



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Flávia Rodrigues da Silva

LUDICIDADE PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE
TÓPICOS DO MAGNETISMO

Campos dos Goytacazes/RJ

2019.2



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Flávia Rodrigues da Silva

LUDICIDADE PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE
TÓPICOS DO MAGNETISMO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Campos-Centro, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Renata Lacerda Caldas

Campos dos Goytacazes/RJ

2019.2

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

S5891 Silva, Flávia Rodrigues
LUDICIDADE PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
CRÍTICA DE TÓPICOS DO MAGNETISMO / Flávia Rodrigues Silva -
2019.
243 f.: il. color.

Orientadora: Renata Lacerda Caldas

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ,
2019.
Referências: f. 111 a 115.

1. Ensino. 2. Física. 3. Aprendizagem Significativa Crítica. 4. Lúdico. 5.
Tópicos do Magnetismo. I. Caldas, Renata Lacerda, orient. II. Título.

LUDICIDADE PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE TÓPICOS
DO MAGNETISMO

Flávin Rodrigues da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em 11 de dezembro de 2019

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Wander Gomes Ney
Doutor em Física – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
Instituto Federal Fluminense – campus Campos-Centro

Prof. Dr. Pierre Schwartz Augè
Doutor em Educação – UFF
Instituto Federal Fluminense – campus Campos-Centro

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Souza
Doutor em Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Universidade Estadual do Norte Fluminense

Prof. Dr. Renata Lacerda Caldas
Doutora em Ciências Naturais – UENF
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora
Instituto Federal Fluminense – campus Campos-Centro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que se encantam pelo misterioso e instigante mundo da Física, a minha família que tanto amo e ao meu saudoso pai.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

À minha mãe e ao meu pai (apesar de não estar mais entre nós), pela orientação, dedicação e incentivo durante toda minha vida.

À minha avó Maria Matilde que nunca permitiu que eu perdesse a fé.

Aos meus irmãos Henrique e Camila pela parceria e por sempre estarem dispostos a ajudarem no que for necessário.

Ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e ao Instituto Federal Fluminense (IF Fluminense) por contribuírem diretamente para o meu desenvolvimento acadêmico.

A professora Renata Lacerda Caldas pelo apoio, pela confiança depositada e por ter auxiliado enormemente para a realização desta pesquisa.

Aos professores do IFF Campus Campos – Centro, que participaram ativamente desta etapa da minha vida acadêmica: Wander, Pierre, Cristine, Cassiana, Vantelfo. Foram muito mais que apenas professores e se tornaram grandes amigos.

A todos os meus amigos que me incentivaram e não me deixaram desistir dos meus sonhos.

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

RESUMO

LUDICIDADE PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA DE TÓPICOS DO MAGNETISMO

Flávia Rodrigues da Silva/flaviapvs@yahoo.com.br
Orientadora: Dra. Renata Lacerda Caldas

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Campos-Centro, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho é de natureza qualitativa, do tipo estudo de caso e teve como objetivo analisar as potencialidades de uma sequência didática (SD) sobre tópicos do magnetismo com enfoque no lúdico, para aprendizagem crítica de conceitos em nível médio. O conteúdo sobre magnetismo foi escolhido por tratar-se de um assunto com considerável nível de abstração e formalismo matemático, o qual foi abordado em dez momentos, de forma progressiva e crítica de conhecimento. Por meio de gincana intitulada “Física Malúdic”, atividades com experimentos físicos de baixo custo, mapas conceituais, aulas expositivas dialogadas, discussão de aplicação, lista de exercícios e jogos didáticos foram realizados, a fim de possibilitar aos alunos uma prática social competitiva e interativa. O fundamento teórico tanto para a elaboração da SD, quanto para a análise dos dados foi a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), com suporte da Teoria Educacional de Novak (TEN). A SD foi aplicada em turma do 3º ano do ensino médio, de escola estadual no município de Campos dos Goytacazes/RJ. A partir da análise dos resultados, pode-se concluir que a SD foi eficaz no sentido de despertar nos alunos o desejo de aprender a temática proposta de forma participativa e crítica. Alunos outrora desmotivados para aprendizagem da física se mostraram dispostos a “vencer” os desafios propostos por cada prova da gincana, apresentando indícios de uma maior facilidade na interpretação das leis físicas presentes nos processos tecnológicos no contexto do magnetismo. Também foi perceptível a postura mais crítica e científica dos alunos envolvidos, além do despertar de práticas da boa convivência em sociedade.

Palavras-chave: Ludicidade. Sequência Didática. Magnetismo. TASC.

Campos dos Goytacazes/RJ
2019, 2.

ABSTRACT

LUDICITY FOR SIGNIFICANT LEARNING CRÍTICAL TOPICS OF MAGNETISMO

Flávia Rodrigues da Silva /flaviapvs@yahoo.com.br

Orientadora: Dra. Renata Lacerda Caldas

The present work is a qualitative case study and aimed to analyze the potential of a didactic sequence (DS) on topics of magnetism with a focus on playfulness, for critical learning of concepts at the High school level. The content about magnetism was chosen because it is a subject with considerable level of abstraction and mathematical formalism, which was approached in ten moments, in a progressive and critical way of knowledge. Through a scavenger hunt entitled “Física Malúdic”, activities with inexpensive physical experiments, concept maps, dialogued lectures, application discussion, list of exercises and didactic games were conducted in order to allow students a competitive and interactive social practice. The theoretical basis for both the elaboration of the DS and the data analysis was the Critical Meaningful Learning Theory (TASC), supported by the Novak Educational Theory (TEN). The application of DS was applied to a third year high school class from a state school in the Campos dos Goytacazes / RJ mini-district. From the analysis of the results, it can be concluded that DS was effective in arousing in students the desire to learn the proposed theme in a participatory and critical way. Students once unmotivated to learn physics were willing to “overcome” the challenges posed by each contest of the scavenger hunt, showing evidence of greater ease in interpreting the physical laws present in technological processes in the context of magnetism. It was also noticeable the most critical and scientific posture of the students involved, as well as the awakening of good coexistence practices in society.

Keywords: Ludicity. Following teaching. Magnetism. TASC

Campos dos Goytacazes/RJ

2019, 2.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Interação entre ímãs.	39
Figura 2 – Esboço do campo magnético da Terra.	40
Figura 3- Quebra de um ímã.	40
Figura 4 – Linhas de campo magnético produzidas por várias fontes.	43
Figura 5 – Linhas de campo magnético produzidas por várias fontes.	43
Figura 6 – Fluxo do campo magnético através de um elemento de área dA	44
Figura 7- Toque sobre uma espira transportando corrente em um campo magnético uniforme.	46
Figura 8- Funcionamento de um motor	48
Figura 9- Sentido do campo magnético.	50
Figura 10 - Demonstração do fenômeno da corrente induzida.	52
Figura 11- Colégio Estadual José do Patrocínio.	55
Figura 12 – Laboratório do Colégio Estadual do José do Patrocínio.	56
Figura 13- Turma 3001 dividida em equipes.	57
Figura 14 – Esquema das etapas cronológicas da análise de conteúdo.	59
Figura 15 - Material entregue para cada equipe.	75
Figura 16 - Alunos observando o experimento Campo Magnético.	76
Figura 17 - Mapa Conceitual do aluno A2- Equipe Faraday.	76
Figura 18- Mapa Conceitual do aluno A10 - Grupo Ampère.	76
Figura 19 - Mapa Conceitual do aluno A19 - Grupo Maxwell.	76
Figura 20 - Resposta dos alunos a segunda questão.	79
Figura 21 - Respostas dos alunos a quarta questão.	80
Figura 22 -Respostas dos alunos a quinta questão.	81
Figura 23 -Alunos assistindo o vídeo.	82
Figura 24 — Alunos observando o experimento.	83
Figura 25 -Alunos envolvidos na brincadeira caçam ao tesouro.	84
Figura 26 - Alunos resolvendo listas de exercícios	84
Figura 27 -Brincadeira Gol Magnético.	86
Figura 28 -Mapa conceitual do time Faraday.	86
Figura 29 -Mapa Conceitual do time Ampère.	88
Figura 30 -Mapa conceitual do time Maxwell.	89
Figura 31 -Experimento eletroímã construído pelos alunos.	90

Figura 32 -Brincadeira Corrida Magnética.....	91
Figura 33-Experimento trem magnético.....	92
Figura 34 - Desenho da equipe Faraday	93
Figura 35 -Desenho da equipe Ampère	93
Figura 36 - Desenho da equipe Maxwell.....	93
Figura 37 -- Experimento Motor Homopolar.	94
Figura 38-Experimento Ferro Fluido.....	95
Figura 39 -- Experimento Tubo Antigravidade	95
Figura 40 - Nuvem de Palavras dos mapas elaborados.	96
Figura 41-- Experimento Mini Gerador.....	97
Figura 42 -- JOGO SE LIGA.....	99
Figura 43 -Mapa Final do Aluno 5.	100
Figura 44-Mapa Final do Aluno 13	101
Figura 45-Mapa Final do Aluno 18.	103
Figura 46-Mapa Final do Aluno 19.	104
Figura 47 - Mapa conceitual do time Ampère.....	105
Figura 48— Nuvem de Palavras dos mapas elaborados.	106
Figura 49 -Gráfico das respostas.	107

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 – Eixos da abordagem do lúdico.	21
Quadro 2 – Atribuições de pontos para mapas conceituais conforme critérios de Novak e Gowin	60
Quadro 3 – Sequência de atividades para um bimestre	62
Quadro 4 – Proposições válidas.....	78
Quadro 5 – Categorias de identificadas nos mapas conceituais analisados.	79
Quadro 6 – Pontuação do mapa conceitual de referência.....	87
Quadro 7 – Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo time Faraday.....	88
Quadro 8 – Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo time Ampère.....	89
Quadro 9 – Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo time Maxwell.	880
Quadro 10– Exemplos de Us referente a categorização criada.	888
Quadro 11 – Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo Aluno 5.....	101
Quadro 12 – Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo Aluno 13.....	102
Quadro 13 – Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo Aluno 18.....	104

LISTA DE SIGLAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CONEDU – Congresso Nacional de Educação

IF Fluminense – Instituto Federal Fluminense

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

RJ – Rio de Janeiro

SEEDUC-RJ – Secretaria Estadual de Educação do Estado Rio de Janeiro.

SD – Sequência Didática

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

TASC – Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

TEN – Teoria Educacional de Novak.

MR – Mapa de Referência.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Aprendizagem Significativa	19
2.2 A Aprendizagem Significativa Crítica	28
2.3 O lúdico no ensino de ciências	33
2.4 Tópicos do Magnetismo	38
2.4.1 Campo Magnético	41
2.4.2 Linhas de Campo Magnético e Fluxo Magnético	42
2.4.3 Fluxo Magnético e a lei de Gauss para o magnetismo	43
2.4.4 Força magnética sobre um condutor transportando uma corrente.	45
2.4.5 Força e torque sobre uma espira de corrente.....	46
2.4.6 O motor de corrente contínua.	47
2.4.7 Lei de Ampère.	49
2.4.8 Experiências de indução	51
2.4.9 Lei de Faraday.	52
2.4.10 Lei de Lenz.	53
3. METODOLOGIA	54
3.1 A Pesquisa	54
3.2 Local da Pesquisa	55
3.3 Sujeitos da Pesquisa	56
3.4 Instrumentos de Coleta de Dados	57
3.5 Técnica de análise dos dados	58
3.6 As etapas investigativas	60
4. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	65
4.1 Sequência Didática.....	65
5. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL E ANÁLISE DOS DADOS.	74
5.1 Prova 1 - O que sabemos sobre o magnetismo?	74
5.2 Prova 2 - Caça ao Magnetismo	81
5.3 Prova 3- Polo Magnético e Polo terrestre.	83
5.4 Prova 4– Gol Magnético.	85
5.5 Prova 5 - Corrida Magnética.	90
5.6 Prova 6 - Trem Magnético.	92
5.7 Prova 7- Motor Homopolar	94
5.8 Prova 8 - Tubo antigravidade.	95

5.9	Prova 9- Mini gerador de energia.....	96
5.10	Prova 10 - Jogo Se Liga.....	99
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
	REFERÊNCIAS	111
	APÊNDICE – Produto Educacional.....	117

1. INTRODUÇÃO

Há 14 anos atuando como professora de Física na rede pública de ensino do estado do Rio de Janeiro presencio uma crescente aversão dos estudantes do ensino médio à aprendizagem das ciências, mais especificamente da física. Está última parece ser uma das áreas menos atrativas para os estudantes, haja vista a pequena quantidade de físicos formados no Brasil.

