma caixa com as questões separadas em três níveis de dificuldade. Com o dado, os membros das Guildas sorteiam qual será a questão a ser resolvida. Em caso de acerto a Guilda anda o número de casas do tabuleiro respectivo ao nível da questão resolvida corretamente. Quanto mais casas percorridas maior será o número de Maxwell's recebidos pela Guilda.

A leitura prévia a essa aula será do livro *Física*, as páginas referentes à leitura, vídeos sugeridos e as regras da *Guilda Race* se encontram no manual do produto dessa dissertação (Apêndice I) e as questões utilizadas nessa aula estão no Apêndice C.

#### 4.2.7. Sétima aula – Instrução pelos Colegas

A Sétima aula da SD terá como tema campo magnético em fios percorridos por correntes, campo magnético em espiras e solenoides e a utilização da regra prática da mão direita. O objetivo dessa aula é que os estudantes sejam capazes de determinar a direção e o sentido do campo magnético com a regra prática da mão direita e calcular a intensidade desses campos com a lei de Biot-Savart. Os recursos que serão utilizados nessa aula são: Atividade extraclasse anterior à aula e, em aula, a Instrução por Colegas. A missão nessa aula será acertar o maior número de questões da aula e, assim, adquirir um maior número de moedas (Maxwell's).

O tempo estipulado para essa aula será de cinquenta minutos. Durante esse tempo será dada uma pequena explanação sobre o tema, cerca de 5 a 10 minutos, e logo em sequência apresenta-se a primeira questão conceitual. A partir daí ela segue o esquema da Instrução pelos Colegas, já explicado no capítulo 2. O número de questões apresentadas vai depender do andamento e desempenho dos membros

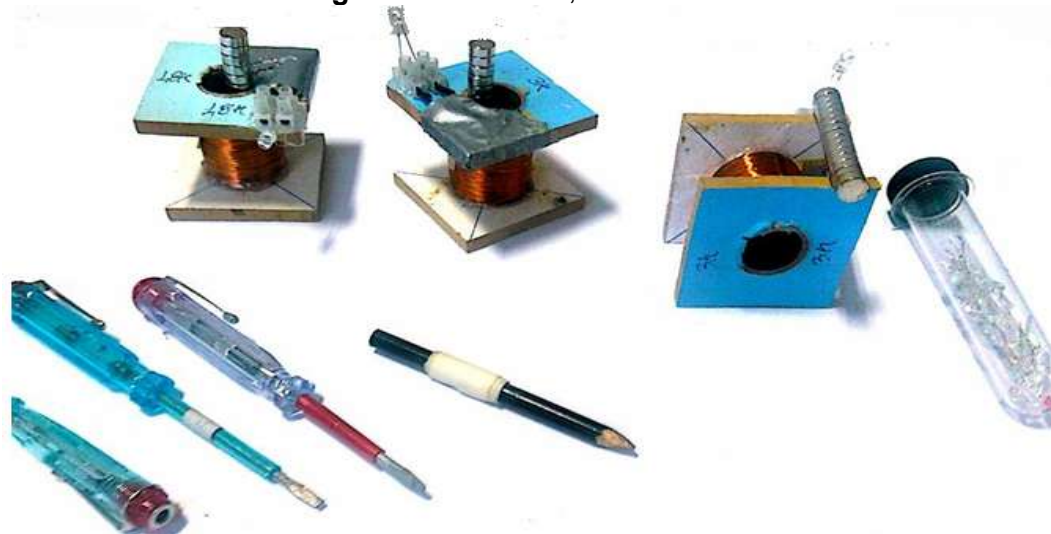
das Guildas. A pontuação da missão será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda), conforme Quadros 5 e 6. A leitura prévia a essa aula será do livro *Física*. As páginas referentes à leitura e o vídeo sugerido se encontram no manual do produto dessa dissertação (Apêndice I) e as questões utilizadas nessa aula estão no Apêndice E.

#### 4.2.8. Oitava aula – Montagem experimental da Lei de Lenz

A oitava aula da SD terá como tema a lei de Lenz. O objetivo dessa aula é que os estudantes compreendam através da experimentação a relação entre a variação do fluxo magnético e o aparecimento da corrente induzida.

Nessa aula os estudantes irão realizar uma atividade extraclasse utilizando o simulador PhET – Laboratório de Faraday (PhET, 2018) e responder um roteiro que se encontra no Apêndice F. O roteiro é uma missão que terá pontuação de acordo com o Quadro 2. Já a missão a ser executada em sala de aula será a prática de acender LEDs utilizando a bobina educacional criada por um aluno do mestrado profissional de ensino de Física do polo da Universidade Federal de Juiz de Fora (MELLO, 2018), conforme a Figura 18. O roteiro da missão ascendendo LEDs também se encontra no Apêndice G.

**Figura 18** - Bobinas, ímãs e LEDs.



Fonte: Acervo pessoal



A missão “acendendo LEDs”, que será proposta aos estudantes, será o manuseio da bobina, ímãs e LEDs e relacionar o conteúdo estudado com a prática executada, visando conquistar mais moedas para Guilda respondendo ao roteiro que se encontra no Apêndice G. O tempo estipulado para essa aula será de cinquenta minutos. Durante esse tempo cada Guilda receberá um *kit* com o roteiro, uma bobina, 2 LEDs, uma chave de fenda, fita adesiva e 10 pequenos ímãs.

A leitura prévia a essa aula será do livro *Física*. As páginas referentes à leitura, vídeos sugeridos encontram-se no manual do produto dessa dissertação no Apêndice I.

#### *4.2.9. Nona aula – Instrução por Colegas*

A Nona e última aula da SD terá como tema a lei de Lenz. O objetivo dessa aula é que os estudantes sejam capazes de associar o estudo prévio extraclasse com a experimentação da aula 8, estabelecendo a relação entre a variação do fluxo magnético e o aparecimento da corrente induzida.

Os recursos que serão utilizados nessa aula são: Atividade extraclasse anterior à aula e, em aula, a Instrução por Colegas. A missão nessa aula será acertar o maior número de questões e, assim, adquirir maior número de moedas (Maxwell's). O tempo estipulado para essa aula será de cinquenta minutos. Durante esse tempo será dada uma pequena explanação sobre o tema, cerca de 5 a 10 minutos e, logo em sequência, apresenta-se a primeira questão conceitual. A partir daí ele segue o esquema da Instrução por Colegas, já explicado no capítulo 2.

O número de questões apresentadas vai depender do andamento e desempenho dos membros das Guildas. A pontuação da missão será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda), conforme Quadros 5 e 6. A leitura prévia a essa aula será do livro *Física*. As páginas referentes à leitura e o vídeo sugerido se encontram no manual do produto dessa dissertação (Apêndice I) e as questões utilizadas nessa aula estão no Apêndice H.

No próximo capítulo vamos discutir a aplicação da SD criada para o ensino do eletromagnetismo para alunos da 3ª série do Ensino Médio. Também vamos relatar nossas impressões ao longo das atividades propostas, bem como mostrar as pontuações das aulas que utilizaram a metodologia IpC. Ao final mostraremos a

pontuação geral individual e por Guildas e apresentaremos um questionário de apreciação sobre a SD aos alunos, aplicado ao final das atividades.

## Capítulo 5

### Relato da aplicação da sequência didática

A aplicação foi realizada em uma escola privada da cidade de Cataguases, estado de Minas Gerais, em uma turma do terceiro ano na qual sou professor regente. A aplicação da sequência didática teve duração de nove aulas de cinquenta minutos não-sequenciais, entre o dia 31 do mês de maio de 2017 até o dia 05 de julho desse mesmo ano.

O colégio em questão oferece à população local e adjacências o ensino desde o maternal até o Ensino Médio. Possui localização privilegiada na região central de Cataguases, sendo de fácil acesso. Sua estrutura física é boa, com salas amplas e bem iluminadas, elevador para portadores de deficiência física, ar condicionado, cantina e quadra poliesportiva. A turma do terceiro ano do Ensino Médio usa a menor sala do colégio devido ao número reduzido de alunos. A escola possui um espaço físico para o laboratório de ciências, mas não possui nada específico para o ensino de Física ou um laboratório de informática.

A disciplina de Física é ministrada por dois professores, sendo que um revisa os conteúdos do primeiro e segundo ano do Ensino Médio enquanto o outro trabalha o conteúdo programático do terceiro ano. Cada professor possui duas aulas semanais, totalizando quatro aulas semanais de Física. As aulas onde a sequência didática foi aplicada acontecem no segundo e quinto horário às quartas feiras.

A turma que participou das atividades possui vinte alunos matriculados. De um modo geral, estes alunos demonstram uma grande desmotivação nas aulas de Física e também de outras disciplinas que sempre são relatadas nas salas dos professores. Essa é uma opinião unânime entre os professores de que a turma é apática e desmotivada. A escolha dessa turma aconteceu justamente pela percepção dessa apatia com as aulas tradicionais e do desejo do autor deste trabalho melhorar a relação entre disciplina – professor – aluno.

As aulas que fazem parte do produto educacional têm como pilar a motivação dos alunos afim de que aconteça maior engajamento através de um jogo que inclui ganhadores por possuir a mecânica de competição. A aplicação da SD foi dividida em nove aulas, uma de introdução ao estilo de aula e oito de atividades, sendo que

foram aplicadas duas aulas no mesmo dia, mas não sequenciais por semana, que serão relatadas separadamente a seguir.

## 5.1 Relato e discussões

### 5.1.1. Primeira aula 31 de maio de 2017 – Introdução

Antes da aplicação da sequência didática foi necessária uma aula prévia com duração de cinquenta minutos para explicar os termos e os objetivos das próximas aulas. Em um primeiro momento dessa aula foi pedido aos alunos que se dividissem em quatro guildas com o critério de que o número de membros ficasse entre três e seis por guilda. Foi pedido aos membros que dessem nomes aos respectivos agrupamentos, estimulando a criatividade dos alunos e também deixando-os à vontade. As guildas formadas foram:

- Guilda 1: Celeiro da Miranda, com cinco membros.
- Guilda 2: Formation, com seis membros.
- Guilda 3: Separação Sem Comunhão Bens Iugoslávia (SSCBI), com três membros.
- Guilda 4: Vitória na Guerra, com seis membros.

Após o momento de registro das Guildas, foi explicado o funcionamento das missões que as Guildas enfrentariam nas próximas aulas e que haveria uma competição entre elas, além de uma competição paralela entre os membros de todas as Guildas. Foi também explicado o sistema de pontuação em que cada missão valeria uma moeda própria, criada exclusivamente para o jogo, que foi chamada de *Maxwell's*. As missões valeriam em múltiplos de 10 dessa respectiva moeda, vide Quadro 5.

Ao final dessa explicação foi aberto aos alunos a oportunidade de tirar quaisquer dúvidas em relação a essas aulas, deixando para o final o que eles conquistariam ao final do jogo. Foi explicado às Guildas que, participando das missões, eles ficariam isentos de fazer os três testes exigidos pela escola que correspondem a 30% da nota total do bimestre. A Guilda vencedora ganharia o total dessa pontuação e às demais Guildas seria feita uma porcentagem de suas

pontuações comparando com a pontuação da Guilda vencedora. Os membros das Guildas que não concordassem com sua pontuação alcançada poderiam fazer os testes de forma tradicional.

Foi entregue o primeiro material de leitura prévia para que os alunos fizessem o estudo e também assistissem os vídeos recomendados para a aula da semana seguinte (Apêndice I).

### 5.2.2. Segunda aula 07 de Junho de 2017 - Instrução pelos Colegas

Essa aula teve como conteúdo a introdução histórica sobre o magnetismo, polos de um ímã, magnetismo terrestre, inseparabilidade dos polos magnéticos. Foi usada a instrução por pares como primeira missão para as Guildas e preparadas oito questões conceituais sobre as propriedades magnéticas dos ímãs, diferenças entre polos geográficos e magnéticos da Terra, e linhas de campo magnético. De oito questões apenas cinco foram apresentadas na aula, não sendo possível fazer a segunda votação da questão cinco devido ao término regular da aula. Segue um Quadro e o gráfico com o índice de acerto das questões.

**Quadro 8** - Questões conceituais versus índice de acertos referentes à aula 2.

Questão	1ª Votação(%acertos)	2ª Votação(%acertos)
2.1	100%	-
2.2	47%	74%
2.3	68%	100%
2.4	79%	-
2.5	0%	-

Um aluno da Guilda “Vitória na Guerra” ausentou-se na segunda aula devido ao falecimento de um parente. Os membros de sua Guilda estavam muito preocupados se seriam prejudicados pela sua ausência, mas foram avisados que esta ausência não influiria na pontuação da Guilda.

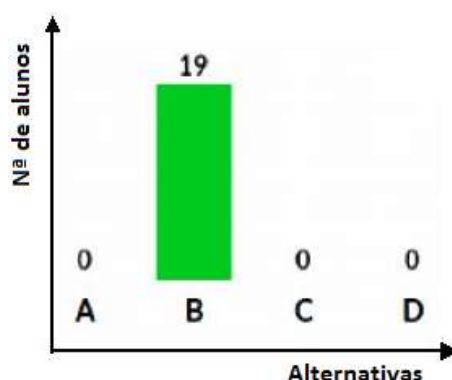
Como a primeira missão consistia em uma missão por Guilda e uma individual que usa a metodologia Instrução pelos Colegas, foi iniciada uma pequena

explicação do conteúdo estudado anteriormente pelos alunos que consistia na introdução ao magnetismo. Essa explicação do conteúdo foi bem rápida, cerca de dois a três minutos. Logo após essa breve explicação foi projetada a primeira pergunta aos membros das Guildas. Foi observada muita ansiedade na turma devido à vontade de acertar as questões apresentadas. Os membros das Guildas trocavam informações, induzindo os membros já na primeira votação o que não é a ideia da metodologia. Foi chamada a atenção dos membros das Guildas, mas houve uma certa insistência no decorrer das primeiras votações entre os membros das respectivas Guildas na troca de informações.

O tempo que era dado para cada questão (cerca de três minutos a cinco minutos) frustravam alguns membros das Guildas que sempre pediam mais tempo. Outros membros queriam que seguissem para a próxima questão para não dar tempo de que outros membros de Guildas acertassem a questão. O espírito de competição ficou bem claro nessa aula.

A questão 2.1 foi considerada uma questão de aquecimento, uma vez que ela foi lançada com o objetivo de confirmar se os membros das Guildas haviam estudado o material para essa aula. Essa questão relaciona polos geográficos e polos magnéticos e nela os estudantes devem saber diferenciar esses pontos.

**Figura 19.** Respostas por alternativas da questão 2.1. Alternativa correta letra (B).

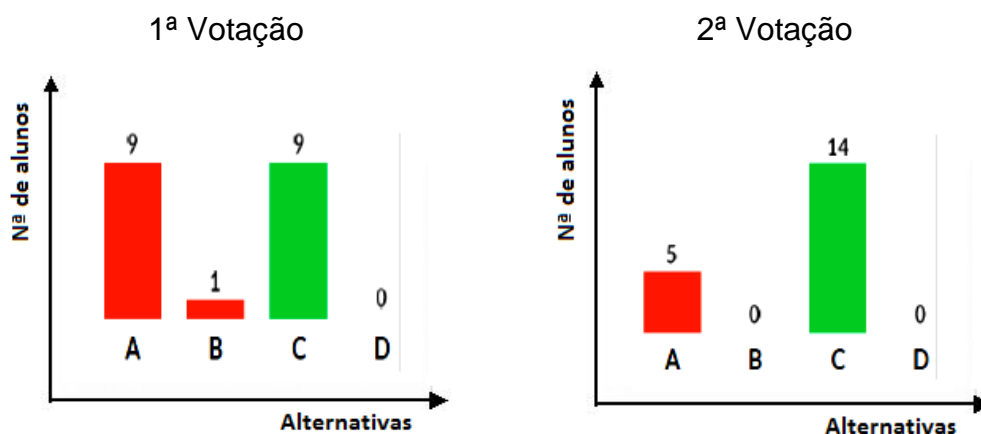


Fonte: Acervo pessoal.

Essa questão obteve 100% de acerto e foi imediatamente apresentada a questão 2.2.

A questão 2.2 tratava sobre a característica da inseparabilidade magnética dos ímãs e da atração e repulsão entre os polos. A Figura 20 mostra o índice de marcações por alternativas nas duas votações.

**Figura 20** - Respostas por alternativas da questão 2.2. Alternativa correta letra (C).

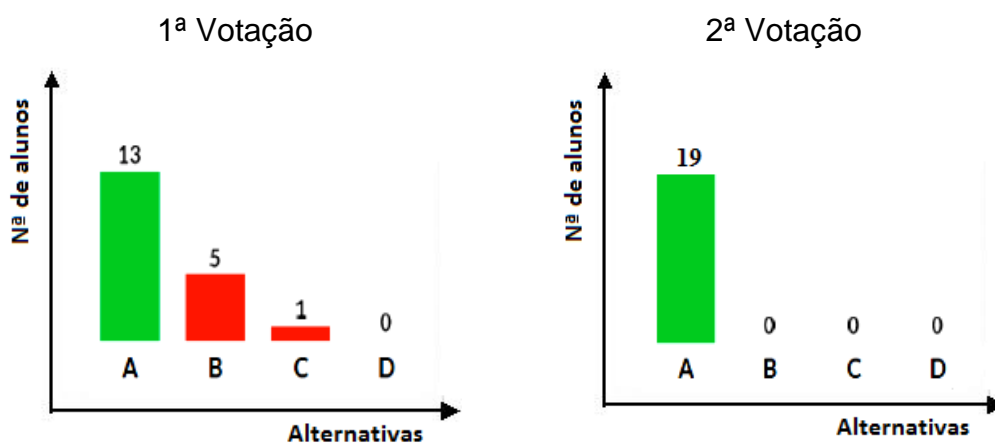


Fonte: Acervo pessoal.

Nessa questão é possível ver que houve melhora na respostas, os acertos foram de 47 % para 74%. Dentro dessas questões, 5 estudantes mudaram da resposta correta (alternativa C) para a alternativa incorreta (alternativa A) e todos eram pertencentes à mesma Guilda.

A questão 2.3 trata do campo magnético de um ímã em forma de cruz. A Figura 21 mostra o índice de marcações por alternativas nas duas votações.

**Figura 21** - Respostas por alternativas da questão 2.3. Alternativa correta letra (A).

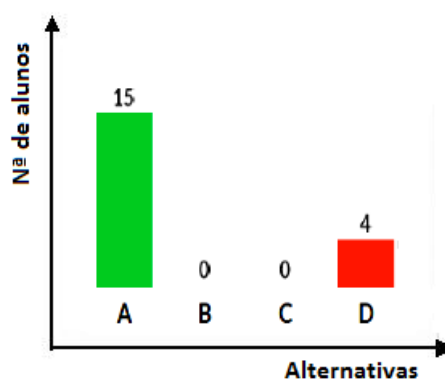


Fonte: Acervo pessoal.

Nessa questão houve uma melhora de 100% na 2ª votação, evidenciando que a literatura se mostra correta em relação à melhoria após a discussão entre os estudantes.

A questão 2.4 questiona qual seria a direção e sentido tomado por uma bússola quando esta estiver no centro de um plano entre quatro ímãs em forma de barra. A Figura 22 mostra o índice de marcações por alternativas na votação.

**Figura 22** - Respostas por alternativas da questão 2.4. Alternativa correta (A).



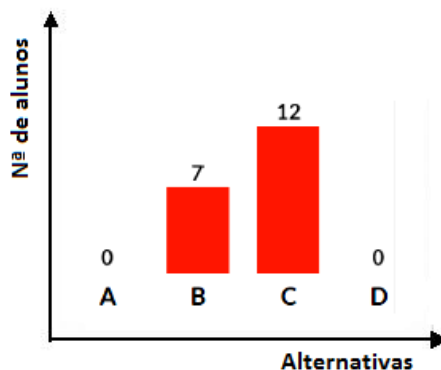
Fonte: Acervo pessoal.

Nessa questão não houve a necessidade de 2ª votação já que aconteceu 74% de acerto. Membros de duas guildas erraram a questão, sendo que 3 estudantes que erraram essa questão pertenciam à mesma Guilda. Como não houve outra votação foi mostrada a questão correta e o porquê da mesma, para que os estudantes que erraram não permanecessem no erro.

A questão 2.5 exigia que o estudante analisasse a rotação da agulha magnética de uma bússola quando esta realizasse um movimento completo de translação em torno de um ímã em forma de barra. A Figura 23 mostra o índice de marcações por alternativas na votação.



**Figura 23.** Respostas por alternativas da questão 2.5. Alternativa correta (D).



Fonte: Acervo pessoal.

Como nesta questão não houve acerto, ela se enquadra na metodologia como uma questão que o professor tem que intervir para explicar o conteúdo que não foi devidamente apreendido pelos estudantes, ou seja, ela se enquadra no índice menor que 30% de acerto segundo a metodologia IpC. Não houve tempo para essa intervenção, pois o período da aula havia se encerrado. A questão foi respondida pelos próprios alunos na aula seguinte, com a realização de experimentos.

### 5.2.3. Terceira aula 07 de Junho de 2017 – Experimento de Oersted

A segunda missão consistia de participação coletiva dos membros das Guildas para a observação e montagem de um análogo do experimento de Oersted. Eles também deveriam responder algumas questões apresentadas em um roteiro de experimento.

Foi usada uma aula prática dentro da própria sala utilizando um análogo ao experimento de Oersted, ímãs, limalha ferro, bússolas e um roteiro com perguntas sobre o tema. A ideia é de que os alunos conseguissem ver na prática os conceitos estudados e vistos anteriormente no material fornecido e na aula de Instrução por Pares. Um aluno da Guilda “Vitória na Guerra” estava ausente.

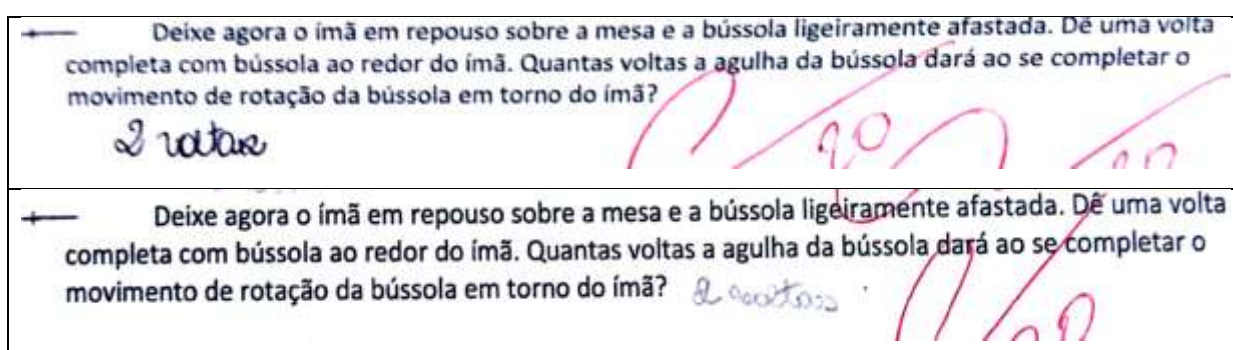
A turma estava bem curiosa sobre a missão já que havia uma caixa cheia de objetos. Houve muita perda de tempo para começar essa missão devido a vários pequenos itens a serem entregues às Guildas como suporte de pilhas, pilhas, ímãs, bússolas, limalha de ferro, placa de madeira, suporte com fio e roteiro.

Assim que foi entregue todos os itens, o ímã de neodímio é o que causou mais entusiasmo nos alunos. Os membros manipulavam com certa fascinação os pequenos ímãs (eles foram deixados livres para manipular os objetos), apenas os alertando de que deveriam responder as questões apresentadas no roteiro. Alguns problemas foram relatados por algumas Guildas como um erro no roteiro que estava escrito no papel cartão. Foi entregue um compensado retirado de pranchetas porque este apresentava melhor visualização do campo magnético dos ímãs de neodímio. Foi preciso explicar esse detalhe assim que as Guildas começaram a executar a missão seguindo o roteiro do Apêndice B.

No momento em que as Guildas começaram a montagem do experimento de Oersted, foi detectado um segundo problema com a base feita para a bússola. As mesas dos alunos possuem uma certa inclinação no apoio para escrita. Quando a bússola era colocada no mesmo, a bússola apresentava certa instabilidade, então foi orientado a todas as Guildas que colocassem o suporte no chão da sala que é mais nivelado.

A questão 2.5 da aula anterior (aula 2) que não teve nenhum acerto foi respondida nessa aula. O roteiro continha uma observação prática do movimento da agulha magnética da bússola quando essa transladava ao redor de um ímã de barra na posição horizontal, que é similar a questão. Isto permitiu-me não respondê-la no começo dessa aula, deixando que os próprios alunos tentassem chegar a resposta correta. A Figura 24 mostra a resposta de duas Guildas da questão relacionada à última questão apresentada da aula 2.

**Figura 24** - Respostas de duas Guildas a um item do roteiro experimento de Oersted.



Fonte: Acervo pessoal.

Todas as Guildas chegaram à conclusão correta sobre esse item, relacionando imediatamente à questão 2.5.

Essa aula apresentou alguns problemas como o de uma das Guildas que ficou atrasada na montagem do experimento de Oersted, inclinando estudantes de outras Guildas a não aceitarem dar aos membros da Guilda atrasada mais tempo para terminar. Isto gerou certa discussão entre eles. A questão do roteiro que tratava de descobrir maneiras de se alterar a direção da bússola sem o uso de ímãs gerou muita discussão entre os membros das Guildas, como evidenciamos nas perguntas dos alunos e discussões entre as Guildas.

#### 5.2.4. Quarta aula 14 de Junho de 2017 – Guilda Race

A quarta missão consistia da participação coletiva dos membros das Guildas no jogo de tabuleiro *Guilda Race*, com questões referentes a campo magnético, vetor campo magnético, direção e sentido da força magnética em cargas e fios condutores e regra da mão direita.

A metodologia empregada nessa aula foi o jogo especialmente criado para essa SD, o *Guilda Race*. As Guildas respondem questões sorteadas através de um dado que contém três níveis (fácil, médio e difícil), avançando uma, duas ou três casas do tabuleiro a cada acerto do respectivo nível das questões sorteadas. O Quadro 9 mostra o número de casas percorridas pelas quatro Guildas durante essa aula.

**Quadro 9** - Cores dos peões, casas percorridas por Guildas e acertos por níveis de dificuldade. Nível fácil (NF), nível médio (NM) e nível difícil (ND).

Guilda	Cor do peão	N <sup>a</sup> de casas	Acertos por níveis		
			NF	NM	ND
Celeiro da Miranda	Azul	6	4	1	0
Formation	Verde	6	2	2	0
SSCBI	Vermelho	7	0	2	1
Vitória na Guerra	Amarelo	11	1	2	2

Fonte: Acervo pessoal.

Nessa missão não houve nenhum estudante ausente.

A turma, no início, teve dificuldades com as regras da *Guilda Race*. Jogavam o dado sem a presença do professor para validar a questão sorteada tendo que jogar novamente, e, a todo momento, solicitavam a presença do professor para verificar se a questão estava correta.

A participação e o comprometimento com a atividade foi muito alto, deixando bem claro que a ideia de resolver o maior número questões para avançar as casas do tabuleiro e somar Maxwell's - que é a pontuação do jogo.

### 5.2.5. Quinta aula 14 de Junho de 2017 - Instrução pelos Colegas

Campo magnético, vetor campo magnético, direção e sentido da força magnética em cargas e fios condutores e regra da mão direita foram os temas das questões conceituais dessa aula.

Foi usada a instrução pelos Colegas como quinta missão para as Guildas. Foram preparadas dez questões conceituais sobre campos magnéticos, força magnética em cargas e força magnética em fios condutores de corrente elétrica. De dez questões apenas quatro foram apresentadas na aula. Segue um quadro com o índice de acerto das questões.

**Quadro 10** - Questões conceituais versus índice de acertos referentes a aula 5.

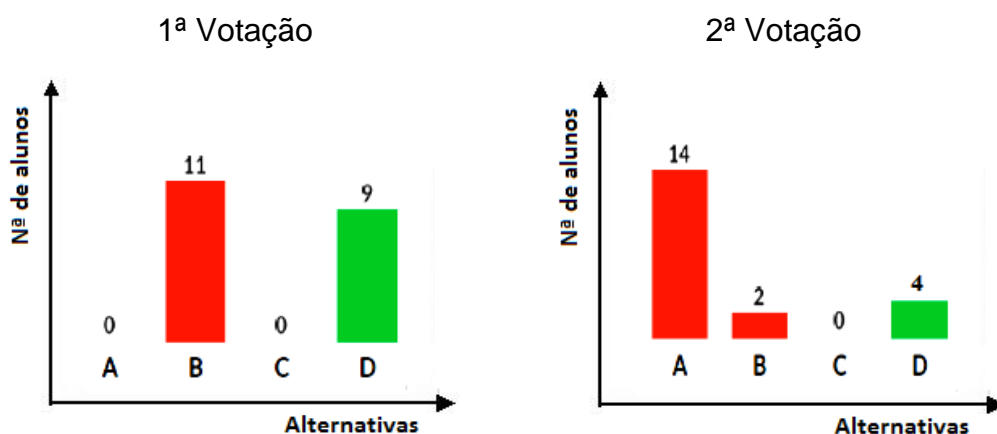
Questão	1ª Votação(%acertos)	2ª Votação(%acertos)
4.1	45%	20%
4.2	40%	75%
4.3	100%	-
4.4	45%	90%

Fonte: Acervo pessoal.

Nenhum aluno faltou nessa missão. A turma estava bem atenta à pequena explanação sobre o conteúdo feita antes da apresentação das questões conceituais, relacionando as informações que foram passadas com o material fornecido. No começo eles ficaram um pouco receosos em falar devido à presença da orientadora desse trabalho, mas, com poucos minutos, ficaram mais à vontade para perguntar sobre variados temas.

A questão 5.1 obteve na primeira votação 45% de acertos e na segunda votação aconteceu uma queda brusca nas alternativas assinaladas corretas, apenas 20%. Essa questão era sobre o desvio de partículas carregadas provenientes dos ventos cósmicos quando entram na atmosfera da Terra. Os estudantes deveriam marcar a figura que mais explicava o desvio dessas partículas e do porquê não observarmos auroras no Brasil. A Figura 25 mostra o índice de marcações por alternativas na primeira e segunda votação.

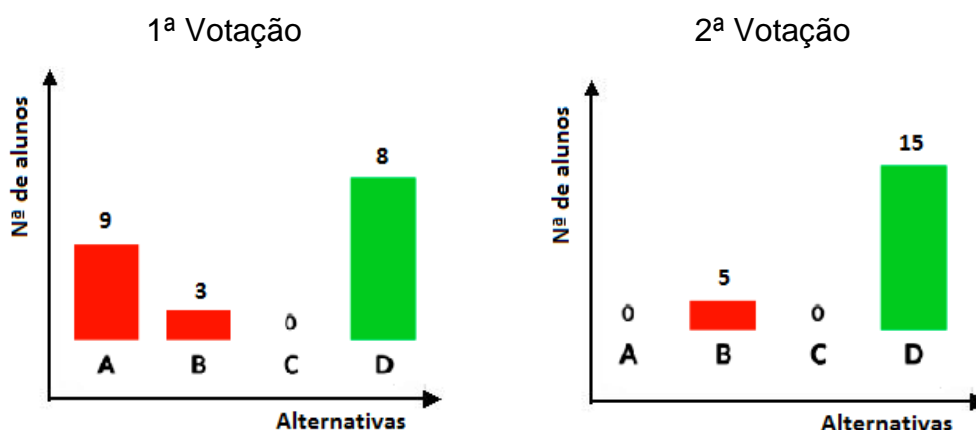
**Figura 25** - Respostas por alternativas da questão 5.1. Alternativa correta (D).



Fonte: Acervo pessoal.

A questão 5.2 relacionava o movimento de uma partícula carregada, força magnética que atuava na mesma e o campo magnético. Aconteceu uma grande discussão sobre a resposta correta da questão 5.2, onde toda turma discutiu as alternativas. Vale ressaltar que, aconteceu o mesmo problema da segunda aula, os membros das Guildas insistiam em discutir as questões logo na primeira votação. A Figura 26 mostra o índice de marcações por alternativas na primeira e segunda votação.

**Figura 26** - Respostas por alternativas da questão 5.2. Alternativa correta (D).

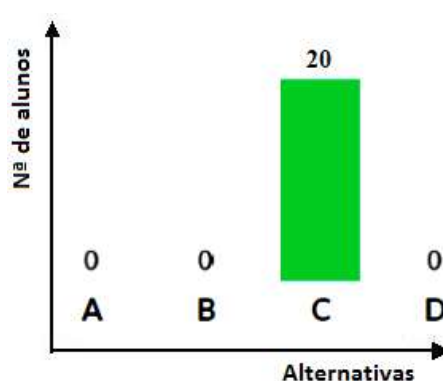


Fonte: Acervo pessoal.

A primeira votação teve 40% de acertos e a segunda votação teve 75% de acertos, ou seja, aconteceu uma melhora significativa após toda discussão. Dois membros da Guilda “SSCBI” mostraram bastante desinteresse nessa missão, deixando o outro membro praticamente sozinho. Devido a vários momentos de discussão nessa aula, foram lançadas apenas quatro questões conceituais.

Na questão 5.3 houve 100% de acerto. Ela relacionava o movimento de uma partícula carregada paralelamente ao campo magnético. A Figura 27 mostra o índice de marcações por alternativas na única votação.

**Figura 27** - Respostas por alternativas da questão 5.3. Alternativa correta (C).



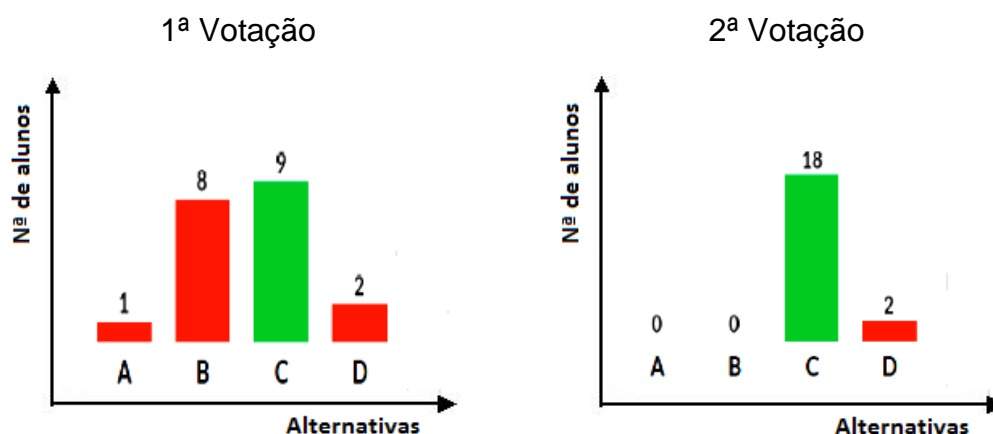
Fonte: Acervo pessoal.

A questão 5.4 mostrava um fio metálico suspenso entre dois ímãs e por esse fio passa uma corrente. Ele é colocado perpendicularmente às linhas de campo magnético do ímã. A questão exigia que o estudante relacionasse a força magnética em um fio percorrido por corrente e equilíbrio. Na segunda votação, um estudante

mudou da resposta correta para a incorreta, um manteve-se na mesma alternativa incorreta e nove mudaram para a alternativa correta na segunda votação.

A Figura 28 mostra o índice de marcações por alternativas na primeira e na segunda votação.

**Figura 28** - Respostas por alternativas da questão 5.4. Alternativa correta (C).



Fonte: Acervo pessoal.

### 5.2.6. Sexta aula 28 de Junho de 2017 – Guilda Race

A sexta missão foi realizada com o jogo *Guilda Race* e a participação coletiva de todos os membros da Guilda, seguindo a mesma jogabilidade da quarta aula. Os temas da missão eram: campo magnético em fios, espiras, bobinas e solenoides e aplicação da regra da mão direita.

Os representantes das Guildas posicionaram seus respectivos peões nas casas onde haviam parado ao final da quarta aula. No Quadro 11 são mostradas o número de casas ao final dessa missão.

**Quadro 11**- Cores dos peões, casas percorridas por Guildas e acertos por níveis de dificuldade. Nível fácil (NF), nível médio (NM) e nível difícil (ND).

Guilda	Cor do peão	Nª de casas	Acertos por níveis		
			NF	NM	ND
Celeiro da Miranda	Azul	17			
			4	2	3
Formation	Verde	9			
			2	2	1
SSCBI	Vermelho	22	NF	NM	ND

			4	6	2
Vitória na Guerra	Amarelo	18	NF	NM	ND
			3	3	3

Fonte: Acervo pessoal.

Nessa aula um estudante da Guilda “Celeiro da Miranda” não esteve presente. A turma antes da aula pediu para dar uma explicação nas equações sobre campo magnético em fios, espiras e solenoides que estavam no material fornecido. Depois de uma breve explanação sobre as equações, iniciou-se a sexta missão.

As Guildas estavam mais familiarizadas com a *Guilda Race*, separando os membros em frentes de resoluções das questões entrando num clima frenético de competição, perguntando, debatendo, observando onde as outras Guildas estavam no tabuleiro. Ao fim da atividade, os alunos perguntaram se teria outra *Guilda Race*, mostrando com isso que aparentemente gostaram da atividade.

### 5.2.7. Sétima aula 28 de Junho de 2017 - Instrução pelos Colegas

Campo magnético em fios, espiras, bobinas e solenoides e aplicação da regra da mão direita foram os temas das questões conceituais dessa aula. Foi usada a instrução pelos Colegas como metodologia e o uso do aplicativo Plickers para o mapeamento das respostas. Das oito questões conceituais selecionadas sobre campos magnéticos em fios longos, espiras, bobinas e solenoides percorridos por corrente elétrica, apenas quatro foram apresentadas. Segue um quadro com o índice de acerto das questões da missão.

**Quadro 12** - Questões conceituais versus índice de acertos referentes a aula 7.

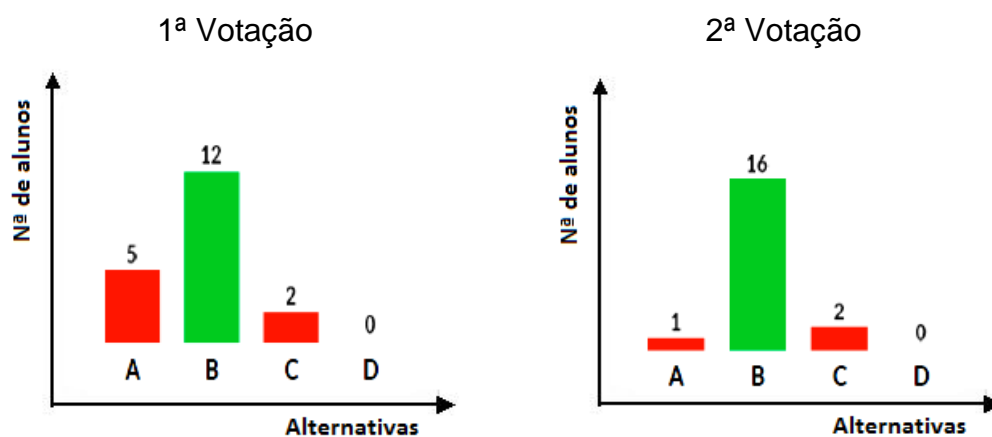
Questão	1ª Votação(%acertos)	2ª Votação(%acertos)
7.1	63%	84%
7.2	63%	63%
7.3	100%	-
7.4	58%	Não teve

Fonte: Acervo pessoal.



Apenas um membro da Guilda “Celeiro da Miranda” não estava presente nessa missão. A primeira questão exigia do estudante saber a direção e o sentido do campo magnético gerado por um fio percorrido por corrente elétrica. Figura 29 mostra o índice de marcações por alternativas na primeira e segunda votação.

**Figura 29.** Respostas por alternativas da questão 7.1. Alternativa correta (B).

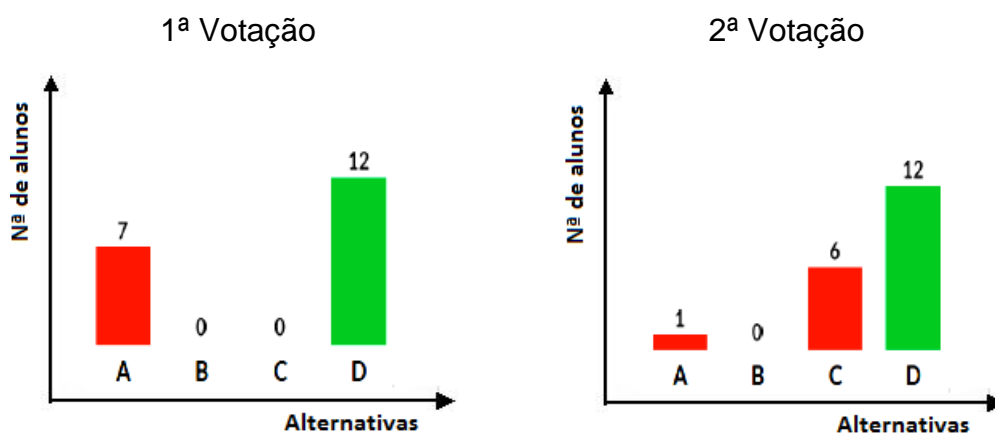


Fonte: Acervo pessoal.

Três estudantes permaneceram com a alternativa incorreta na 2ª votação e quatro estudantes trocaram para a alternativa correta na segunda votação.

A questão 7.2 também está relacionada ao campo magnético gerado por um fio percorrido por uma corrente. A Figura 30 mostra o índice de marcações por alternativas na primeira e na segunda votação.

**Figura 30 -** Respostas por alternativas da questão 7.2. Alternativa correta (D).

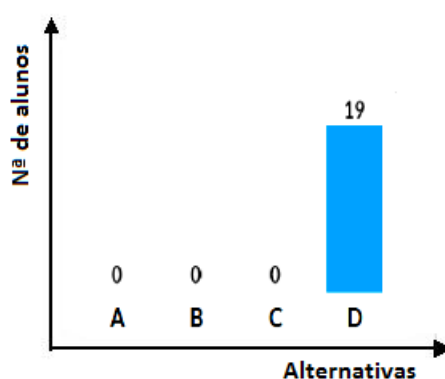


Fonte: Acervo pessoal.

A primeira e segunda votação tiveram a mesma porcentagem de acerto (63%), não havendo melhora após a segunda votação. A troca de informações sobre as questões conceituais ainda persistiam. Um membro da Guilda “SSCBI” teve dificuldade para entender a regra da mão direita, pedindo ajuda para esclarecê-la.

A questão 7.3 indagava sobre o campo magnético no interior de um solenoide. A Figura 31 mostra o índice de marcações por alternativas na única votação que obteve 100% de acerto.

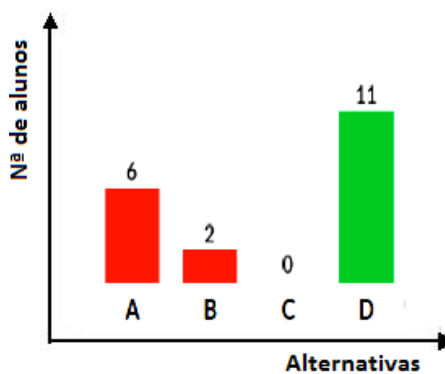
**Figura 31** - Respostas por alternativas da questão 7.3. Alternativa correta (D).



Fonte: Acervo pessoal.

O índice de marcações por alternativas da equação 7.4 é mostrada na Figura 32. Nessa questão não houve tempo suficiente para ser aberta a segunda votação.

**Figura 32** - Respostas por alternativas da questão 7.4. Alternativa correta (D).



Fonte: Acervo pessoal.

As Guildas continuavam motivadas em responder as questões apresentadas e em alguns momentos pediam para abrir a votação mais rapidamente no intuito de não dar tempo para as Guildas rivais.

#### *5.2.8. Oitava aula 05 de Julho de 2017 - Montagem experimental da Lei de Lenz*

A oitava missão consistia em participação coletiva dos membros das Guildas para a observação e montagem experimental da Lei de Lenz, utilizando uma bobina criada por Mello (2018) junto a LEDs e ímãs.

Foi usada uma aula prática dentro da própria sala usando uma bobina confeccionada com materiais mais viáveis, ímãs, limalha ferro, bússolas e um roteiro com perguntas sobre a Lei de Lenz. A ideia é que, através do estudo do material fornecido para as Guildas, os alunos possam associar o fenômeno da indução eletromagnética à produção de energia elétrica.

Dois alunos da Guilda “Celeiro da Miranda” e um aluno da Guilda “Vitória na Guerra” faltaram a essa missão. A curiosidade das Guildas com os materiais fornecidos era bem clara e evidenciada na correlação do material fornecido e dos vídeos sugeridos. A cada item respondido as Guildas vibravam.

Algumas Guildas formavam rodas com a intenção de não mostrar seu progresso para as outras que tinham dificuldade em determinadas perguntas do roteiro, como acender o LED usando a bobina. A emoção era evidente nas comemorações de cada tarefa e descoberta feita, o engajamento dos alunos com a manipulação do material era imenso, ao ponto da aula terminar e os alunos pedirem para continuar brincando com os ímãs e a bobina.

#### *5.2.9. Nona aula 05 de Julho de 2017 - Instrução pelos Colegas*

Para última missão foram preparadas 14 questões conceituais sobre os temas: Fluxo magnético, Lei de Lenz e Lei de Faraday. Nessa missão foram aplicadas quatro dessas 14 questões conceituais. O Quadro 13 mostra o índice de acerto das questões apresentadas na missão.

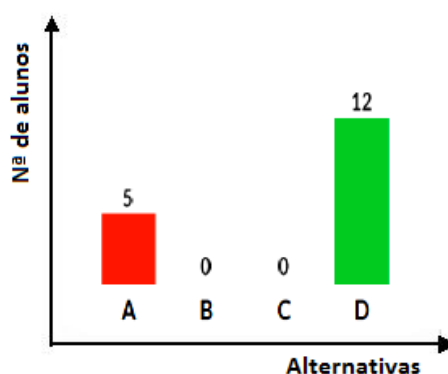
**Quadro 13** - Questões conceituais versus índice de acertos referentes à aula 9.

Questão	1ª Votação(%acertos)	2ª Votação(%acertos)
9.1	71%	-
9.2	82%	-
9.3	47%	35%
9.5	47%	82%

Fonte: Acervo pessoal.

Dois alunos da Guilda “Celeiro da Miranda” e um aluno da Guilda “Vitória na Guerra” não estavam presentes nessa missão. A troca de informações sobre as questões conceituais na primeira votação diminuíram bem em relação às outras aulas usando a metodologia instrução por pares. Os próprios alunos já estavam com seus respectivos cartões e estavam totalmente imersos nas atividades. A ansiedade em relação ao resultado era grande, mas, como foi explicado, o resultado só seria divulgado na semana seguinte.

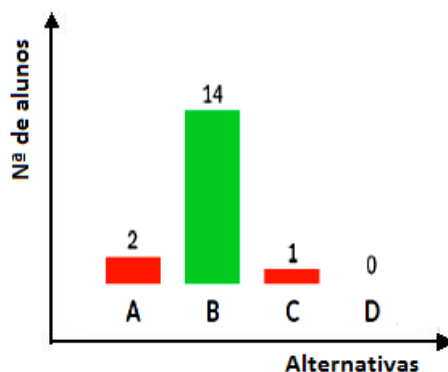
A seguir, mostraremos na Figura 33 o índice de marcações por alternativas da questão conceitual 9.1, não necessitando de segunda votação. A respectiva questão abordava o fluxo magnético através de uma espira.

**Figura 33** - Respostas por alternativas da questão 9.1. Alternativa correta (D).

Fonte: Acervo pessoal

A questão 9.2 exigia dos estudantes saber relacionar o número de voltas da bobina e a intensidade da corrente induzida devido a variação do fluxo magnético. O índice de marcações por alternativas da equação 9.2 é mostrado na Figura 34, não havendo necessidade de segunda votação.

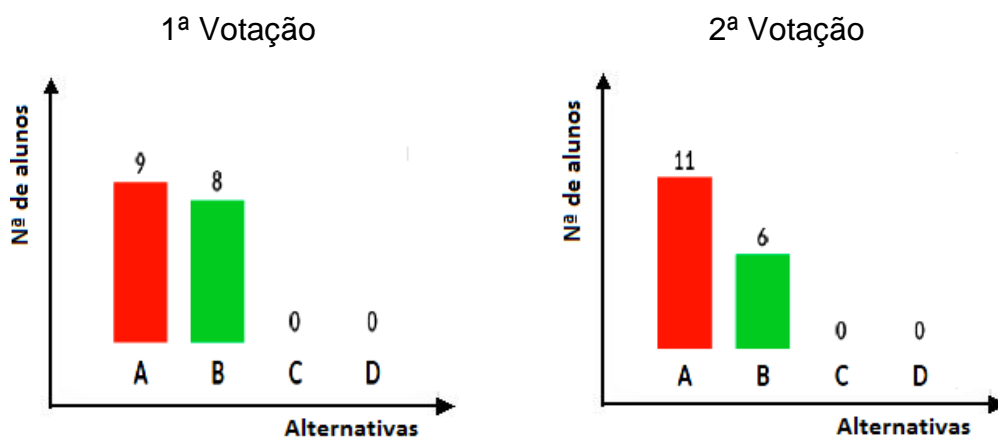
**Figura 34** - Respostas por alternativas da questão 9.2. Alternativa correta (B).



Fonte: Acervo pessoal

A Lei de Lenz foi exigida na questão 9.3, onde era perguntado o sentido da corrente induzida em uma espira devido ao movimento de um ímã em forma de barra. A Figura 35 mostra o índice de marcações por alternativas na primeira e na segunda votação.

**Figura 35** - Respostas por alternativas da questão 9.3. Alternativa correta (B).

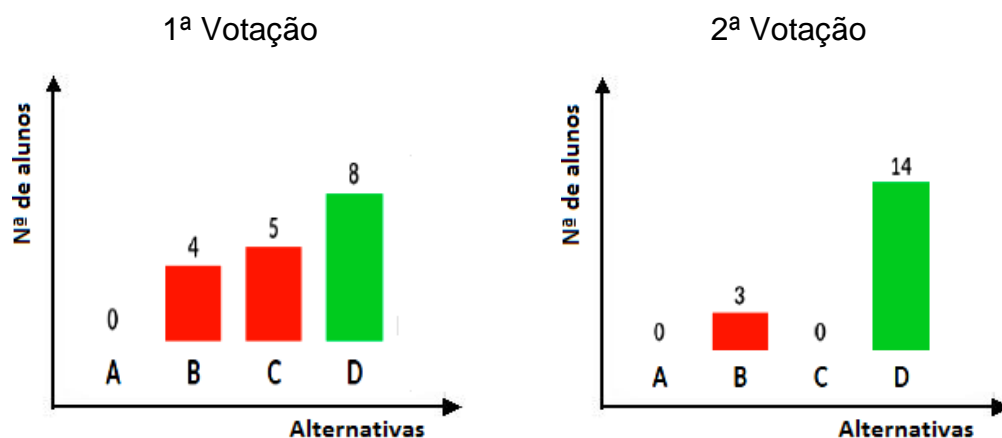


Fonte: Acervo pessoal

Essa questão trouxe uma discrepância em relação ao que é mostrado na literatura, acontecendo uma diminuição no índice de acerto após a segunda votação. Apenas um estudante mudou da alternativa errada para certa, enquanto três mudaram da alternativa certa para a alternativa errada.

A questão 9.4 exigia do estudante o conhecimento da lei de Lenz através do caso de um anel atravessando um campo magnético uniforme. A Figura 36 mostra o índice de marcações por alternativas na primeira e na segunda votação.

**Figura 36** - Respostas por alternativas da questão 9.4. Alternativa correta (D).



Fonte: Acervo pessoal.

Na segunda votação aconteceu um aumento de marcação da resposta correta, o que vem de acordo com a literatura. Três alunos mantiveram suas alternativas erradas, enquanto 6 alunos mudaram da alternativa errada para alternativa certa. Ao final dessa missão foi apresentado aos alunos um questionário sobre a SD, conforme o Quadro 14.

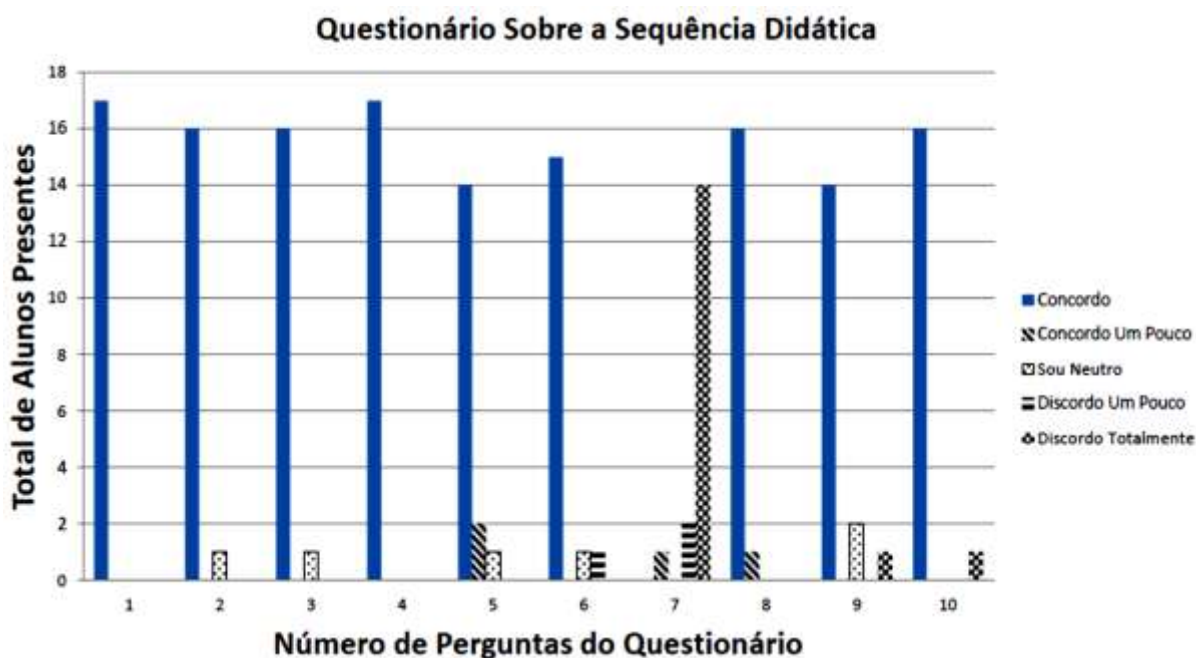
**Quadro 14** - Questionário sobre a sequência didática.

Primeira Parte
Responda: <b>concordo, concordo um pouco, sou neutro, discordo um pouco ou discordo totalmente.</b>
1) Eu achei a Sequência Didática SD agradável.
2) O processo de usar a SD foi prazeroso.
3) Eu me diverti usando a SD.
4) Usar a SD foi uma boa ideia.
5) Usar a SD em sala de aula me trouxe benefícios
6) Eu me diverti interagindo com os meus colegas de sala e ensinando ao usar a SD.
7) Usar a SD me entediou.
8) Eu curti usar a SD.
9) Usar a SD aumentou meu entendimento na Física.
10) Eu acho a SD útil.
Segunda parte.
Faça o comentário que julgar sobre a SD.

Fonte: Acervo pessoal.

Abaixo seguem as respostas dos alunos sobre as perguntas feitas no questionário.

**Figura 37** - Respostas dos estudantes sobre o questionário de atratividade da SD.



Fonte: Acervo pessoal.

Podemos observar através desse questionário que os alunos concordaram com as aulas usando essas metodologias. Os próprios alunos manifestaram que as aulas deveriam continuar dessa maneira, por serem mais divertidas e livres. No momento de responderem o questionário de avaliação das aulas, eles não esconderam em nenhum momento suas respostas, declarando abertamente sua satisfação.

Também é importante ressaltar que um aluno respondeu de forma discursiva todas as perguntas, fazendo questão de identificar-se. A Figura 38 mostra algumas de suas respostas, o que reafirma o interesse dos alunos com as aulas.

**Figura 38.** Resposta de um estudante sobre o questionário de atratividade da SD.

- 1) Concordo. Adorei pois aprendi mais a física.
- 2) Concordo. Gostei muito.
- 3) Concordo. Adorei apesar de ficar nervoso com as várias questões que eu sei...
- 4) Concordo. Foi a melhor aula do ano.
- 5) Concordo. Eu consegui aprender mais a matéria de física desse jeito.
- 6) Concordo. Mas as vezes ficou atrapalhado pelo debate não tem sido muito bom.
- 7) Concordo. Gostei bastante do S.O.
- 8) Concordo. Foi bom.
- 9) Concordo. Aumento pois aprendi muito a matéria.
- 10) Concordo. Foi bastante útil.

Fonte: Acervo pessoal.



## Capítulo 6

### Conclusão e considerações finais

A sequência didática desenvolvida neste trabalho é voltada para a necessidade inerente de mudança no que tange o ensino de Física tradicional, baseado em aulas expositivas e no ensino de memorização, ou, como o pedagogo Paulo Freire chamava, na “Educação Bancária” (FREIRE, 1996). Aulas expositivas e resolução de problemas no quadro apenas tornam a aprendizagem enfadonha para os estudantes, principalmente um conteúdo ao qual eles não conseguem associar com a sua vida.

Nesta SD visamos melhorar a aprendizagem no ensino de Física e engajar os estudantes no processo de ensino-aprendizado, valorizando o uso de metodologias ativas e múltiplas atividades teóricas e experimentais para se ensinar o magnetismo, conteúdo importante da sociedade moderna. A aprendizagem colaborativa da metodologia IpC aliada à gamificação e às múltiplas atividades desenvolvidas ao longo dessas nove aulas valorizaram o estudo, o trabalho em equipe, a prática e o uso de tecnologias da informação (TIC).

Ao longo da aplicação da SD foi notório o engajamento dos alunos nas atividades propostas e o aumento da curiosidade sobre o eletromagnetismo, dinamizando as aulas devido à interação entre estudantes–estudantes e estudantes–professor. A alternância das atividades propôs aulas mais intensas, articulando os trabalhos práticos na observação de fenômenos envolvendo magnetismo em consonância com o estudo prévio dos aprendizes.

Através de diálogos diretos com o corpo docente do colégio (professores, funcionários e direção) foi observado que uma turma considerada apática se tornou engajada nas aulas de Física. O Resultado das atividades propostas como a movimentação das Guildas, as estratégias criadas para a resolução das missões, as perguntas feitas relacionadas ao eletromagnetismo se mostraram de grande impacto na aprendizagem e na motivação.

Baseado nas referências literárias, o uso do IpC mostrou-se uma ferramenta eficaz e de caráter motivador no desenvolvimento cognitivo, fato mostrado nos resultados das missões que envolveram a metodologia de forma satisfatória. As

atividades práticas em conjunto com IpC permite que os próprios alunos encontrem respostas para as perguntas conceituais em que eles tiveram dificuldades na aula.

O uso de diferentes metodologias e abordagens abriram possibilidades para que os aprendizes mais desmotivados interagissem e participassem das discussões com os membros de suas Guildas ou de outras. No que tange ao uso da gamificação no ensino, apesar de ser bastante recente na área educacional como ferramenta motivadora quando comparada a outras metodologias, proporcionou o desenvolvimento de habilidades e competências, mesmo que pautada nos elementos de recompensas, alimentando uma disputa saudável entre os participantes e acarretando um vínculo de cooperação mútua para todos envolvidos na execução das missões.

O trabalho apresentado propõe a articulação de novos indicadores para futuras pesquisas sobre o uso de metodologias ativas no ensino Física ou de outras áreas, além de usar de forma híbrida duas ou mais metodologias para ensinar determinado tópico. A ideia de alternar formas de ensino foi muito importante para engajar os estudantes e de que é possível fazer com que as aulas saiam do tradicional, mesmo sobre conceitos que necessitam de base matemática apurada, como eletromagnetismo, possa ser melhor compreendida.

Espera-se que os professores que entrarem em contato com esse trabalho possam aproveitá-lo ou aprimorá-lo, visando alcançar maior rendimento na aprendizagem dos alunos por meio do uso da Instrução por colegas e a gamificação. Relatamos aqui uma experiência didática inovadora tanto para os professores quanto para os alunos no uso de elementos de instrução pelos colegas em consonância com elementos de gamificação, mostrando simultaneamente as vantagens do uso de ambas metodologias, bem como também as limitações do método empregado. Os resultados aqui apresentados e produto educacional fruto desse trabalho estarão disponíveis no site da MNPEF - polo Juiz de Fora.

## Referências Bibliográficas

ALVES, F. *Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo: do conceito a prática*. São Paulo: Editora DVS, 2015.

ARAUJO, I.S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: Uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino – aprendizagem de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.30, n.2, p. 362-384, 2013.

ASSIS, A. K. T. *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*, vol.2. Montreal: Apeiron, 2018, 314 p. Disponível em: <<https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Eletricidade-Vol-2.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2018.

CHAIB, J.P.M.C.; ASSIS, A. K. T. Experiência de Oersted em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.29, n.1, p. 41-51, 2007.

CHAIB, J.P.M.C.; ASSIS, A. K. T. Distorção da obra eletromagnética de Ampère nos livros didáticos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.29, n.1, p. 65-70, 2007.

COELHO, L.; PISONI, S. Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. *Revista Modelos-FACOS/CNEC*, Osório/RS, v. 2, n. 1, p. 148 -152, ago. 2012.

CROUCH, C. H; WATKINS, J.; FAGEN, A. P.; MAZUR, E. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One , All At Once. *Physics*, v. 9, p. 1–55, 2007.

CROUCH, C.H.; MAZUR, E. Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.

DINIZ, A.C. *Implementação do Método Peer Instruction em Aulas de Física no Ensino Médio*. Viçosa: UFV, 2015. 151p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. 2015.

FARDO, M.L, A.V. A Gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *Revista Renote - Novas Tecnologias na Educação (CINTED-UFRGS)*, v.11, n.1, julho, 2013.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.

GARDELLI, D; NEVES, M.C.D. Equívocos encontrados em livros didáticos de Física do ensino médio sobre a interpretação dada à experiência de Oersted. *Revista Ensino de Ciências*, v.3, n.2, 2012.

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. *Revista de Estudos da Educação*, Maceió, v. 13, n. 21, p. 71-91, 2004.

JUNIOR, O, P. Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 195-212, 2010.

JUNIOR, R, F.; FERRARO, N, G.; SOARES, P, A, T. *Os Fundamentos da Física*, v 03, 11. Ed. São Paulo: Moderna, 2015.

KAPP, K.M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. 1ª edição, Pfeiffer/ASTD Press, 2012.

KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. Estação ciência: formação de educadores para o ensino de

ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: *IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica*. São Paulo, 2008. p. 212-217. Disponível em: <<http://www>.

LASRY, N. Clickers or Flashcards: Is There Really a Difference? *The Physics Teacher*, v. 46, n. 4, p. 242-244. 2008.

LESCHÉ, B. *Notas de aula de Física 3*. Disponível em <<http://www.fisica.ufjf.br/~lesche/F%20III/Notas%20de%20aula%20F%20III/>>. Acesso em 18 abr. 2018.

MACEDO, S, H.; LIMA, J, V.; BIAZUS, M, C, V. Reflexões sobre o processo de ensino-aprendizagem de eletromagnetismo. *Educação e Tecnologia: Um percurso Interinstitucional*. Essentia Editora, Campos do Goytacazes (RJ), p. 247-261, 2011.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Curso de Física*, 1ª edição, volume 3, São Paulo: SCIPIONE, 2011.

MAZUR, E. *Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa*. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

MAZUR, Eric. *Peer Instruction a User's Manual*. Coleção Prentice hall series in educational innovation. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

MELLO, L.A.R. *Proposta de Atividades de Ensino por Investigação em Laboratório de Indução Eletromagnética*. 2018. ??? f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora (2018).

MOREIRA, M. A., O que é afinal Aprendizagem Significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2012. Aceito para publicação, *Qurrriculum*, La Laguna, Espanha, (2012).

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MOREIRA, M. A., *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências*. Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo, 2009.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. *Teorias construtivistas*. Textos de apoio ao professor de Física. Porto Alegre: Instituto de Física: UFRGS, 1999. V.10.

MÜLLER, M. G. *Metodologias Interativas de Ensino na formação de professores de Física: Um estudo de caso com o Peer Instruction*. Porto Alegre: UFRGS, 2013. 226p. Dissertação (Mestrado em ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rio Grande do Sul. 2013.

NUSSENZVEIG, H, M. *Curso de Física básica: Eletromagnetismo*, v.3, 1. Ed. São Paulo: E. Blücher, 2007.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio - histórico* 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C, J, H. *Teorias de Aprendizagem – Texto Introdutório*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul -UFRGS, 2010.

PAGANINI, E,R.; BOLZAN, M, S. Ensinando Física através da Gamificação. *VII Encontro Científico de Física Aplicada, Blucher Physics Proceedings*, v.3, p.16-20, 2016.v.3, n.1, Maio, 2016.

PHET – LABORATÓRIO DE ELETROMAGNETISMO DE FARADAY. Disponível em < [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/faraday](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday) >. Acesso em jan. 2018.

PINTO, J, A, F.; SILVA, A, P, B.; FERREIRA, É, J, B. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 176-196, 2017.

PLICKERS - Formative assessment has never been faster. - Disponível em <<https://get.plickers.com/>>. Acesso em: jan. 2018.

RADUTA, C. *General students' misconceptions related to electricity and magnetism*. Disponível em < <https://arxiv.org/abs/physics/0503132> >. Acesso em: 26 mai. 2018.

ROCHA, R.S. *Utilização das novas tecnologias de informação e comunicação para aplicação da metodologia "Peer Instruction" no ensino de Física no Ensino Médio*. Juiz de Fora: UFJF, 2017. 98p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Minas Gerais. 2017.

SEARS, F, W.; ZEMANSKY, M, W.; YOUNG, H, D. *Física III*. 12 ed. São Paula: Addison Wesley, 2008.

STUDART, N. Simulação, Games e gamificação no ensino de física. *XXI Simpósio Nacional de ensino de física, SNEF 2015*.

TEIXEIRA, T.F.M. *Gamificação: uma estratégia para promover o ensino e aprendizagem de gravitação no ensino médio*. 2017. 152 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do ABC, Santo André, (2017).

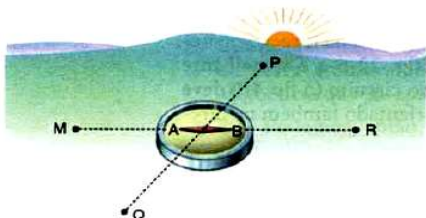
YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A... *Física III: Eletromagnetismo*. 12 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

## Apêndice A

### Questões conceituais da aula 2

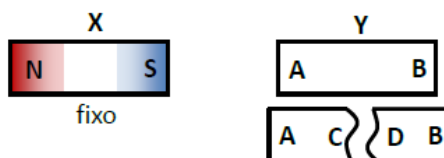
#### AULA 2 – QUESTÕES USANDO INTRODUÇÃO PELOS COLEGAS – MISSÃO POR GUILDA E INDIVIDUAL

2.1 – Sabendo que o sol está nascendo em P, qual dos pontos abaixo: Quais representam o norte geográfico e o sul magnético respectivamente.

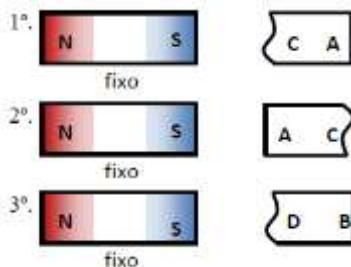


- A) R e B      B) M e A      C) P e B      D) Q e A

2.2 - Um ímã X, em forma de barra, está fixo sobre uma superfície horizontal. Outro ímã, Y, também em forma de barra, com seus polos orientados conforme mostra a figura abaixo, é aproximado do primeiro e sofre uma força de repulsão. Logo em seguida, quebra-se o ímã Y, como sugere a figura a seguir:



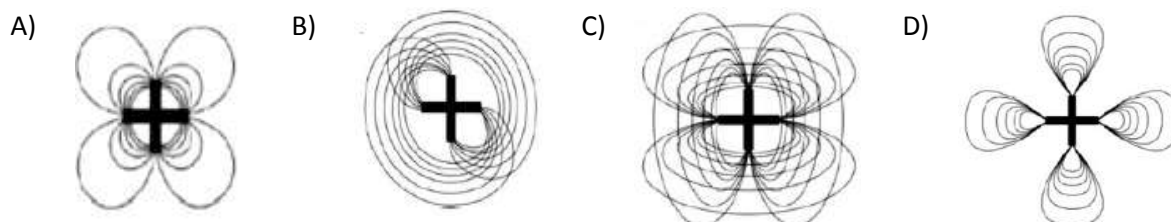
Em três situações diferentes, mostradas na figura abaixo, uma das duas partes gerada pela quebra do ímã Y é aproximada do ímã X.



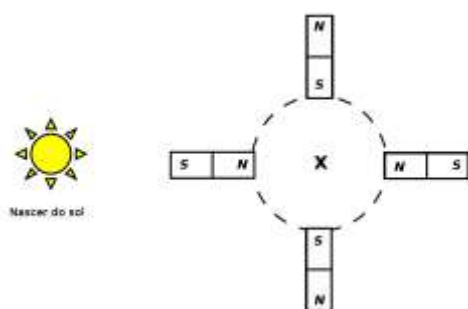
Em qual(is) situação(ões) ocorre repulsão entre o ímã X (fixo) e a metade do ímã Y colocada perto dele?

- A) apenas na 1ª.  
B) na 1ª e 2ª.  
C) na 2ª e 3ª.  
D) nas três situações.

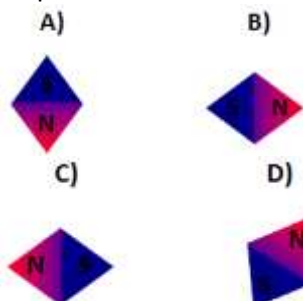
2.3 - Um objeto de ferro, de pequena espessura e em forma de cruz, está magnetizado e apresenta dois polos Norte (N) e dois polos Sul (S). Quando esse objeto é colocado horizontalmente sobre uma mesa plana, as linhas que melhor representam, no plano da mesa, o campo magnético por ele criado, são as indicadas em:



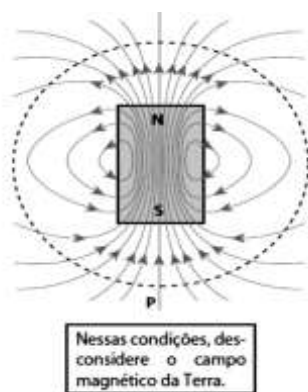
2.4 – Quatro ímãs em forma de barra estão apoiados sobre uma mesa horizontal, como mostra a figura abaixo:



A figura que melhor representa a orientação de uma bússola colocada no ponto central da circunferência é:



2.5 - (Fuvest-SP) Sobre uma mesa plana e horizontal, é colocado um ímã em forma de barra, representado na figura, visto de cima, juntamente com algumas linhas de seu campo magnético. Uma pequena bússola é deslocada, lentamente, sobre a mesa, a partir do ponto P, realizando uma volta (circular) completa em torno no ímã.