Ademais, observo que grande parte dos alunos, especialmente do 3º ano, termina o Ensino Médio sem perspectiva de futuro, no que se refere a uma formação superior. Seja por falta de incentivo familiar, contexto econômico e social, ou por desmotivação pessoal, tais alunos muitas vezes se estabilizam em sua condição momentânea e não conseguem prosseguir com seus estudos. Acabam no mercado de trabalho com pouca qualificação.

Como docente dessa faixa etária, acredita-se que um dos grandes desafios a serem vencidos é a baixa autoestima dos alunos. Muitos deles, devido às difíceis condições de vida e outros problemas nos quais muitos estudantes da rede pública de ensino estão submetidos, se veem sem predisposição para aprendizagem.

Em pesquisa realizada por Silvério (2001) acerca da formação de professores de Física, são elencados fatores que podem contribuir com essa baixa autoestima:

1. Preocupação exagerada de muitos professores em resolver problemas, não enfocando a teoria necessária e, por consequência, "matematizando" demais a Física, o que dificulta ao aluno o relacionamento da disciplina com a vida;
2. Preocupação exacerbada em cumprir a proposta de conteúdos e os programas, ao invés de preocupar-se com o aprendizado;
3. Falta de especialização e atualização dos profissionais do ensino.

Segundo Chassot (2006 *apud* PIERSON et al., 2007, s. p.23), com a simples transmissão de informações os alunos são postos a memorizar conteúdos escolares descontextualizados de sua vida, esquecendo-os com facilidade após as avaliações e esse fator também eleva a falta de ânimo para aprendizagem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) se contrapõem a uma aprendizagem, que não vai além da memorização de fatos, equações ou procedimentos que não contribuem para as competências e habilidades desejáveis no ensino médio e

desmotiva os alunos e, conseqüentemente, gera evasão e repetência (BRASIL, 2002, p. 34).

O conhecimento, como afirma Beker (1993, p. 88 apud LEÃO, 1999, p. 195), deve se constituir pela interação do indivíduo com o meio físico e social no qual está inserido.

Dentro dessa visão, o ensino deve enfatizar uma abordagem mais questionadora de cada tema estudado, explorando a aquisição de conteúdos, possibilitando a tomada de atitudes e o exercício da cidadania, como descrevem os PCNs para o ensino médio:

(...) a simples transmissão de informações não é o suficiente para que os alunos elaborem suas ideias de forma significativa. É imprescindível que o processo de ensino e aprendizagem decorra de atividades que contribuam para que o aluno possa construir e utilizar o conhecimento (BRASIL, 2002b, p.124).

Pierson e seus colaboradores (2007, s.p.) ressaltam que a realidade deve ser trazida para dentro da sala de aula, onde o aluno possa fazer suas diversas leituras, e saiba colocar-se diante dessa realidade como um sujeito autônomo e crítico. Para estes autores, os métodos de ensino não podem restringir-se ao comportamento passivo do aluno em sala de aula, mas orientar-se ao desenvolvimento de atividades em grupo que exigem a participação ativa e requerem a opinião dos alunos.

Moreira (2000) apresenta um exemplo interessante de passividade no ensino. Alguns professores, geralmente considerados ótimos, fazem excelentes exposições orais, encantam seus alunos explicando clara e cuidadosamente certos assuntos. Esses alunos saem da aula com a boa sensação de que entenderam tudo. Se esse assunto for pedido nas provas da mesma maneira que o professor explicou, provavelmente, tais alunos sair-se-ão bastante bem. Contudo, se as questões cobradas na prova implicarem aplicações do tema à situações novas, o resultado, possivelmente, será bastante pobre. É comum, nesses casos, os alunos até afirmarem que tal conteúdo não foi “dado” em aula.

E a dificuldade persiste caso o professor use *datashow* em suas exposições, deixando que os alunos copiem os arquivos eletrônicos em seus *pendrives*. Para o autor, mesmo assim, eles terão que memorizar informações para reproduzi-las nas provas.

Todo esse quadro expõe a crescente necessidade de se buscarem novas formas de ensino das ciências e da física, a fim de transformar estudantes desinteressados, apáticos durante as aulas e focados, muitas vezes, em futilidades explicitadas em seus

celulares em indivíduos que usam essa tecnologia para o bem da ciência e da promoção social.

A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) de Marco Antônio Moreira (2000), se apresenta como um aporte teórico importante para se pensar nesse ensino, que proporcione a formação de um aluno autônomo, crítico e criativo. Decorrente da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1968), a TASC estabelece condições para que ocorra uma aprendizagem significativa mais crítica, dentre elas, a predisposição para aprender criticamente e materiais/atividades potencialmente significativa (MOREIRA, 2000).

Castoldi e Polinarski (2009, p. 686) evidenciam que há uma influência dos docentes e das atividades aplicadas pelos professores na motivação dos alunos, na participação e interesse nas aulas. Sobre isso Piletti afirma que,

para que alguém aprenda é necessário que ele queira aprender. Ninguém consegue ensinar nada a uma pessoa que não quer aprender. Por isso é muito importante que o professor saiba motivar seus alunos (PILETTI, 1986, p. 33).

Piletti (1986, p. 33) ainda afirma que, todo educador precisa ter consciência da necessidade de ministrar aulas mais contextualizadas e dinâmicas, que se despertem o interesse dos alunos e os aproximem da realidade, permitindo que o aluno também seja autor na construção do seu conhecimento. Para este autor, a motivação, em termos didáticos, consiste em oferecer aos alunos estímulos e incentivos apropriados que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem.

Em se tratando do ensino da Física, mais especificamente de alguns tópicos do magnetismo, embora se reconheça que tanto a ênfase dada à álgebra quanto aos experimentos demonstrados aos alunos desempenhe um papel importante na aprendizagem dos conceitos, acredita-se também como Pierson e seus colaboradores (2007), que as estratégias que utilizam a ludicidade e a interação social assumem um papel protagonista. Para esses autores, quando um professor instiga a curiosidade do aluno através atividades lúdicas que possam demonstrar como os conceitos físicos podem ser assimilados de maneira divertida, facilita sua aprendizagem e instiga a busca por novos conhecimentos, principalmente no magnetismo que possuem conceitos tão abstratos.

Algumas pesquisas (LIMA, 1991; NEVES, 2007; RIZZO PINTO, 1977) se destacam em afirmar a importância da ludicidade na compreensão de conceitos e uma

excelente oportunidade para o uso concomitante com experimentos físicos, os quais podem facilitar a apreensão, explorar a criatividade e melhorar a conduta e autoestima do alunado.

Estudos da Neurociência feitos por Salla (2012) apontam que a escola deve ser um espaço que motive e não somente que se preocupe em transmitir conteúdos e que para isso ocorrer, o professor precisa propor atividades que os alunos tenham condições de realizar e que despertem a curiosidade deles e os faça avançar. É necessário levá-lo a enfrentar desafios, a fazer perguntas e procurar respostas.

É nesse contexto que se consegue uma possível convergência entre os princípios estabelecidos pela TASC de Moreira (2000) e o uso da ludicidade para o ensino de física. Isto posto, tendo em vista o estímulo a liberdade, a argumentação, a discussão, maneiras diferenciadas de dar o conteúdo científico, além da não centralidade no professor e no livro, proposto pela TASC e enfatizado nos momentos lúdicos de ensino. Tal realidade poderá formar alunos críticos e reflexivos, que saibam se comunicar com a sociedade e, principalmente, com a Ciência.

Portanto, formar um aluno mais reflexivo e crítico talvez seja o objetivo de estratégias de ensino que fuja do ensino tradicional, onde o professor é um transmissor e organizador lógico das ideias, o qual fica distante dos alunos, seguindo os programas preestabelecidos para o ensino, onde as diferenças individuais são ignoradas e que não se favorece reflexão, a discussão, a argumentação, a formulação de hipóteses e a tomada de decisões em sala de aula (BIANCHINI, 2011; MIZUKAMI, 1986; ZULIANI, 2000).

Como aluna do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) desde 2018, venho buscando melhorar a prática docente por meio de reflexões sobre como possibilitar maior motivação ao aluno do ensino médio e torná-lo um sujeito mais crítico e ativo em sua aprendizagem.

Diante das leituras bibliográficas realizadas e das constatações sobre o potencial do lúdico no ensino de física, levanta-se o seguinte questionamento: Em que medida atividades de ensino elaboradas com o foco na ludicidade podem promover uma aprendizagem significativa crítica?

Para responder esta questão norteadora o objetivo geral deste trabalho foi **analisar as potencialidades de uma sequência didática (SD) sobre tópicos do magnetismo com enfoque no lúdico, para aprendizagem crítica de conceitos em nível médio.**

Como objetivos específicos propõe-se, elaborar e aplicar uma SD sobre tópicos do magnetismo tomando como ponto de partida o conteúdo programado pelo Currículo Básico do Estado do Rio de Janeiro; elaborar roteiros para aplicação de experimentos práticos em sala de aula com enfoque no lúdico; planejar e realizar gincana entre alunos de uma turma para promover a interação social e despertar a criatividade dos alunos; elaborar e utilizar listas de exercícios e mapas conceituais para analisar o desempenho dos alunos, elaborar um produto educacional resultante da pesquisa.

A investigação possui viés qualitativo, considerando-se a multiplicidade de dimensões e a dinâmica natural do contexto da pesquisa (ALVES, 1991), tratando-se de um estudo de caso descritivo-interpretativo como aponta Moreira (2002).

O presente projeto está estruturado em seis capítulos, sendo apresentada no segundo capítulo, a base teórica que o sustentou. Ali são discutidos os recursos lúdicos utilizados em todo o trabalho, como o uso de truque mágico, desafios, experiências, artigos, jogo e gincanas; um breve histórico sobre o uso do lúdico no ensino de ciências; as ideias centrais tanto da TAS como TASC e alguns exemplos de pesquisas nesse contexto; uma abordagem resumida e em nível superior dos conteúdos da Física relacionada ao magnetismo, os quais serão transpostos didaticamente por meio das atividades lúdicas propostas.

O terceiro capítulo retrata a abordagem metodológica da pesquisa, todo o contexto da aplicação, a descrição dos sujeitos, dos instrumentos de coleta de dados, da análise dos dados e um resumo das atividades planejadas. Também são encontradas considerações acerca do ensino do magnetismo pelo Currículo Básico do Estado do Rio de Janeiro, no segundo bimestre para o 3º ano.

O quarto capítulo contém a descrição do produto educacional, material elaborado como produção técnica final da pesquisa. Será apresentadas resumidamente as atividades, e em seguida, discriminadas para fins de melhor compreensão dos momentos e objetivos de aprendizagem.

No quinto capítulo deste trabalho será explicitada a aplicação do produto educacional desenvolvido, evidenciando os dados coletados no decorrer das tarefas da gincana. Este capítulo também traz a análise e discussão dos resultados obtidos segundo o entendimento do aporte teórico utilizado na pesquisa.

Finalmente, no sexto capítulo abrange as considerações finais do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo contempla as principais bases teóricas que contribuíram e sustentaram a presente pesquisa, permitindo sua realização. São considerados no decorrer deste trabalho a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, numa perspectiva filosófica cognitivista, e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) de Moreira.

Também serão apresentados os recursos metodológicos utilizados: mapas conceituais e o uso do lúdico na educação.