Ao final desse movimento, a agulha da bússola terá completado, em torno de seu próprio eixo, um número de voltas igual a:

- A)  $\frac{1}{4}$  de volta                      B)  $\frac{1}{2}$  de volta  
C) 1 volta completa                      D) 2 voltas completas

2.6 - Insere-se uma agulha imantada em um material, de modo que o conjunto fique em equilíbrio dentro de um copo cheio de água, como esquematizado na Figura 1.



Figura 1



Figura 2

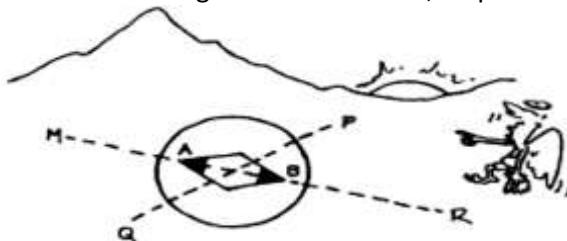
Foram realizadas observações com a referida bússola em três cidades (I, II e III), indicando que o polo norte da agulha formava, **aproximadamente**:

- para a cidade I, um ângulo de  $20^\circ$  em relação à horizontal e apontava para baixo;
- para a cidade II, um ângulo de  $75^\circ$  em relação à horizontal e apontava para cima;
- para a cidade III, um ângulo de  $0^\circ$  e permanecia na horizontal.

A partir dessas informações, pode-se concluir que tais observações foram realizadas, **respectivamente**, nas cidades de (veja a Figura 2):

- A) Punta Arenas (sul do Chile), Natal (nordeste do Brasil) e Havana (noroeste de Cuba).  
 B) Punta Arenas (sul do Chile), Havana (noroeste de Cuba) e Natal (nordeste do Brasil).  
 C) Havana (noroeste de Cuba), Natal (nordeste do Brasil) e Punta Arenas (sul do Chile).  
 D) Havana (noroeste de Cuba), Punta Arenas (sul do Chile) e Natal (nordeste do Brasil).

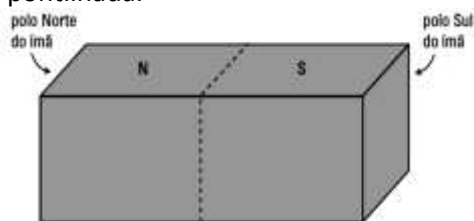
2.7 – Sabendo – se que o sol mostrado na figura está nascendo, responda:



Qual dos pontos indicados na figura representa o norte magnético da terra?

- A) R                      B) Q                      C) M                      D) P

2.8 - Um estudante carregava um ímã na forma de barra, conforme a ilustração abaixo, quando o mesmo soltou-se de sua mão e, devido ao impacto com o solo quebrou-se praticamente em duas partes iguais, ao longo da linha pontilhada.



Colocando os dois pedaços desse ímã um em frente ao outro, eles tenderão a se atrair de acordo com as características magnéticas ilustradas na alternativa:

- A) B)
- C) D)



## Apêndice B

### Roteiro da aula 3

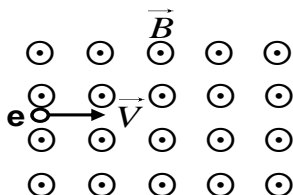
ROTEIRO - 3ª AULA - MISSÃO 3 –EXPERIMENTO DE OERSTED	
<b>Guilda:</b> <b>Membros:</b>	<b>Total alcançado na missão:</b>
<b>Objetivo:</b>	Reproduzir um análogo do experimento do físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851).
<b>Descrição:</b>	As guildas usarão um suporte para quatro pilhas, fios, bússola, suporte para bússola, ímãs, limalha de ferro e pedaço de madeira.
<b>Dicas:</b>	Quando não estiver usando o suporte de pilhas, retire as pilhas do mesmo para evitar o aquecimento excessivo (efeito Joule) e acidentes.
1. VISUALIZANDO O CAMPO MAGNÉTICO.	
+	Pegue a barrinha de ímãs de neodímio, o pedaço de madeira e a limalha de ferro. Posicione os ímãs abaixo do pedaço de madeira e então salpique a limalha de ferro sobre ela. Redija de forma simples e clara as observações feitas pela guilda. (Use, se possível, palavras relacionadas ao tema estudado).
2. OBSERVAÇÕES DO EXPERIMENTO DE OERSTED.	
+	Aproxime a barrinha de ímãs de neodímio da bússola. O que ocorre com a bússola quando aproximamos o ímã?
+	Se invertermos o lado do ímã o que ocorre com a bússola?
+	Deixe agora o ímã em repouso sobre a mesa e a bússola ligeiramente afastada. Dê uma volta completa com bússola ao redor do ímã. Quantas voltas a agulha da bússola dará ao se completar o movimento de rotação da bússola em torno do ímã?
+	Sem usar os ímãs, encontre duas maneiras diferentes de modificar a direção da agulha da bússola, tanto para a direita quanto para a esquerda. Descreva os fenômenos observados.
3. CONCLUSÕES.	
+	Qual a similaridade entre correntes e ímãs?

## Apêndice C

### Questões da aula 4 e 6

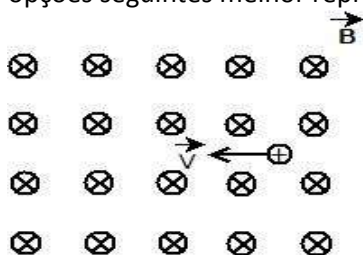
#### AULA 4 – QUESTÕES USADAS NA GUILDA RACE

1 - Um elétron penetra, com velocidade  $\vec{V}$ , numa região do espaço onde existe um campo magnético  $\vec{B}$  representado pelo símbolo  $\odot$ , que significa saindo do plano da página. Qual das opções seguintes melhor representa o sentido da Força Magnética que age sobre esta carga?



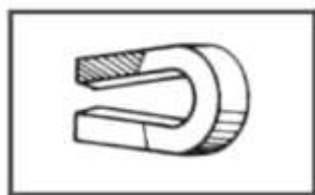
- a)  $\uparrow$   
 b)  $\downarrow$   
 c)  $\rightarrow$   
 d)  $\leftarrow$

2 - Uma carga positiva penetra, com velocidade  $\vec{V}$ , numa região do espaço onde existe um campo magnético  $\vec{B}$  representado pelo símbolo  $\otimes$ , que significa entrando no plano da página. Qual das opções seguintes melhor representa o sentido da Força Magnética que age sobre esta carga?



- a)  $\uparrow$   
 b)  $\downarrow$   
 c)  $\rightarrow$   
 d)  $\leftarrow$

3 - (FATEC - Adaptado) Ao vídeo de um televisor antigo encostam-se as faces polares de um ímã, conforme o esquema abaixo (face norte em cima, face sul para baixo). Considerando o vetor velocidade do elétron saindo do plano da página, a imagem se distorce com desvio:



- a) para a esquerda  
 b) para a direita  
 c) para cima  
 d) para baixo  
 e) a imagem não se distorce

4 - (UFPEL 2008 - Adaptado) Uma partícula de massa  $m$  e carga positiva  $q$  é lançada de um ponto "P" com velocidade  $v$ , no interior de um campo magnético uniforme  $B$ , conforme a figura abaixo.



Escolha a alternativa que preencha as lacunas, da frase abaixo, corretamente.

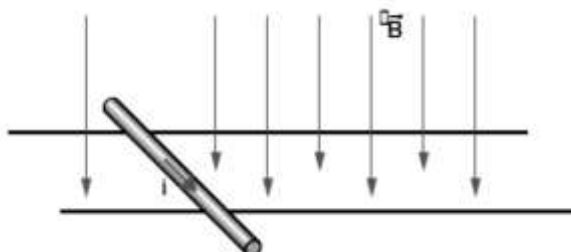


A trajetória descrita pela partícula, enquanto estiver no interior do campo magnético, será \_\_\_\_\_ e o módulo da velocidade \_\_\_\_\_.

- a) curvilínea para a direita; diminui.  
 b) uma linha reta; permanece constante.  
 c) curvilínea no sentido anti-horário, de raio  $R = \frac{mv}{qB}$ ; permanece constante.

- d) curvilínea no sentido horário, de raio  $R = \frac{mv^2}{qB}$ ; aumenta.  
 e) curvilínea para a esquerda; diminui.

5 - (Fafeod-MG) Uma barra de cobre está em repouso sobre dois trilhos e é atravessada por uma corrente  $I$ , conforme indicado na figura.



Se um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  é criado perpendicularmente aos trilhos e à barra, é correto afirmar que:

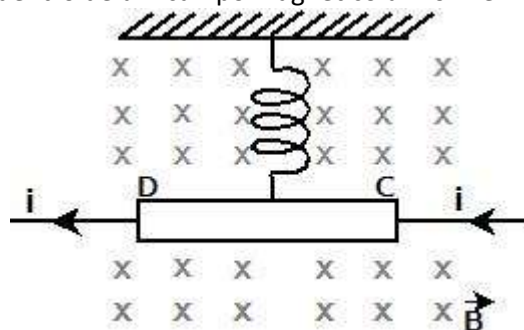
- a) A barra permanece em repouso.  
 b) A barra desliza perpendicularmente aos trilhos.  
 c) A barra rola para a direita.  
 d) A barra rola para a esquerda.

6 - Uma carga positiva  $q = 6\mu C$  penetra, com velocidade  $v = 20$  m/s, numa região do espaço onde existe um campo magnético  $B = 2 \times 10^{-3}$  T representado pelo símbolo  $\otimes$ , que significa entrando no plano da página. Qual das alternativas corresponde ao módulo, direção e sentido da força magnética?

Dados:  $\sin 30^\circ = 0,5$ ;  $\cos 30^\circ = 0,86$ ;  $\sin 90^\circ = 1$ ;  $\cos 90^\circ = 0$

a)  $240 \times 10^{-6}$  N  
 b)  $120 \times 10^{-6}$  N  
 c)  $240 \times 10^{-9}$  N  
 d)  $120 \times 10^{-9}$  N  
 e)  $206,4 \times 10^{-9}$  N

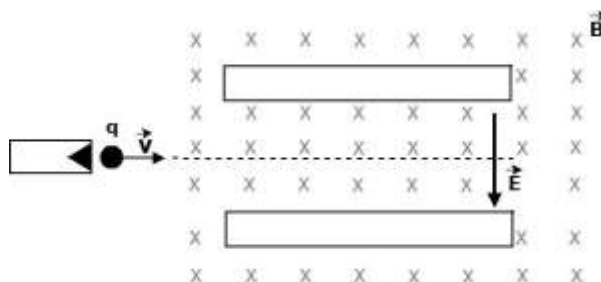
7 - Um fio CD, de 40 cm de comprimento, está suspenso horizontalmente, por meio de uma mola, dentro de um campo magnético uniforme  $B = 0,08$  T, como mostra a figura abaixo.



Fazendo-se passar no fio uma corrente  $i = 5$  A, dirigida de C para D, qual será a direção, sentido e o valor da força magnética que atuará sobre o fio?

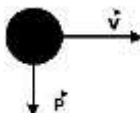
- a)  $\uparrow$  16,0 N  
 b)  $\downarrow$  16,0 N  
 c)  $\uparrow$  1,60 N  
 d)  $\downarrow$  0,16 N  
 e)  $\nearrow$  0,016 N

8 - A figura a seguir representa uma partícula com carga elétrica  $q$  e velocidade  $\vec{V}$ , entrando em uma região onde há um campo magnético  $\vec{B}$  orientado para dentro da página e perpendicular a um campo elétrico  $\vec{E}$ .



Essa configuração de campo elétrico e magnético funciona como um seletor de velocidade para partículas carregadas. Desprezando a força gravitacional, a velocidade em que a partícula não sofre desvio é dada por:

9 - Uma partícula eletrizada positivamente é lançada horizontalmente para a direita, com uma velocidade  $\vec{V}$ , como mostra a figura abaixo.



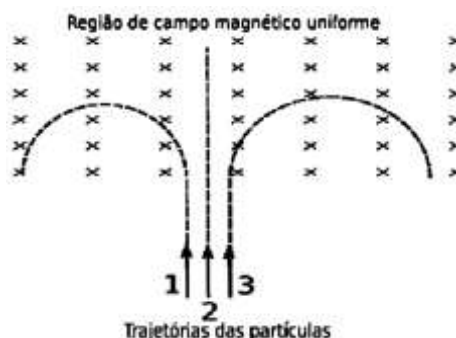
Deseja-se aplicar à partícula um campo magnético  $\vec{B}$ , perpendicular a  $\vec{V}$ , de tal modo que a força magnética equilibre o peso da partícula. Supondo que a massa da partícula seja  $m = 4,0 \times 10^{-6} \text{ Kg}$ , que sua carga seja  $q = 2,0 \times 10^{-7} \text{ C}$  e que a velocidade seja  $v = 100 \text{ m/s}$  determine o módulo, direção e sentido do vetor  $\vec{B}$  (considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

10 - Na figura desse problema, suponha que o fio horizontal AC tenha 20 cm de comprimento e 5 g de massa e que o campo magnético do ímã seja uniforme igual a 0,10 T. Sabendo que o fio está suspenso, em equilíbrio, na posição mostrada.



Determine a intensidade e o sentido da corrente que está passando através dele (considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

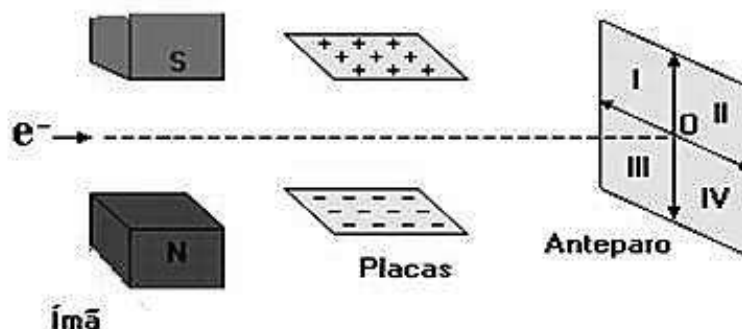
11 - Três partículas atravessam uma região de campo magnético uniforme e de direção perpendicular, penetrando no plano da página. As trajetórias das partículas localizam-se no plano da página e penetram na região de campo uniforme perpendicularmente à direção do campo.



Analisando as trajetórias registradas, podemos afirmar, em relação à carga das partículas:

- A partícula 1 tem carga negativa, a partícula 2 e a partícula 3 têm carga positiva.
- A partícula 1 tem carga negativa, a partícula 2 carga nula e a partícula 3 tem carga positiva.
- A partícula 1 tem carga negativa, a partícula 2 carga positiva e a partícula 3 tem carga nula.

12 - (UFMG) Um feixe de elétrons passa inicialmente entre os polos de um ímã e, a seguir, entre duas placas paralelas, carregadas com cargas de sinais contrários, dispostos conforme a figura a seguir. Na ausência do ímã e das placas, o feixe de elétrons atinge o ponto O do anteparo.



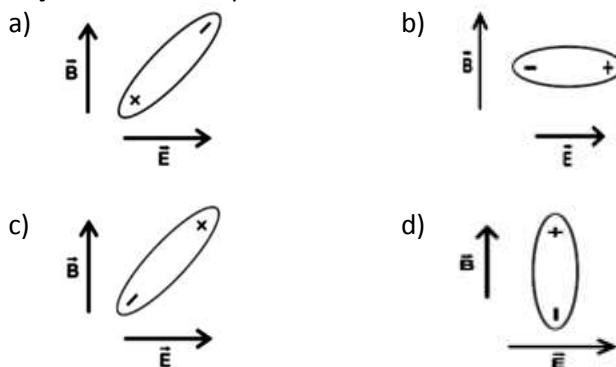
Em virtude das opções dos campos magnético e elétrico, pode-se concluir que o feixe

- passará a atingir a região I do anteparo.
- passará a atingir a região II do anteparo.
- passará a atingir a região III do anteparo.
- passará a atingir a região IV do anteparo.
- continuará a atingir o ponto O do anteparo.

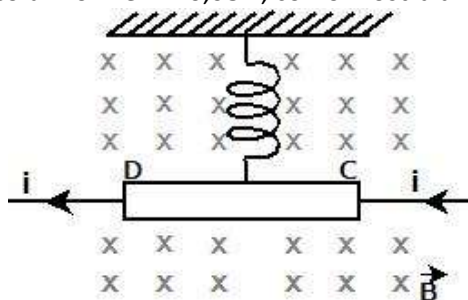
13 - (UFMG – 2006) Em algumas moléculas, há uma assimetria na distribuição de cargas positivas e negativas, como representado, esquematicamente, nesta figura:



Considere que uma molécula desse tipo é colocada em uma região onde existem um campo elétrico  $\vec{E}$  e um campo magnético  $\vec{B}$ , uniformes, constantes e mutuamente perpendiculares. Nas alternativas abaixo, estão indicados as direções e os sentidos desses campos. Assinale a alternativa em que está representada CORRETAMENTE a orientação de equilíbrio dessa molécula na presença dos dois campos.

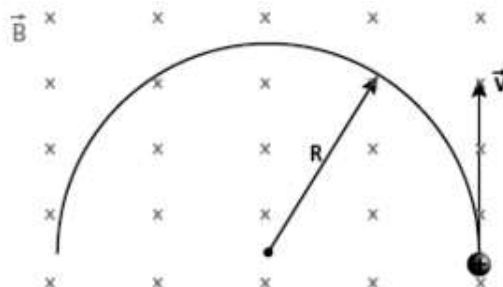


14 - Um fio CD, de 40 cm de comprimento, está suspenso horizontalmente, por meio de uma mola, dentro de um campo magnético uniforme  $B = 0,08 \text{ T}$ , como mostra a figura abaixo.



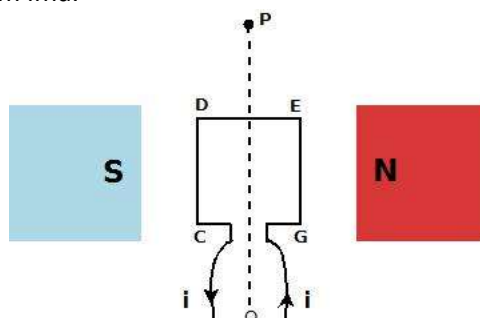
Fazendo-se passar no fio uma corrente  $i = 5 \text{ A}$ , dirigida de C para D e sabendo que o fio tem massa igual a  $30 \text{ g}$  e a constante elástica da mola é  $k = 30 \text{ N/m}$ , determine a deformação apresentada pela mola (considerar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ), quando é estabelecido o equilíbrio.

15 - Um próton (carga  $q$  e massa  $m$ ) penetra numa região do espaço onde existe exclusivamente um campo de indução magnética  $\vec{B}$  (campo magnético), uniforme e constante, conforme a figura.



Determine o módulo de  $\vec{B}$ , para que a carga lançada com velocidade  $\vec{v}$ , de módulo  $1 \times 10^6 \text{ m/s}$ , descreva a trajetória circular indicada, de raio  $R = 2 \text{ m}$ . **Dado:**  $m/q = 1,0 \times 10^{-8} \text{ kg/C}$

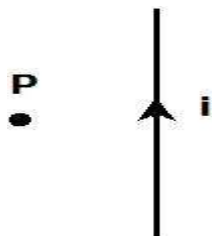
16 - A figura desse exercício mostra uma espira retangular CDEG, situada no plano da folha de papel, colocadas entre os pólos de um ímã.



Observando o sentido da corrente que está passando na espira, responda:  
A espira CDEG se move? Justifique.

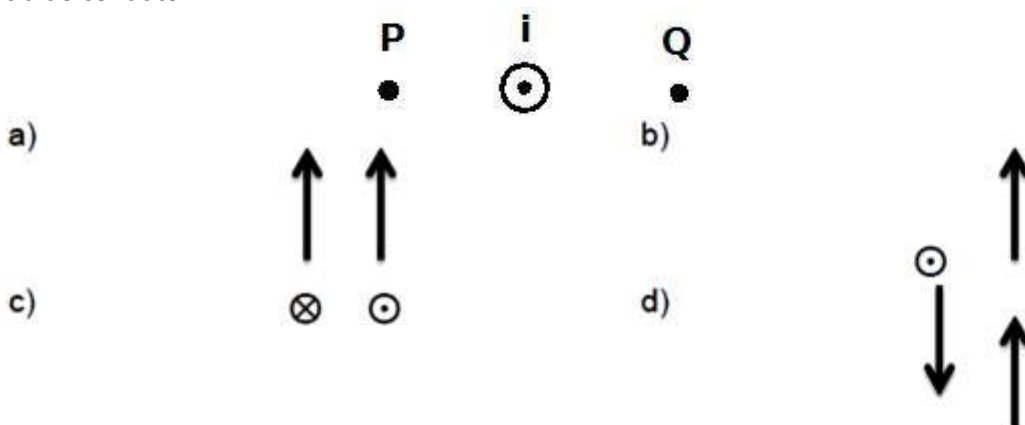
## AULA 6 – QUESTÕES USADAS NA GUILDA RACE

17 - A seguir está representado um condutor muito longo percorrido por corrente elétrica. Deseja-se saber qual a direção e o sentido do vetor de indução magnética  $\vec{B}$ , no ponto P situado a certa distância do condutor.

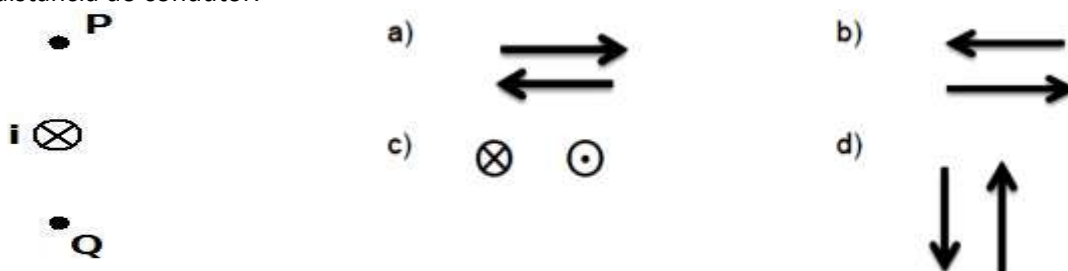


- a)
- b)
- c)
- d)

18 - A seguir está representado um condutor muito longo percorrido por corrente elétrica. Deseja-se saber qual a direção e o sentido do vetor de indução magnética  $\vec{B}$ , no ponto P, Q situados a certa distância do condutor.

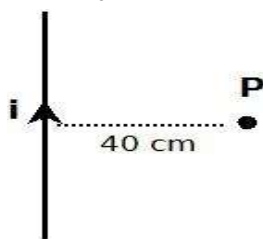


19 - A seguir está representado um condutor muito longo percorrido por corrente elétrica. Deseja-se saber qual a direção e o sentido do vetor de indução magnética  $\vec{B}$ , no ponto P, Q situados a certa distância do condutor.



20 - Um fio muito longo, no vácuo, é percorrido por uma corrente de intensidade 3 A, no sentido mostrado na figura. Determine as características do vetor  $\vec{B}$  em um ponto P situado a 40 cm do fio.

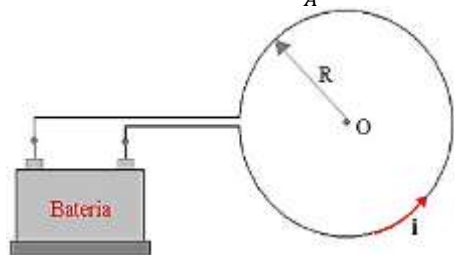
(Dado:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$  e  $\pi = 3,14$ )



- a)  $B = 4 \times 10^{-7} T$   $\otimes \vec{B}$
- b)  $B = 4 \times 10^{-6} T$   $\odot \vec{B}$
- c)  $B = 2 \times 10^{-6} T$   $\otimes \vec{B}$
- d)  $B = 1,5 \times 10^{-6} T$   $\odot \vec{B}$
- e)  $B = 1,5 \times 10^{-6} T$   $\otimes \vec{B}$

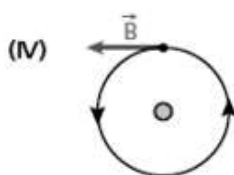
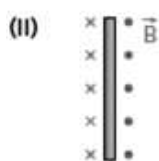
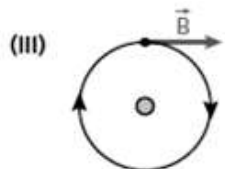
21 - Determine as características do vetor indução magnética  $\vec{B}$  no centro  $O$  de uma espira de raio 10 cm, quando percorrida no sentido anti-horário por uma corrente de intensidade 0,2 A.

(Dado:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$  e  $\pi = 3,14$ )



- a)  $B = 4\pi \times 10^{-6} T \otimes \vec{B}$   
 b)  $B = 4\pi \times 10^{-7} T \odot \vec{B}$   
 c)  $B = 2\pi \times 10^{-7} T \otimes \vec{B}$   
 d)  $B = 2\pi \times 10^{-6} T \odot \vec{B}$   
 e)  $B = 1,5\pi \times 10^{-6} T \otimes \vec{B}$

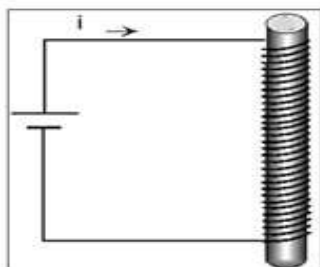
22 - Nas figuras I e II, temos condutores retilíneos estendidos no plano desta página e, nas figuras III e IV, temos intersecções, também com o plano desta página, de condutores retilíneos perpendiculares a ela. Em cada caso, observe o sentido do campo magnético devido ao fio e determine o sentido da corrente que passa por ele.



- a) (I) Para esquerda, (II) Para baixo, (III) Entrando no papel, (IV) Entrando no papel.  
 b) (I) Para direita, (II) Para cima, (III) Entrando no papel, (IV) Saindo do papel.  
 c) (I) Para direita, (II) Para baixo, (III) Entrando no papel, (IV) Saindo do papel.  
 d) (I) Para esquerda, (II) Para cima, (III) Entrando no papel, (IV) saindo no papel.  
 e) (I) Para direita, (II) Para cima, (III) Saindo do papel, (IV) saindo no papel.

23 - O eletroímã da figura é constituído por um núcleo de ferro no interior de um solenoide de 15 cm de comprimento que apresenta 3.000 espiras e é percorrido por uma corrente de 5A. Considerando que a presença de um núcleo de ferro aumenta 2000 vezes o campo magnético no interior do solenoide, em relação ao campo que ele produziria no ar. Qual a intensidade do campo no eixo do solenoide da figura?

(Dado:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$  e  $\pi = 3$ )

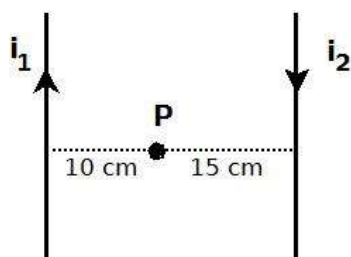


- a) 0,12 T  
 b) 1,2 T  
 c) 2,4 T  
 d) 240 T  
 e) 300 T

24 - Os fios 1 e 2 representados na figura são percorridos por correntes  $i_1$  e  $i_2$  de intensidades 2,0 A e 22,5 A, respectivamente. Determine a intensidade, a direção e o sentido do vetor indução magnética no ponto P da figura.

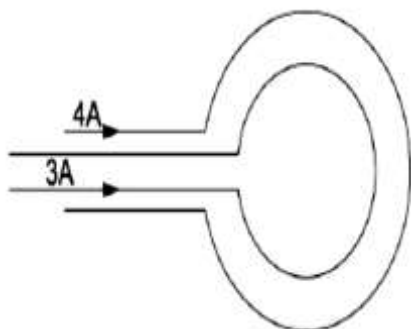
(Dado:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$  e  $\pi = 3,14$ )





- a)  $B = 1,0 \times 10^{-5} \text{ T } \odot \vec{B}$   
 b)  $B = 1,0 \times 10^{-5} \text{ T } \otimes \vec{B}$   
 c)  $B = 1,0 \times 10^{-6} \text{ T } \odot \vec{B}$   
 d)  $B = 1,0 \times 10^{-6} \text{ T } \otimes \vec{B}$   
 e)  $B = 1,5\pi \times 10^{-6} \text{ T } \otimes \vec{B}$

25 - Duas espiras circulares, concêntricas e coplanares de raios  $3\pi \text{ m}$  e  $5\pi \text{ m}$ , são percorridas por correntes de  $3\text{ A}$  e  $4\text{ A}$ , como mostra a figura. O módulo do vetor indução magnética no centro das espiras, é igual a:

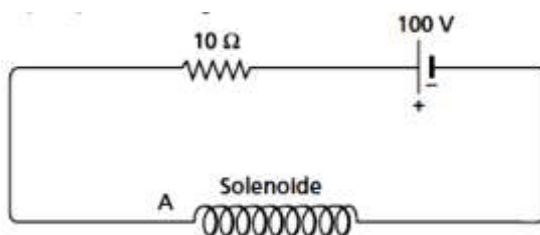


- a)  $B = 1 \times 10^{-8} \text{ T}$   
 b)  $B = 2 \times 10^{-8} \text{ T}$   
 c)  $B = 3 \times 10^{-8} \text{ T}$   
 d)  $B = 4 \times 10^{-8} \text{ T}$   
 e)  $B = 5 \times 10^{-8} \text{ T}$

26 - (UNESP) Um fio longo e retilíneo é percorrido por uma corrente elétrica constante  $I$  e o vetor indução magnética em um ponto próximo ao fio tem módulo  $B$ . Se o mesmo fio for percorrido por uma corrente elétrica constante igual a  $3I$ , o valor do módulo do vetor indução magnética, no mesmo ponto próximo ao fio, será:

- a)  $B/3$                       b)  $B$                       c)  $2B$                       d)  $3B$                       e)  $6B$

27 - Na figura a seguir, a resistência elétrica do solenoide, que tem 1000 espiras por metro, é igual a  $10 \Omega$ :



Supondo que haja vácuo no interior do solenoide e  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \frac{\text{m}}{\text{A}}$ , determine o módulo do campo de indução magnética em seu interior.

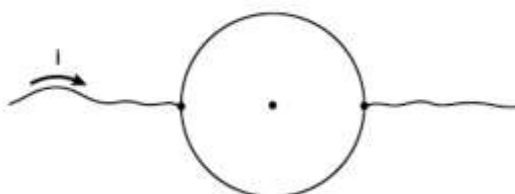
28 - (UFSCAR 2003) A figura representa um solenoide, sem núcleo, fixo a uma mesa horizontal. Em frente a esse solenoide está colocado um ímã preso a um carrinho que se pode mover facilmente sobre essa mesa, em qualquer direção.



Estando o carrinho em repouso, o solenoide é ligado à uma fonte de tensão e passa a ser percorrido por uma corrente contínua cujo sentido está indicado pelas setas na figura. Assim, é gerado no solenoide um campo magnético que atua sobre o ímã e tende a mover o carrinho

- a) aproximando-o do solenoide.
- b) afastando-o do solenoide.
- c) de forma oscilante, aproximando-o e afastando-o do solenoide.
- d) lateralmente, para dentro do plano da figura.
- e) lateralmente, para fora do plano da figura.

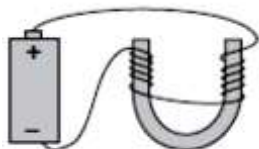
29 - Com um pedaço de fio comum de cobre foi feita uma espira circular. Outros dois pedaços de fio de cobre foram soldados em pontos diametralmente opostos da espira, como representado na figura.



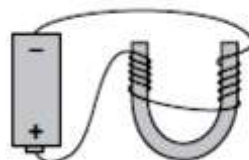
Determine a intensidade do campo magnético no centro da espira, quando uma corrente constante de intensidade  $i$  passa pelo fio.

30 - (UFV-MG) De posse de uma bateria, uma barra de ferro cilíndrica curvada em forma de **U** e um fio condutor esmaltado (isolado), deseja-se construir um eletroímã de maneira que o ramo da esquerda seja um polo norte e o da direita, um polo sul. Dentre as opções a seguir, a única correta é:

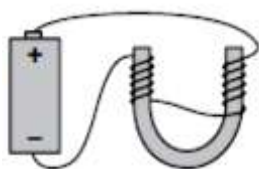
a)



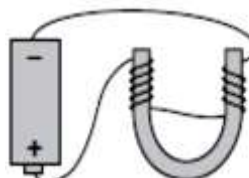
b)



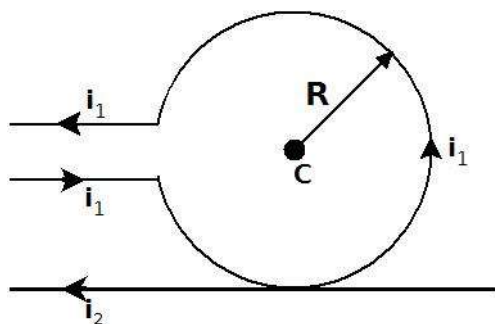
c)



d)

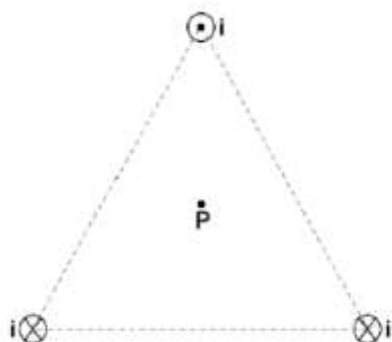


31 - (UEPB - Adaptado) Uma espira circular de raio  $R=0,1\text{m}$  e com centro no ponto C é percorrida por uma corrente  $i_1$ , no sentido anti-horário. A espira está apoiada sobre um fio retilíneo longo que é percorrido por uma corrente  $i_2$ , como indica a figura.

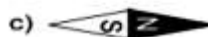
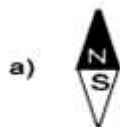


No entanto, não há contato elétrico entre o fio e a espira e, como os fios são muito finos, pode-se considerar como sendo  $R$  a distância entre o fio retilíneo e o centro da espira. Verifica-se que o campo magnético resultante no centro da espira é nulo. Calcule a razão  $i_2/i_1$  (Considere  $\mu=4 \cdot 10^{-7} \text{Tm/A}$  e  $\pi=3$ )

32 - Uma corrente constante  $i$  passa em cada um dos três fios retilíneos longos, situados nos vértices de um triângulo equilátero. Os fios são normais em relação ao plano que contém o triângulo, conforme mostra a figura.