Além destes aspectos, para a realização desse referencial teórico foram consultadas as revistas científicas na área do Ensino de Ciências: *Ciência e Educação*, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Experiências em Ensino de Ciências*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Alexandria*, *RBPEC*, *IENCI*, *Revista Ensaio*, abrangendo o período de 2013 a 2018, bem como os trabalhos referentes do Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física (MNPEF) abordando os temas: lúdico no ensino de ciências, teoria de aprendizagem significativa, teoria da aprendizagem significativa crítica e magnetismo. A escolha destas revistas e dos trabalhos do MNPEF deve-se ao fato de permitirem uma análise bastante ampla dos trabalhos que estão sendo desenvolvido na área de ensino de Física.

Ao final deste capítulo serão apresentados os conteúdos e os conceitos da Física relacionados ao tema Magnetismo, que serão utilizados como base de sustentação na elaboração do produto didático.

2.1 Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos se relacionam com os subsunçores disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo de maneira não literal e não arbitrária permitindo uma aprendizagem com capacidade de enfrentar novos desafios, pressupondo para isso duas condições:

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz;
- b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material.

Convém destacar que, a programação de um conteúdo e a elaboração de um material potencialmente significativo deve considerar dois princípios fundamentais

propostos pela teoria de David Ausubel: a diferenciação progressiva parte-se do mais geral para o mais específico; a reconciliação integrativa explora-se ideias, similaridades e diferenças significativas, reconciliando-as (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 30).

Para Ausubel (1968, p. 37-41) é importante ressaltar que esta teoria não garante que o conhecimento esteja sempre presente. O esquecimento de certos conteúdos é previsto pela aprendizagem significativa. Desde que existam os *subsunçores* necessários, o conteúdo poderá ser retomado rapidamente. Aí são apontados por Moreira (2008, p. 23) os organizadores prévios, recursos ou materiais introdutórios que podem servir como propulsores dessa retomada, ou motivadores na formação de novos conhecimentos.

Os organizadores prévios não são usados com a pretensão de ensino, eles são usados para envolver os alunos ao conteúdo a ser aprendido.

Neste processo dinâmico e simultâneo, verificar evidências que indiquem a ocorrência de uma aprendizagem significativa não é tão simples, uma vez que a utilização de respostas mecanicamente memorizadas pode “mascarar” a aprendizagem significativa. Na visão ausubeliana, “a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis” (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 24).

O uso de estratégias lúdicas pode apresentar um contexto diferenciado ao aprendiz e facilitar a aprendizagem significativa, evitando simulações de conhecimento.

O presente trabalho elaborou uma sequência didática cujo conteúdo será abordado de acordo com o princípio da *diferenciação progressiva*, as ideias mais gerais e inclusivas do conteúdo serão apresentadas no início de maneira não formal e, então, progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades, mostrando como o novo se relaciona com o início geral fazendo a reconciliação integrativa.

A sequência didática também dispõe de atividades diversificadas que tenha significado lógico, ou seja, com um *potencial significativo* onde a ludicidade será usada para criar uma disposição de aprendizado no aluno de maneira não literal e não arbitrária.

2.1.1 O lúdico como facilitador da aprendizagem significativa

Com base nas ideias de Ausubel, Novak e Gowin pode-se perceber que o conceito de aprendizagem está subjacente à ideias construtivistas e humanistas,

relacionadas à aprendizagem significativa. Desta forma, fica clara a relação dessas bases teóricas com o aspecto da ludicidade enfocada na presente pesquisa.

Pelo levantamento bibliográfico realizado, depara-se com o relato de Teixeira (1995), o qual lança mão de uma estratégia instrucional no âmbito da ludicidade, que consegue obter bons resultados em termos de motivação, participação e interesse por parte dos alunos em sala de aula e que pode ser utilizada no processo de ensino e aprendizagem. Por ser dinâmica, prazerosa e de fácil utilização, atividades lúdicas auxiliam no trabalho docente bem como no desenvolvimento da compreensão dos conteúdos para a aquisição da aprendizagem.

Teixeira (1995, p. 4) afirma que o lúdico favorece a motivação intrínseca e o desenvolvimento do educando, além de ser uma estratégia salutar quando utilizada como estímulo na construção do conhecimento humano, e favorecer a imaginação e o simbolismo como criação de significados que facilitam a aprendizagem no aluno.

Para esse autor existem algumas razões para a utilização do lúdico no processo pedagógico, dentre as quais destacam-se: a) Os recursos lúdicos correspondem naturalmente a uma satisfação interior, pois o ser humano apresenta uma tendência lúdica; b) O prazer e o esforço espontâneo são elementos fundamentais na constituição das atividades lúdicas; c) As atividades lúdicas mobilizam esquemas mentais, estimulando o pensamento e o senso crítico; d) As atividades lúdicas integram e acionam as esferas motoras, cognitivas e afetivas dos seres humanos.

Ao se optar pelo uso da ludicidade na elaboração da sequência didática, o importante no planejamento das atividades de ensino foi observar que ela pode ser abordada em três eixos distintos, porém interligados. Podem apresentar-se com *características lúdicas*, com *elementos lúdicos* ou como *atividades lúdicas*, dependendo do que se pretende trabalhar e alcançar. Para efeitos desta investigação o lúdico foi abordado em conformidade com esses três eixos de aplicação e relacionado à faixa etária correspondente para fins da aprendizagem.

O Quadro 1 apresenta um resumo dos eixos de aplicação do lúdico no contexto do ensino na presente pesquisa.

Quadro 1 – Eixos da abordagem do lúdico.

Pode-se abordar o lúdico quando este se apresenta:	Características
Com características lúdicas	O prazer e a alegria relacionados aos trabalhos da cultura, do

	biológico, do afetivo e do metafísico, na promoção do interesse, da imaginação, da interpretação e do aprendizado.
Com elementos lúdicos	A sensibilização e mobilização de hábitos e atitudes expressos pelo pictórico, pelo ideográfico, por falas e gestos, por movimentos sensoriais e motores ou por objetos para o exercício da cognição.
Como atividades lúdicas	Os jogos pedagógicos, as brincadeiras, as dinâmicas de grupo, as dramatizações e a atividade com o auxílio do computador, relacionados à compreensão e à realização adequada dessas atividades, ressaltando a imaginação, a concentração da atenção, a atividade produtiva e eficiente de uma tarefa ou objetivo na busca da aprendizagem.

Fonte: elaboração própria.

Outro ponto a se destacar é que a ludicidade, segundo seus objetivos, variam em conformidade com o público alvo, nos variados contextos: Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação de Jovens.

Por esse fato, o rigor conceitual, a adequação dos objetivos que se pretende alcançar com cada atividade lúdica e o planejamento de toda aplicação tiveram como foco a facilitação da aprendizagem crítica de conceitos.

No que diz respeito ao ensino, Bruner (1976) cita alguns objetivos que contemplam as faixas etárias para cada nível:

a) Educação Infantil: visam o desenvolvimento inicial da linguagem até o ponto de manipulação dos símbolos. As crianças utilizam imagens, palavras, objetos e a linguagem para aprender e desenvolver as habilidades psicomotoras, perceptivas, de atenção, raciocínio e estimulação para o contato com os objetos. O objeto é o que se faz com ele de acordo com a imaginação e a interação; b) Ensino Fundamental I e II: visam desenvolver no aluno as operações concretas por meio da manipulação de objetos, ou internamente, quando manipula mentalmente os símbolos que representam coisas e relações. Aprende a criar regras de superordenação da lógica e as potencialidades intelectuais, físicas e criativas, permeadas pelo desenvolvimento social e interpessoal; c) Ensino Médio: “visam o desenvolvimento das operações formais em que a atividade intelectual baseia-se numa capacidade para operar com proposições hipotéticas. Visam à análise crítica, a reflexão, a motivação e o prazer de aprender a aprender frente ao uso consciente da lógica e do raciocínio autoconsciente no desenvolvimento intelectual e cognitivo. d) Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Terceira Idade: visam promover o conhecimento e a convivência com diferentes colegas de maneira natural, espontânea e responsável, a participação, a solidariedade, a cooperação e o respeito a si mesmo e ao outro (BRUNER, 1976, p.23-29).

Assim sendo, as finalidades da ludicidade para o ensino médio proporcionam a capacidade dos alunos em relacionar-se consigo mesmo e com o próximo, a sequência

didática elaborada nessa pesquisa busca promover a interação entre os acontecimentos na sala de aula e a vontade de aprender.

Nesse contexto, ainda foram identificados dois artigos que utilizaram o lúdico com foco na aprendizagem. O primeiro, intitulado “*O Lúdico no ensino de Física: O uso de gincana envolvendo experimentos físicos como método de ensino*” dos autores: Alberto Richielly M. Castelo Branco e Pedro E. Conceição Moutinho (Caderno de Física da UEFS, 2015) objetivou mostrar a importância do lúdico com a experimentação como ferramenta metodológica no ensino de Física, tornando assim uma aprendizagem mais atraente e prazerosa. As provas de uma gincana incluíam o estudo dos conceitos físicos trabalhados em sala de aula e a confecção dos experimentos envolvendo os temas estudados: eletricidade, campo elétrico, campo magnético e circuito elétrico, desafiavam os alunos à explicação do conceito estudado.

As atividades eram iniciadas com uma roda de conversa com os alunos, com o objetivo de levantar informações sobre o ensino de Física e como eles gostariam que fossem as aulas. A turma de 30 (trinta) alunos, dividida em três equipes, aprendia as regras da gincana, escolhia seus representantes por prova para realizarem os desafios, bem como os membros das equipes que deveriam explicar o fenômeno físico presente em cada experimento.

Nas provas da gincana foram usados experimentos simples e de baixo custo como: eletroímã, labirinto elétrico, gerador de energia caseiro, entre outros. A gincana também contou com provas de perguntas e respostas envolvendo situações do cotidiano do aluno, para facilitar na fixação do conteúdo. Ao final da atividade, foi aplicado um questionário qualitativo (GIBBS, 2009) com os alunos, no qual eles avaliaram o trabalho realizado e produziram um pequeno resumo explicando o que aprendeu e o conceito físico presente no experimento.

Os autores desse artigo perceberam que a aceitação dos alunos foi o fator mais importante, o qual determinou o seu sucesso. Com a realização da gincana foi possível criar um ambiente que permitisse simular situações e atitudes que estão presentes no dia a dia do aluno, tornando-se um instrumento facilitador da aprendizagem. Com a análise do questionário aplicado pelos autores destaca-se que 100% (cem por cento) dos alunos responderam que os professores deveriam realizar mais atividades como a gincana. Os alunos destacaram ainda que essa atividade contribuiu para o entendimento da disciplina, pois muitos nunca tiveram a oportunidade de presenciar um experimento físico, o que facilitou o seu entendimento e instigou a pensar como a Física está presente no seu dia a

dia. Outro fator importante observado pelo professor foi que a turma não se comportava bem durante as suas aulas e durante a atividade tiveram um comportamento exemplar, também destacou a participação dos alunos informando que muitos, anteriormente, não colaboravam nas atividades. Para ele o principal da atividade foi o interesse dos alunos em buscar responder o conceito físico presente no experimento.

Diante os resultados obtidos os pesquisadores deste artigo concluíram que a realização de uma gincana usando experimentos físicos de fácil confecção, auxilia na aquisição de conhecimentos científicos de forma eficaz e significativa, com atitudes de respeito ao colega e desenvolvimento do trabalho em equipe.

O segundo artigo a ser destacado, intitulado “*Gincana da Física: Uma proposta de atividade lúdica para o ensino médio*”, dos autores Renally Gonçalves da Silva e Alessandro Frederico da Silveira, foi apresentado no II Congresso Nacional de Educação (CONEDU), no ano de 2015, com o objetivo de discutir conceitos de Física, relacionados a conteúdos a partir de atividades recreativas em uma gincana do conhecimento. Observando as potencialidades da realização da atividade para a participação dos estudantes e para a discussão de diversos conceitos Físicos, os autores elaboraram uma proposta para aplicação em dois meses pelos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência - PIBID/CAPES/UEPB. A gincana foi elaborada para acontecer em um dia, no decorrer de aproximadamente 4 horas. As equipes participantes, três no total, foram compostas por estudantes do primeiro ano do ensino médio regular de uma escola pública da cidade de Campina Grande - PB, os quais ficaram responsáveis pela realização das provas propostas antecipadamente e as momentâneas da gincana, além de denominar a equipe com um nome relacionado à ciência, especialmente à física. A gincana contou com dez provas: grito de guerra, caça ao objeto, explique o fenômeno, corrida de saco, caça ao tesouro, lançamento ao cesto, antigo versus moderno, passa ou repassa, contando uma história e bolo da ciência todas as provas relacionadas a conceitos físicos.

Como resultado foi observado o envolvimento de todos os participantes do processo, permitindo a construção de novas ideias e a aproximação entre a ciência e os indivíduos, tornando-a parte integrante do seu conhecimento de mundo e dos fenômenos ao seu redor. O artigo destacou que a proposta foi bem aceita pelos estudantes, por se tratar de uma atividade que os interessa e os estimulam à participação. O Lúdico contribuiu significativamente para aprendizagem dos conceitos abordados, pois os estudantes apresentaram mudanças em suas formas de pensar e de agir.

2.1.2 O uso de mapas conceituais como estratégia facilitadora da aprendizagem significativa

Uma estratégia instrucional para manipular deliberadamente a estrutura cognitiva do aprendiz e facilitar ou criar condições para a aprendizagem significativa seria a dos mapas conceituais, entendidos como “diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de uma disciplina e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual da disciplina” (MOREIRA, 2000, p.35).

Os mapas conceituais podem ser traçados para toda uma disciplina, para um tópico específico de uma disciplina e assim por diante. Eles podem ser traçados de várias maneiras, pois existem diferentes modos de representar uma hierarquia conceitual em um diagrama. Além disso, o ponto importante é que o mapa conceitual deve ser sempre visto como “um mapa conceitual”, não como “o mapa conceitual” de um determinado conjunto de conceitos; qualquer mapa conceitual deve ser visto apenas como uma das possíveis representações de certa estrutura conceitual (MOREIRA, 2000).

A técnica de mapeamento conceitual, desenvolvida por Joseph Novak na década de 1970, vem sendo a opção para representar os modelos mentais idiossincráticos dos indivíduos. A necessidade de usar proposições, contendo um termo de ligação para expressar claramente a relação conceitual, é o que torna os mapas conceituais mais poderosos do que os demais organizadores gráficos (DAVIES, 2011). Além disso, os mapas conceituais foram desenvolvidos com base na Teoria da Assimilação através da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que prevê a organização do conhecimento em conceitos e proposições. Essa visão epistemológica subjaz e justifica a utilização dos mapas conceituais em sala de aula como forma de representar os modelos mentais dos alunos, podendo ser assim fonte de análise para indícios da aprendizagem significativa.

Fundamentado nas propostas de Novak (1981), o uso da estratégia de mapas conceituais como instrumentos de ensino e de aprendizagem busca reproduzir, por meio da sua elaboração, o conhecimento existente na estrutura cognitiva do aluno. Ao ser elaborado, o mapa conceitual facilita o processo de organização e estruturação das ideias ou conceitos do material de ensino (NOVAK; GOWIN, 1996).

Algumas pesquisas (GUERRA, 1983; GOBORA E MOREIRA, 1996; LÓPEZ RUPEREZ, 1991) relatam a necessidade da realização do levantamento inicial das concepções prévias dos alunos. Moreira (2006) destaca que, ao utilizar os mapas como

instrumento didático, eles podem dar uma visão geral das concepções prévias do que será estudado, segundo Ausubel, o fator mais importante para a ocorrência da aprendizagem significativa é aquilo que o aluno já sabe, o seu conhecimento prévio.

Nesse cenário, ao longo da pesquisa bibliográfica foram identificados dois artigos que utilizaram mapas conceituais com foco na aprendizagem significativa. O primeiro artigo intitulado “*A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica*” das autoras: Renata Lacerda Caldas, Maria de Fátima da Silva Verdeaux e Célia Maria Soares Gomes de Souza (Revista Brasileira de Ensino de Física, 2009) utilizou de diagramas conceituais, embasados na estratégia dos mapas conceituais propostos por Joseph Novak, visando promover a aprendizagem significativa de conteúdos de ondulatória, acústica e óptica em nível médio. O estudo foi desenvolvido em duas turmas do 2º ano do Ensino Médio (experimental e controle) com vinte e cinco alunos na faixa etária de 17 anos em média.

O primeiro passo desse trabalho foi apresentar a turma experimental exemplos de diagramas conceituais nas áreas de física, biologia e literatura, depois foi elaborado seis atividades diferenciadas de construção de diagramas conceituais, as quais foram desenvolvidas com cinco grupos de alunos da turma experimental: construção do diagrama conceitual sobre a letra de uma música, construção do diagrama conceitual dos textos “Porque estudar física”; “Os ramos da física” e “Estudo da Física”, construção do diagrama sobre experimentos e conceitos sobre ondulatória, construção do diagrama sobre os conceitos gerais de ondulatória, construção do diagrama de experimentos e conceitos sobre óptica e construção do diagrama sobre conceitos gerais de ópticas. Na turma controle foram apresentados e exemplificados estratégias como resumos, relatórios experimentais e lista de exercícios formais.

As autoras desse artigo observaram maior motivação por parte dos alunos na elaboração dos diagramas conceituais que se referiam a experimentos realizados por eles próprios, pois se sentiam mais livres para relacionar suas ideias do que quando elaboravam diagramas de conceitos retirados do texto ou sugeridos pelos pesquisadores. Em relação aos resultados das provas formais não se verificou diferença significativa entre as medias comparadas com a turma controle. Percebeu-se também que a maioria dos alunos, apesar de acharem diagrama conceitual uma estratégia “difícil” e “trabalhosa”, avaliou que ele ajuda a resumir e a organizar ideias. Assim pode-se concluir que os diagramas elaborados pelos alunos parecem ser instrumentos poderosos

para observar assimilação ou não de significados incluídos em seus próprios diagramas e que de maneira geral o uso de diagramas conceituais se mostrou eficaz para a aprendizagem significativa.

O segundo artigo a ser evidenciado, intitulado “*Aprendizagem Significativa em mapas Conceituais*” do autor Marco Antônio Moreira (Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013) teve como finalidade mostrar que os mapas conceituais podem ser muito úteis na facilitação da aprendizagem significativa em situação formal de ensino, presencial ou a distância, na avaliação da aprendizagem e na análise conceitual da matéria de ensino. Para chegar a esse propósito o autor analisou mapas conceituais feitos por alunos no início, no meio e ao final de uma disciplina de Eletromagnetismo na carreira de Engenharia. Após a análise o autor obteve evidências de uma aprendizagem mais significativa, e também pode ressaltar a importância de que o aluno seja capaz de explicar, justificar, descrever seu mapa conceitual, e assim concluiu que mapas conceituais recursos válidos para avaliação qualitativa, subjetiva, que busque evidências de aprendizagem significativa.

Considerando toda a análise feita até aqui, sabemos então os fatores importantes para que ocorra a aprendizagem significativa, e as condições para que ocorra e como facilitá-la em sala de aula, o que falta a nós professores para que possamos promovê-la como uma atividade crítica? A começar pela questão da predisposição para aprender. Como provocá-la? Muito mais do que motivação, o que está em jogo é a relevância do novo conhecimento para o aluno. Como levá-lo a perceber como relevante o conhecimento que queremos que construa? Como desafiar o aluno a dar o seu melhor, fazendo com que ele se adapte as diversas situações e não desista do seu futuro?

Marco Antônio Moreira, doutor em ciências pela Universidade de Cornell – EUA tendo como orientadores Joseph Novak e D.B. Gowin, é considerado atualmente um especialista na aprendizagem significativa sustentou-se nas ideias desenvolvidas por Neil Postman e Charles Weingartner e produziu um trabalho cuja argumentação centra-se na questão de que neste tempo de mudanças rápidas e drásticas, a aprendizagem deve ser não só significativa, mas também subversiva (revolucionária).

Para Moreira (2000), a saída seria uma postura crítica como estratégia de sobrevivência na sociedade contemporânea, seria a aprendizagem significativa subversiva, onde o termo aprendizagem significativa crítica pode ser o rótulo mais adequado para o tipo de subversão a qual o presente autor se refere.

Assim, nos dias de hoje, não basta obter uma aprendizagem significativa, a aquisição de novos conhecimentos tem que vir de maneira crítica.

2.2 A Aprendizagem Significativa Crítica

Os alunos de hoje irão usar conhecimentos que ainda não foram descobertos, tecnologias que ainda não foram inventadas, assim como as escolas públicas podem hoje ajudar os alunos nos desafios do futuro?

Para Moreira (2000), estamos na era da evolução tecnológica e a educação, no entanto continua promover vários conceitos fora de foco. Ainda se ensinam “verdades”, respostas “curtas”, entidades isoladas, conceitos de estados e coisas fixas, o conceito de informação como algo necessário, conceito de idolatria a tecnologia, conceito de consumidor, conceito de globalização da economia como algo necessário e inevitável, conceito de que o “mercado dá conta” e ainda se “transmite” o conteúdo, desestimulando o conhecimento, O discurso educacional pode ser outro, mas a prática educativa continua a não fomentar o “aprender a aprender” que permitirá à pessoa lidar frutiferamente com a mudança. Mas qual seria a saída?

A teoria da aprendizagem significativa crítica (TASC) permite o sujeito fazer parte de sua cultura e ao mesmo tempo estar fora dela, ou seja, é através dessa aprendizagem que o aluno poderá lidar construtivamente com mudança, manejar a informação sem sentir impotente frente usufruir.

Postman e Weingartner (1969) afirmava que embora devesse preparar o aluno para viver em uma sociedade, caracterizada pela mudança, cada vez mais rápida, de conceitos, valores, tecnologias, a escola ainda se ocupava de ensinar fora de foco, dos quais os mais óbvios eram:

1. O conceito de "verdade" absoluta, fixa, imutável, em particular desde uma perspectiva polarizadora do tipo boa ou má.
2. O conceito de certeza. Existe sempre uma e somente uma resposta "certa", e é absolutamente "certa".
3. O conceito de entidade isolada, ou seja, "A" é simplesmente "A", e ponto final, de uma vez por todas.
4. O conceito de estados e "coisas" fixos, com a concepção implícita de que quando se sabe o nome se entende a "coisa".
5. O conceito de causalidade simples, única, mecânica; a ideia de que cada efeito é o resultado de uma só, facilmente identificável, causa.

6. O conceito de que diferenças existem somente em formas paralelas e opostas: bom-ruim, certo-errado, sim-não, curto-comprido, para cima-para baixo, etc.
7. O conceito de que o conhecimento é "transmitido", que emana de uma autoridade superior, e deve ser aceito sem questionamento.

Isso foi há 50 anos quando a chegada do homem a lua e a chamada era nuclear simbolizavam grandes mudanças. Hoje, as mudanças são diárias e a educação, no entanto, continua a promover conceitos que Postman e Weingartner classificam como fora de foco. Moreira (2000) agregou novos conceitos fora de foco à lista de Postman e Weingarther como:

1. O conceito de informação como algo necessário e bom; quanto mais informação, melhor, estamos em plena era da informação.
2. O conceito de idolatria tecnológica; a tecnologia é boa para o homem e está necessariamente associada ao progresso e à qualidade de vida.
3. O conceito de consumidor cômico de seus direitos; quanto mais consumir, melhor; quanto mais objetos desnecessários comprar, melhor; mas deve fazer valer seus direitos de consumidor.
4. O conceito de globalização da economia como algo necessário e inevitável; o livre comércio sem restrições é bom para todos.
5. O conceito de que o "mercado dá conta"; por exemplo, a educação é uma mercadoria que pode ser vendida por qualquer instituição, "o mercado se encarrega" da oferta, da procura, da qualidade.