Desconsiderando o campo magnético terrestre, a orientação de uma bússola colocada no ponto P é:

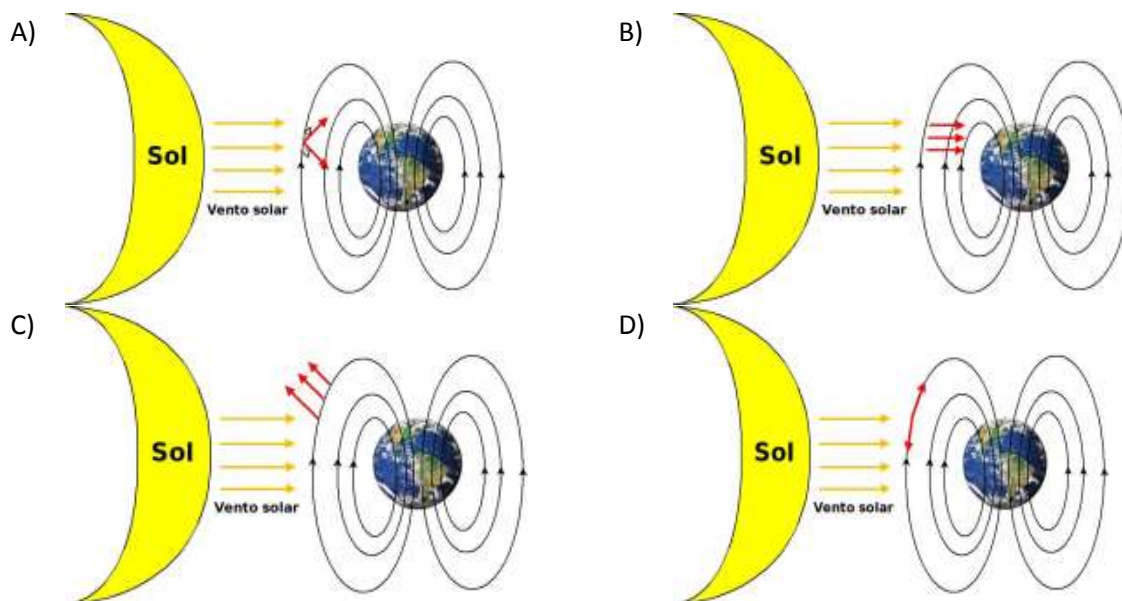


## Apêndice D

### Questões conceituais da aula 5

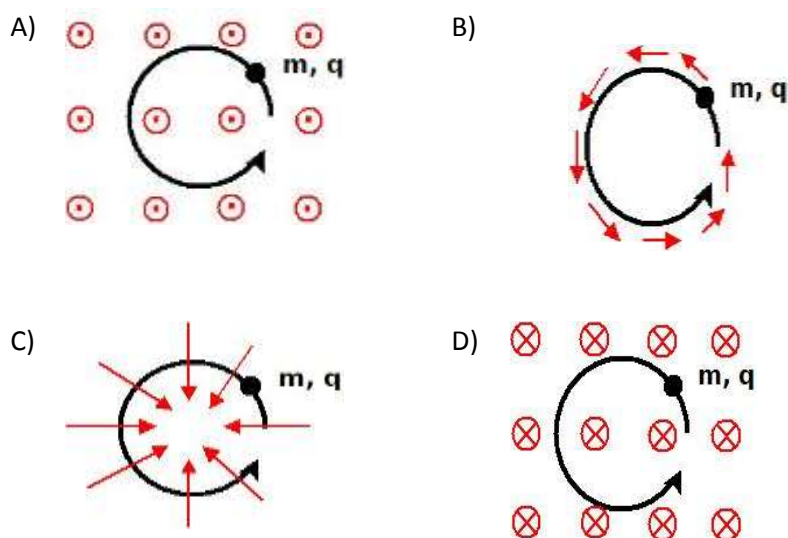
#### AULA 5 – QUESTÕES USANDO INTRUÇÃO PELOS COLEGAS – MISSÃO POR GUILDA E INDIVIDUAL

5.1 – Porque não observamos auroras no Brasil? Escolha a melhor figura que explica a razão pela qual não conseguimos visualizar as auroras em nosso país.

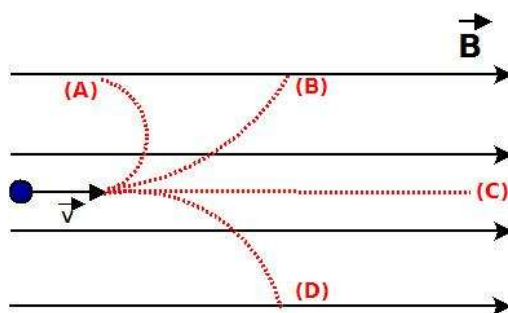


→ Trajetória das partículas do vento solar defletidas pelo campo magnético da Terra

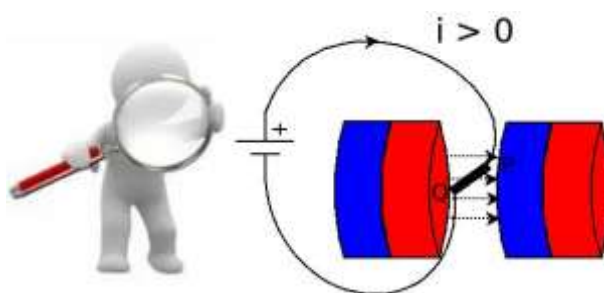
5.2 – Uma partícula de massa  $m$  e carga  $q > 0$  executa um movimento circular uniforme sob ação de uma força magnética. Para onde aponta o campo magnético? (*lembre-se da regra da mão direita*).



5.3 – Uma partícula com carga  $q > 0$ , massa  $m$  e velocidade  $\vec{v}$  entra numa região com campo magnético uniforme  $\vec{B}$  como indicado. Marque a alternativa que corresponde qual trajetória a partícula deve seguir quando essa partícula está sujeita apenas a esse campo magnético:

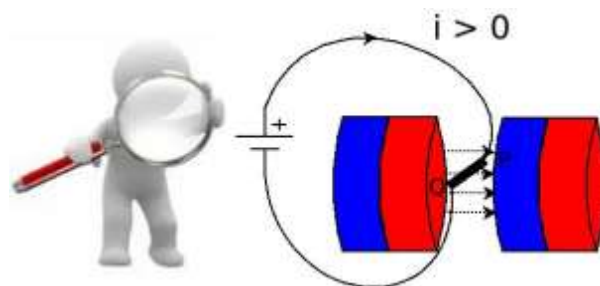


5.5 - A figura mostra um fio metálico PQ suspenso entre dois ímãs por meio de fios condutores leves e flexíveis, ligados a uma bateria. Pelo fio passa uma corrente  $i$  como indicado na figura. O fio PQ está colocado perpendicularmente às linhas de campo magnético  $\vec{B}$ . Desprezando a influência do campo magnético da Terra, podemos afirmar que:



- A) Não aparecerá nenhuma força atuando no fio.
- B) Há uma força magnética atuando no fio, perpendicularmente ao segmento PQ do fio e apontada para baixo.
- C) Há uma força magnética atuando no fio, perpendicularmente ao segmento PQ do fio e apontada para cima.
- D) Há uma força magnética atuando na direção do fio que aponta na direção QP.

5.6 – Suponha agora que o fio metálico PQ tenha comprimento 10,0 cm, resistência  $1 \Omega$ , a bateria tem 12 V e o campo do ímã é de 0,1 T. A massa do fio vale:



A) 12g

B) 24g

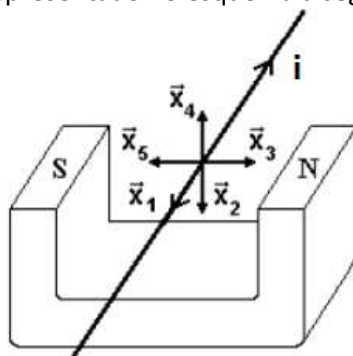
C) 120g

D) 240g

5.7 - Um fio conduzindo corrente contínua acha-se sob o piso de uma residência, ligeiramente enterrado. Indique a alternativa em que aparece um aparelho capaz de detectar sua posição:

- A) alto-falante;                      B) transformador;                      C) bússola;                      D) eletroímã.

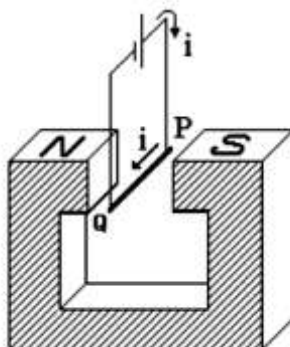
5.8 - (UEL - PR) Um condutor, suportando uma corrente elétrica  $I$ , está localizado entre os polos de um ímã em ferradura, como está representado no esquema a seguir.



Entre os polos do ímã, a força magnética que age sobre o condutor é **MELHOR** representada pelo vetor

- A)  $\vec{X}_2$                       B)  $\vec{X}_3$                       C)  $\vec{X}_4$                       D)  $\vec{X}_5$

5.9 - (UFMG) A figura a seguir mostra uma bateria que gera uma corrente elétrica "i" no circuito. Considere uniforme o campo magnético entre os polos do ímã.



O vetor que representa, corretamente, a força magnética que esse campo exerce sobre o trecho horizontal PQ do fio situado entre os polos do ímã é

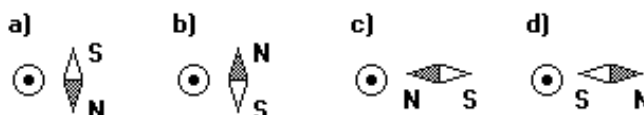
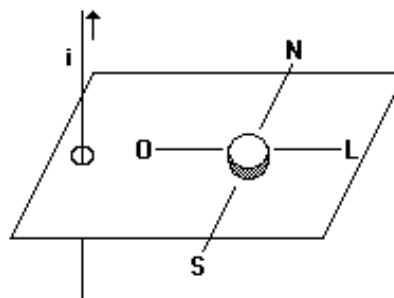
- A)  $\longrightarrow$                       B)  $\uparrow$                       C)  $\longleftarrow$                       D)  $\downarrow$

## Apêndice E

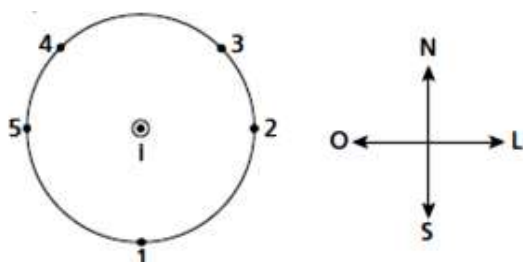
### Questões conceituais da aula 7

#### AULA 7 – QUESTÕES USANDO INTRUÇÃO PELOS COLEGAS – MISSÃO POR GUILDA E INDIVIDUAL

7.1 – (UECE) Um fio metálico, retilíneo, vertical e muito longo, atravessa a superfície de uma mesa, sobre a qual há uma bússola, próxima ao fio, conforme a figura a seguir. Fazendo passar uma corrente elétrica contínua  $i$  no sentido indicado, a posição de equilíbrio estável da agulha imantada, desprezando o campo magnético terrestre, é:



7.2 - (UFSM-RS- Adaptada)



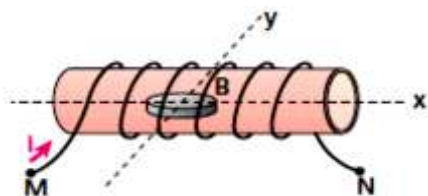
**Nota:**

• Suponha o campo magnético gerado pelo fio, nos pontos considerados, mais intenso que o da Terra.

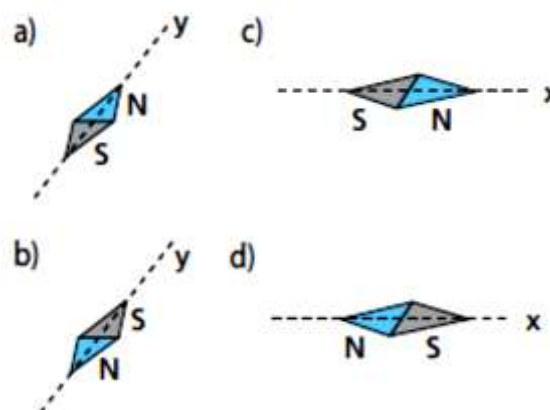
A figura representa um fio condutor perpendicular ao plano da página, no centro de um círculo que contém os pontos 1, 2, 3, 4 e 5. O fio é percorrido por uma corrente  $i$  que sai desse plano. A agulha de uma bússola sofre deflexão máxima, quando colocada no ponto:

- 1
- 2
- 3
- 5

7.3 - A figura representa um canudo plástico e transparente no qual foi enrolado um fio de cobre de extremidades **M** e **N**. Dentro do canudo está uma bússola **B**.



As retas **x** e **y** são perpendiculares entre si e estão no mesmo plano da agulha da bússola. A posição em que a agulha se estabiliza quando estabelecemos no fio uma corrente elétrica com sentido de **M** para **N**, supondo desprezível o campo magnético terrestre, está mais bem representada na alternativa:



7.4 – (UFRGS –2006 ) A figura abaixo representa uma vista superior de um fio retilíneo, horizontal, conduzindo corrente elétrica  $i$  no sentido indicado. Uma bússola, que foi colocada abaixo do fio, orientou-se na direção perpendicular a ele, conforme também indica a figura.



Imagine, agora, que se deseje, sem mover a bússola, fazer sua agulha inverter a orientação indicada na figura. Para obter esse efeito, considere os seguintes procedimentos.

I – Inverter o sentido da corrente elétrica  $i$ , mantendo o fio na posição em que se encontra na figura.

II – Efetuar a translação do fio para uma posição abaixo da bússola, mantendo a corrente elétrica  $i$  no sentido indicado na figura.

III – Efetuar a translação do fio para uma posição abaixo da bússola e, ao mesmo tempo, inverter o sentido da corrente elétrica  $i$ .

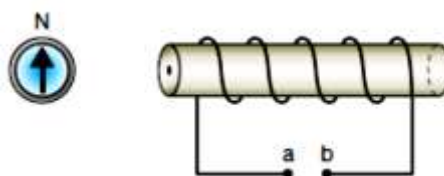
Desconsiderando-se a ação do campo magnético terrestre, quais desses procedimentos conduzem ao efeito desejado?

- a) Apenas I
- b) Apenas II
- c) Apenas III
- d) Apenas I e II

7.5 - (Fund. Carlos Chagas-SP - Adaptada) Uma espira circular é percorrida por uma corrente elétrica contínua, de intensidade constante. Quais são as características do vetor campo magnético no centro da espira? Ele:

- a) é constante e perpendicular ao plano da espira
- b) é constante e paralelo ao plano da espira
- c) é nulo no centro da espira
- d) é variável e perpendicular ao plano da espira

7.6 – (Fafeod-MG) A figura representa uma bússola alinhada com o campo magnético da Terra e no eixo de um solenoide em que não passa corrente. Uma bateria será ligada aos pontos **ab**, com seu terminal positivo conectado ao ponto **a**.

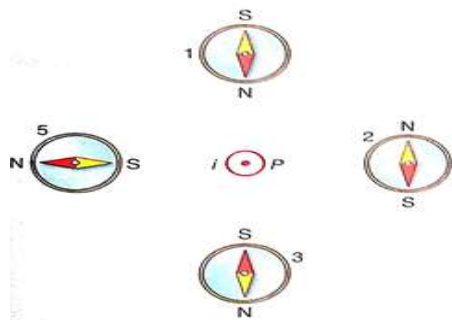


Assim, sem desprezar o campo da Terra, a orientação da bússola passa a ser indicada corretamente na alternativa

- a) ↙
- b) ↖
- c) ↗
- d) ↘

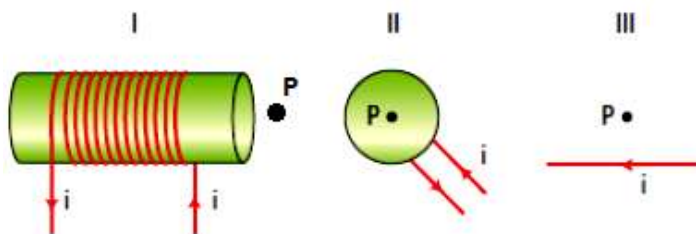


7.7 – (UFRGS - Adaptada) Um fio retilíneo e muito longo, percorrido por uma corrente elétrica constante, é colocado perpendicularmente ao plano da página no ponto P. Se o campo magnético da Terra é desprezível em relação ao produzido por essa corrente, qual o número que indica corretamente o alinhamento da agulha magnética?



- a) 1  
b) 2  
c) 3  
d) 5

7.8 – (Mack-SP Adaptado) Considere um solenoide, uma espira circular e um fio retilíneo percorridos por correntes elétricas de intensidade constante  $i$ , como mostram as figuras abaixo.



A alternativa que mostra corretamente a direção e sentido de  $\vec{B}$  (vetor campo magnético) no ponto P de cada situação é, respectivamente:

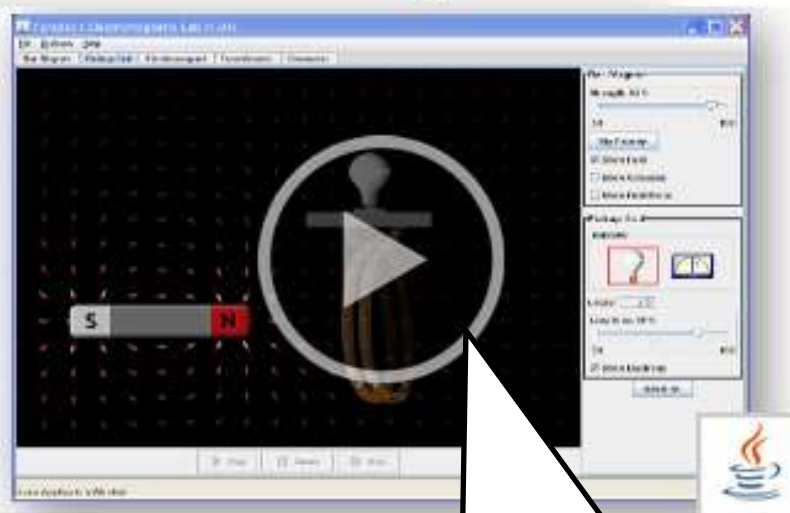
- a)  $\rightarrow$ ,  $\odot$ ,  $\otimes$       b)  $\rightarrow$ ,  $\odot$ ,  $\odot$       c)  $\uparrow$ ,  $\odot$ ,  $\otimes$       d)  $\leftarrow$ ,  $\otimes$ ,  $\odot$

## Apêndice F

### Roteiro do simulador PHET – Laboratório de Faraday

<b>Roteiro para missão individual: indução eletromagnética usando o laboratório de Faraday (PHET)</b>	
<b>Nome:</b>	<b>Total alcançado na missão:</b>
<b>Guilda:</b>	
<b>Objetivos:</b>	
<p>Determinar a relação entre um campo magnético e a força eletromotriz em um circuito elétrico.</p> <p>Eventenciar o fenômeno chamado de indução eletromagnética.</p>	
<b>Descrição:</b>	
<p>As simulações envolvem mover um ímã em forma barra e bobinas. Será realizada uma série de experimentos a partir do qual você vai formular regras que o ajudarão a compreender os conceitos da indução eletromagnética.</p>	
<b>Dicas:</b>	
<p>Para baixar a Simulação: acesse: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday</a>          Faça o download do arquivo usando a opção "salvar", em seguida, executar o arquivo 'jar' usando Java.</p>	
<p><b>Observação – Para a simulação funcionar é necessário ter o aplicativo “JAVA” instalado no computador.</b>          Acesse: <a href="https://www.java.com/pt_BR/download/">https://www.java.com/pt_BR/download/</a></p>	

### Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday



Clique na seta para iniciar o programa.  
 Você pode ter que "Permitir" e "executar" o programa Java.

### Missão – Solenoide.

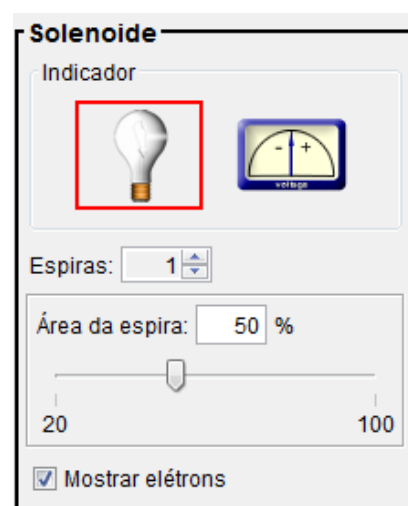
**Descrição:** A simulação a seguir representa um solenoide (condutor em hélice de espiras muito próximas em torno de um eixo). Nessa simulação você será capaz de aumentar e diminuir o número de espiras bem como a sua área, poderá fazer uso do medidor de tensão, bússola, lâmpada ou inverter a polaridade do ímã de barra, para ajudá-lo em suas descobertas.

1. Selecione "Solenoide" no canto superior esquerdo.



Clique no botão Espiras e selecione 1 e a Área da espira em 50% como indicado na figura ao lado.

1.1. Mova o ímã em torno e por dentro da bobina. Em qual situação você conseguiu acender a lâmpada?



1.3. Como deve ser o movimento do ímã para gerar um brilho forte na lâmpada?

1.4. Aumentando a velocidade do ímã de barra, o brilho da lâmpada será maior ou menor?

1.6. Aumente o número de espiras (Loops) para 3 e responda. Como o número de espiras altera o brilho da lâmpada?

1.7. Aumente a Área da espira para 100%. Como a área da espira afeta o fluxo dos portadores de carga no fio?  
(Descrever o efeito e fornecer uma explicação fundamentada no fenômeno).

1.8. Por que pouca ou nenhuma corrente é gerada quando o ímã de barra é movido para cima e para baixo?

## Apêndice G

### Roteiro da aula 8

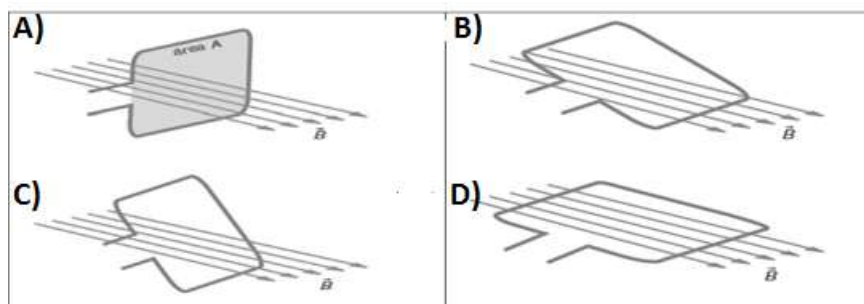
ROTEIRO - 8ª AULA - MISSÃO 8 - BOBINA	
<b>Guilda:</b>	<b>Total alcançado na missão:</b>
<b>Objetivos: Verificar experimentalmente a lei de Lenz.</b>	
<p>4. DETERMINANDO A POLARIDADE DE UM ÍMÃ.</p> <p>✦ Com uma bússola, determine a polaridade da barrinha de ímãs. Coloque um pedacinho de fita no polo norte.</p>	
<p>5. ACENDENDO O LED.</p> <p>✦ Com os materiais que foram fornecidos à Guilda, acenda o LED. Mostre para o professor.</p> <p>✦ Descreva em quais circunstâncias você conseguiu e em quais circunstâncias você não conseguiu acender o LED.</p>	
<p>6. ENCONTRANDO A POLARIDADE DO LED.</p> <p>O LED é um elemento que possui polaridade, ou seja, só permite passagem de corrente em uma direção.</p> <p>✦ Os terminais do LED possuem tamanhos diferentes, para permitir identificar a sua polaridade. Sabendo disso, utilize o experimento e marque qual das figuras abaixo representa o sentido da corrente quando o LED está aceso.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	
<p>7. CONCLUSÕES.</p> <p>✦ Dê uma possível aplicação tecnológica do experimento anterior.</p> <div style="text-align: right;">  </div>	

## Apêndice H

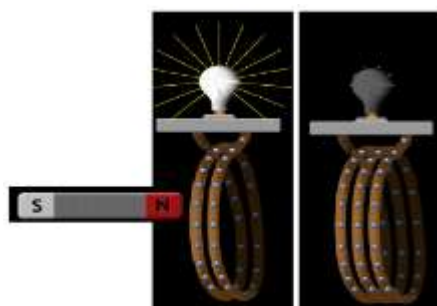
### Questões conceituais da aula 9

#### AULA 9 – QUESTÕES USANDO INTRUÇÃO PELOS COLEGAS – MISSÃO INDIVIDUAL

9.1 - Em quais das representações abaixo o fluxo magnético será nulo.

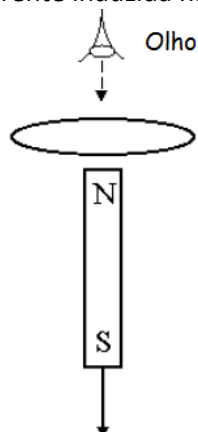


9.2 - O que você esperaria que a luz fizesse se você mudar as bobinas de 2 voltas para 3 voltas movendo o ímã na mesma velocidade?



- A) Terão o mesmo brilho
- B) Terá maior brilho
- C) Terá menor brilho

9.3 - Um ímã em forma de barra está posicionado abaixo de uma espira horizontal de arame com o pólo Norte apontando para cima. Então o ímã é puxado para baixo, para longe da espira. Quando visto de cima, a corrente induzida na espira é no sentido horário ou anti-horário?

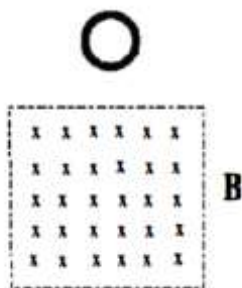


A) Horário



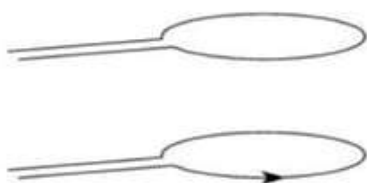
B) Anti-horário

9.4 - (FURG – 2004) Um anel de cobre cai devido ao seu peso e passa por uma região do espaço onde existe campo magnético estacionário  $B$ . Com base na ilustração abaixo, assinale a afirmação correta em relação à corrente elétrica  $i$  no anel.



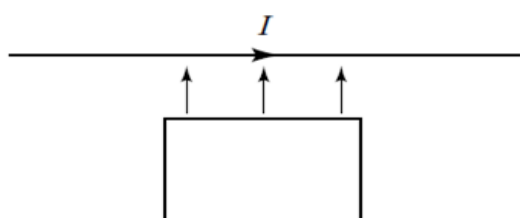
- A) Existe uma corrente  $i$  durante toda a queda do anel, devido a sua proximidade com o campo  $B$ .
- B) Existe uma corrente  $i$  durante toda a queda do anel, devido à variação na sua posição em relação ao campo  $B$ .
- C) Existe uma corrente  $i$  somente durante o tempo em que todo o anel está imerso no campo  $B$ .
- D) Existe uma corrente  $i$  somente quando o anel está entrando ou saindo da região onde existe o campo  $B$ .

9.5 - Uma espira é mantida a certa distância acima de um circuito com corrente constante, tal como ilustrado abaixo. Observada a partir de cima, a corrente induzida através da espira superior terá o sentido:



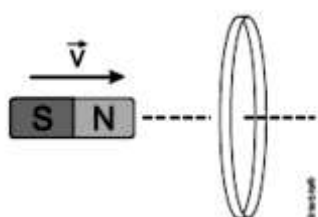
- A) No sentido horário.
- B) No sentido anti-horário.
- C) Que depende da distância entre as duas espiras.
- D) Não há corrente na espira.

9.6 - Um fio longo e reto é percorrido por uma corrente constante  $I$ . Uma espira retangular condutora encontra-se no mesmo plano que o fio, com dois lados paralelos ao fio e dois lados perpendiculares. Suponha que a espira seja empurrada em direção ao fio como mostrado. Dada direção de  $I$ , a corrente induzida na espira é:



- A) No sentido Horário.
- B) No sentido anti-horário.
- C) Precisa de mais informações

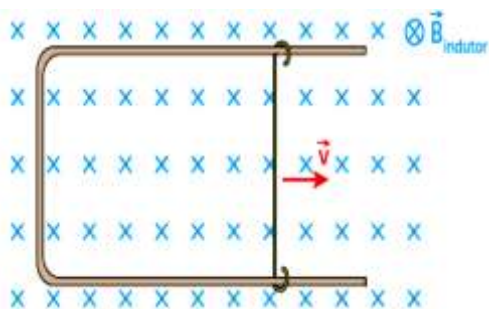
9.7 - (UFJF 2011 - Adaptada) Um ímã natural está se aproximando, com velocidade  $v$  constante, de uma espira condutora, conforme mostrado na figura ao lado. É correto afirmar que a força eletromotriz na espira:



- A) existe somente quando o ímã está se aproximando da espira.
- B) existe somente quando o ímã está se afastando da espira.
- C) existe quando o ímã está se aproximando ou se afastando da espira.
- D) existe somente quando o ímã está no centro da espira.

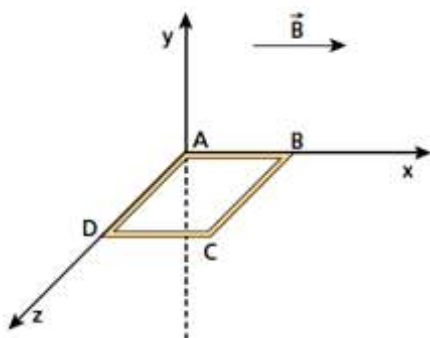
9.8 - Dentro de um campo magnético uniforme e constante, uma haste condutora desliza, com

velocidade  $\vec{V}$ , sobre um fio condutor fixo, dobrado em forma de **U**. Determine sentido da corrente induzida.



- A) Horário  
 B) Anti-horário  
 C) Não haverá corrente no fio.

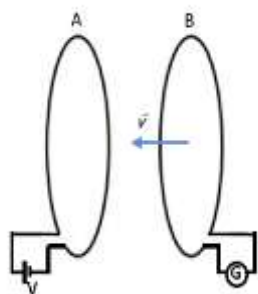
9.9 – A figura representa uma espira condutora quadrada, apoiada sobre o plano **xz**, inteiramente imersa num campo magnético uniforme, cujas linhas são paralelas ao eixo **x**.



Nessas condições, há dois lados da espira em que se a girarmos mantendo-os como eixo de rotação, o fluxo de campo magnético será o maior possível. São eles:

- A) **AB** ou **DC**.  
 B) **AB** ou **AD**.  
 C) **AD** ou **DC**.  
 D) **AD** ou **BC**.

9.10 - Observe a figura abaixo.



Esta figura representa dois circuitos, cada um contendo uma espira de resistência elétrica não nula. O circuito A está em repouso e é alimentado por uma fonte de tensão constante  $V$ . O circuito B aproxima-se com velocidade constante de módulo  $v$ , mantendo-se paralelos os planos das espiras. Durante a aproximação, uma força eletromotriz (f.e.m.) induzida aparece na espira do circuito B gerando uma corrente elétrica que é medida pelo galvanômetro G.

Sobre essa situação, marque V ou F nas afirmações a seguir:

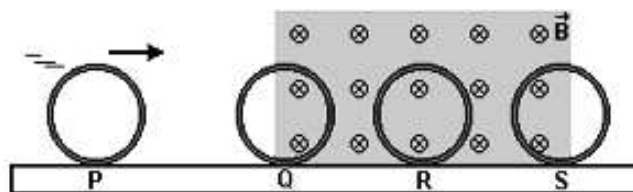
- ( ) A intensidade da f.e.m. depende da velocidade.  
 ( ) A corrente elétrica induzida em B também gera campo magnético.

Qual a sequência correta?

- A) V, V                      B) F, F                      C) V, F                      D) F, V

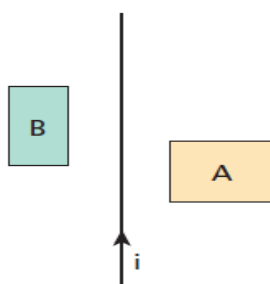
9.11 - (UFMG – Adaptada) – Um anel metálico rola sobre uma mesa, passando, sucessivamente,

pelas posições P, Q, R e S, como representado na figura. Na região indicada pela parte sombreada na figura, existe um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano do anel, representado pelo símbolo B. Considerando-se essa situação, é correto afirmar que, quando o anel passa pelas posições Q, R e S, a corrente elétrica nele:



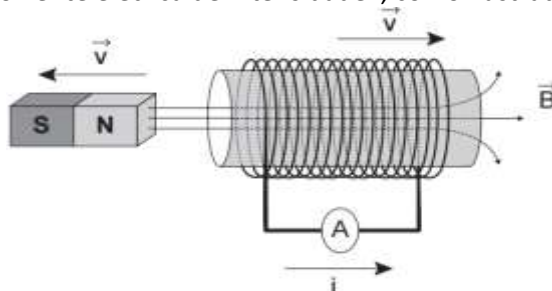
- A) é nula apenas em R e tem sentidos opostos em Q e em S.  
 B) tem o mesmo sentido em Q, em R e em S.  
 C) é nula apenas em R e tem o mesmo sentido em Q e em S.  
 D) tem o mesmo sentido em Q e em S e sentido oposto em R

9.12 - (ITA-SP) A figura a seguir representa um fio retilíneo pelo qual circula uma corrente de  $i$  ampères no sentido indicado. Próximo ao fio existem duas espiras retangulares **A** e **B** planas e coplanares com o fio. Se a corrente no fio retilíneo está crescendo com o tempo, pode-se afirmar que:



- A) aparecem correntes induzidas em **A** e **B**, ambas no sentido horário.  
 B) aparecem correntes induzidas em **A** e **B**, ambas no sentido anti-horário.  
 C) aparecem correntes induzidas no sentido anti-horário em **A** e horário em **B**.  
 D) o fio atrai as espiras **A** e **B**.

9.13 - (ENEM 2014) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a  $v$ , induzindo uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para:

- A) esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.  
 B) direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.  
 C) esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.  
 D) direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.



## **Apêndice I**

### **Manual do produto educacional**



## PRODUTO EDUCACIONAL

### UTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS DE GAMIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS PARA UM MAIOR ENGAJAMENTO DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

#### LÉLIO FABIANO MARTINS RIBEIRO

Produto educacional resultante de Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, pelo UFJF/IF-Sudeste-MG, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Giovana Trevisan Nogueira  
Coorientador:  
Bruno Ferreira Rizzuti

**Juiz de Fora – Minas Gerais  
ANO 2018**

## Sumário

1 – Introdução .....	3
2 – Instrução pelos Colegas .....	4
3 – Gamificação .....	7
4 – Sequência Didática .....	8
4.1 – Tabela geral da sequência didática .....	8
4.2 – Sistema de pontuação da sequência didática gamificada .....	10
4.3 – Aulas da sequência didática .....	11
4.3.1. Primeira aula – Introdução .....	11
4.3.2. Segunda aula – Instrução pelos Colegas.....	11
4.3.3. Terceira aula – Experimento de Oersted.....	14
4.3.4. Quarta aula – Guilda Race.....	17
4.3.5. Quinta aula – Instrução pelos Colegas.....	19
4.3.6. Sexta aula – Guilda Race.....	22
4.3.7. Sétima aula – Instrução pelos Colegas.....	22
4.3.8. Oitava aula – Montagem experimental Lei de Lenz .....	27
4.3.9. Nona aula – Instrução pelos Colegas.....	31
5 – Considerações .....	36
6 – Referências .....	37
Apêndice A.....	39
Cadastro no site do aplicativo Plickers. ....	39
Apêndice B.....	45
Instalando o aplicativo Plickers no Smartphone. ....	45
Apêndice C.....	47
Sistema de pontuação gamificada. ....	47
Apêndice D.....	48
Materiais e montagem de 1 análogo do experimento de Oersted e visualização do campo magnético. ....	48
Apêndice E.....	51
Guilda Race.....	51
Apêndice F.....	52
Fichas das questões da Guilda Race - aula 4 .....	52
Apêndice G.....	61
Fichas das questões da Guilda Race - aula 7 .....	61

## 1 – Introdução

Prezado (a) Professor (a):

As dificuldades enfrentadas pelos professores de Física não são nenhuma novidade! Podemos fazer uma lista interminável de problemas no ensino dessa ciência e discuti-los, mas estamos interessados aqui é no enfrentamento da desmotivação do aluno e no processo de ensino e aprendizagem.

Uma solução possível para a desmotivação dos alunos é o uso de metodologias ativas. Assim propomos uma sequência didática que combina Instrução pelos Colegas (IpC) e elementos de Gamificação.

O manual apresentado é uma sequência associada ao ensino do eletromagnetismo para alunos do 3<sup>a</sup> ano do Ensino Médio, composta de várias atividades analisadas e estruturadas, possibilitando ao professor abordar esse tema de forma diferenciada, servindo também como modelo para elaboração de aulas com outros conteúdos da Física ou de qualquer outra disciplina.