A escola ainda transmite a ilusão da certeza, mas procura atualizar-se tecnologicamente e talvez não abertamente prepare o aluno para a sociedade do consumo, para o mercado, para a globalização, para os conceitos citados acima e conhecidos como fora do foco.

Conhecemos somente cinco por cento do universo, então porque aceitar todas as teorias como uma verdade absoluta. Qual seria a saída para fazer com que os alunos aprendam de maneira questionadora?

Para Moreira (2000) a saída seria a aprendizagem significativa crítica, que é aquela que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. É através dessa aprendizagem que o aluno poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo.

Assim com Ausubel (1978) propõe alguns princípios para aprendizagem significativa, Moreira (2000) em sua TASC, enumera princípios norteadores para melhor eficiência das atividades educativas:

1º) *Princípio do conhecimento prévio.*

A aprendizagem significativa é o primeiro passo para ser crítico de algum conhecimento, diante disso seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante. Dessa forma, os professores devem preparar suas aulas a partir do que os alunos já sabem para propiciarem uma atividade significativa e crítica.

2º) *Princípio da interação social e o questionamento.*

Aprender através de perguntas ao invés de respostas. Professores e alunos devem compartilhar significados em relações aos materiais propostos. Essa interação deve ser envolvida com trocas de perguntas para gerar novo conhecimento. A interação social é indispensável para a concretização de um episódio de ensino.

O mais comum nas escolas é a mera transmissão de respostas. Primeiro do professor para os alunos em sala de aula e depois do aluno para o professor nas provas. Isso acaba não gerando uma aprendizagem crítica e sim uma aprendizagem mecânica.

Contudo, deve ficar claro que este princípio não nega a validade de momentos explicativos, é fundamental que professor e alunos tenham uma postura dialógica, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto falam ou ouvem.

3º) *Princípio da não centralidade do livro texto.*

Aprender através da diversidade de materiais instrucionais. A partir de várias formas e materiais pode-se ter uma visão da produção do conhecimento humano. A seleção dos materiais tem que ser cuidadosa e diversificada para ser um facilitador da aprendizagem significativa crítica.

4º) *Princípio do aprendiz como receptor/representador.*

O aprendiz percebe o mundo e o representa, o importante não é o que o aluno recebe, mas como ele percebe essa informação. Esta percepção não está ligada apenas às experiências do passado, está, também, fortemente atrelada à funcionalidade, a busca de um sentido, a capacidade da nova informação dar conta de ajuda-lo a compreender, ou dar sentido as coisas do mundo. Vemos as coisas não como elas são, mas como nós somos. O professor e o aluno devem buscar perceber de maneiras semelhantes os materiais educativos do currículo, sendo assim isso nos mostra a importância a interação social.

5º) *Princípio do conhecimento da linguagem.*

A chave da compreensão de um "conhecimento", ou de um "conteúdo" é conhecer sua linguagem. Tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem. Assim, para termos compreensão de algo temos que conhecer e ter o domínio da sua linguagem.

Aprender de maneira crítica é perceber que a nova linguagem é como uma nova maneira de perceber o mundo.

6º) *Princípio da consciência semântica.*

O significado está nas pessoas, não nas palavras. Portanto, para os alunos atribuírem um significado a alguma coisa na direção de uma aprendizagem significativa eles têm que ter conhecimentos prévios, aqui se observa outra vez a importância do conhecimento prévio.

Outra conscientização que devemos ter é de que o significado das palavras muda constantemente, pois estamos em um mundo permanentemente em mutação. Se fixarmos esse significado podem dificultar a percepção da mudança e dificultar a aprendizagem significativa. Portanto, para um indivíduo ter uma aprendizagem significativa crítica ele precisa ter consciência semântica para ser capaz de fazer escolhas e tomar decisões.

7º) *Princípio da aprendizagem pelo erro.*

O ser humano erra o tempo todo. Não há nada de errado em errar. Errado é pensar que a certeza existe que a verdade é absoluta e que o conhecimento é permanente.

A escola, no entanto, pune o erro e busca promover a aprendizagem de fatos, leis, conceitos e teorias como verdades absolutas.

8º) *Princípio da desaprendizagem.*

Desaprender está sendo usado aqui com o significado de não usar o conhecimento prévio que impede que o sujeito capte significados compartilhados a respeito do novo conhecimento. Não se trata de "descartar" algum conhecimento prévio da estrutura cognitiva, mas sim não usá-lo como subsunçor.

9º) *Princípio da incerteza do conhecimento.*

A aprendizagem significativa crítica só ocorrerá quando o aprendiz souber que definições são invenções ou criações humanas, que as perguntas geram aquilo que sabemos e que todo conhecimento é representativo. Nosso conhecimento é incerto, pois depende das perguntas que fazemos sobre o mundo.

10º) *Princípio da não utilização do quadro de giz.*

O ensino tradicional onde os professores passam a matéria no quadro, os alunos copiam, decoram e reproduzem não traz uma aprendizagem significativa. O uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam o ensino centrado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica, nesse princípio ressaltamos a participação efetiva do aluno.

11º) *Princípio do abandono da narrativa.*

Este princípio é complementar ao da não utilização do quadro de giz que, por sua vez é complementar ao da não centralidade do livro texto. É importante criar oportunidade para o aluno interpretar, externalizar significados em construção, negociando-os com seus colegas e professor. Devem-se buscar situações de aprendizagem que alterem a apreciação do mundo pelos estudantes, aprofundando-a, ampliando-a e generalizando-a, ou seja, uma aprendizagem crítica. O professor como um mediador e ensino centrado no aluno. Assim, eles discutem, buscam significados entre si e apresentam suas atividades colaborativamente.

O modelo da narrativa parece natural aos alunos, aos pais, à sociedade, e por isso não é questionado.

Alguns destes princípios são metafóricos. Por exemplo, abandonar o livro de texto, o quadro de giz e a narrativa não significa não usá-los, mas sim não tornar-se escravo deles, não considerá-los como os mais importantes recursos instrucionais. Ensinar perguntas ao invés de respostas não significa não trazer à sala de aulas as respostas que existem para determinadas perguntas, mas sim que é igualmente importante ensinar os alunos a perguntar e buscar respostas. Precisamos envolver os alunos para usar suas oportunidades educacionais da melhor maneira possível.

No artigo, encontrado ao longo da revisão bibliográfica, intitulado: “*A Ludicidade na construção do conhecimento em aulas de ciências nas séries iniciais da educação básica*” os autores, Orcenil Ribeiro Filho e Marcelo Zanotello (Revista Experiência em Ensino de Ciências, V.13 nº 2, 2018), analisaram a utilização de um jogo denominado “*da presa e do predador*” e chegaram a conclusão que cabe à escola, ao professor e outros agentes sociais potencializarem as curiosidades dos estudantes, oferecendo alternativas e meios positivos para que suas indagações sejam respondidas e novas questões possam surgir, estimulando o estudo a respeito do que querem saber ou conhecer sobre o mundo para que se tornem mais críticos em suas ações na busca por soluções de problemas, fomentando seu crescimento intelectual e social.

O presente trabalho tem como enfoque levou em consideração os dez princípios da TASC. Onde os alunos se envolveram no processo de ensino, não se importando somente com o resultado final, pois a escola de nível médio não é o grau acadêmico terminal e sim o começo.

De modo convergente ao citado acima, este trabalho usou atividades experimentais associadas ao lúdico como estratégia para o ensino de física de forma significativa e crítica.

2.3 O lúdico no ensino de ciências

Esta pesquisa está apoiada no lúdico que é definido da seguinte forma:

A palavra lúdico vem do latim *ludus* e significa brincar. Neste brincar estão incluídos os jogos, brinquedos e divertimentos e é relativa também à conduta daquele que joga, que brinca e que se diverte. Por sua vez, a função educativa do jogo oportuniza a aprendizagem do indivíduo, seu saber, seu conhecimento e sua compreensão de mundo (TEIXEIRA; ROCHA; SILVA, 2010, p. 5).

Unido ao conceito de lúdico está o de ludicidade. Luckesi faz uma breve análise da relação da ludicidade com a atividade lúdica:

O que a ludicidade traz de novo é o fato de que o ser humano, quando age ludicamente, vivencia uma experiência plena. Com isso, queremos dizer que, na vivência de uma atividade lúdica, cada um de nós estamos plenos, inteiros nesse momento; nos utilizamos da atenção plena, como definem as tradições sagradas orientais. Enquanto estamos participando verdadeiramente de uma atividade lúdica, não há lugar, na nossa experiência, para qualquer outra coisa além dessa própria atividade. Não há divisão. Estamos inteiros, plenos, flexíveis, alegres, saudáveis. Poderá ocorrer, evidentemente, de estar no meio de uma atividade lúdica e, ao mesmo tempo, estarmos divididos com outra coisa, mas aí, com certeza, não estaremos verdadeiramente participando dessa atividade. Estaremos com o corpo aí presente, mas com a mente em outro lugar e, então, nossa atividade não será plena e, por isso mesmo, não será lúdica (LUCKESI, 2005, p. 43).

Desta maneira, a ludicidade é entendida então como um “estado de consciência” em que o indivíduo precisa vivenciar uma atividade lúdica com plenitude, voltando toda sua atenção para ela. São as “sensações do prazer da convivência” quando as atividades são desenvolvidas em grupo, principalmente, sendo que cada pessoa terá sua própria sensação de ludicidade durante a atividade lúdica (LUCKESI, 2005, p. 6).

As atividades lúdicas compreendem os jogos, truques, as brincadeiras, filmes e quaisquer atividades que exercitam a habilidade mental e a imaginação, são as atividades que prendem a atenção, entusiasma, animam e ensinam com eficiência,

porque transmitem as informações de várias maneiras, estimulando os sentidos e não se tornando cansativas (FALKEMBACH, 2008, p. 1).

Acredita-se que para o ensino de Física o professor deve proporcionar algumas atividades lúdicas em sala de aula, pois ajudará o aluno a compreender melhor o conteúdo ministrado, uma vez que essas atividades são muito importantes, pois o ensino de física para muitos alunos é complicado e entediante (BRANCO; MOUTINHO, 2015).

A imaginação e a curiosidade também constituem um diferencial no momento da aprendizagem científica. De acordo com Pietrocola (2004), as atividades científicas tornam-se importantes e instigadoras quando são capazes de excitar nossa curiosidade. Dessa forma, através da nossa imaginação, o pensamento passa a apreender o desconhecido buscando uma explicação para os enigmas. A curiosidade serve então de fio condutor para as atividades, que não teriam o mesmo significado, caso fossem meramente burocráticas e exercidas com o propósito de cumprir obrigações. Pode-se afirmar que a curiosidade nasce do desconhecido que pode de alguma forma ser apreendido pela imaginação. Dentre tantos recursos didáticos que podem ser utilizados pelo professor a fim de oportunizar e facilitar.

Não colocamos uma criança dentro de uma piscina e dizemos: nade. Mas, em uma escola é assim, colocamos os alunos dentro de uma sala e dizemos: aprenda. Precisamos tornar as aulas mais interativas, deixar os alunos mais envolvidos e incentivar a ser responsável pela sua tarefa.

Nessa direção, este trabalho fez uso de uma gincana, intitulada: “Física Malúdic”, com atividades experimentais de demonstração que teve como objetivos ilustrar aspectos físicos em destaque e facilitar a interpretação de fenômenos físicos (ARAÚJO; ABIB, 2003) e com atividades experimentais de investigação dirigida que proporciona o uso de laboratório não estruturado e montagem e execução de experimentos pelos próprios alunos (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Para Araújo e Abib (2003) as atividades experimentais podem ser facilmente integradas a uma aula no seu ponto de partida, procurando despertar o interesse do aluno para o tema abordado. Araújo e Abib (2003) acreditam que para a ampliação da eficiência do processo de aprendizagem, essas atividades devam ser conduzidas de modo que seja permitido o questionamento por parte dos alunos, assim utilizaremos nesse trabalho a estratégia do lúdico.