As atividades que compõe esta sequência didática é a busca de um maior engajamento dos alunos no ensino de Física através de atividades variadas e correlacionadas sobre os conceitos iniciais do magnetismo, como as propriedades dos ímãs até o efeito da Indução eletromagnética (Lei de Lenz), tão importante para o crescimento da sociedade moderna.

Em relação ao aluno, este material pode fornecer subsídios para uma aprendizagem ativa, tornando-o protagonista na construção de seu próprio conhecimento. As múltiplas atividades e situações diferenciadas permite que o mesmo desenvolva seu raciocínio, tomadas de decisão, estratégias, flexibilidade, trabalho em equipe. Então essa sequência didática trata-se de uma estratégia de ensino em que o foco está no engajamento do aluno durante o processo de aprendizagem e não no conhecimento adquirido ao final do processo. Além disso, os estudos prévios dos textos e vídeos e as experimentações feitas pelos alunos irão permitir que eles conheçam as aplicações tecnológicas e os fenômenos da natureza envolvidos no estudo do eletromagnetismo, propiciando uma base mais sólida para o entendimento da ciência que os cerca.

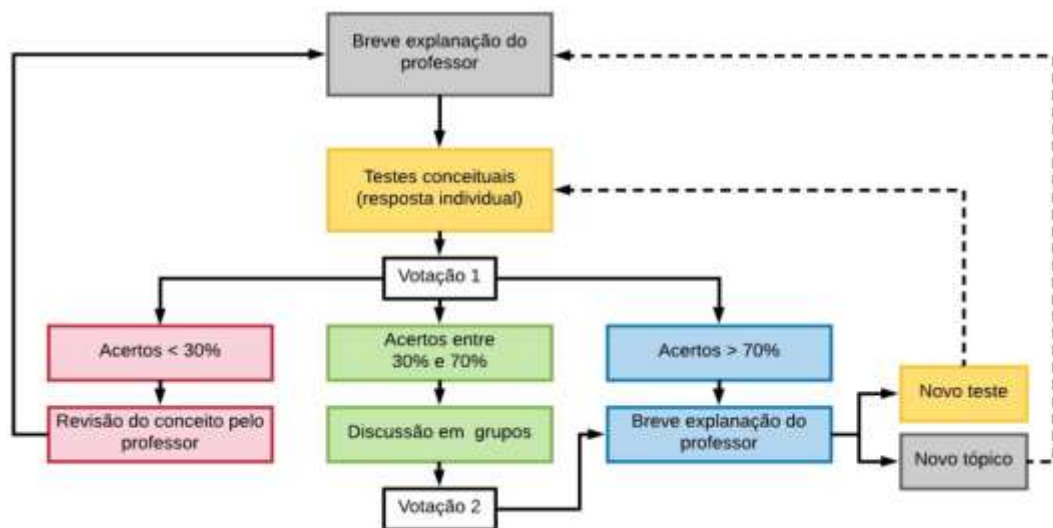
Para deixar este material auto consistente, as próximas duas seções serão dedicadas a uma breve exposição sobre as metodologias ativas utilizadas e só então passaremos a detalhar a sequência didática.

## 2 – Instrução pelos Colegas

A instrução pelos Colegas (IpC) é uma metodologia ativa desenvolvida pelo professor de Física da Universidade de Harvard Eric Mazur, na década de 1990 (MAZUR, 1996; ARAUJO & MAZUR, 2013). Alguns trabalhos usando essa metodologia no Ensino Médio já podem ser vistos nas dissertações e produtos educacionais do Mestrado Profissional de Ensino de Física (DINIZ, 2015; ARAUJO, 2017).

A metodologia tem como meta principal promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo através da interação entre os estudantes e reduzir o tempo de aulas expositivas. As aulas baseadas na metodologia da Instrução por Pares são realizadas com a formulação e aplicação de questões conceituais que seguem uma estrutura baseada no índice de acertos das questões propostas e assim o professor decide como se dará o andamento da aula. A figura abaixo mostra um fluxograma proposto por Mazur.

**Figura 1.** Diagrama de implementação da metodologia Instrução pelos Colegas.



Fonte: Acervo pessoal.

A aplicação da metodologia IpC começa com uma breve explanação do professor sobre o conteúdo do material fornecido aos estudantes, que devem fazer o estudo prévio. A explanação deve durar de 5 a 10 minutos, antes de se iniciar os testes conceituais ou explicar pontos do material que os alunos não conseguiram entender no seu estudo prévio.

Uma sugestão é que se dê 2 a 4 minutos para que os alunos respondam a 1ª votação do teste conceitual. Quando mais de 70% dos alunos acertarem a questão o professor deve explicá-la e reiniciar o processo de exposição dialogada, apresentando uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Se o percentual de acerto estiver entre 30% e 70%, os alunos formam pequenos grupos e discutem as respostas dadas individualmente, tentando convencer uns aos outros de suas respostas; após três ou cinco minutos será reaberto o processo de votação individual e será explicada a questão.

Quando menos de 30% das respostas forem corretas será revisto o conceito explicado. A eficiência do método alcança seu ápice quando o índice de acertos fica entre 30% a 70%, onde a discussão entre os alunos ajuda no entendimento e a troca argumentos ajuda na estruturação do novo conhecimento adquirido, favorecendo a aprendizagem (OLIVEIRA, 2012).

Para facilitar o mapeamento das respostas das questões conceituais dos alunos nas aulas envolvendo a Instrução por Pares sugerimos o uso do aplicativo gratuito para *smartphones* chamado Plickers. O aplicativo permite que o professor disponha do índice de acerto da turma rapidamente e também a verificação individual de acerto ou erro dos alunos.

O apêndice A e B encontra-se um pequeno tutorial de como cadastrar, instalar e usar o aplicativo Plickers. Damos também a sugestão para mapeamento das questões conceituais o produto educacional Sistema de votação automatizado e de baixo custo para aplicação da metodologia de instrução pela utilização de cartões coloridos (ROCHA, 2017).

### 3 – Gamificação

A definição que mais aparece na literatura sobre a gamificação é a de Karl Kapp: “Gamificação é a utilização de mecânicas baseadas em games, estética e pensamento gamer para engajar as pessoas, motivar ações, promover o aprendizado e a solução de problemas” (KAPP, 2012).

Nesse trabalho usaremos elementos da gamificação como o engajamento para motivar, despertar e aprender conceitos fundamentais da Física, especificamente do eletromagnetismo. Segundo Nelson Studart (2015) há uma diferença entre *game* e gamificação, já que enquanto um *game* contempla a jogabilidade, a gamificação não contempla essa mesma ideia, apesar de usar elementos de game para causar uma motivação intrínseca do sujeito.

No processo de criação de nossa sequência didática gamificada usamos a base os apontamentos feitos por Fardo (2013) no livro *Multiplayer Classroom: Designing Coursework as a Game* (2012), do professor norte-americano Lee Sheldon e de experiências de escolas em Portugal. Para simplificar mostraremos um pequeno diagrama:

**Figura 2.** Diagrama dos principais passos para implementação da gamificação



Fonte: Acervo pessoal.

Esse diagrama mostra de forma resumida alguns conceitos importantes para aproximar as aulas do conceito *game*. Vale ressaltar que existem outros caminhos para se inserir a gamificação no ensino, existem vários elementos *games* não descritos aqui que podem ser encontrados em outras propostas.

Como existem vários caminhos para se gamificar uma aula ou uma sequência didática ou, até mesmo, uma Unidade de Ensino potencialmente Significativa (UEPS), várias possibilidades e resultados podem ser exploradas usando o conceito da gamificação (MOREIRA, 2012),.

## 4 – Sequência Didática

### 4.1 – Tabela geral da sequência didática

A sequência didática proposta é composta de várias atividades e metodologias para ensinar o eletromagnetismo. Como livro texto optamos pela obra *Física*, de Beatriz Alvarenga (2011). O Quadro abaixo segue um resumo geral das atividades para que o leitor desse livreto possa, primeiramente, situar-se no desenvolvimento da sequência didática.

**Quadro 1.** Tabela geral das atividades da sequência didática.

Aula	Atividade	Tema da aula
1ª aula: Introdução.	- Formação das guildas com a turma de forma livre - Explicação do funcionamento da IP.	- Esclarecer todas as dúvidas referentes às próximas oito aulas
1ª atividade em casa.	- Leitura e estudo do material fornecido (MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B, 2011) e assistir o vídeo recomendado.	
2ª Aula: Instrução pelos Colegas.	- Aplicação de questões conceituais, utilizando a metodologia de IpC. <b>Missão:</b> Acertar o maior número de questões. A pontuação será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).	- Magnetismo terrestre - Propriedades dos objetos magnéticos, como os ímãs.
3ª aula: Experimento de Oersted.	<b>Missão:</b> realizar a montagem do experimento de Oersted. (Toda guilda que terminar a tarefa receberá a pontuação).	- Geração de campos magnéticos por correntes elétricas
2ª atividade em casa.	- Leitura e estudo do material fornecido (MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B, 2011) e assistir os vídeos recomendados, fazer os exercícios do material de leitura e tentar aplicar a regra da mão direita.	
4ª aula: Guilda – Racer.	<b>Missão:</b> Resolução das questões sorteadas no jogo Guilda – Race. A pontuação por Guilda será referente ao número de casas andadas no tabuleiro.	- Força magnética - Regra da mão direita.
5ª Aula: Instrução pelos Colegas.	- Aplicação de questões conceituais, utilizando a metodologia de IpC. <b>Missão:</b> Acertar o maior número de questões. A pontuação será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).	- Força magnética. - Regra da mão direita.
3ª atividade em casa.	- Leitura e estudo do material fornecido (MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B, 2011) e assistir os vídeos recomendados.	
6ª aula: Guilda –	<b>Missão:</b> Resolução das questões	- Campos magnéticos

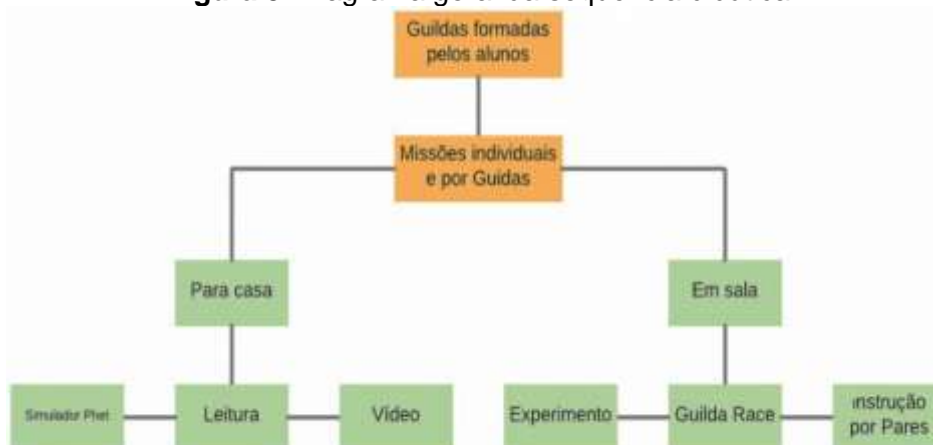


Racer.	<i>sorteadas no jogo Guilda – Race.</i> A pontuação por Guilda será referente ao número de casas andadas no tabuleiro.	em fios, bobinas, espiras e solenoides. - Regra da mão direita.
Sétima aula: Instrução pelos Colegas.	- Aplicação de questões conceituais, utilizando a metodologia de IpC. <b>Missão:</b> Acertar o maior número de questões. A pontuação será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).	- Conceitos sobre campo magnético.
4ª atividade em casa.	- Leitura e estudo do material fornecido (MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B, 2011) e assistir os vídeos recomendados, fazer os exercícios do material de leitura e tentar aplicar a Lei de Lenz. - Usar o simulador PHET – Laboratório de Faraday para responder ao roteiro de missão individual.	
8ª aula: prática sobre indução eletromagnética.	<b>Missão:</b> Montagem experimental Lei de Lenz (Experimento para acender LEDs utilizando uma bobina e um ímã).	- Lei de Lenz
9ª aula: Instrução pelos Colegas.	- Aplicação de questões conceituais sobre a Lei de Lenz e Lei de Faraday. <b>Missão:</b> Acertar o maior número de questões. A pontuação será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).	- Fixar melhor os conceitos sobre fluxo magnético, corrente induzida (Lei de Lenz).

Fonte: Acervo pessoal

Todas essas atividades serão consideradas missões para os grupos formados (Guildas) onde os membros e as Guildas irão executá-las em casa e em sala de aula seguindo as regras do jogo.

**Figura 3.** Diagrama geral da sequência didática



## 4.2 – Sistema de pontuação da sequência didática gamificada

No intuito de construir um contexto para o aprendizado usamos elementos extrínsecos da gamificação que é um sistema de pontuação para as atividades, que agora serão chamadas de missões, para colaborar no clima de *gamer* criado.

Foi criada uma moeda própria para o jogo chamada de Maxwell's, em homenagem ao Físico e Matemático escocês James Clerk Maxwell (1831 – 1879), que deu a forma final a teoria moderna do eletromagnetismo que une a eletricidade, magnetismo e a óptica. Apenas um valor da moeda foi criado, M\$ 10 como mostrada na Figura 4 abaixo.

**Figura 4.** Moeda de M\$ 10 Maxwell's usada no jogo. As pontuações das missões do jogo foram classificadas em múltiplos de 10



Fonte: Acervo pessoal

**Quadro 2.** Quadro de pontuação usada no jogo.

MISSÃO		PONTUAÇÃO
Instrução pelos Colegas (acerto na segunda votação)		10 Maxwell's
Itens de roteiro de aulas experimentais/simuladores		20 Maxwell's
Guilda Race	Questão nível 1	10 Maxwell's/avanço 1 casa
	Questão nível 2	20 Maxwell's/avanço 2 casas
	Questão nível 3	30 Maxwell's/avanço 3 casas

O somatório final do jogo será feito com base no esquema apresentado:

**Quadro 3.** Cálculo de somatório de pontuação usado no jogo.

Somatório final do jogo
<b>VALOR:</b> Nota da Guilda + Média das missões de IP

A ficha para os alunos com esse sistema de pontuação encontra-se no apêndice C.

### 4.3 – Aulas da sequência didática

#### 4.3.1. Primeira aula – Introdução

Essa aula tem como objetivo explicar de toda a dinâmica das próximas oito aulas, formação das Guildas e nomeação, explicação e entrega do sistema de pontuação (Apêndice C).

Criação de um grupo na rede social Facebook ou Whatsapp para que as Guildas e seus membros possam ter *Feedbacks* rápidos do andamento das atividades bem como sobre os materiais para leitura, sugestões de vídeos e entrega de atividades. Cabe ao professor definir se será necessário nesse momento explicar o funcionamento dos cartões resposta do aplicativo Plickers, como sugestão para aplicação das atividades dessa sequência didática de forma mais fluida. Caso seja possível o professor trabalhar algum conteúdo com a metodologia de Instrução pelos Colegas para se acostumar com a dinâmica bem como os alunos.

Essa primeira aula tem de duração de 50 minutos onde todas dúvidas devem ser sanadas. Ao final será entregue ou enviado o material de leitura para a próxima aula e sugestões de vídeos aos membros das Guildas. Sugiro que se dê um prazo de uma semana para que os alunos façam seu estudo prévio

#### 4.3.2. Segunda aula – Instrução pelos Colegas

TEMA: Conceitos iniciais do magnetismo.

OBJETIVO: Compreender as propriedades dos objetos magnéticos e o magnetismo terrestre.

RECURSOS INSTRUCIONAIS:

- Atividade extraclasse anterior à aula;
- atividade em sala: Instrução pelos Colegas.

MISSÃO: Acertar o maior número de questões da aula (segunda votação) para aumentar o número de moedas conquistadas.

TEMPO ESTIMADO DA AULA: Cinquenta minutos.

DESENVOLVIMENTO: O professor inicia com uma breve explanação sobre o tema, cerca de 5 a 10 minutos e apresenta a primeira questão conceitual, a partir daí, ele segue o esquema da Instrução por Partes já explicada.

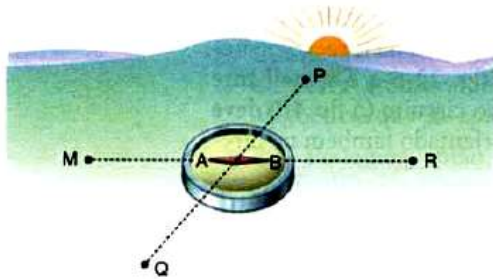
O número de questões apresentadas vai depender do andamento e desempenho dos membros das Guildas. A pontuação da missão será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).

LEITURA PRÉVIA: Livro Física volume 3 da Beatriz Alvarenga, páginas 206 a 211. Sugestão de um vídeo inversão dos pólos magnéticos – Nerdologia 63. Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=ZJCBM1SZ-FY>

FICHA COM AS QUESTÕES DA AULA:

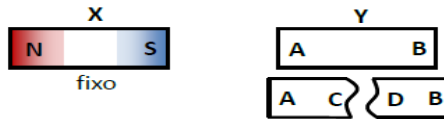
**AULA 2 – QUESTÕES USANDO INTRUÇÃO PELOS COLEGAS – MISSÃO POR GUILDA E INDIVIDUAL**

2.1 – Sabendo que o sol está nascendo em P, qual dos pontos abaixo: Quais representam o norte geográfico e o sul magnético respectivamente.

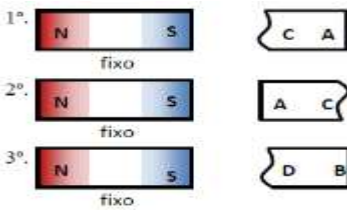


- A) R e B
- B) M e A
- C) P e B
- D) Q e A

2.2 - Um ímã X, em forma de barra, está fixo sobre uma superfície horizontal. Outro ímã Y, também em forma de barra, com seus polos orientados conforme mostra a figura abaixo, é aproximado do primeiro e sofre uma força de repulsão. Logo em seguida, quebra-se o ímã Y, como sugere a figura a seguir:



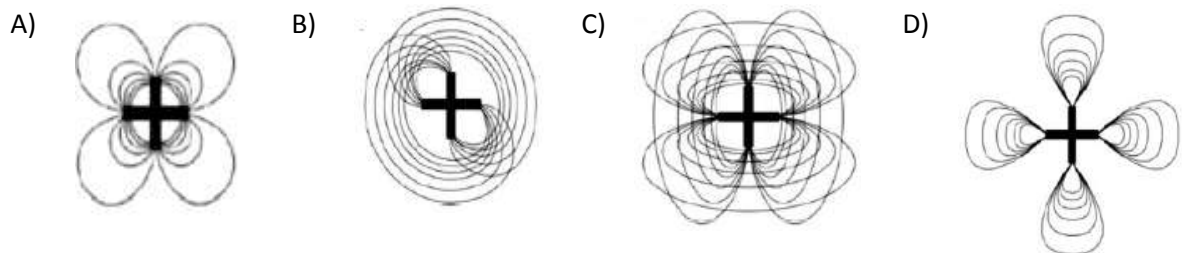
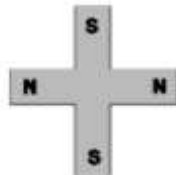
Em três situações diferentes, mostradas na figura abaixo, uma das duas partes gerada pela quebra do ímã Y é aproximada do ímã X.



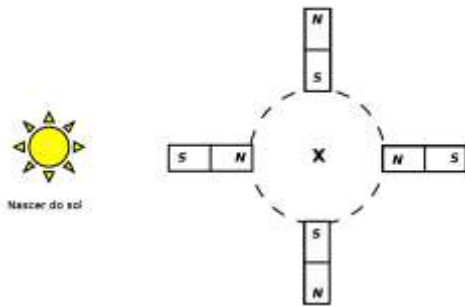
Em qual(is) situação(ões) ocorre repulsão entre o ímã X (fixo) e a metade do ímã Y colocada perto dele?

- A) apenas na 1ª. B) na 1ª e 2ª. C) na 2ª e 3ª.
- D) nas três situações.

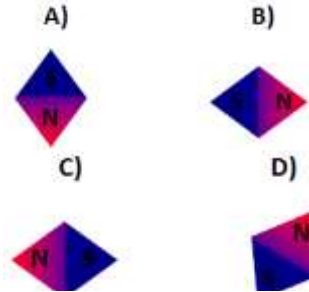
2.3 - Um objeto de ferro, de pequena espessura e em forma de cruz, está magnetizado e apresenta dois polos Norte (N) e dois polos Sul (S). Quando esse objeto é colocado horizontalmente sobre uma mesa plana, as linhas que melhor representam, no plano da mesa, o campo magnético por ele criado, são as indicadas em:



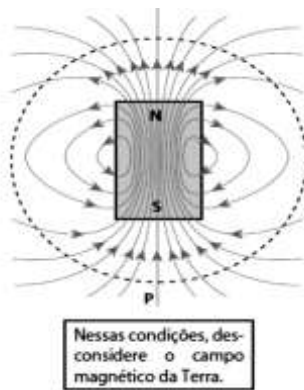
2.4 – Quatro ímãs em forma de barra estão apoiados sobre uma mesa horizontal, como mostra a figura abaixo:



A figura que melhor representa a orientação de uma bússola colocada no ponto central da circunferência é:



2.5 - (Fuvest-SP) Sobre uma mesa plana e horizontal, é colocado um ímã em forma de barra, representado na figura, visto de cima, juntamente com algumas linhas de seu campo magnético. Uma pequena bússola é deslocada, lentamente, sobre a mesa, a partir do ponto P, realizando uma volta (circular) completa em torno no ímã.



Ao final desse movimento, a agulha da bússola terá completado, em torno de seu próprio eixo, um número de voltas igual a:

- A)  $\frac{1}{4}$  de volta
- B)  $\frac{1}{2}$  de volta
- C) 1 volta completa
- D) 2 voltas completas

2.6 - Insere-se uma agulha imantada em um material, de modo que o conjunto fique em equilíbrio dentro de um copo cheio de água, como esquematizado na Figura 1.



Foram realizadas observações com a referida bússola em três cidades (I, II e III), indicando que o polo norte da agulha formava, **aproximadamente**:

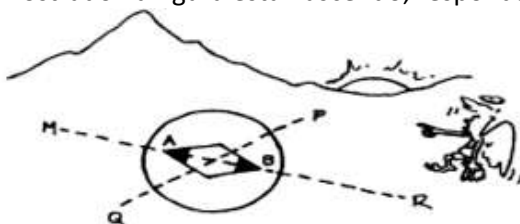
- para a cidade I, um ângulo de 20° em relação à horizontal e apontava para baixo;
- para a cidade II, um ângulo de 75° em relação à horizontal e apontava para cima;
- para a cidade III, um ângulo de 0° e permanecia na horizontal.

A partir dessas informações, pode-se concluir que **respectivamente**, nas cidades de (veja a Figura 2):

- A) Punta Arenas (sul do Chile), Natal (nordeste do Brasil) e Havana (noroeste de Cuba).
- B) Punta Arenas (sul do Chile), Havana (noroeste de Cuba) e Natal (nordeste do Brasil).

- C) Havana (noroeste de Cuba), Natal (nordeste do Brasil) e Punta Arenas (sul do Chile).  
 D) Havana (noroeste de Cuba), Punta Arenas (sul do Chile) e Natal (nordeste do Brasil).

2.7 – Sabendo – se que o sol mostrado na figura está nascendo, responda:



Qual dos pontos indicados na figura representa o norte magnético da terra?

- A) R                      B) Q                      C) M                      D) P

2.8 - Um estudante carregava um ímã na forma de barra, conforme a ilustração abaixo, quando o mesmo soltou-se de sua mão e, devido ao impacto com o solo quebrou-se praticamente em duas partes iguais, ao longo da linha pontilhada.



Colocando os dois pedaços desse ímã um em frente ao outro, eles tenderão a se atrair de acordo com as características magnéticas ilustradas na alternativa:

- A)      B)      C)      D)

#### 4.3.3. Terceira aula – Experimento de Oersted

TEMA: Campo magnético e corrente elétrica.

OBJETIVO: Compreender através da experimentação o campo magnético e a relação entre corrente elétrica e campo magnético.

RECURSOS INSTRUCIONAIS:

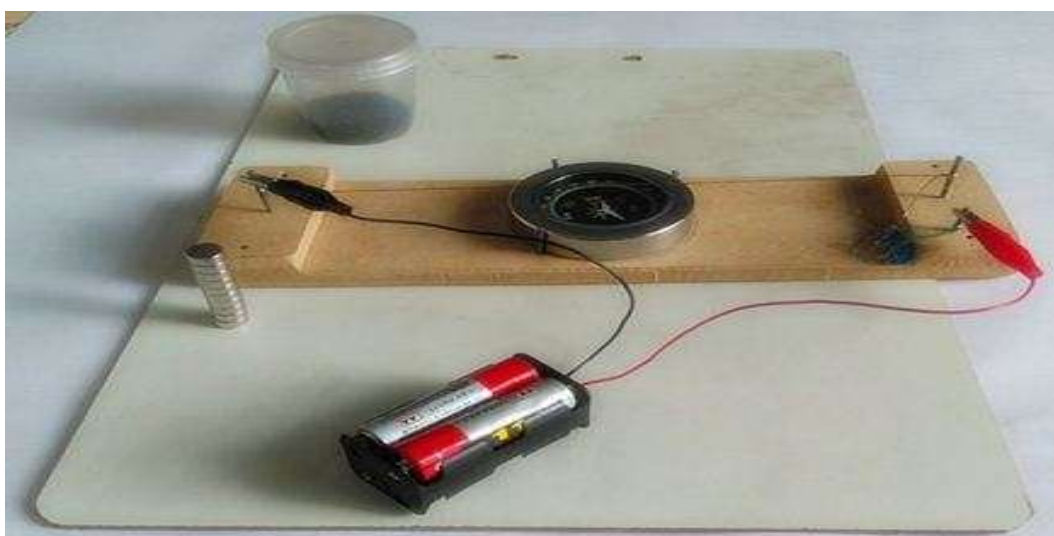
- Atividade extraclasse anterior à aula;
- atividade em sala: Visualizando o campo magnético e prática usando um análogo do experimento de Oersted (Apêndice D).

**MISSÃO:** Manusear ímãs, pilhas, bússolas, limalha de ferro durante a missão e relacionar o conteúdo estudado com a prática executada e conquistar mais moedas para a Guilda respondendo ao roteiro.

**TEMPO ESTIMADO DA AULA:** cinquenta minutos.

**DESENVOLVIMENTO:** O professor inicia entregando primeiro os materiais para que os alunos tenham seu momento de descoberta, logo depois deve se entregar um roteiro, o Apêndice 5 para que cada Guilda o execute. A pontuação da missão será por Guilda através da correção posterior do roteiro respondido e lançada no grupo da rede social criada.

**Figura 5.** Missão experimento de Oersted.



Fonte: Acervo pessoal.

FICHA COM O ROTEIRO MISSÃO EXPERIMENTO DE OERSTED:

<b>ROTEIRO - 3ª AULA - MISSÃO 3 –EXPERIMENTO DE OERSTED</b>	
<b>Guilda:</b> <b>Membros:</b>	<b>Total alcançado na missão:</b>
<b>Objetivo:</b>	Reproduzir um análogo do experimento do físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851).
<b>Descrição:</b>	As guildas usarão um suporte para quatro pilhas, fios, bússola, suporte para bússola, ímãs, limalha de ferro e pedaço de madeira.
<b>Dicas:</b>	Quando não estiver usando o suporte de pilhas, retire as pilhas do mesmo para evitar o aquecimento excessivo (efeito Joule) e acidentes.
<b>1. VISUALIZANDO O CAMPO MAGNÉTICO.</b>	
+	Pegue a barrinha de ímãs de neodímio, o pedaço de madeira e a limalha de ferro. Posicione os ímãs abaixo do pedaço de madeira e então salpique a limalha de ferro sobre ela. Redija de forma simples e clara as observações feitas pela guilda. (Use, se possível,

palavras relacionadas ao tema estudado).

## 2. OBSERVAÇÕES DO EXPERIMENTO DE OERSTED.

— Aproxime a barrinha de ímãs de neodímio da bússola. O que ocorre com a bússola quando aproximamos o ímã?

— Se invertermos o lado do ímã o que ocorre com a bússola?

— Deixe agora o ímã em repouso sobre a mesa e a bússola ligeiramente afastada. Dê uma volta completa com bússola ao redor do ímã. Quantas voltas a agulha da bússola dará ao se completar o movimento de rotação da bússola em torno do ímã?

— Sem usar os ímãs, encontre duas maneiras diferentes de modificar a direção da agulha da bússola, tanto para a direita quanto para a esquerda. Descreva os fenômenos observados.

## 3. CONCLUSÕES.

— Qual a similaridade entre correntes e ímãs?

Fonte: Acervo pessoal.



#### 4.3.4. Quarta aula – *Guilda Race*

TEMA: Força magnética sobre cargas e regra da mão direita.

OBJETIVO: Determinar a direção e o sentido da força magnética e calcular a intensidade dessa força em cargas em movimento.

RECURSOS INSTRUCIONAIS:

- Atividade de leitura/estudo extraclasse anterior à aula;
- Uso do jogo de tabuleiro *Guilda Race*. O molde para impressão do *Guilda Race* encontra-se no apêndice E e molde para as questões no apêndice F. Aconselhamos imprimir em lona com as medidas de 50,0 cm x 35,0 cm.

MISSÃO: Maior número de questões sorteadas resolvidas pela Guilda, assim somando maior número de Maxwell's de acordo com a regra de pontuação.

TEMPO ESTIMADO DA AULA: Cinquenta minutos.

DESENVOLVIMENTO: Cada Guilda tem um peão, um dado que contem duas faces iguais, um copo de dado, e uma caixa com as questões separadas em três níveis (fácil, médio e difícil). Com o dado a própria Guilda sorteia o nível de sua questão, tendo três tentativas para resolver. Em caso de acerto a Guilda anda o número de casas do tabuleiro respectivo ao nível questão resolvida corretamente, quanto mais casas percorridas maior será o número de Maxwell's recebidos pelas Guildas.

LEITURA PRÉVIA: Livro *Física* - volume 3 da Beatriz Alvarenga páginas 212 a 223. Fazer os exercícios das páginas 220 a 221.

SUGESTÃO DE VÍDEOS: Força magnética.

Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=2FyGW2UQmm4>

Princípio do Motor Elétrico Força Magnética Eletromagnetismo.

Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=iRJzp4-OjXY>

Figura 6. *Guilda Race*.



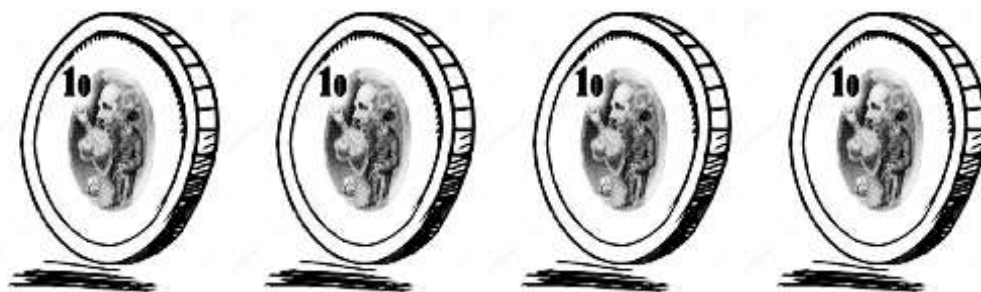
Fonte: Acervo pessoal.

A ficha abaixo contém as regras da *Guilda Race* para ser impressa e entregue aos alunos.

### FICHA: REGRAS DA GUILDA RACE

1. Todas as guildas sairão da casa marcada com a bandeira.
2. Um representante da guilda jogará o dado, definindo assim a sua pergunta inicial.
3. Quando todas as perguntas estiverem definidas para todas as guildas, então começará a corrida. Uma vez resolvida a questão corretamente, a guilda avança no tabuleiro o número de casas correspondente ao número sorteado no dado, isto é: 1, 2 ou 3, representando fácil, médio e difícil respectivamente. (Será utilizado um dado de 6 faces, com duas faces para cada nível).
4. A corrida se dará no sentido anti-horário.
5. A guilda terá 3 tentativas para cada desafio. Em caso de acerto, que será conferido pelo árbitro do jogo (professor), avança-se o número de casas sorteado. Caso, após a terceira tentativa a guilda não cumpra o desafio, joga-se o dado novamente para sortear uma nova questão.
6. Cada guilda terá direito a três pulos, podendo ser requisitados em qualquer momento, isto é, a guilda decide se pula determinada questão seja na primeira, segunda ou terceira tentativa, ou mesmo antes de iniciar a resolução.
7. A corrida não terá fim! Ao término da dinâmica, o número de casas andado corresponderá a número de casas multiplicado por 10 Maxwell's.
8. Sobre as questões: cada guilda terá acesso a um conjunto de 3 envelopes com as questões dos níveis 1, 2 e 3, que serão as mesmas para todas as guildas. Assim, garantimos o mesmo nível de dificuldade para todos os participantes.

Moeda corrente do jogo



#### 4.3.5. Quinta aula – Instrução pelos Colegas

TEMA: Força Magnética e regra da mão direita.

OBJETIVO: Compreender a força magnética sobre cargas elétricas em movimento, saber a direção e sentido dessa força usando a regra do tapa.

RECURSOS INSTRUCIONAIS:

- Atividade extraclasse anterior à aula;
- atividade em sala: instrução pelos Colegas.

MISSÃO: Acertar o maior número de questões da aula (segunda votação) para aumentar o número de moedas conquistadas.

TEMPO ESTIMADO DA AULA: Cinquenta minutos.

DESENVOLVIMENTO: O professor inicia com uma breve explanação sobre o tema, cerca de 5 a 10 minutos e apresenta a primeira questão conceitual, a partir daí ele segue o esquema da Instrução por Partes já explicada.

O número de questões apresentadas vai depender do andamento e desempenho dos membros das Guildas. A pontuação da missão será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).

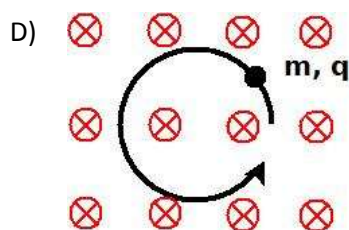
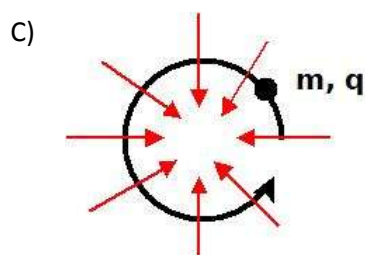
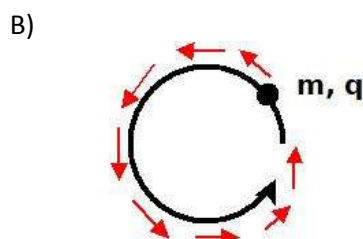
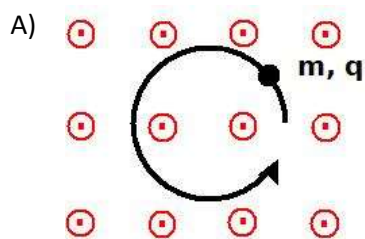
FICHA COM AS QUESTÕES DA AULA:

**AULA 5 – QUESTÕES USANDO INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS – MISSÃO POR GUILDA E INDIVIDUAL**

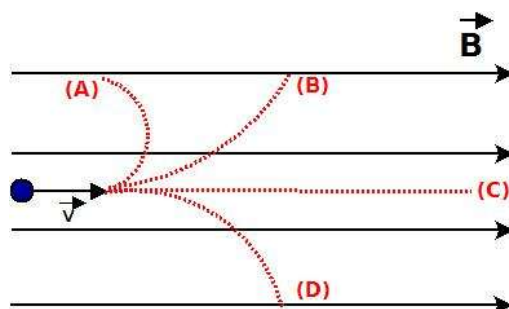
5.1 – Porque não observamos auroras no Brasil? Escolha a melhor figura que explica a razão pela qual não conseguimos visualizar as auroras em nosso país.