Para a elaboração da sequência didática proposta nesse trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema: Ludicidade para o ensino de Física. Para a revisão foram selecionados nove artigos, a partir dos artigos identificados foi realizada uma análise de conteúdo, seguindo as orientações de Bardin (2011), para qual define análise de conteúdo como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição de conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 117).

A análise do conteúdo segue três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Depois da leitura flutuante, foram recortadas as unidades dos artigos e categorizados em quatro categorias: Objetivos, Metodologias, Tipos de Análises e Conclusão.

A análise do conteúdo demonstrou que 43% das estratégias que utilizam o lúdico facilitam a mediação entre professor e aluno, 50% dos trabalhos analisados utilizaram jogos de perguntas e respostas como estratégia lúdica, 55% dos artigos usaram questionários de pergunta e resposta para análise de dados e 36% das pesquisas concluíram que o uso do lúdico facilita a aprendizagem.

O trabalho da revisão bibliográfica foi apresentado *no V Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão*, realizado no IF Fluminense – *campus* Campos-Guarus.

Outro trabalho feito para melhor elaboração do roteiro do produto foi aplicado um questionário de opinião (Apêndice A) para tentar identificar a melhor estratégia a ser usada no produto educacional. Esse questionário foi aplicado durante a 25ª Semana da Feira Saber Fazer Saber, realizado no IF Fluminense – *campus* Campos-Centro e no Minicurso “*Experimentação e Lúdico na Matemática do Magnetismo*”, realizado no Instituto Federal Fluminense – *campus* Macaé.

Foram analisados ao todo 72 questionários de opinião, nessa análise concluímos que 83% dos alunos nunca usaram jogos para revisão de algum conteúdo, 64% dos alunos fazem uso de resumo ou lista de exercícios para revisão/aprendizado de algum conteúdo, 82% dos alunos preferem fazer atividades coletivas, 43% dos alunos gostariam que a escola utilizassem jogos com experimentos como método de ensino e 47% dos alunos classificaram o jogo “Se Liga” utilizado durante a apresentação como excelente.

2.3.1 A Experimentação como ferramenta de ludicidade no Ensino de Física

A compreensão do processo de ensino e aprendizagem na área de Ciências é um foco de pesquisa privilegiado. Vários são os trabalhos vinculados a essa temática (SCHNETZLER, 2002). Uma parte desse foco de pesquisa está relacionada ao uso de metodologias alternativas de ensino, tendo por objetivo oportunizar melhorias no processo de ensino e aprendizagem. Entre as estratégias pode-se destacar a experimentação e a ludicidade no Ensino de Física. A experimentação tem um papel relevante na aprendizagem escolar assim, o laboratório parece ser fundamental no Ensino de Ciências e pensar em descartá-lo seria, na opinião de muitos pesquisadores, destruir a Ciência em seu contexto (HODSON, 1994).

As atividades experimentais como ferramenta do processo educacional estão fundamentadas na Lei N° 9394/96 e na resolução CNE/CEB N° 2/2012, que cita que a educação tem a finalidade de provocar o desenvolvimento do aluno, seu preparo para o exercício da cidadania e atender sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1997). Os Parâmetros Curriculares Nacionais indicam um ensino de Física focado no desenvolvimento de competências relacionadas à investigação e à compreensão de fenômenos físicos, à linguagem Física e sua comunicação, e à contextualização histórica e social da Física, integrando-a com outras áreas de conhecimento (PCN, 2002).

Um trabalho experimental deve oportunizar situações de investigação aos alunos, deve ser bem planejado e aproximando-o do universo de experiência do estudante. Além disso, é necessário encontrar maneiras de usar as atividades experimentais com propósitos mais coerentes e definidos. Usar a experimentação como ferramenta da ludicidade, fará com que o aluno se envolva plenamente na realização das atividades e determinará o seu engajamento.

A utilização de atividades experimentais como estratégia de ensino tem sido considerada por professores e alunos uma das condições mais positivas de se diminuir as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAÚJO; ABIB, 2013).

Segundo Araújo e Abib (2013), a utilização adequada de metodologias experimentais, sendo de natureza de demonstração, verificação ou investigação, pode promover a formação de um ambiente propício ao aprendizado de conceitos científicos sem que se despreze ou desvalorize os conceitos pré-existentes dos estudantes. Isso

torna o cidadão crítico, contemporâneo e atuante, preparado para intervir e colaborar para o bem-estar da sociedade em que participa (JÚNIOR E SILVA, 2013).

Uma aula experimental e lúdica organizada de forma a permitir que o aluno se envolva em uma situação problema direcionada para a resolução deste problema poderá contribuir no raciocínio lógico do aluno perante a situação e permite que ele apresente argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão satisfatória (SUARTE; MARCONDES, 2008).

A organização de uma proposta que trabalhe com metodologias alternativas de ensino, experimentação e ludicidade pode contribuir para a melhoria da compreensão de conceitos científicos. Há pesquisadores e educadores usando a experimentação e a ludicidade como ferramenta de ensino.

Ao longo da revisão bibliográfica realizada neste trabalho foram identificados duas teses de mestrado que utilizaram a experimentação como ferramenta na ludicidade com foco na aprendizagem significativa. Na primeira tese intitulada: “*A mágica como ferramenta de estimulação da aprendizagem no ensino de física*” o autor Alex Sandro Bôsko de Souza (Centro Universitário de Volta Redondo, 2015) associou a experimentação ao recurso lúdico da mágica, como um instrumento transformador, que possibilitou a contextualização para uma aula mais dinâmica, visando uma aprendizagem significativa. O trabalho foi feito sobre o conteúdo de Física com foco no estudo da Óptica relacionado aos fenômenos ópticos da luz (reflexão e refração). Para realização dos experimentos de forma lúdica foi realizado uma oficina para construir o experimento “caixa mágica”, após a utilização do experimento houve uma aula dialogada sobre os conceitos de reflexão e refração.

O autor dessa tese percebeu o envolvimento dos alunos durante todo o processo de preparação, execução da oficina e o estudo dos conteúdos físicos envolvidos na prática aconteceram de forma positiva, proporcionando uma aprendizagem participativa e marcante na vida de cada um.

Na segunda tese intitulada “*Uma Proposta de Sequência didática para tópicos de magnetismo e eletromagnetismo*” o autor Artur José dos Santos Pires (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016) aplicou uma sequência didática pautada na atividade experimental por meio de uma abordagem investigativa e lúdica com uma turma da 4ª série do Ensino Técnico Integrado em informática de nível Médio de uma instituição da rede pública federal de ensino da cidade de Campo Mourão/Pr. A sequência didática proposta teve duração de quatro aulas, onde os alunos foram

convidados a trabalhar em pequenos grupos (os quais foram denominados A, B, C e D), e após fazer os experimentos os mesmos respondiam a um questionário, estes foram recolhidos pelo professor, o grupo que tivesse o maior número de questões respondida de forma correta recebia uma pontuação extra na avaliação.

O autor desta segunda tese observou que houve melhora significativa no aprendizado dos conceitos de eletricidade e magnetismo, além das aulas terem sido mais dinâmicas e atrativas para os alunos, facilitando assim o processo de ensino e aprendizagem.

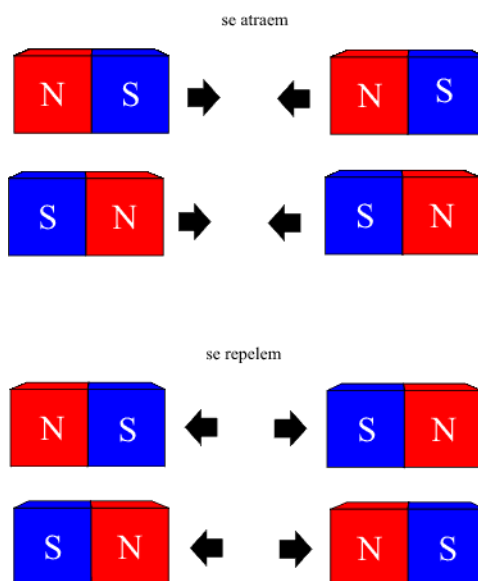
Na visão deste trabalho, a elaboração de experimentos foi implementada como subsídio lúdico nos contextos da sequência didática, com a finalidade de encontrar indícios que apontam para uma aprendizagem significativa crítica de conceitos relativos a tópicos do magnetismo.

2.4 Tópicos do Magnetismo

A análise dos tópicos do Magnetismo nessa pesquisa foi realizada tendo como referência as literaturas Física III Eletromagnetismo (YOUNG, 2009; FREEDMAN, 2009, p. 202) e Fundamentos de Física Eletromagnetismo (HALLIDAY, 2012; RESNIK, 2012; WALKER, 2012, p. 190).

Os fenômenos magnéticos, foram observados em fragmentos de minério de ferro imantados nas proximidades da antiga cidade de Magnésia. Esses fragmentos hoje são conhecidos como ímãs permanentes. Verificou-se que um ímã permanente exerce uma força sobre outro ímã ou sobre um pedaço de ferro não imantado. Descobriu-se que deixando uma haste de ferro em contato com um ímã natural, ela se torna imantada. Quando essa haste imantada “flutua” sobre a água ou é suspensa por um fio preso em seu centro, ela tende a se alinhar na direção norte-sul. A agulha de uma bússola comum nada mais é do que um fragmento de ferro imantado como esse.

Antes de compreender a relação da interação magnética em termos de carga em movimento, as interações de ímãs permanentes e de agulhas de bússolas eram explicadas com base em pólos magnéticos. Quando um ímã permanente possui forma de barra, podendo girar livremente, uma das suas extremidades aponta para o norte. Essa extremidade denominada pólo norte ou pólo N; outra extremidade é o pólo sul ou pólo S. Os pólos opostos se atraem e os pólos de mesmo nome se repelem (Figura 1).

Figura 1 – Interação entre ímãs.

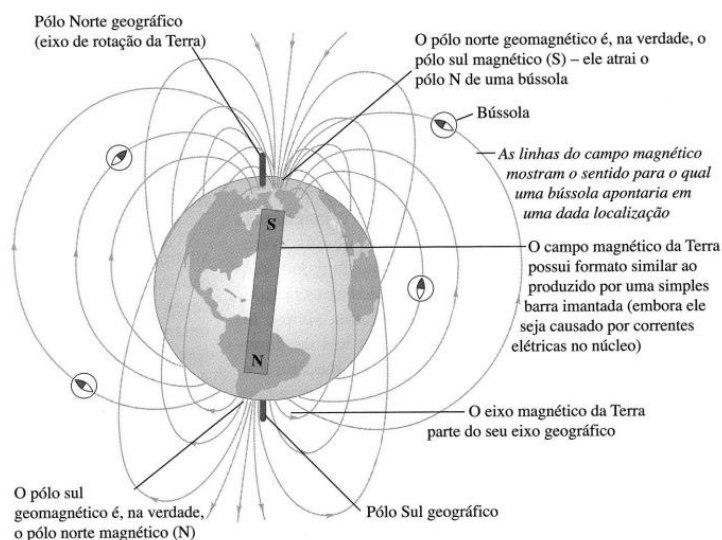
Fonte:

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/imasemagnetos.php>. Acesso em 27/07/2018.

Um objeto que contém ferro, porém não imantado, é atraído por qualquer um dos pólos de um ímã permanente. Essa é atração que ocorre entre um ímã e a porta de aço de uma geladeira. Por analogia à interação elétrica, podemos descrever as interações entre os ímãs e entre o ímã e um objeto que contém ferro afirmando que o ímã cria um campo magnético no espaço em torno dele e um segundo corpo sofre a ação desse campo. A agulha de uma bússola tende a se alinhar ao campo magnético do local onde ela está.