→ Trajetória das partículas do vento solar defletidas pelo campo magnético da Terra

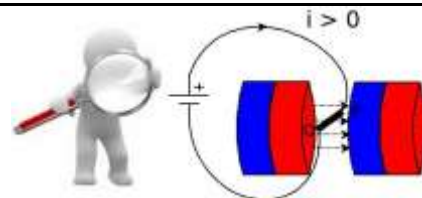
5.2 – Uma partícula de massa  $m$  e carga  $q > 0$  executa um movimento circular uniforme sob ação de uma força magnética. Para onde aponta o campo magnético? (lembre-se da regra da mão direita).



5.3 – Uma partícula com carga  $q > 0$ , massa  $m$  e velocidade  $\vec{v}$  entra numa região com campo magnético uniforme  $\vec{B}$  como indicado. Marque a alternativa que corresponde qual trajetória a partícula deve seguir quando essa partícula está sujeita apenas a esse campo magnético:

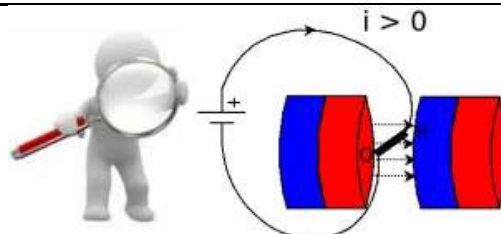


5.5 - A figura mostra um fio metálico PQ suspenso entre dois ímãs por meio de fios condutores leves e flexíveis, ligados a uma bateria. Pelo fio passa uma corrente  $i$  como indicado na figura. O fio PQ está colocado perpendicularmente às linhas de campo magnético  $\vec{B}$ . Desprezando a influência do campo magnético da Terra, podemos afirmar que:



- A) Não aparecerá nenhuma força atuando no fio.  
 B) Há uma força magnética atuando no fio, perpendicularmente ao segmento PQ do fio e apontada para dentro da folha.  
 C) Há uma força magnética atuando no fio, perpendicularmente ao segmento PQ do fio e apontada para fora da folha.  
 D) Há uma força magnética atuando na direção do fio que aponta na direção QP.

5.6 – Suponha agora que o fio metálico PQ tenha comprimento 10,0 cm, resistência  $1 \Omega$ , a bateria tem 12 V e o campo do ímã é de 0,1 T. A massa do fio vale:



A) 12g

B) 24g

C) 120g

D) 240g

5.7 - Um fio conduzindo corrente contínua acha-se sob o piso de uma residência, ligeiramente enterrado. Indique a alternativa em que aparece um aparelho capaz de detectar sua posição:

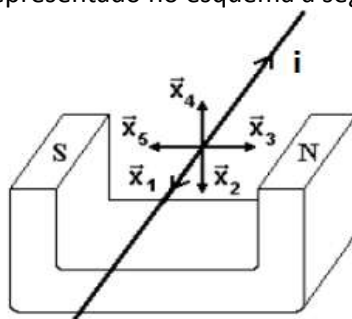
A) alto-falante;

B) transformador;

C) bússola;

D) eletroímã.

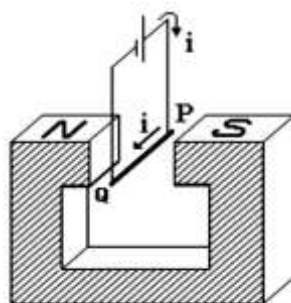
5.8 - (UEL - PR) Um condutor, suportando uma corrente elétrica  $I$ , está localizado entre os pólos de um ímã em ferradura, como está representado no esquema a seguir.



Entre os polos do ímã, a força magnética que age sobre o condutor é MELHOR representada pelo vetor

A)  $\vec{X}_2$ B)  $\vec{X}_3$ C)  $\vec{X}_4$ D)  $\vec{X}_5$ 

5.9 - (UFMG) A figura a seguir mostra uma bateria que gera uma corrente elétrica " $i$ " no circuito. Considere uniforme o campo magnético entre os polos do ímã.



O vetor que representa, corretamente, a força magnética que esse campo exerce sobre o trecho horizontal PQ do fio situado entre os polos do ímã é

A)  $\longrightarrow$ B)  $\uparrow$ C)  $\longleftarrow$ D)  $\downarrow$

#### 4.3.6. Sexta aula – *Guilda Race*

TEMA: Campos magnéticos em fios, bobinas, espiras e solenoides e regra da mão direita.

OBJETIVO: Determinar a direção e o sentido do campo magnético em fios, bobinas, espiras e solenoides através da regra da mão direita.

##### RECURSOS INSTRUCIONAIS:

- Atividade de leitura/estudo extraclasse anterior à aula;
- Uso do jogo de tabuleiro *Guilda Race*. O molde para impressão do *Guilda Race* encontra-se no apêndice E e o molde para as questões no apêndice G. Aconselhamos imprimir em lona com as medidas de 50,0 cm x 35,0 cm.

MISSÃO: Maior número de questões sorteadas resolvidas pela Guilda, assim somando maior número de Maxwell's de acordo com a regra de pontuação.

TEMPO ESTIMADO DA AULA: Cinquenta minutos.

DESENVOLVIMENTO: Cada Guilda tem um peão, um dado que contem duas faces iguais, um copo de dado e uma caixa com as questões separadas em três níveis (fácil, médio e difícil). Com o dado a própria Guilda sorteia o nível de sua questão, tendo três tentativas para resolver. Em caso de acerto, a Guilda anda o número de casas do tabuleiro respectivo ao nível questão resolvida corretamente, quanto mais casas percorridas maior será o número de Maxwell's recebidos pelas Guildas.

LEITURA PRÉVIA: Livro *Física* - volume 3 da Beatriz Alvarenga, páginas 245 a 252.

SUGESTÃO DE VÍDEOS: Lei de Biot Sarvat.

Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=5V5MRo7A5RA>

#### 4.3.7. Sétima aula – Instrução pelos Colegas

TEMA: Campos magnéticos em fios, bobinas, espiras e solenoides e regra da mão direita.

OBJETIVO: Determinar a direção e o sentido do campo magnético em fios, bobinas, espiras e solenoides através da regra da mão direita.

##### RECURSOS INSTRUCIONAIS:

- Atividade extraclasse anterior à aula;
- atividade em sala: Instrução pelos Colegas.

**MISSÃO:** Acertar o maior número de questões da aula (segunda votação) para aumentar o número de moedas conquistadas.

**TEMPO ESTIMADO DA AULA:** Cinquenta minutos.

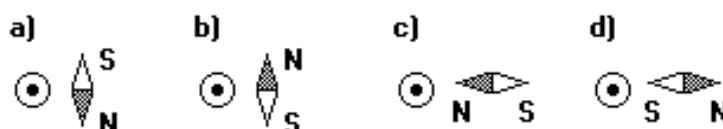
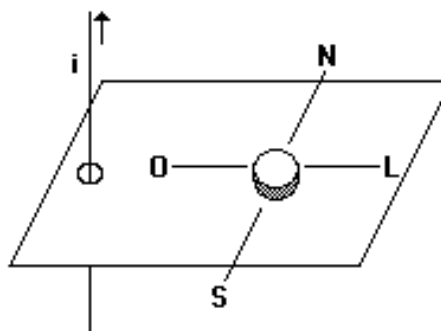
**DESENVOLVIMENTO:** O professor inicia com uma breve explanação sobre o tema, cerca de 5 a 10 minutos e apresenta a primeira questão conceitual, a partir daí ele segue o esquema da Instrução por Partes já explicada.

O número de questões apresentadas vai depender do andamento e desempenho dos membros das Guildas. A pontuação da missão será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).

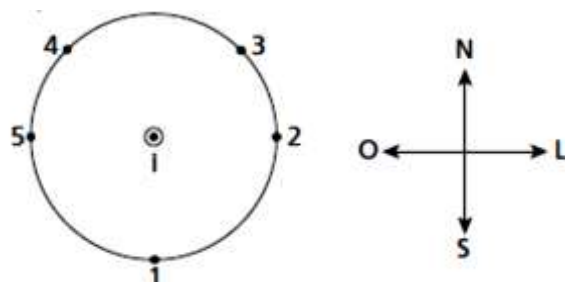
## FICHA COM AS QUESTÕES DA AULA:

## AULA 7 – QUESTÕES USANDO INTRUÇÃO PELOS COLEGAS – MISSÃO POR GUILDA E INDIVIDUAL

7.1 – (UECE) Um fio metálico, retilíneo, vertical e muito longo, atravessa a superfície de uma mesa, sobre a qual há uma bússola, próxima ao fio, conforme a figura a seguir. Fazendo passar uma corrente elétrica contínua  $i$  no sentido indicado, a posição de equilíbrio estável da agulha imantada, desprezando o campo magnético terrestre, é:



7.2 - (UFSM-RS- Adaptada)



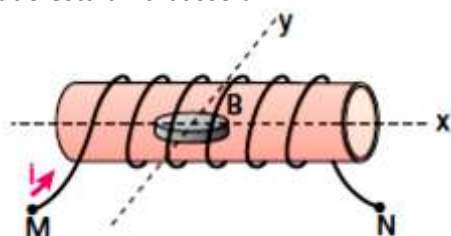
**Nota:**

• Suponha o campo magnético gerado pelo fio, nos pontos considerados, mais intenso que o da Terra.

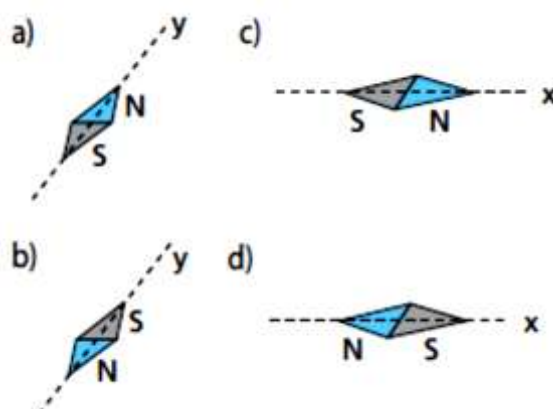
A figura representa um fio condutor perpendicular ao plano da página, no centro de um círculo que contém os pontos 1, 2, 3, 4 e 5. O fio é percorrido por uma corrente  $i$  que sai desse plano. A agulha de uma bússola sofre deflexão máxima, quando colocada no ponto:

- e) 1
- f) 2
- g) 3
- h) 5

7.3 - A figura representa um canudo plástico e transparente no qual foi enrolado um fio de cobre de extremidades **M** e **N**. Dentro do canudo está uma bússola **B**.

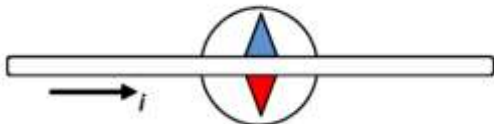


As retas **x** e **y** são perpendiculares entre si e estão no mesmo plano da agulha da bússola. A posição em que a agulha se estabiliza quando estabelecemos no fio uma corrente elétrica com sentido de **M** para **N**, supondo desprezível o campo magnético terrestre, está mais bem representada na alternativa:





7.4 – (UFRGS –2006) A figura abaixo representa uma vista superior de um fio retilíneo, horizontal, conduzindo corrente elétrica  $i$  no sentido indicado. Uma bússola, que foi colocada abaixo do fio, orientou-se na direção perpendicular a ele, conforme também indica a figura.



Imagine, agora, que se deseje, sem mover a bússola, fazer sua agulha inverter a orientação indicada na figura. Para obter esse efeito, considere os seguintes procedimentos.

I – Inverter o sentido da corrente elétrica  $i$ , mantendo o fio na posição em que se encontra na figura.

II – Efetuar a translação do fio para uma posição abaixo da bússola, mantendo a corrente elétrica  $i$  no sentido indicado na figura.

III – Efetuar a translação do fio para uma posição abaixo da bússola e, ao mesmo tempo, inverter o sentido da corrente elétrica  $i$ .

Desconsiderando-se a ação do campo magnético terrestre, quais desses procedimentos conduzem ao efeito desejado?

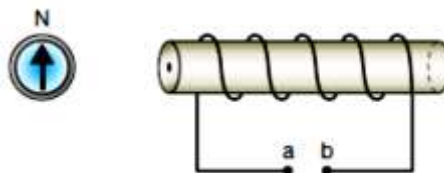
- a) Apenas I
- b) Apenas II
- c) Apenas III
- d) Apenas I e II

7.5 - (Fund. Carlos Chagas-SP - Adaptada) Uma espira circular é percorrida por uma corrente elétrica contínua, de intensidade constante. Quais são as características do vetor campo magnético no centro da espira? Ele:

- a) é constante e perpendicular ao plano da espira
- b) é constante e paralelo ao plano da espira
- c) é nulo no centro da espira
- d) é variável e perpendicular ao plano da espira

7.6 – (Fafeod-MG) A figura representa uma bússola alinhada com o campo magnético da Terra e no eixo

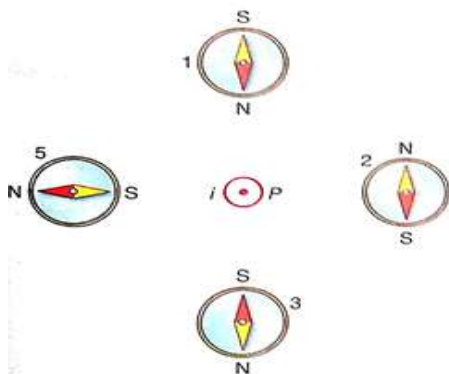
de um solenoide em que não passa corrente. Uma bateria será ligada aos pontos **ab**, com seu terminal positivo conectado ao ponto **a**.



Assim, sem desprezar o campo da Terra, a orientação da bússola passa a ser indicada corretamente na alternativa

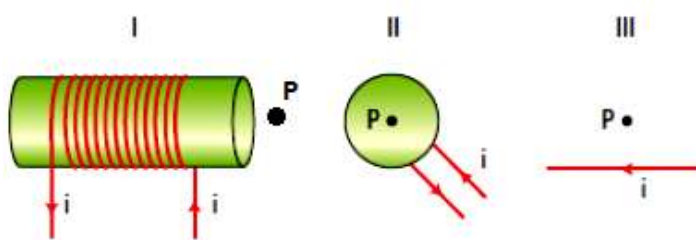
- a) ↙
- b) ↖
- c) ↗
- d) ↘

7.7 – (UFRGS - Adaptada) Um fio retilíneo e muito longo, percorrido por uma corrente elétrica constante, é colocado perpendicularmente ao plano da página no ponto P. Se o campo magnético da Terra é desprezível em relação ao produzido por essa corrente, qual o número que indica corretamente o alinhamento da agulha magnética?



- a) 1  
b) 2  
c) 3  
d) 5

7.8 – (Mack-SP Adaptado) Considere um solenoide, uma espira circular e um fio retilíneo percorridos por correntes elétricas de intensidade constante  $i$ , como mostram as figuras abaixo.



A alternativa que mostra corretamente a direção e sentido de  $\vec{B}$  (vetor campo magnético) no ponto P de cada situação é, respectivamente:

- a)  $\rightarrow$ ,  $\odot$ ,  $\otimes$       b)  $\rightarrow$ ,  $\odot$ ,  $\odot$       c)  $\uparrow$ ,  $\odot$ ,  $\otimes$       d)  $\leftarrow$ ,  $\otimes$ ,  $\odot$

#### 4.3.8. Oitava aula – Montagem experimental Lei de Lenz

TEMA: Lei de Lenz.

OBJETIVO: Compreender através da experimentação a relação entre a variação do fluxo magnético e o aparecimento da corrente induzida.

RECURSOS INSTRUCIONAIS:

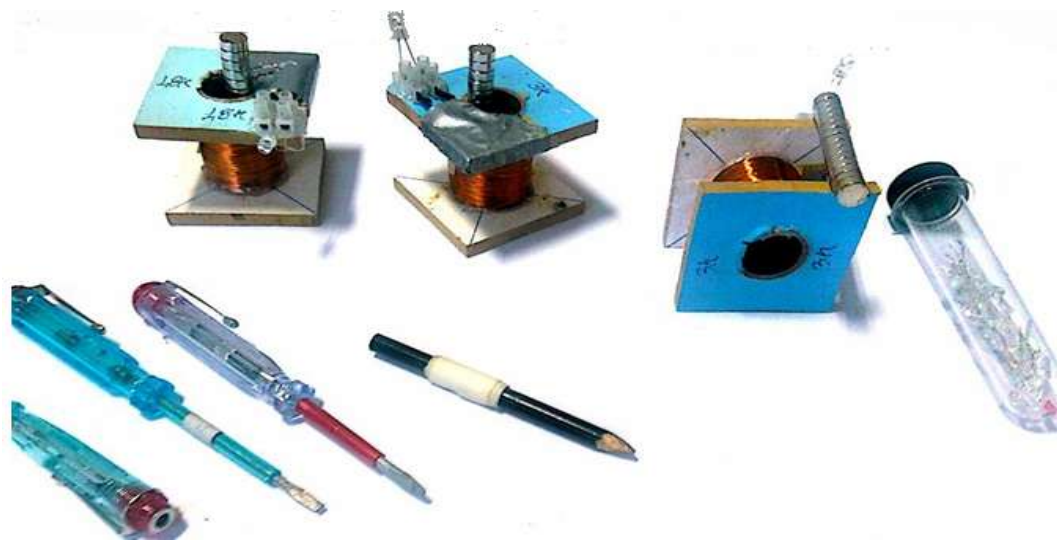
- Atividade extraclasse anterior à aula usando o simulador PHET;
- atividade em sala: Experimento para acender LEDs utilizando uma bobina (MELLO, 2018) e um ímã.

MISSÃO: Manusear ímãs, LEDs, bobina durante a missão e relacionar o conteúdo estudado com a prática executada e conquistar mais moedas para a Guilda respondendo ao roteiro.

TEMPO ESTIMADO DA AULA: cinquenta minutos.

DESENVOLVIMENTO: O professor inicia entregando primeiro os materiais para que os alunos tenham seu momento de descoberta, logo depois deve se entregar um roteiro para cada Guilda o execute. A pontuação da missão será por Guilda através da correção posterior do roteiro respondido e lançada no grupo da rede social criada.

**Figura 7. Bobina.**



Fonte: Acervo pessoal.

LEITURA PRÉVIA: Curso de Física (Vários autores) – apoio USP páginas 401 a 414.

SUGESTÃO DE VÍDEOS:

Fluxo Magnético.

Acesso: [https://www.youtube.com/watch?v=aJ2ev\\_-T15g](https://www.youtube.com/watch?v=aJ2ev_-T15g)

Lei de Faraday-Neumann

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





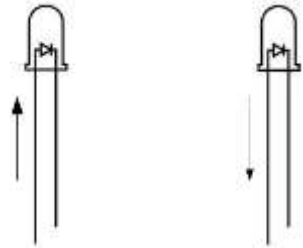


Sentido da corrente induzida/Lei de Lenz

Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=6e6PtSdAYEA>

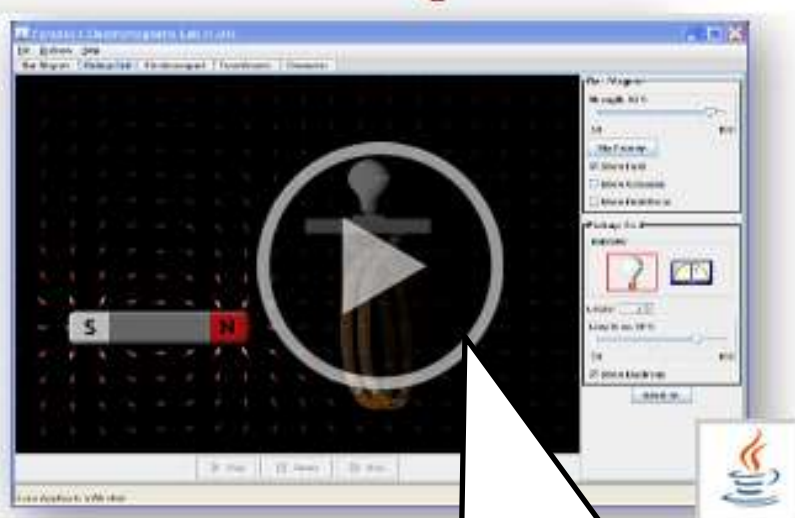
Lei de Lenz

Acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=GMP14t9mgrc>

FICHA COM O ROTEIRO MISSÃO BOBINA:

<b>ROTEIRO - 8ª AULA - MISSÃO 8 - BOBINA</b>	
<b>Guilda:</b>	<b>Total alcançado na missão:</b>
<b>Objetivos: Verificar experimentalmente a lei de Lenz.</b>	
<p>4. DETERMINANDO A POLARIDADE DE UM ÍMÃ.</p> <p> Com uma bússola, determine a polaridade da barrinha de ímãs. Coloque um pedacinho de fita no polo norte.</p>	
<p>5. ACENDENDO O LED.</p> <p> Com os materiais que foram fornecidos à Guilda, acenda o LED. Mostre para o professor.</p> <p> Descreva em quais circunstâncias você conseguiu e em quais circunstâncias você não conseguiu acender o LED.</p>	
<p>6. ENCONTRANDO A POLARIDADE DO LED.</p> <p>O LED é um elemento que possui polaridade, ou seja, só permite passagem de corrente em uma direção.</p> <p> Os terminais do LED possuem tamanhos diferentes, para permitir identificar a sua polaridade. Sabendo disso, utilize o experimento e marque qual das figuras abaixo representa o sentido da corrente quando o LED está aceso.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	
<p>7. CONCLUSÕES.</p> <p> Dê uma possível aplicação tecnológica do experimento anterior.</p> <div style="text-align: right;">  </div>	

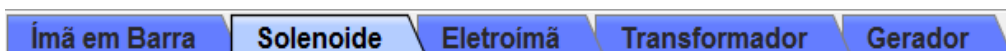
## FICHA COM O ROTEIRO MISSÃO INDIVIDUAL LABORATÓRIO DE FARADAY:

Roteiro para missão individual: indução eletromagnética usando o laboratório de Faraday (PHET)	
<b>Nome:</b>	<b>Total alcançado na missão:</b>
<b>Guilda:</b>	
<b>Objetivos:</b>	
<p>Determinar a relação entre um campo magnético e a força eletromotriz em um circuito elétrico.</p> <p>Eventenciar o fenômeno chamado de indução eletromagnética.</p>	
<b>Descrição:</b>	
<p>As simulações envolvem mover um ímã em forma barra e bobinas. Será realizada uma série de experimentos a partir do qual você vai formular regras que o ajudarão a compreender os conceitos da indução eletromagnética.</p>	
<b>Dicas:</b>	
<p>Para baixar a Simulação: acesse: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday</a>  Faça o download do arquivo usando a opção "salvar", em seguida, executar o arquivo 'jar' usando Java.</p>	
<b>Observação – Para a simulação funcionar é necessário ter o aplicativo “JAVA” instalado no computador.</b>	
Acesse: <a href="https://www.java.com/pt_BR/download/">https://www.java.com/pt_BR/download/</a>	
<h2 style="color: red;">Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday</h2>  <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Clique na seta para iniciar o programa.  Você pode ter que "Permitir" e "executar" o programa Java.</p> </div>	

### Missão – Solenoide.

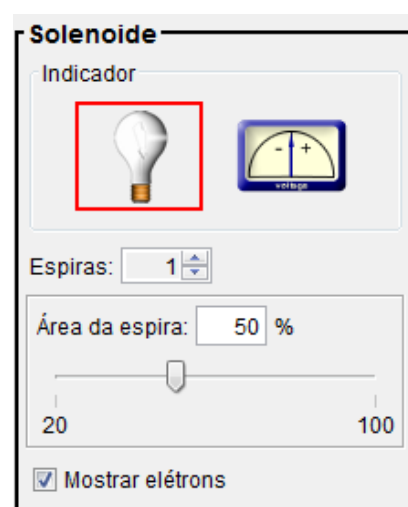
**Descrição:** A simulação a seguir representa um solenoide (condutor em hélice, de espiras muito próximas, em torno de um eixo). Nessa simulação você será capaz de aumentar e diminuir o número de espiras bem como a sua área, poderá fazer uso do medidor de tensão, bússola, lâmpada ou inverter a polaridade do ímã de barra, para ajudá-lo em suas descobertas.

1. Selecione "Solenoide" no canto superior esquerdo.



Clique no botão Espiras e selecione 1 e a Área da espira em 50% como indicado na figura ao lado.

1.2. Mova o ímã em torno e por dentro da bobina. Em qual situação você conseguiu acender a lâmpada?



1.3. Como deve ser o movimento do ímã para gerar um brilho forte na lâmpada?

1.4. Aumentando a velocidade do ímã de barra, o brilho da lâmpada será maior ou menor?

1.6. Aumente o número de espiras (Loops) para 3 e responda. Como o número de espiras altera o brilho da lâmpada?

1.7. Aumente a Área da espira para 100%. Como a área da espira afeta o fluxo dos portadores de carga no fio?  
(Descrever o efeito e fornecer uma explicação fundamentada no fenômeno).

1.8. Por que pouca ou nenhuma corrente é gerada quando o ímã de barra é movido para cima e para baixo?

#### 4.3.9. Nona aula – Instrução pelos Colegas

TEMA: Lei de Lenz.

OBJETIVO: Compreender através da experimentação a relação entre a variação do fluxo magnético e o aparecimento da corrente induzida.

RECURSOS INSTRUCIONAIS:

- Atividade extraclasse anterior à aula;
- atividade em sala: instrução pelos Colegas.

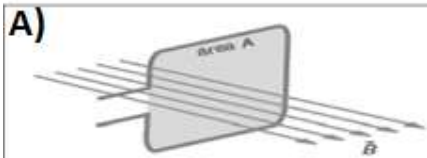
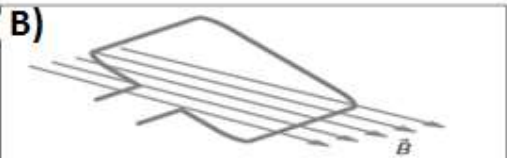
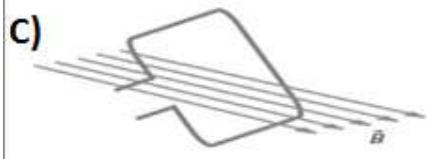

MISSÃO: Acertar o maior número de questões da aula (segunda votação) para aumentar o número de moedas conquistadas.

TEMPO ESTIMADO DA AULA: Cinquenta minutos.

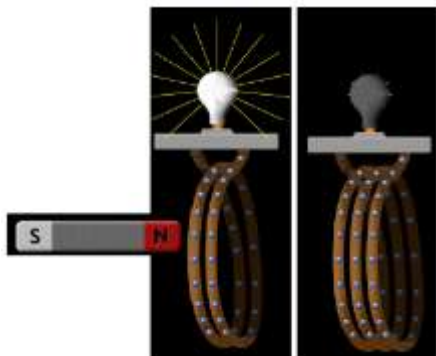
DESENVOLVIMENTO: O professor inicia com uma breve explanação sobre o tema, cerca de 5 a 10 minutos e apresenta a primeira questão conceitual, a partir daí ele segue o esquema da Instrução por Partes já explicada.

O número de questões apresentadas vai depender do andamento e desempenho dos membros das Guildas. A pontuação da missão será individual e por Guilda (média aritmética simples da pontuação dos membros da Guilda).

FICHA COM AS QUESTÕES DA AULA:

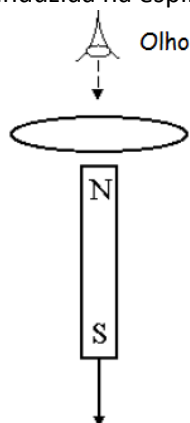
<b>AULA 9 – QUESTÕES USANDO INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS – MISSÃO INDIVIDUAL</b>	
9.1 - Em quais das representações abaixo o fluxo magnético será nulo.	
<p><b>A)</b></p> 	<p><b>B)</b></p> 
<p><b>C)</b></p> 	<p><b>D)</b></p> 

9.2 - O que você esperaria que a luz fizesse se você mudar as bobinas de 2 voltas para 3 voltas movendo o ímã na mesma velocidade?



- A) Terão o mesmo brilho
- B) Terá maior brilho
- C) Terá menor brilho

9.3 - Um ímã em forma de barra está posicionado abaixo de uma espira horizontal de arame com o pólo Norte apontando para cima. Então o ímã é puxado para baixo, para longe da espira. Como visto de cima, a corrente induzida na espira é no sentido horário ou anti-horário?

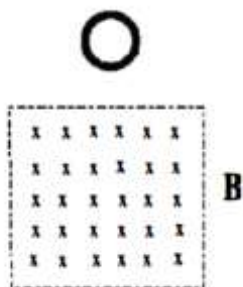


A) Horário



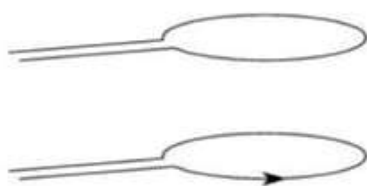
B) Anti-horário

9.4 - (FURG – 2004) Um anel de cobre cai devido ao seu peso e passa por uma região do espaço onde existe campo magnético estacionário  $\mathbf{B}$ . Com base na ilustração abaixo, assinale a afirmação correta em relação à corrente elétrica  $i$  no anel.



- A) Existe uma corrente  $i$  durante toda a queda do anel, devido a sua proximidade com o campo  $\mathbf{B}$ .
- B) Existe uma corrente  $i$  durante toda a queda do anel, devido à variação na sua posição em relação ao campo  $\mathbf{B}$ .
- C) Existe uma corrente  $i$  somente durante o tempo em que todo o anel está imerso no campo  $\mathbf{B}$ .
- D) Existe uma corrente  $i$  somente quando o anel está entrando ou saindo da região onde existe o campo  $\mathbf{B}$ .

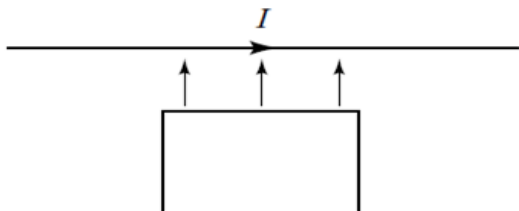
9.5 - Uma espira é mantida a certa distância acima de um circuito com corrente constante, tal como ilustrado abaixo. Observada a partir de cima, a corrente induzida através da espira superior terá o sentido:



- A) No sentido horário.
- B) No sentido anti-horário.
- C) Que depende da distância entre as duas espiras.
- D) Não há corrente na espira.

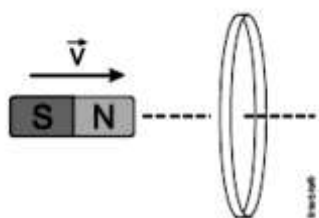


9.6 - Um fio longo e reto é percorrido por uma corrente constante  $I$ . Uma espira retangular condutora encontra-se no mesmo plano que o fio, com dois lados paralelos ao fio e dois lados perpendiculares. Suponha que a espira seja empurrada em direção ao fio como mostrado. Dada direção de  $I$ , a corrente induzida na espira é:



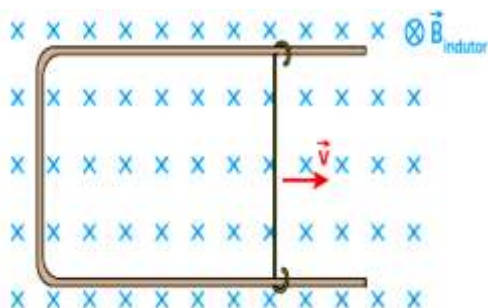
- A) No sentido Horário.
- B) No sentido anti-horário.
- C) Precisa de mais informações

9.7 - (UFJF 2011 - Adaptada) Um ímã natural está se aproximando, com velocidade  $v$  constante, de uma espira condutora, conforme mostrado na figura ao lado. É correto afirmar que a força eletromotriz na espira:



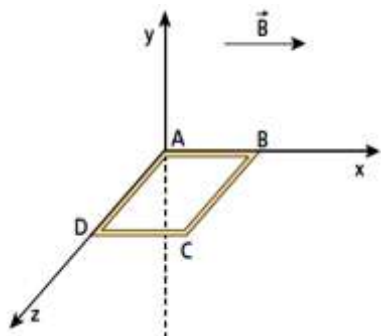
- A) existe somente quando o ímã está se aproximando da espira.
- B) existe somente quando o ímã está se afastando da espira.
- C) existe quando o ímã está se aproximando ou se afastando da espira.
- D) existe somente quando o ímã está no centro da espira.

9.8 - Dentro de um campo magnético uniforme e constante, uma haste condutora desliza, com velocidade  $\vec{v}$ , sobre um fio condutor fixo, dobrado em forma de **U**. Determine sentido da corrente induzida.



- A) Horário
- B) Anti-horário
- C) Não haverá corrente no fio.

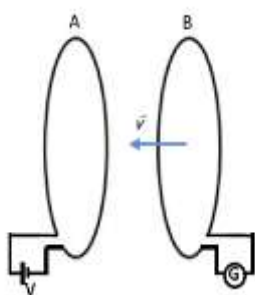
9.9 - A figura representa uma espira condutora quadrada, apoiada sobre o plano **xz**, inteiramente imersa num campo magnético uniforme, cujas linhas são paralelas ao eixo **x**.



Nessas condições, há dois lados da espira em que se a girarmos mantendo-os como eixo de rotação, o fluxo de campo magnético será o maior possível. São eles:

- A) **AB** ou **DC**.
- B) **AB** ou **AD**.
- C) **AD** ou **DC**.
- D) **AD** ou **BC**.

9.10 - Observe a figura abaixo.



Esta figura representa dois circuitos, cada um contendo uma espira de resistência elétrica não nula. O circuito A está em repouso e é alimentado por uma fonte de tensão constante  $V$ . O circuito B aproxima-se com velocidade constante de módulo  $v$ , mantendo-se paralelos os planos das espiras. Durante a aproximação, uma força eletromotriz (f.e.m.) induzida aparece na espira do circuito B gerando uma corrente elétrica que é medida pelo galvanômetro G.

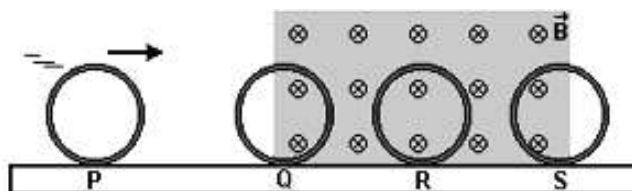
Sobre essa situação, marque V ou F nas afirmações a seguir:

- ( ) A intensidade da f.e.m. deç seguir:  
 ( ) A corrente elétrica induzida em B também gera campo magnético.

Qual a sequência correta?

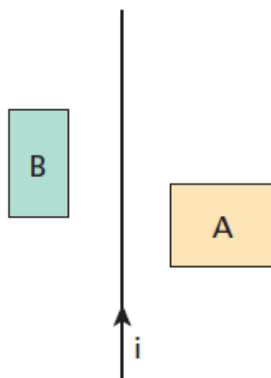
- A) V, V                      B) F, F                      C) V, F                      D) F, V

9.11 - (UFMG – Adaptada) – Um anel metálico rola sobre uma mesa, passando, sucessivamente, pelas posições P, Q, R e S, como representado na figura. Na região indicada pela parte sombreada na figura, existe um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano do anel, representado pelo símbolo B. Considerando-se essa situação, é correto afirmar que, quando o anel passa pelas posições Q, R e S, a corrente elétrica nele:



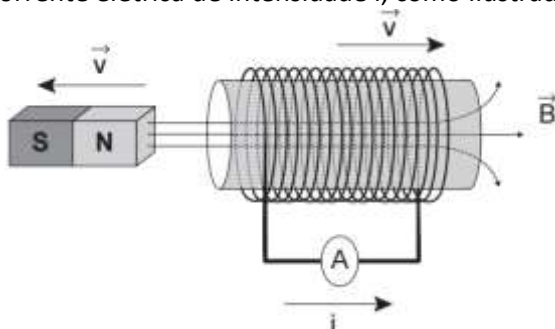
- A) é nula apenas em R e tem sentidos opostos em Q e em S.  
 B) tem o mesmo sentido em Q, em R e em S.  
 C) é nula apenas em R e tem o mesmo sentido em Q e em S.  
 D) tem o mesmo sentido em Q e em S e sentido oposto em R

9.12 - (ITA-SP) A figura a seguir representa um fio retilíneo pelo qual circula uma corrente de  $i$  ampères no sentido indicado. Próximo do fio existem duas espiras retangulares **A** e **B** planas e coplanares com o fio. Se a corrente no fio retilíneo está crescendo com o tempo, pode-se afirmar que:



- A) aparecem correntes induzidas em **A** e **B**, ambas no sentido horário.  
 B) aparecem correntes induzidas em **A** e **B**, ambas no sentido anti-horário.  
 C) aparecem correntes induzidas no sentido anti-horário em **A** e horário em **B**.  
 D) o fio atrai as espiras **A** e **B**.

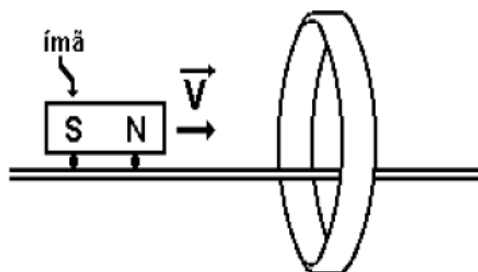
9.13 - (ENEM 2014) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a  $v$ , induzindo uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para:

- A) esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.
- B) direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.
- C) esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.
- D) direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.

9.14- (FUVEST – Adaptada) Um ímã, preso a um carrinho, desloca-se com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Envolvendo o trilho há uma espira metálica, como mostra a figura adiante. Pode-se afirmar que, na espira, a corrente elétrica:



- A) existe somente quando o ímã se aproxima da esfera;
- B) existe somente quando ímã se afasta da espira;
- C) existe quando o ímã se aproxima ou se afasta da espira.
- D) existe somente quando o ímã está dentro da espira;

## 5 – Considerações

A sequência didática mostrada nesse trabalho é o resultado de um produto idealizado e aplicado para o Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF/ Universidade Federal de Juiz de Fora.

Essa sequência didática não deve ser encarada apenas como um produto final acabado, mas sim um produto que pode ser adaptado a diversos contextos educacionais dentro das inúmeras realidades dos alunos.

O uso de metodologias ativas é uma alternativa para aprendizagem dos conceitos da Física também no Ensino Médio. A ideia de gamificar as aulas ajudou bastante na motivação dos alunos. O fato de existir vencedor fez a expectativa dos alunos em quais seriam os próximos tópicos a serem estudados aumentar muito mais que se fosse pedido para estudar determinado conceito através do tradicionalismo, ou seja, para depois terem aulas expositivas. Conseguimos com essa sequência chegar a um nível de engajamento dos alunos que de forma geral não acontece com as aulas tradicionais expositivas.

Estudar não pode apenas ser um martírio para os alunos, aprender conceitos de Física pode tornar-se uma experiência fantástica e motivadora para os alunos e porque não para o professor!

A experiência com o uso de metodologias ativas muda muito a visão de como ensinar e porque ensinar. Espero que a leitura dessa experiência possa contribuir em suas aulas, caro professor.

## 6 – Referências

ARAUJO, A.V.R. Uma associação do método *Peer Instruction* com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. Uma sequencia didática. 2017. 42p. Produto educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Federal de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, (2017). Disponível em <[http://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/Cursos%20P%C3%B3s-Gradua%C3%A7%C3%A3o/propecmp/dissertacao/produtoeducacional\\_alexandrealbertoaraujo.pdf](http://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/Cursos%20P%C3%B3s-Gradua%C3%A7%C3%A3o/propecmp/dissertacao/produtoeducacional_alexandrealbertoaraujo.pdf)>. Acesso em: 14 Janeiro de 2018.

ARAUJO, I.S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: Uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino – aprendizagem de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.30, n.2, p. 362-384, 2013.

CURSO DE FÍSICA (VÁRIOS AUTORES) – APOIO USP. Disponível em <<http://docente.ifrn.edu.br/caiovasconcelos/downloads/ensino-medio/curso-de-fisica-varios-autores-apoio-usp/view>>. Acesso em Janeiro de 2018.

DINIZ, A. C. Implementação do Método *Peer Instruction* em Aulas de Física no Ensino Médio. Viçosa: UFV, 2015. 151p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. 2015.

FARDO, M.L, A.V. A Gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *Revista Renote - Novas Tecnologias na Educação (CINTED-UFRGS)*, v.11, n.1, julho, 2013.

KAPP, K.M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. 1ª edição, Pfeiffer/ASTD Press, 2012.  
MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Curso de Física, 1ª edição, volume 3, São Paulo: SCIPIONE, 2011.

MAZUR, Eric. *Peer Instruction a User's Manual*. Coleção: PRENTICE HALL SERIES IN EDUCATIONAL INNOVATION, Editora PRENTICE HALL, 1997.

MOREIRA, M.A. Unidades de ensino potencialmente significativas UEPS. Textos de Apoio ao Professor de Física, v.23, n.2, 2012.

MELLO, L.A.R. Proposta de Atividades de Ensino por Investigação em Laboratório de Indução Eletromagnética. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, (2018).

NERDOLOGIA-INVERSÃO DOS PÓLOS MAGNÉTICOS, 2015. Inversão dos pólos magnéticos | Nerdologia 63. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZJCBM1SZ-FY>>. Acesso em Janeiro de 2018.

OLIVEIRA, V. Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio. 2012. 236 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (2012).

PHET – LABORATÓRIO DE ELETROMAGNETISMO DE FARADAY. Disponível em < [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/faraday](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday) >. Acesso em Janeiro de 2018.

PLICKERS. Disponível em: < <https://www.plickers.com/>>. Acessado em 14/01/2018.  
STUDART, N. Simulação, Games e gamificação no ensino de física. *XXI Simpósio Nacional de ensino de física, SNEF 2015*.

YOUTUBE – COLÉGIO MACHADO DE ASSIS JOINVILLE SC – LEI DE LENZ, 2013. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=GMP14t9mgrc> >. Acesso em Janeiro de 2018.

YOUTUBE – FORÇA MAGNÉTICA, 2013. Força magnética. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=2FyGW2UQmm4>>. Acesso em Janeiro de 2018.

YOUTUBE – KHAN ACADEMY EM PORTUGUÊS – FLUXO E FLUXO MAGNÉTICO | FORÇAS MAGNÉTICAS, CAMPOS MAGNÉTICOS E LEI DE FARADAY | KHAN ACADEMY, 2016. Disponível em: < [https://www.youtube.com/watch?v=aJ2ev\\_-T15g](https://www.youtube.com/watch?v=aJ2ev_-T15g) >. Acesso em Janeiro de 2018.

YOUTUBE – LEI DE BIOT SAVART REGRA DA MÃO DIREITA, 2011. Lei de Biot Savart. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=5V5MRo7A5RA>>. Acesso em Janeiro de 2018.

YOUTUBE - NERDOLOGIA-INVERSÃO DOS PÓLOS MAGNÉTICOS, 2015. Inversão dos pólos magnéticos | Nerdologia 63. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZJCBM1SZ-FY>>. Acesso em Janeiro de 2018.

YOUTUBE – O KUADRO – LEI DE FARADAY-NEUMANN, 2013. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=sZuuEKtQzkY> >. Acesso em Janeiro de 2018.

YOUTUBE – O KUADRO – SENTIDO DA CORRENTE INDUZIDA – LEI DE LENZ, 2013. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=6e6PtSdAYEA> >. Acesso em Janeiro de 2018.

YOUTUBE – PRINCÍPIOS DO MOTOR ELÉTRICO FORÇA MAGNÉTICA ELETROMAGNETISMO, 2015. Motor elétrico. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=iRJzp4-OjXY>>. Acesso em Janeiro de 2018.

## Apêndice A

### Cadastro no site do aplicativo Plickers.

Acessar o site <https://www.plickers.com/>

Faça sua inscrição gratuitamente clicando em SIGN UP;



Figura 8. Página inicial do Plickers.

Preencha os dados pedidos;

Finalize sua inscrição;

Acesse sua área restrita do site clicando em SIGN IN;

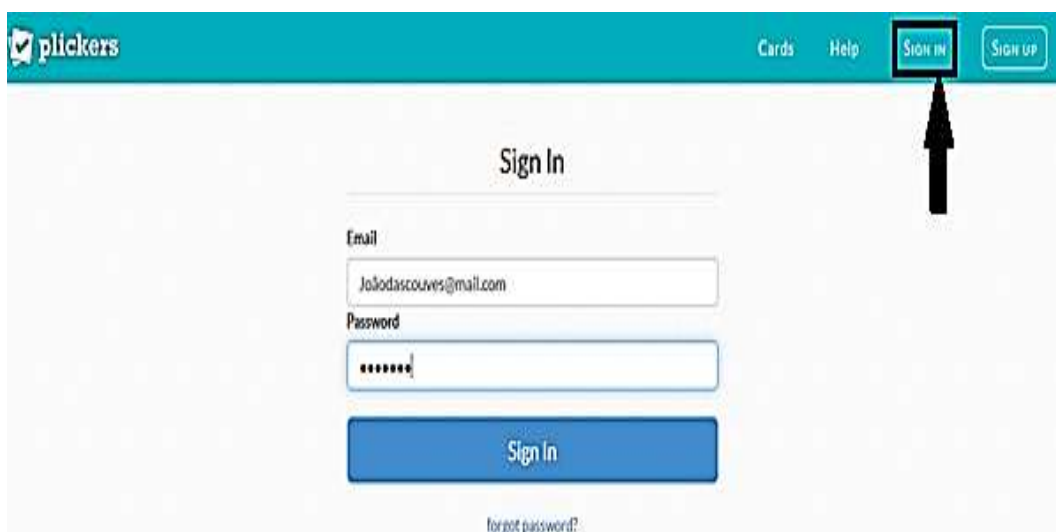
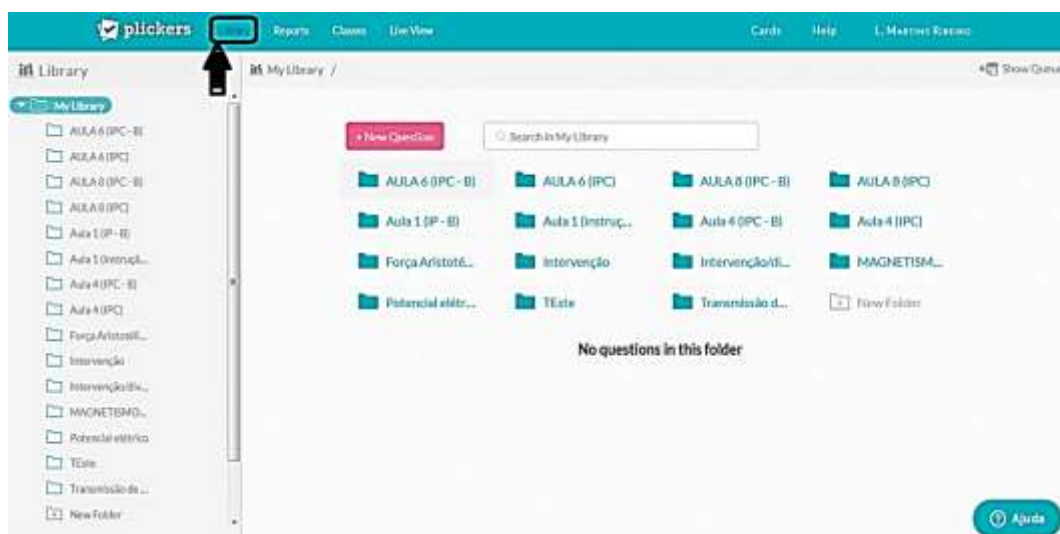


Figura 9. Inscrição no Plickers.

O usuário agora irá criar sua(s) pasta(s) na opção Library na(s) deseja colocar suas questões conceituais com gabaritos;



**Figura 10.** Criando pastas das questões conceituais na opção Library.

Click na pasta criada da atividade a ser aplicada, por exemplo, salvar as questões na Pasta “Instrução por Pares”. Abrirá uma nova página onde você deverá colocar as questões clicando em +New Question;



**Figura 11.** Adicionando questões conceituais na opção +New Question.



Na próxima tela irá aparecer o campo para digitar o texto da questão e suas alternativas e gabarito como mostrado abaixo;

**Figura 12.** Digitando as questões conceituais e suas alternativas.

Logo após digitar as questões clique em Save (botão azul) ou se quiser adicionar nova questão click em Save and create new (botão verde);

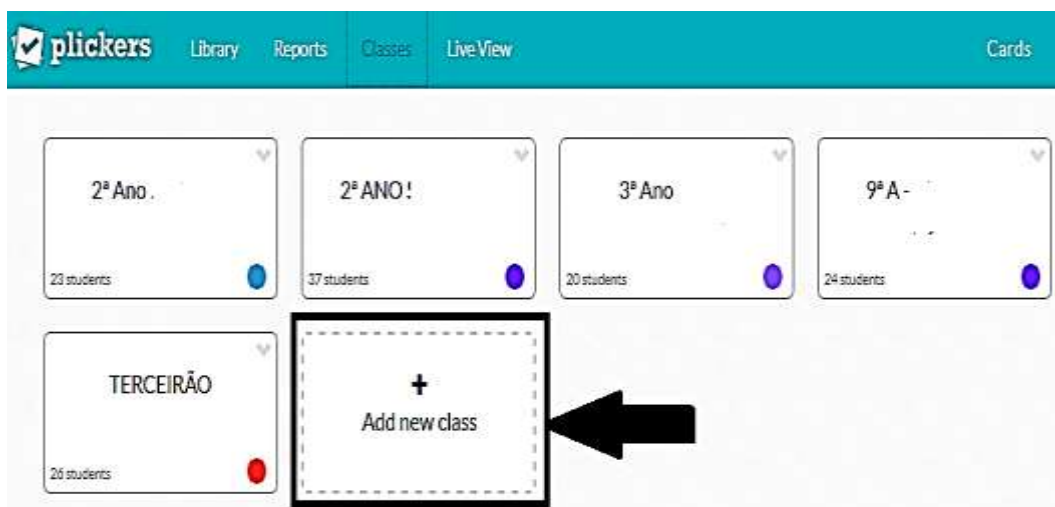
Criando suas turmas (classes):

Click em classes



**Figura 13.** Criando as turmas no Plickers.

Logo após clique em + add new class



**Figura 14.** Criando as turmas novas no Plickers.

Será exibida uma página como mostrado abaixo. O professor deverá digitar as informações básicas sobre sua turma, após o preenchimento click em Save.

**Basic Class Info**

---

Name your class

Year

Subject

Class color

---

Cancel

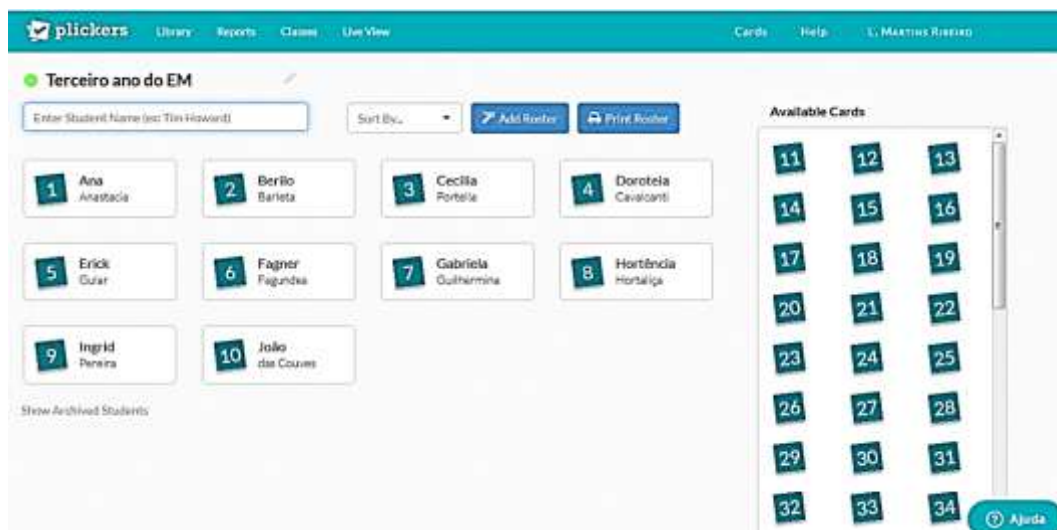
**Figura 15.** *Digitando informações básicas das turmas criadas no Plickers.*

Clicando por exemplo na turma criada Terceiro ano do EM, irá aparecer essa página:

The screenshot shows the Plickers interface for a class named "Terceiro ano do EM". At the top, there is a navigation bar with "plickers", "Library", "Reports", "Classes", "Live View", "Cards", "Help", and "L. MARTINS ROSARIO". Below the navigation bar, the class name "Terceiro ano do EM" is displayed with a checkmark. There is a search bar labeled "Enter Student Name (ex: Tim Howard)", a "Sort By..." dropdown menu, and two buttons: "Add Roster" and "Print Roster". Below the search bar, there is a link "Show Archived Students". On the right side, there is a section titled "Available Cards" showing a grid of 24 numbered cards (1-24) arranged in 8 rows and 3 columns. At the bottom right of the grid, there is a blue button labeled "Ajuda".

**Figura 16.** *Página para digitação dos nomes dos alunos da turma criada no Plickers.*

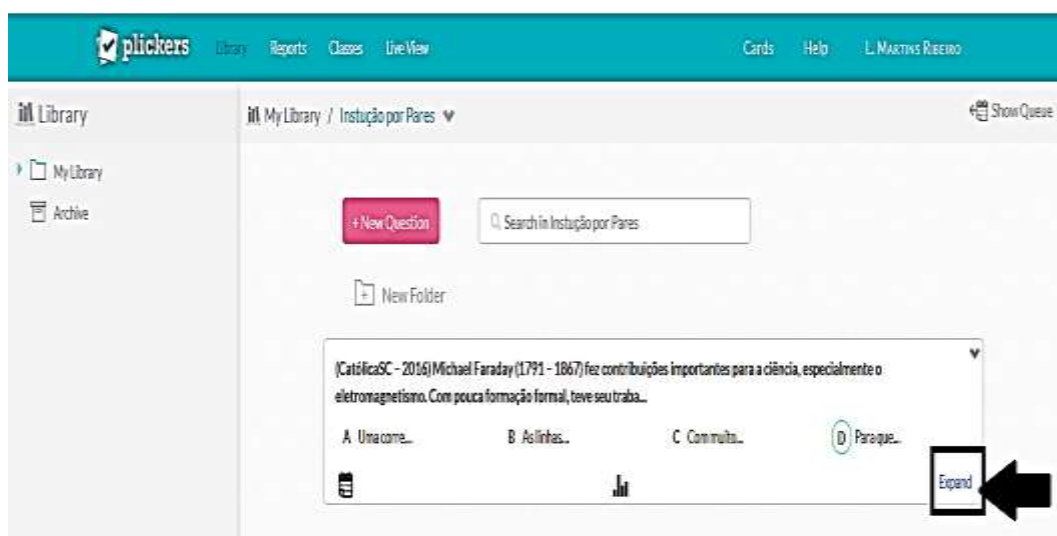
Nessa página você entra com o nome dos alunos da turma Terceiro ano EM. Ressalto a importância de digitar os nomes de acordo com a lista de chamada, isso ajuda bastante na hora de entregar os cartões QR code aos alunos, uma vez, que cada cartão é vinculado a um aluno específico na ordem de digitação como mostrado na figura abaixo.



**Figura 17.** Página para digitação dos nomes dos alunos da turma criada no plickers.

Agora vá a opção Library e abra a pasta criada com as questões que deseja usar com sua respectiva turma.

Clique em Expand (Figura – 10) e depois click novamente em, +Add to Queue (Figura – 10<sup>a</sup>) para vincular as questões na turma escolhida.



**Figura 18.** Vinculando as questões conceituais na turma no Plickers.

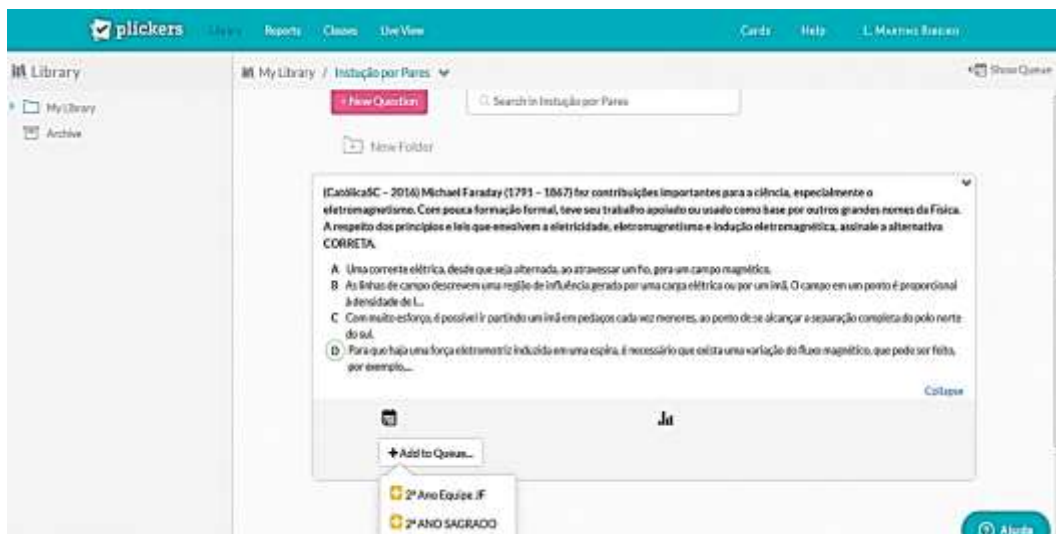


Figura 19. Vinculando as questões conceituais na turma no Plickers.

Feito isso aparecerá o nome da turma vinculada à questão escolhida. Não há limites de números de questões vinculadas a qualquer turma (Figura – 10B).

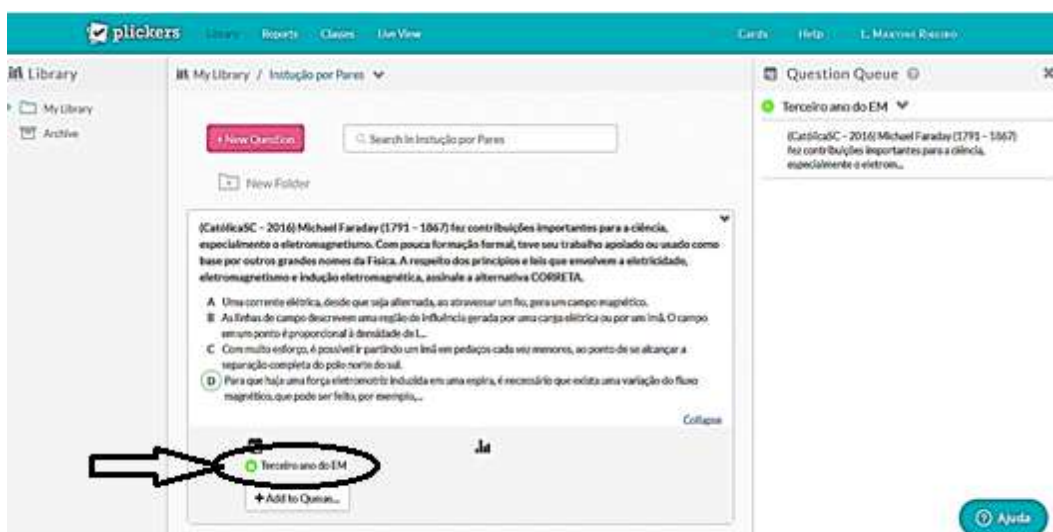


Figura 20. Vinculando as questões conceituais na turma no Plickers.

## Apêndice B

### Instalando o aplicativo Plickers no Smartphone.

O aplicativo Plickers está disponível nos sistemas operacionais Android e iOS. Aqui vamos mostrar um pequeno passo a passo de como instalar o Plickers no sistema operacional Android.

Acesse a Play Store pelo celular: <https://play.google.com/store/apps?hl=pt>  
Busque e instale o aplicativo Plickers no seu Smartphone;



**Figura 21.** Página do Plickers na Play Store.

Abra o aplicativo e use o mesmo e-mail e senha do cadastro na página do desenvolvedor. No seu primeiro acesso todo conteúdo hospedado no site será sincronizado com seu celular.

Basta clicar na turma desejada, nesse caso turma Terceiro ano do EM que foi o exemplo dado no começo desse passo a passo como mostrado na figura abaixo.

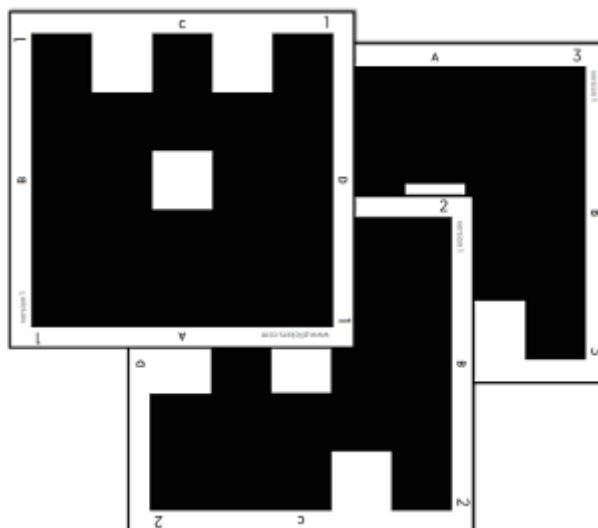


**Figura 22.** Visão das turmas no aplicativo Plickers no Smartphone.

Cada aluno está vinculado a um cartão QR Code de acordo com sua inserção no site do aplicativo. Os alunos apresentam suas respostas através de um cartão

(Figura - 12) que apresenta 4 faces distintas correspondentes as alternativas de A à D.

O funcionamento do cartão é bem simples por exemplo: se o aluno desejar a alternativa C, ele mostra o lado correspondente de seu cartão com a letra C voltada para cima. O professor com o Smartphone ou Tablete coleta as respostas dos alunos através da câmera.



**Figura 23.** Cartões QR Code usados no aplicativo Plickers.

Esses cartões estão disponíveis para impressão no próprio site do aplicativo.

O aplicativo pode ser usado mesmo sem conexão com internet, quando for possível a conexão os dados são sincronizados automaticamente com o site e seus dados ficam registrados para análise. O aplicativo ainda fornece gráficos com de número de acertos e quantidade de alunos que marcam determinada questão, importação de resultado em PDF ou planilha de Excel.

## Apêndice C

### Sistema de pontuação gamificada.

#### PONTUAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

- ✦ As missões individuais usando os cartões valem 10 Maxwell's em caso de acerto.
- ✦ A pontuação da 2ª votação (quando acontecer) computa 10 Maxwell's; do contrário (acima de 70%) conta-se a primeira votação.
- ✦ Cada item de roteiro vale 20 Maxwell's para a Guilda.
- ✦ Na missão Guilda Race:

Questão nível 1 = 10 Maxwell's para Guilda;  
Questão nível 2 = 20 Maxwell's para Guilda;  
Questão nível 3 = 30 Maxwell's para Guilda;

- ✦ Do somatório do jogo:

VALOR: *Nota da Guilda + Média dos Plickers (IP)*

Moeda do jogo



## Apêndice D

### Materiais e montagem de 1 análogo do experimento de Oersted e visualização do campo magnético.

Materiais necessários:

- Pedaco de madeira de 25,0 cm x 7,0 cm x 1,0 cm;
- 2 Pedacos de madeira de 3,5 cm x 7,0 cm x 1,0 cm;
- Pregos;
- Cola quente;
- Solda quente;
- Suporte para 4 pilhas do Tipo AA;
- Par de garra mini jacaré;
- 1 Trimpot Multivoltas 3006P, 10K Ohms, 15 voltas;
- 4 Pilhas do tipo AA;
- 1 bússola de 6,0 cm de diâmetro e 1,5 cm de Altura;
- Fio de cobre desencapado de 10,00 cm;
- Ímãs de neodímio de 10,0 mm x 4,0 mm;
- Limalha de Ferro;
- Prancheta de madeira com fundo branco sem o prendedor metálico.

Segue imagens de alguns materiais necessários (Figura 24):

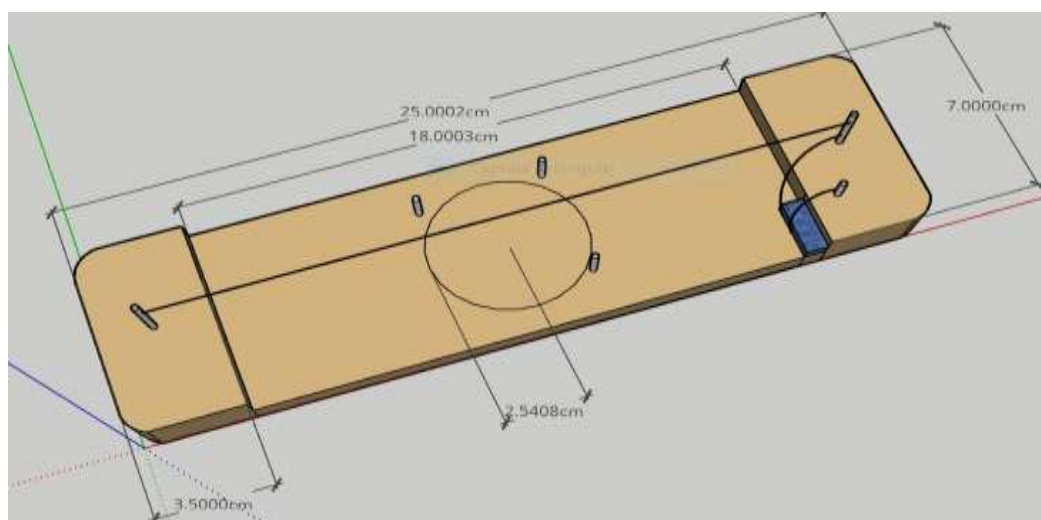


**Figura 24.** Alguns materiais do análogo do experimento de Oersted.



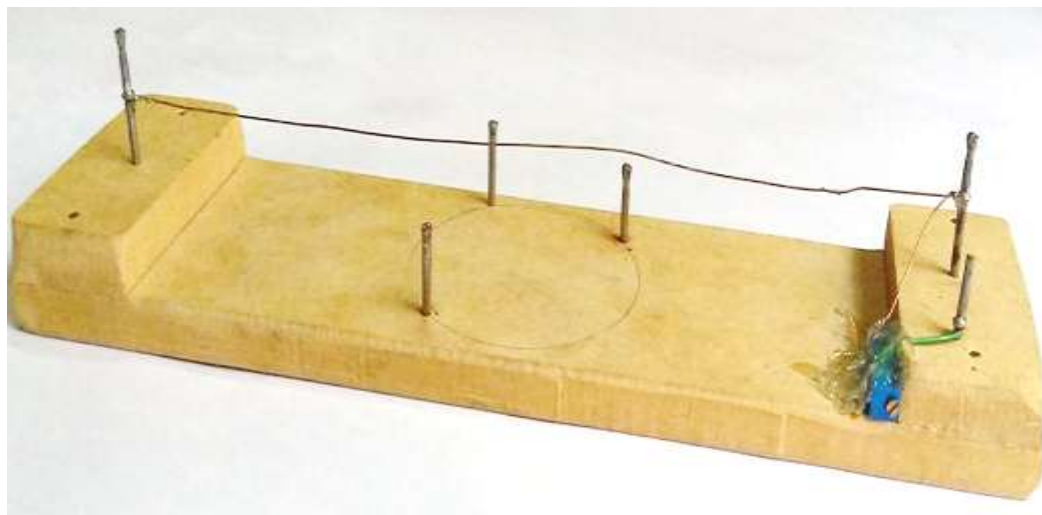
### Montagem:

- 1ª - Pegue o Pedaco de madeira de 25,0 cm x 7,0 e pregue em cada uma de suas extremidades com ajuda de pregos um pedaco de madeira de 3,5 cm x 7,0 cm;
- 2ª – Coloque a bússola no centro da madeira de 25,0 cm x 7,0 cm e com ajuda de um lápis marque o seu contorno;
- 3ª – Use 3 pregos para fazer um encaixe para a bussola (Figura 25)
- 4ª – De um lado do suporte de madeira coloque um prego e do outro coloque 2 pregos. É importante que, deve existir pregos diametralmente opostos (Figura B)
- 5ª – Prenda o fio de cobre com ajuda da solda quente no prego único de uma extremidade;
- 6ª – Estique o fio de cobre até o prego diametralmente oposto, fazendo que o fio fique esticado. Feito isso de uma volta com o fio no prego e solde com a cola quente deixando o restante do fio;
- 7ª – Pegue a extremidade do fio que sobrou e prenda em um contato da extremidade do trimpot;
- 8ª – Ligue um pedaco de fio em outro contato da extremidade do trimpot ao outro prego do suporte (Figura 25);
- 9ª – Cole o trimpot com cola quente (Figura 25).



**Figura 25.** Medidas do análogo do experimento de Oersted.

Esses materiais que foram mostrados são apenas uma sugestão, caso o professor queira substituir qualquer um deles, mas desde que o objetivo mantenha inalterado não há problemas em substituir qualquer elemento por outro. O objetivo é usar essa ideia para um aprendizado mais eficiente do aluno.



**Figura 26.** *Suporte completo para o análogo do experimento de Oersted.*

Apêndice E

Guilda Race.