A própria Terra é um ímã. Seu pólo norte geográfico está próximo do pólo sul magnético, sendo essa a razão pela qual o pólo norte da agulha de uma bússola aponta para o norte. O eixo de simetria do campo magnético da Terra não é paralelo ao eixo geográfico (ou eixo de rotação), de modo que a direção indicada pela agulha da bússola é ligeiramente desviada da direção geográfica norte-sul. Esse desvio, que varia de um local para outro, denomina-se declinação magnética ou variação magnética. Além disso, o campo magnético não é horizontal na maior parte dos pontos da superfície terrestre; o ângulo para cima ou para baixo indica a inclinação magnética. Sobre os pólos magnéticos, o campo magnético é vertical.

A Figura 2 mostra um esboço do campo magnético da Terra. As curvas chamadas de linhas do campo magnético mostram a direção e o sentido indicados pelas agulhas das bússolas em cada ponto.

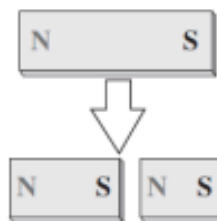
Figura 2 – Esboço do campo magnético da Terra.

Fonte: http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/danielvieira/materiais/Capitulo7Secoes_7.pdf. Acesso em 27/07/18.

O conceito de pólo magnético pode parecer semelhante ao de carga elétrica; o pólo norte e o pólo sul podem parecer análogos a uma carga positiva e uma negativa. Porém, essa analogia é capaz de causar confusão. Embora existam cargas negativas e positivas isoladas, não existe nenhuma evidência experimental da existência de um pólo magnético isolado; os pólos magnéticos sempre existem em pares. Quando uma barra imantada é partida ao meio, cada extremidade de cada pedaço constitui um polo (Figura 3). A existência de um pólo magnético isolado, ou monopolo magnético, teria consequências importantes para a física teórica.

Figura 3- Quebra de um ímã.

Quebrar um ímã em duas parte



... produz dois ímãs,
não dois pólos isolados.

Fonte <http://www.fisica.ufjf.br/~radias/Fisica3/Cap27-CampoMagneticoeforcasmagneticas.pdf>. Acesso em 27/07/18.

A Lei de Gauss para os campos magnéticos, conhecida como uma das equações de Maxuell, mostra a ausência de monopolos magnéticos equação 1

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0. \quad (\text{equação 1})$$

A primeira evidência da relação entre o magnetismo e o movimento de cargas foi descoberta em 1819, pelo cientista dinamarquês Hans Christian Oersted. Ele verificou que a agulha de uma bússola era desviada por um fio conduzindo corrente elétrica. Pesquisas semelhantes foram realizadas na França por André Ampère. Alguns anos depois, Michael Faraday, na Inglaterra, e Joseph Henry, nos Estados Unidos, descobriram que o movimento de um ímã nas vizinhanças de uma espira condutora pode produzir corrente elétrica na espira. Agora sabemos que as forças magnéticas entre dois ímãs (Figura 1) e entre ímã e o ferro são produzidas fundamentalmente pelo efeito magnético dos elétrons dos átomos no interior dos corpos.

Assim, verifica-se que as interações elétricas e magnéticas estão relacionadas e foram unificados no eletromagnetismo, culminando com a formulação desses princípios nas equações de Maxwell. Essas equações representam uma síntese do eletromagnetismo, do mesmo modo que as leis do movimento de Newton constituem uma síntese da mecânica, e, assim como as leis de Newton, essas equações representam uma imensa conquista intelectual da humanidade.

2.4.1 Campo Magnético

Os campos magnéticos podem ser produzidos de duas formas. A primeira forma é usar partículas eletricamente carregadas em movimento, como elétrons responsáveis pela corrente elétrica em um fio. Outra forma de produzir um campo magnético é usar partículas elementares, do mesmo modo como a massa e a carga elétrica (quando existe) são propriedades básicas. Em alguns materiais os campos magnéticos dos elétrons se somam para produzir um campo magnético no espaço que cerca o material, isso é um ímã permanente. Na maioria dos materiais os campos magnéticos dos elétrons se cancelam e o campo magnético em torno do material é nulo.

Determinamos o campo elétrico \vec{E} em um ponto colocando uma partícula de prova com uma carga q nesse ponto medindo a força elétrica \vec{F}_e que age sobre a partícula. Em seguida definimos o campo elétrico \vec{E} através da equação 2

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}. \quad (\text{equação 2})$$

Se dispuséssemos de um monopolo magnético, poderíamos definir \vec{B} de forma análoga. Entretanto, como os monopolos magnéticos ainda não foram encontrados,

devemos definir o campo magnético de outra forma, ou seja, em termos de força magnética exercida sobre uma partícula de prova carregada eletricamente em movimento.

Em princípio, fazemos isso medindo a força \vec{F}_b que age sobre a partícula quando ela passa pelo ponto no qual \vec{B} está sendo medido com várias velocidades e direções. Podemos em seguida definir o campo magnético \vec{B} como uma grandeza vetorial cuja direção coincide com aquela para a qual a força é zero. Depois de medir \vec{F}_b para \vec{v} perpendicular a \vec{B} , definimos o módulo de \vec{B} em termos do módulo da força segundo a equação 3:

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}_b}{|q|v}, \quad (\text{equação 3})$$

em que q é a carga da partícula.

Podemos expressar esses resultados através da equação 4

$$\vec{F}_b = q\vec{v} \times \vec{B}; \quad (\text{equação 4})$$

ou seja, a força \vec{F}_b que age sobre a partícula é igual a carga q multiplicada pelo produto vetorial da velocidade \vec{v} pelo campo \vec{B} (medidos no mesmo referencial).

De acordo com a equação 4, a força é zero se a carga é zero ou se a partícula está parada, também mostra que a força é zero se \vec{v} e \vec{B} são paralelos ou antiparalelos e máxima quando \vec{v} e \vec{B} são perpendiculares.

A unidade de \vec{B} no sistema internacional é o newton por coulomb-metro por segundo. Por conveniência, essa unidade é chamada de tesla (T).

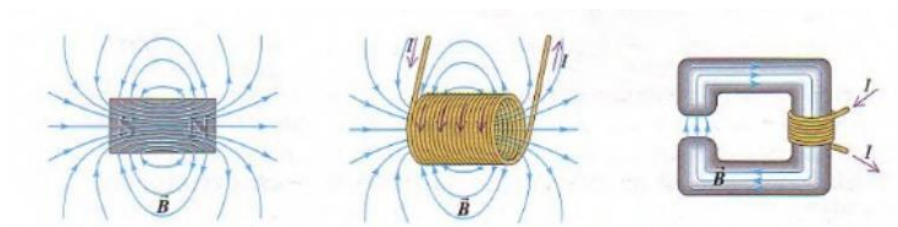
A equação 4 é a primeira de uma série de produtos vetoriais que encontraremos ao estudar as relações que envolvem campos magnéticos. É importante ressaltar que essa equação não foi deduzida teoricamente, mas obtida com base em observações experimentais. Essa equação é válida tanto para cargas positivas quanto para cargas negativas. Quando q é negativa, o sentido da força \vec{F}_b é contrário ao sentido do produto vetorial $\vec{v} \times \vec{B}$.

2.4.2 Linhas de Campo Magnético e Fluxo Magnético

Podemos representar qualquer campo magnético pelas linhas do campo magnético, do mesmo modo que fizemos para o campo magnético da Terra, na Figura 2. Nos locais onde as linhas de campo são agrupadas mais compactamente, o módulo do campo magnético é elevado; quando a distância entre as linhas for grande, o módulo do campo magnético será pequeno. Além disso, como \vec{B} só pode ter uma direção e um sentido em cada ponto, concluímos que duas linhas de campo não podem se interceptar.

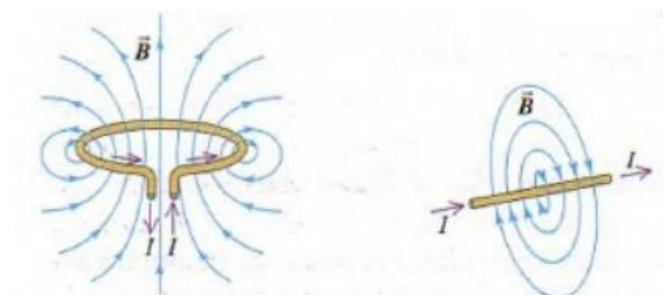
As linhas de campo magnético produzidas por diversas fontes comum de campo magnético são indicadas nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 – Linhas de campo magnético produzidas por várias fontes.



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/49479789/Capitulo-27-Sears>. Acesso em 29/07/2018.

Figura 5 – Linhas de campo magnético produzidas por várias fontes.



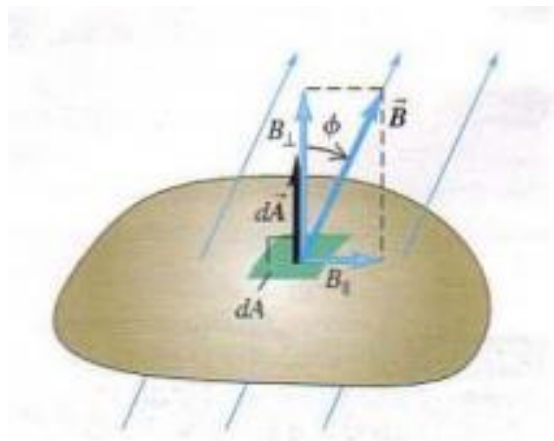
Fonte: <https://pt.scribd.com/document/49479789/Capitulo-27-Sears>. Acesso em 29/07/2018.

Como os padrões de campo magnético são tridimensionais, geralmente é necessário desenhar linhas do campo magnético que apontam para dentro e para fora do plano de um esboço. Para isso, usamos um ponto (\cdot) para representar um vetor orientado para fora do plano e uma cruz (\times) para representar um vetor bem orientado para dentro do plano.

2.4.3 Fluxo Magnético e a lei de Gauss para o magnetismo

Definimos o fluxo magnético Φ_B através de uma superfície de modo análogo à descrição do fluxo elétrico relacionado a lei de Gauss. Podemos dividir qualquer superfície em elemento de área dA (Figura 6).

Figura 6 – Fluxo do campo magnético através de um elemento de área dA



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/49479789/Capitulo-27-Sears>. Acesso em 29/07/2018.

Para cada elemento, determinamos B_{\perp} , o componente de \vec{B} normal à superfície do elemento conforme indicado. De acordo com a Figura 5, temos $B_{\perp} = B \cos \phi$, em que ϕ é o ângulo entre a direção de \vec{B} e a reta perpendicular à superfície. (Cuidado para não confundir o ângulo ϕ com o fluxo magnético Φ_B). Definimos o fluxo magnético $d\Phi_B$ através da superfície como

$$d\Phi_B = \vec{B} \cdot d\vec{A} = B \cos \phi dA. \quad (\text{equação 5})$$

O fluxo magnético total magnético através da superfície é a soma das contribuições dos elementos de área individuais:

$$\Phi_B = \int B_{\perp} dA = \int B \cos \phi dA = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}. \quad (\text{equação 6})$$

O fluxo magnético é uma grandeza escalar. No caso especial para o qual \vec{B} é uniforme sobre uma superfície plana com área total A , B_{\perp} e ϕ são os mesmos em todos os pontos sobre a superfície, e portanto

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot d\vec{A} = BA \cos \theta. \quad (\text{equação 7})$$

A unidade SI de fluxo magnético é dada pela unidade de campo magnético (1T) multiplicada pela unidade de área (1m²). Essa unidade é chamada de weber (1wb), em homenagem ao físico alemão Wilhelm Weber (1804 -1891).

O fluxo magnético total através de uma superfície fechada é sempre igual a zero.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0. \quad (\text{equação 8})$$

A equação 8, chamada de lei de Gauss do magnetismo, decorre que as linhas de campo magnético devem ser sempre fechadas.

2.4.4 Força magnética sobre um condutor transportando uma corrente.

Como funciona um motor elétrico? As forças que fazem girar são as forças que um campo magnético produz sobre um condutor que transporta uma corrente. As forças magnéticas que atuam sobre as cargas que se movem no interior do condutor são transmitidas para o material do condutor, que, como um todo, sofre a ação dessa força distribuída ao longo do seu comprimento.