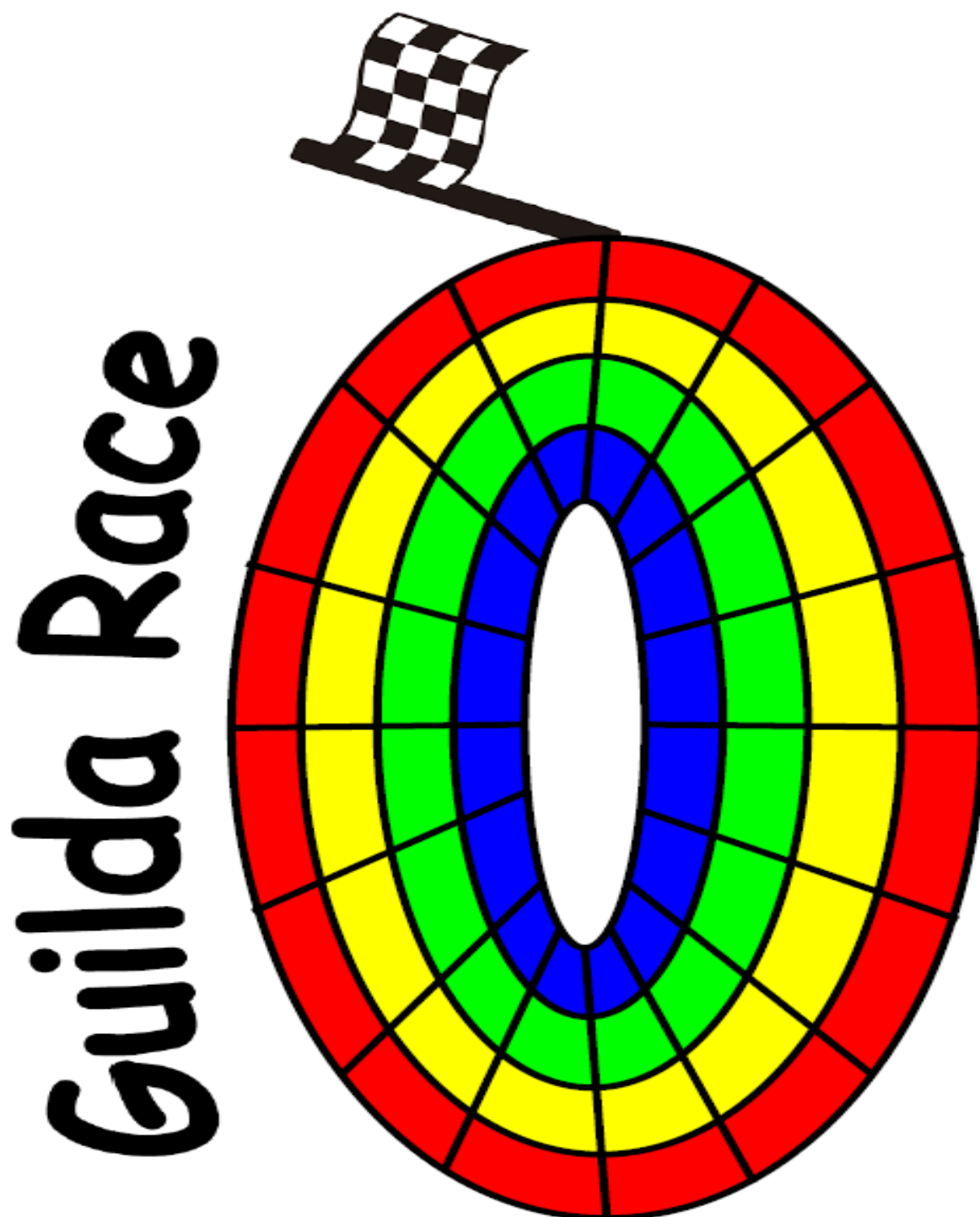


Figura 27. Jogo Guilda Race.

## **Apêndice F**

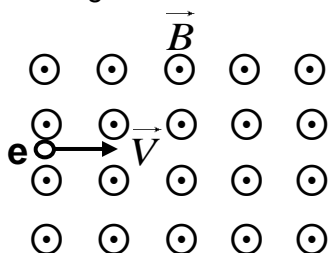
### **Fichas das questões da Guilda Race - aula 4**

Ficha 1

GUILDA RACE -

Nível: Fácil

Um elétron penetra, com velocidade  $\vec{V}$ , numa região do espaço onde existe um campo magnético  $\vec{B}$  representado pelo símbolo  $\odot$ , que significa saindo do plano da página. Qual das opções seguintes melhor representa o sentido da Força Magnética que age sobre esta carga?



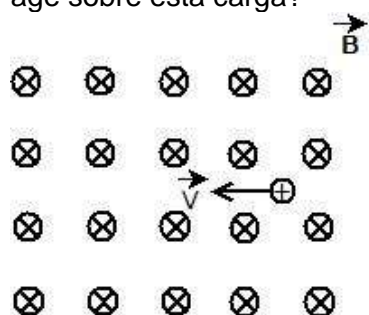
- a) ↑
- b) ↓
- c) →
- d) ←

Ficha 2

GUILDA RACE -

Nível: Fácil

Uma carga positiva penetra, com velocidade  $\vec{V}$ , numa região do espaço onde existe um campo magnético  $\vec{B}$  representado pelo símbolo  $\otimes$ , que significa entrando no plano da página. Qual das opções seguintes melhor representa o sentido da Força Magnética que age sobre esta carga?



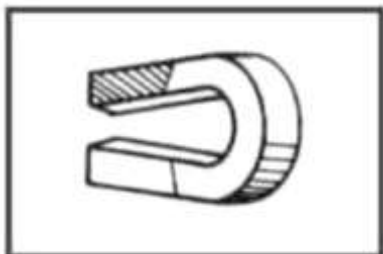
- a) ↑
- b) ↓
- c) →
- d) ←

## Ficha 3

## - GUILDA RACE -

Nível: Fácil

(FATEC - Adaptado) Ao vídeo de um televisor antigo encostam-se as faces polares de um ímã, conforme o esquema abaixo (face norte em cima, face sul para baixo). Considerando o vetor velocidade do elétron saindo do plano da página, a imagem se distorce com desvio:



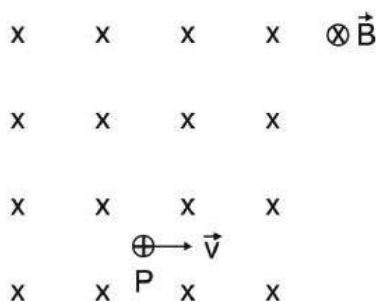
- para a esquerda
- para a direita
- para cima
- para baixo
- a imagem não se distorce

## Ficha 4

## - GUILDA RACE -

Nível: Fácil

(UFPEL 2008 - Adaptado) Uma partícula de massa  $m$  e carga positiva  $q$  é lançada de um ponto "P" com velocidade  $v$ , no interior de um campo magnético uniforme  $B$ , conforme a figura abaixo.



Escolha a alternativa que preencha as lacunas, da frase abaixo, corretamente.

A trajetória descrita pela partícula, enquanto estiver no interior do campo magnético, será \_\_\_\_\_ e o módulo da velocidade \_\_\_\_\_.

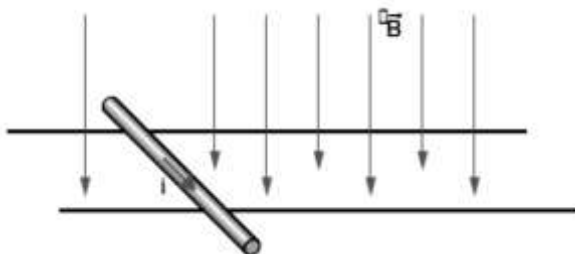
- curvilínea para a direita; diminui.
- uma linha reta; permanece constante.
- curvilínea no sentido anti-horário, de raio  $R = \frac{mv}{qB}$ ; permanece constante.
- curvilínea no sentido horário, de raio  $R = \frac{mv^2}{qB}$ ; aumenta.
- curvilínea para a esquerda; diminui.

Ficha 5

- GUILDA RACE -

Nível: Fácil

(Fafeod-MG) Uma barra de cobre está em repouso sobre dois trilhos e é atravessada por uma corrente  $I$ , conforme indicado na figura.



Se um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  é criado perpendicularmente aos trilhos e à barra, é correto afirmar que:

- A barra permanece em repouso.
- A barra desliza perpendicularmente aos trilhos.
- A barra rola para a direita.
- A barra rola para a esquerda.

Ficha 6

- GUILDA RACE -

Nível: Fácil

Uma carga positiva  $q = 6\mu\text{C}$  penetra, com velocidade  $v = 20\text{ m/s}$ , numa região do espaço onde existe um campo magnético  $B = 2 \times 10^{-3}\text{ T}$  representado pelo símbolo  $\otimes$ , que significa entrando no plano da página. Qual das alternativas corresponde ao módulo, direção e sentido da força magnética?

Dados:  $\sin 30^\circ = 0,5$ ;  $\cos 30^\circ = 0,86$ ;  $\sin 90^\circ = 1$ ;  $\cos 90^\circ = 0$

a)  $240 \times 10^{-6}\text{ N}$

b)  $120 \times 10^{-6}\text{ N}$

c)  $240 \times 10^{-9}\text{ N}$

d)  $120 \times 10^{-9}\text{ N}$

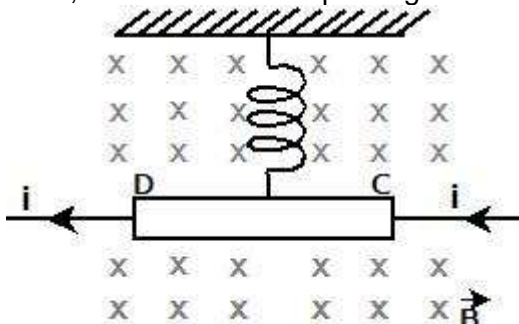
e)  $206,4 \times 10^{-9}\text{ N}$

Ficha 7

- GUILDA RACE -

Nível: Médio

Um fio CD, de 40 cm de comprimento, está suspenso horizontalmente, por meio de uma mola, dentro de um campo magnético uniforme  $B = 0,08 \text{ T}$ , como mostra a figura abaixo.



Fazendo-se passar no fio uma corrente  $i = 5 \text{ A}$ , dirigida de C para D, qual será a direção, sentido e o valor da força magnética que atuará sobre o fio?

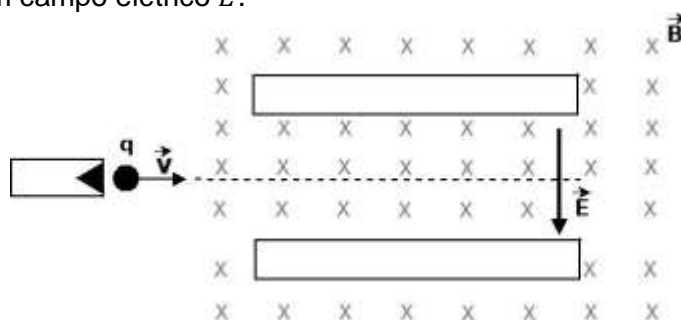
- a)  $\uparrow$  16,0 N  
 b)  $\downarrow$  16,0 N  
 c)  $\uparrow$  1,60 N  
 d)  $\downarrow$  0,16 N  
 e)  $\nearrow$  0,016 N

Ficha 8

- GUILDA RACE -

Nível: Médio

A figura a seguir representa uma partícula com carga elétrica  $q$  e velocidade  $\vec{v}$ , entrando em uma região onde há um campo magnético  $\vec{B}$  orientado para dentro da página e perpendicular a um campo elétrico  $\vec{E}$ .



Essa configuração de campo elétrico e magnético funciona como um seletor de velocidade para partículas carregadas. Desprezando a força gravitacional, a velocidade em que a partícula não sofre desvio é dada por:

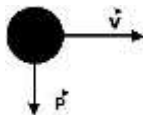


## Ficha 9

## - GUILDA RACE -

Nível: Médio

Uma partícula eletrizada positivamente é lançada horizontalmente para a direita, com uma velocidade  $\vec{v}$ , como mostra a figura abaixo.



Deseja-se aplicar à partícula um campo magnético  $\vec{B}$ , perpendicular a  $\vec{v}$ , de tal modo que a força magnética equilibre o peso da partícula. Supondo que a massa da partícula seja  $m = 4,0 \times 10^{-6} \text{ Kg}$ , que sua carga seja  $q = 2,0 \times 10^{-7} \text{ C}$  e que a velocidade seja  $v = 100 \text{ m/s}$  determine o módulo, direção e sentido do vetor  $\vec{B}$  (considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

## Ficha 10

## - GUILDA RACE -

Nível: Médio

Na figura desse problema, suponha que o fio horizontal AC tenha 20 cm de comprimento e 5 g de massa e que o campo magnético do ímã seja uniforme igual a 0,10 T. Sabendo que o fio está suspenso, em equilíbrio, na posição mostrada.



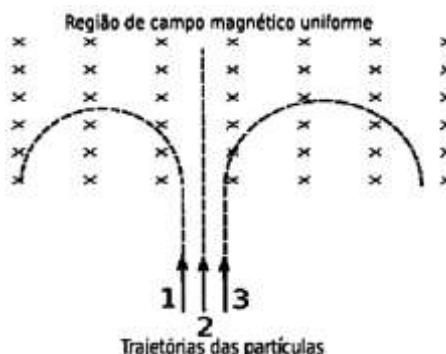
Determine a intensidade e o sentido da corrente que está passando através dele (considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

## Ficha 11

## - GUILDA RACE -

Nível: Médio

Três partículas atravessam uma região de campo magnético uniforme e de direção perpendicular, penetrando no plano da página. As trajetórias das partículas localizam-se no plano da página e penetram na região de campo uniforme perpendicularmente à direção do campo.



Analisando as trajetórias registradas, podemos afirmar, em relação à carga das partículas:

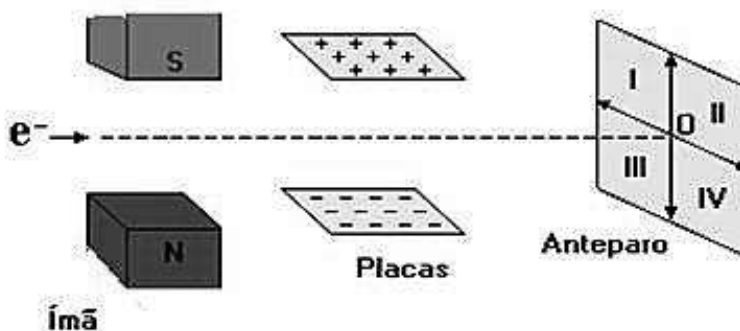
- A partícula 1 tem carga negativa, a partícula 2 e a partícula 3 têm carga positiva.
- A partícula 1 tem carga negativa, a partícula 2 carga nula e a partícula 3 tem carga positiva.
- A partícula 1 tem carga negativa, a partícula 2 carga positiva e a partícula 3 tem carga nula.

## Ficha 12

## - GUILDA RACE -

Nível: Difícil

(UFMG) Um feixe de elétrons passa inicialmente entre os polos de um ímã e, a seguir, entre duas placas paralelas, carregadas com cargas de sinais contrários, dispostos conforme a figura a seguir. Na ausência do ímã e das placas, o feixe de elétrons atinge o ponto O do anteparo.



Em virtude das opções dos campos magnético e elétrico, pode-se concluir que o feixe

- passará a atingir a região I do anteparo.
- passará a atingir a região II do anteparo.
- passará a atingir a região III do anteparo.
- passará a atingir a região IV do anteparo.
- continuará a atingir o ponto O do anteparo.

Ficha 13

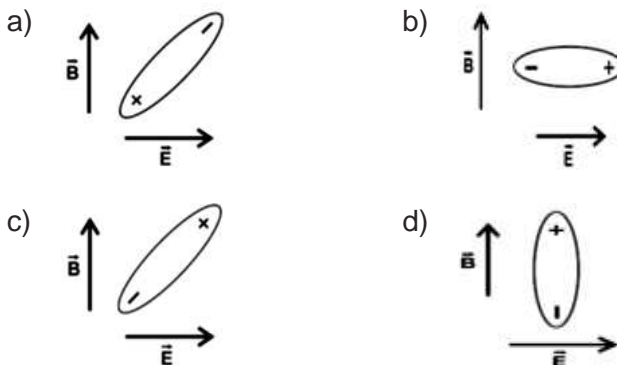
- GUILDA RACE -

Nível: Difícil

(UFMG – 2006) Em algumas moléculas, há uma assimetria na distribuição de cargas positivas e negativas, como representado, esquematicamente, nesta figura:



Considere que uma molécula desse tipo é colocada em uma região onde existem um campo elétrico  $\vec{E}$  e um campo magnético  $\vec{B}$ , uniformes, constantes e mutuamente perpendiculares. Nas alternativas abaixo, estão indicados as direções e os sentidos desses campos. Assinale a alternativa em que está representada CORRETAMENTE a orientação de equilíbrio dessa molécula na presença dos dois campos.

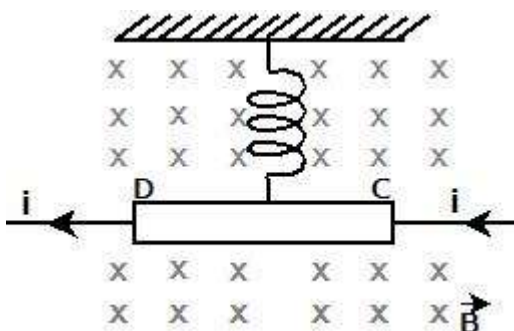


Ficha 14

- GUILDA RACE -

Nível: Difícil

Um fio CD, de 40 cm de comprimento, está suspenso horizontalmente, por meio de uma mola, dentro de um campo magnético uniforme  $B = 0,08 \text{ T}$ , como mostra a figura abaixo.



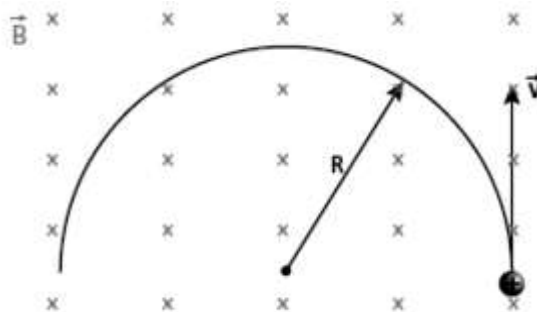
Fazendo-se passar no fio uma corrente  $i = 5 \text{ A}$ , dirigida de C para D e sabendo que o fio tem massa igual a 30 g e a constante elástica da mola é  $k = 30 \text{ N/m}$ , determine a deformação apresentada pela mola (considerar  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ), quando é estabelecido o equilíbrio.

Ficha 15

- GUILDA RACE -

Nível: Difícil

Um próton (carga  $q$  e massa  $m$ ) penetra numa região do espaço onde existe exclusivamente um campo de indução magnética  $\vec{B}$  (campo magnético), uniforme e constante, conforme a figura.



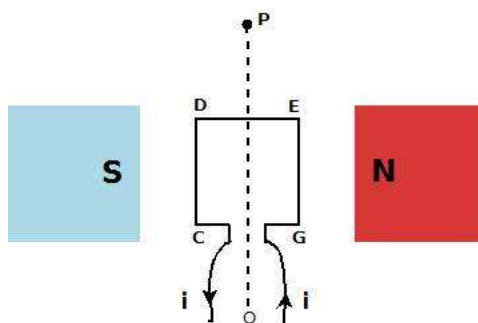
Determine o módulo de  $\vec{B}$ , para que a carga lançada com velocidade  $\vec{V}$ , de módulo  $1 \times 10^6$  m/s, descreva a trajetória circular indicada, de raio  $R = 2$  m. **Dado:**  $m/q = 1,0 \times 10^{-8}$  kg/C

Ficha 16

- GUILDA RACE -

Nível: Difícil

A figura desse exercício mostra uma espira retangular CDEG, situada no plano da folha de papel, colocadas entre os pólos de um ímã.



Observando o sentido da corrente que está passando na espira, responda:  
A espira CDEG se move? Justifique.

## **Apêndice G**

### **Fichas das questões da Guilda Race - aula 7**

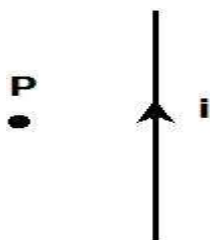
Ficha 17





- GUILDA RACE -

Nível: Fácil

A seguir está representado um condutor muito longo percorrido por corrente elétrica.

Deseja-se saber qual a direção e o sentido do vetor de indução magnética  $\vec{B}$ , no ponto P situado a certa distância do condutor.



- a) 
- b) 
- c) 
- d) 

Ficha 18


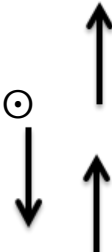

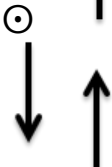
- GUILDA RACE -


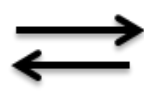



Nível: Fácil

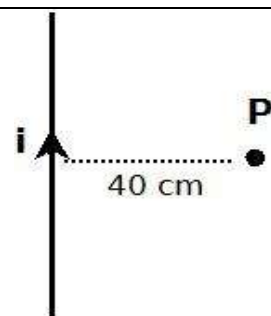
A seguir está representado um condutor muito longo percorrido por corrente elétrica.

Deseja-se saber qual a direção e o sentido do vetor de indução magnética  $\vec{B}$ , no ponto P, Q situados a certa distância do condutor.



- a) 
- b) 
- c) 
- d) 

Ficha 19	- GUILDA RACE -	Nível: Fácil
<p>A seguir está representado um condutor muito longo percorrido por corrente elétrica. Deseja-se saber qual a direção e o sentido do vetor de indução magnética <math>\vec{B}</math>, no ponto P, Q situados a certa distância do condutor.</p>		
	<p>a) </p> <p>b) </p>	
	<p>c) </p> <p>d) </p>	

Ficha 20	- GUILDA RACE -	Nível: Fácil										
<p>Um fio muito longo, no vácuo, é percorrido por uma corrente de intensidade 3 A, no sentido mostrado na figura. Determine as características do vetor <math>\vec{B}</math> em um ponto P situado a 40 cm do fio.</p> <p>(Dado: <math>\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}</math> e <math>\pi = 3,14</math>)</p>												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%;">a)</td> <td><math>B = 4 \times 10^{-7} T \quad \otimes \vec{B}</math></td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td><math>B = 4 \times 10^{-6} T \quad \odot \vec{B}</math></td> </tr> <tr> <td>c)</td> <td><math>B = 2 \times 10^{-6} T \quad \otimes \vec{B}</math></td> </tr> <tr> <td>d)</td> <td><math>B = 1,5 \times 10^{-6} T \quad \odot \vec{B}</math></td> </tr> <tr> <td>e)</td> <td><math>B = 1,5 \times 10^{-6} T \quad \otimes \vec{B}</math></td> </tr> </tbody> </table>	a)	$B = 4 \times 10^{-7} T \quad \otimes \vec{B}$	b)	$B = 4 \times 10^{-6} T \quad \odot \vec{B}$	c)	$B = 2 \times 10^{-6} T \quad \otimes \vec{B}$	d)	$B = 1,5 \times 10^{-6} T \quad \odot \vec{B}$	e)	$B = 1,5 \times 10^{-6} T \quad \otimes \vec{B}$	
a)	$B = 4 \times 10^{-7} T \quad \otimes \vec{B}$											
b)	$B = 4 \times 10^{-6} T \quad \odot \vec{B}$											
c)	$B = 2 \times 10^{-6} T \quad \otimes \vec{B}$											
d)	$B = 1,5 \times 10^{-6} T \quad \odot \vec{B}$											
e)	$B = 1,5 \times 10^{-6} T \quad \otimes \vec{B}$											

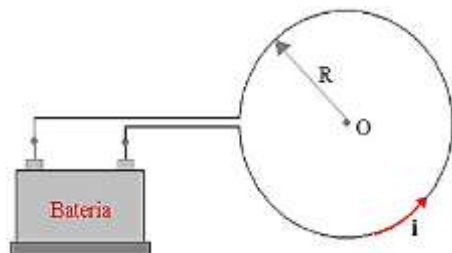
## Ficha 21

## - GUILDA RACE -

## Nível: Fácil

Determine as características do vetor indução magnética  $\vec{B}$  no centro  $O$  de uma espira de raio 10 cm, quando percorrida no sentido anti-horário por uma corrente de intensidade 0,2 A.

(Dado:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$  e  $\pi = 3,14$ )



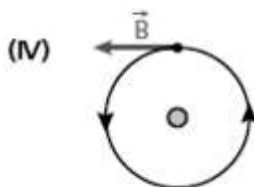
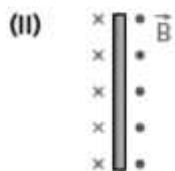
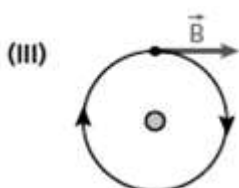
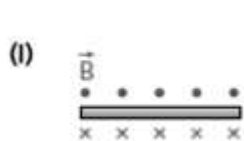
- a)  $B = 4\pi \times 10^{-6} T \otimes \vec{B}$   
 b)  $B = 4\pi \times 10^{-7} T \odot \vec{B}$   
 c)  $B = 2\pi \times 10^{-7} T \otimes \vec{B}$   
 d)  $B = 2\pi \times 10^{-6} T \odot \vec{B}$   
 e)  $B = 1,5\pi \times 10^{-6} T \otimes \vec{B}$

## Ficha 22

## - GUILDA RACE -

## Nível: Fácil

Nas figuras I e II, temos condutores retilíneos estendidos no plano desta página e, nas figuras III e IV, temos intersecções, também com o plano desta página, de condutores retilíneos perpendiculares a ela. Em cada caso, observe o sentido do campo magnético devido ao fio e determine o sentido da corrente que passa por ele.



- a) (I) Para esquerda, (II) Para baixo, (III) Entrando no papel, (IV) Entrando no papel.  
 b) (I) Para direita, (II) Para cima, (III) Entrando no papel, (IV) Saindo do papel.  
 c) (I) Para direita, (II) Para baixo, (III) Entrando no papel, (IV) Saindo do papel.  
 d) (I) Para esquerda, (II) Para cima, (III) Entrando no papel, (IV) saindo no papel.  
 e) (I) Para direita, (II) Para cima, (III) Saindo do papel, (IV) saindo no papel.



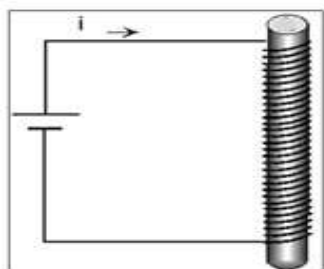
## Ficha 23

## - GUILDA RACE -

## Nível: Fácil

O eletroímã da figura é constituído por um núcleo de ferro no interior de um solenoide de 15 cm de comprimento que apresenta 3.000 espiras e é percorrido por uma corrente de 5A. Considerando que a presença de um núcleo de ferro aumenta 2000 vezes o campo magnético no interior do solenoide, em relação ao campo que ele produziria no ar. Qual a intensidade do campo no eixo do solenoide da figura?

(Dado:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$  e  $\pi = 3$ )



- a) 0,12 T
- b) 1,2 T
- c) 2,4 T
- d) 240 T
- e) 300 T

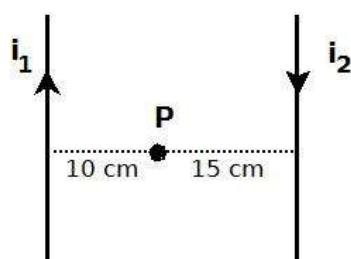
## Ficha 24

## - GUILDA RACE -

## Nível: Médio

Os fios 1 e 2 representados na figura são percorridos por correntes  $i_1$  e  $i_2$  de intensidades 2,0 A e 22,5 A, respectivamente. Determine a intensidade, a direção e o sentido do vetor indução magnética no ponto **P** da figura.

(Dado:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$  e  $\pi = 3,14$ )



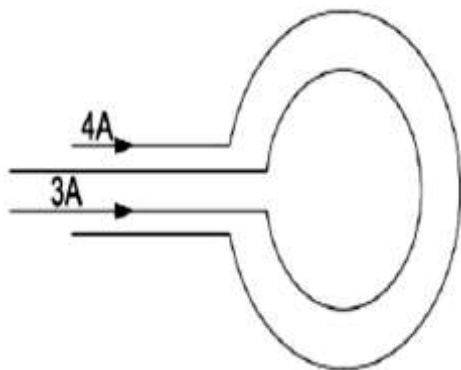
- a)  $B = 1,0 \times 10^{-5} T \odot \vec{B}$
- b)  $B = 1,0 \times 10^{-5} T \otimes \vec{B}$
- c)  $B = 1,0 \times 10^{-6} T \odot \vec{B}$
- d)  $B = 1,0 \times 10^{-6} T \otimes \vec{B}$
- e)  $B = 1,5\pi \times 10^{-6} T \otimes \vec{B}$

Ficha 25

- GUILDA RACE -

Nível: Médio

Duas espiras circulares, concêntricas e coplanares de raios  $3\pi$  m e  $5\pi$  m, são percorridas por correntes de 3A e 4A, como mostra a figura. O módulo do vetor indução magnética no centro das espiras, sendo , é igual a:



- a)  $B = 1 \times 10^{-8}$  T
- b)  $B = 2 \times 10^{-8}$  T
- c)  $B = 3 \times 10^{-8}$  T
- d)  $B = 4 \times 10^{-8}$  T
- e)  $B = 5 \times 10^{-8}$  T

Ficha 26

- GUILDA RACE -

Nível: Médio

(UNESP) Um fio longo e retilíneo é percorrido por uma corrente elétrica constante  $I$  e o vetor indução magnética em um ponto próximo ao fio tem módulo  $B$ . Se o mesmo fio for percorrido por uma corrente elétrica constante igual a  $3I$ , o valor do módulo do vetor indução magnética, no mesmo ponto próximo ao fio, será:

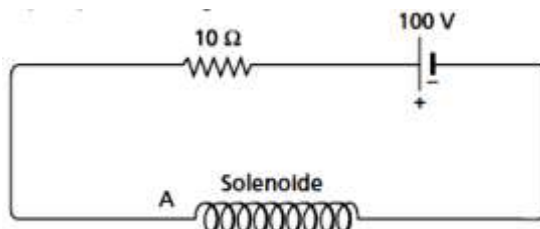
- a)  $B/3$
- b)  $B$
- c)  $2B$
- d)  $3B$
- e)  $6B$

Ficha 27

- GUILDA RACE -

Nível: Médio

Na figura a seguir, a resistência elétrica do solenoide, que tem 1000 espiras por metro, é igual a  $10 \Omega$ :



Supondo que haja vácuo no interior do solenoide e  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A}$ , determine o módulo do campo de indução magnética em seu interior.

Ficha 28

- GUILDA RACE -

Nível: Médio

(UFSCAR 2003) A figura representa um solenoide, sem núcleo, fixo a uma mesa horizontal. Em frente a esse solenoide está colocado um ímã preso a um carrinho que se pode mover facilmente sobre essa mesa, em qualquer direção.



Estando o carrinho em repouso, o solenoide é ligado à uma fonte de tensão e passa a ser percorrido por uma corrente contínua cujo sentido está indicado pelas setas na figura. Assim, é gerado no solenoide um campo magnético que atua sobre o ímã e tende a mover o carrinho

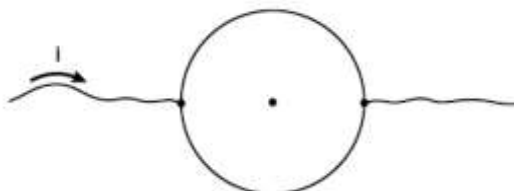
- aproximando-o do solenoide.
- afastando-o do solenoide.
- de forma oscilante, aproximando-o e afastando-o do solenoide.
- lateralmente, para dentro do plano da figura.
- lateralmente, para fora do plano da figura.

Ficha 29

- GUILDA RACE -

Nível: Difícil

Com um pedaço de fio comum de cobre foi feita uma espira circular. Outros dois pedaços de fio de cobre foram soldados em pontos diametralmente opostos da espira, como representado na figura.



Determine a intensidade do campo magnético no centro da espira, quando uma corrente constante de intensidade  $i$  passa pelo fio.

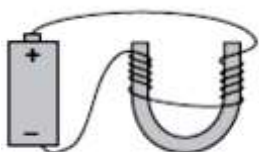
Ficha 30

- GUILDA RACE -

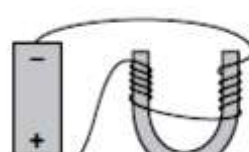
Nível: Difícil

(UFV-MG) De posse de uma bateria, uma barra de ferro cilíndrica curvada em forma de **U** e um fio condutor esmaltado (isolado), deseja-se construir um eletroímã de maneira que o ramo da esquerda seja um polo norte e o da direita, um polo sul. Dentre as opções a seguir, a única correta é:

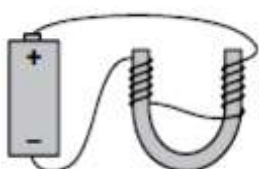
a)



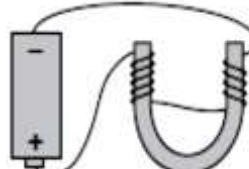
b)



c)



d)

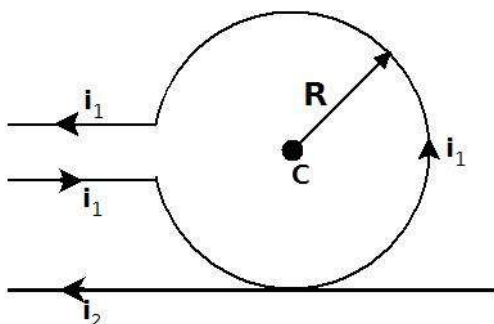


## Ficha 31

## - GUILDA RACE -

## Nível: Difícil

(UEPB - Adaptado) Uma espira circular de raio  $R=0,1\text{m}$  e com centro no ponto  $C$  é percorrida por uma corrente  $i_1$ , no sentido anti-horário. A espira está apoiada sobre um fio retilíneo longo que é percorrido por uma corrente  $i_2$ , como indica a figura



No entanto, não há contato elétrico entre o fio e a espira e, como os fios são muito finos, pode-se considerar como sendo  $R$  a distância entre o fio retilíneo e o centro da espira. Verifica-se que o campo magnético resultante no centro da espira é nulo. Calcule a razão  $i_2/i_1$

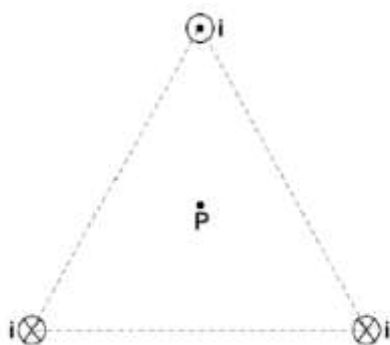
(Considere  $\mu=4 \cdot 10^{-7}\text{Tm/A}$  e  $\pi=3$ )

## Ficha 32

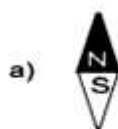
## - GUILDA RACE -

## Nível: Difícil

Uma corrente constante  $i$  passa em cada um dos três fios retilíneos longos, situados nos vértices de um triângulo equilátero. Os fios são normais em relação ao plano que contém o triângulo, conforme mostra a figura.



Desconsiderando o campo magnético terrestre, a orientação de uma bússola colocada no ponto  $P$  é:

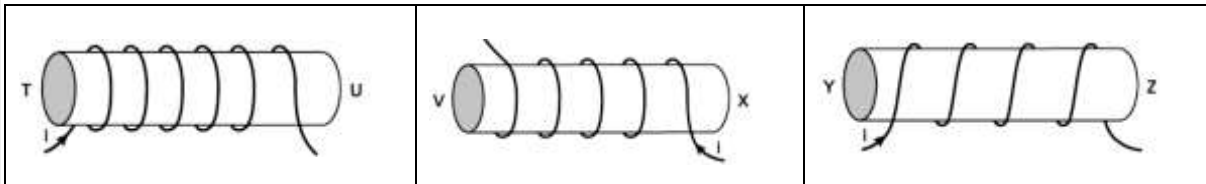


Ficha 33

- GUILDA RACE -

Nível: Difícil

Nos solenoides representados nas figuras abaixo, T, U, V, X, Y e Z são polos magnéticos produzidos pela corrente  $i$ .



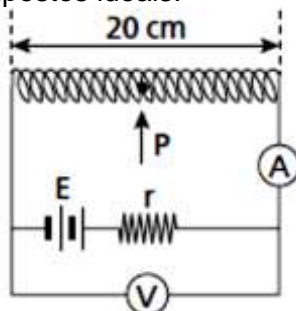
Em relação a um observador situado fora dos solenoides, determine quais são os polos norte e sul dos solenoides.

Ficha 34

- GUILDA RACE -

Nível: Difícil

A figura representa uma bateria, de força eletromotriz  $E$  e resistência interna  $r = 5,0 \Omega$ , ligada a um solenoide de 200 espiras. Sabe-se que o amperímetro marca 200 mA e o voltímetro marca 8,0 V, ambos supostos ideais.



Determine o valor da força eletromotriz e a intensidade do campo magnético gerado no ponto **P**, localizado no meio do interior vazio do solenoide.