Podemos calcular a força atuante sobre um condutor que transporta uma corrente, começando com a força magnética que age sobre uma única carga

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}. \quad (\text{equação 9})$$

Para deduzirmos uma expressão para a força total sobre todas as cargas que se movem ao longo de um comprimento l do condutor com área da seção A, podemos usar o número de cargas por unidade de volume é n; um segmento do condutor de comprimento l possui volume Al e contem um número de cargas igual a nAl. A força total \vec{F} sobre todas as cargas que se movem nesse segmento possui módulo

$$F = (nAl) (qvB) = (nqvA) (lB). \quad (\text{equação 10})$$

A densidade de corrente é dada por $J = nqv$. O produto JlA fornece a corrente total I, de modo que a equação 10 pode ser escrita da forma

$$F = IlB. \quad (\text{equação 11})$$

Quando o campo \vec{B} não é perpendicular ao fio e forma um ângulo θ com ele, o módulo da força magnética sobre o segmento é então

$$F = IlB \sin \theta. \quad (\text{equação 12})$$

A força é sempre perpendicular tanto ao condutor quanto ao campo, e a mesma regra da mão direita usada para uma carga que se move pode ser usada para determinar a direção e o sentido da força. Logo, a força pode ser expressa como produto vetorial. Representando o segmento do fio pelo vetor \vec{l} ao longo do fio e com sentido idêntico ao da corrente, então a força \vec{F} que atua sobre o segmento é dado por

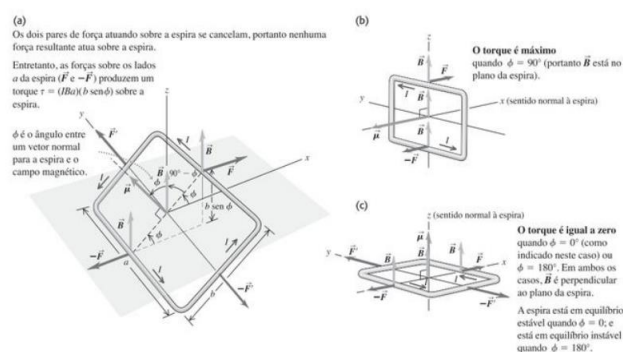
$$\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}. \quad (\text{equação 13})$$

2.4.5 Força e torque sobre uma espira de corrente

Condutores que transportam corrente são, em geral, fechados e formam espiras, de modo que é necessário usar a equação 13 para encontrar a força magnética total e o torque total sobre um condutor em forma de espira. Muitos dispositivos práticos utilizam a força magnética ou o torque sobre uma espira condutora, incluindo alto-falantes e galvanômetros.

A Figura 7 mostra uma espira retangular com lados a e b . Uma linha perpendicular ao plano da espira forma um ângulo ϕ com direção do campo magnético \vec{B} e a espira conduz uma corrente I . Os fios que conduzem a corrente para dentro e para fora da espira e a fonte da força eletromotriz foram omitidos para que o diagrama ficasse simples.

Figura 7- Torque sobre uma espira transportando corrente em um campo magnético uniforme.



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/49479789/Capitulo-28-Sears>. Acesso em 30/07/2018.

A força \vec{F} sobre o lado direito da espira é orientada para direita, no sentido $+O_x$, conforme indicado na Figura 7. Uma força $-\vec{F}$ como mesmo módulo, porém com sentido contrário, atua sobre o lado oposto da espira.

Os lados de comprimento b formam um ângulo $(90^\circ - \theta)$ com a direção de \vec{B} . As forças sobre esses lados são os vetores \vec{F} e $-\vec{F}$; os módulos desses vetores são dados por:

$$F = IbB \sin(90^\circ - \theta) = IbB \cos \theta. \quad (\text{equação 14})$$

As linhas de ação das forças \vec{F} e $-\vec{F}$ estão sobre o eixo O_y e estão sobre a mesma linha (Figura 7), portanto fornecem um torque resultante igual a zero em relação a qualquer ponto.

As duas forças \vec{F} e $-\vec{F}$ estão ao longo de duas linhas diferentes e cada uma delas fornece um torque em torno do eixo O_y . De acordo com a regra da mão direita, para determinar a direção e sentido do torque, verificamos que os vetores dos torques produzidos por \vec{F} e $-\vec{F}$ atuam no sentido $+O_y$; portanto, o vetor do torque resultante $\vec{\tau}$ é dado por:

$$\tau = 2F(b/2) \sin \theta = (Ib^2) (b \sin \theta). \quad (\text{equação 15})$$

O torque atinge seu valor máximo quando $\theta = 90^\circ$, \vec{B} está no plano da espira e a normal a esse plano é perpendicular a \vec{B} . O torque é igual a zero quando θ é igual a 0° ou 180° e a normal à espira é paralela ou antiparalela ao campo. O valor de $\theta = 0^\circ$ é uma posição de equilíbrio estável, porque o torque é igual a zero nesse ponto e, quando a espira gira ligeiramente a partir desse ponto, o torque resultante tenderá a fazê-la girar de volta para $\theta = 0^\circ$. A posição $\theta = 180^\circ$ corresponde a um equilíbrio instável; se ela for deslocada ligeiramente a partir dessa posição, a espira tenderá a se afastar ainda mais da posição $\theta = 180^\circ$. A Figura 6 mostra uma rotação em torno do eixo O_u , porém, como a força resultante sobre a espira é igual a zero.

A área A da espira é igual a ab , de modo que podemos reescrever a equação 15 na forma

$$\tau = IBA \sin \theta \quad (\text{equação 16})$$

O produto IA denomina-se momento de dipolo magnético ou momento magnético da espira, para o qual usamos a letra μ :

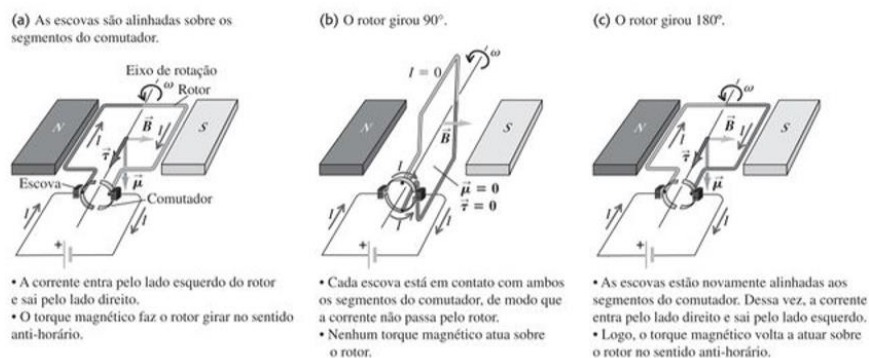
$$\mu = IA. \quad (\text{equação 17})$$

2.4.6 O motor de corrente contínua.

Os motores elétricos desempenham um papel importante na sociedade contemporânea. Em um motor, o torque magnético atua sobre um condutor que

transporta uma corrente e a energia é convertida em energia mecânica. Como exemplo, vamos examinar um tipo simples de motor de corrente contínua, indicado na Figura 8.

Figura 8- Funcionamento de um motor



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/49479789/Capitulo-28-Sears>. Acesso em 30/07/2018.

A parte móvel do motor é o rotor, uma espira que pode girar em torno do eixo e possui extremidades abertas ligadas a dois contatos. As extremidades dos fios do rotor são ligadas a dois contatos. As extremidades dos fios do rotor são ligadas a dois segmentos condutores, que formam um comutador.

Na Figura 8 a, cada um dos dois segmentos dos condutores entra em contato com uma escova, ligada a um circuito externo que inclui uma fonte de força eletromotriz. Isso produz uma corrente que entra no rotor pelo lado esquerdo e sai pelo lado direito. Portanto, o rotor é uma espira de corrente com momento magnético $\vec{\mu}$. O rotor está situado entre os pólos opostos de um ímã permanente, de modo que existe um campo magnético \vec{B} que exerce um torque.

Na Figura 8 b, o rotor girou 90° a partir de sua orientação Figura 8 a. Se a corrente através do rotor fosse constante, o rotor atingiria sua posição de equilíbrio; ele simplesmente oscilaria em torno dessa orientação. Porém, agora, o comutador entra em ação; nesse instante, as duas escovas estão em contato com ambas as partes isolantes dos segmentos dos computadores. Não há diferença de potencial entre os segmentos do comutador, nenhuma corrente flui através do rotor e o momento magnético é igual a zero. E virtude da inércia, o rotor continua a girar no sentido anti-horário e a corrente flui novamente através do rotor. Porém, agora a corrente entra pelo lado do comutador, oposto ao indicado na Figura 8 a. Embora a corrente esteja circulando em sentido contrário e relação aos comutadores, o próprio rotor girou 180° e o momento magnético

possui a mesma direção e o mesmo sentido do campo magnético. Graças ao comutador, a corrente se inverte a cada giro de 180° , de modo que o torque faz sempre o rotor girar no sentido anti-horário. O torque também pode aumentar usando-se um campo magnético mais forte, por isso muitos motores são projetados com eletroímã em vez de ímãs.

2.4.7 Lei de Ampère.

Para determinarmos um campo magnético produzido por uma distribuição de correntes com simetria elevada podemos usar a lei de Ampère.

A lei de Ampère não é formada em termos de fluxo magnético, mas definida como base em uma integral de linha de \vec{B} em torno de uma trajetória fechada, designada por

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} \quad (\text{equação 18})$$

Para introduzirmos a ideia básica da lei de Ampère, vamos considerar o campo magnético produzido por um condutor retilíneo longo que transporta uma corrente I . O campo magnético a uma distância r do condutor possui módulo dado por

$$B = \frac{\mu I}{2\pi r}, \quad (\text{equação 19})$$

e que as linhas de campo magnético são circunferências centralizadas sobre o condutor. Para calcular a integral de linha de \vec{B} em torno de uma dessas circunferências com o raio r . Em cada ponto sobre a circunferência, \vec{B} e $d\vec{l}$ são paralelos, logo, $\vec{B} \cdot d\vec{l} = B dl$; com r é constante ao longo da circunferência, B também é constante.

Assim, podemos passar B para fora da integral. A integral restante $\oint d\vec{l}$ nada mais é do que o comprimento da circunferência. Logo,

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \oint dl = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} (2\pi r) = \mu_0 I. \quad (\text{equação 20})$$

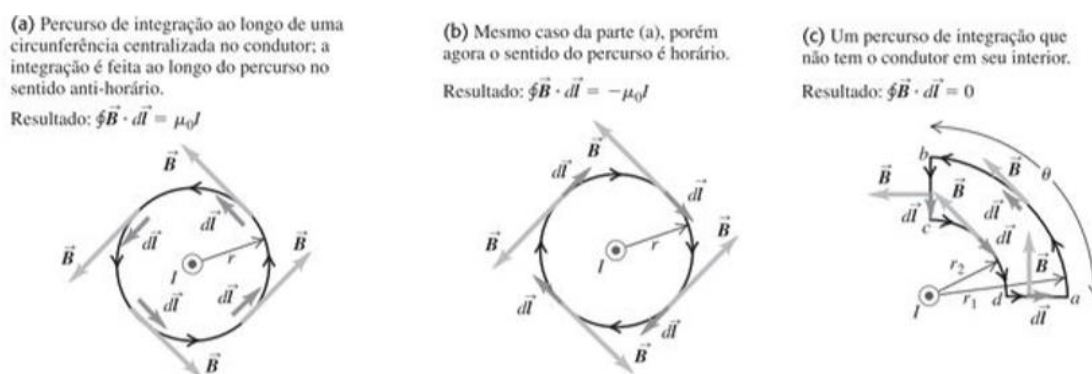
A partir disso, se conclui que a integral de linha não depende do raio da circunferência, sendo igual ao produto de μ pela corrente que passa na área no interior do círculo.

A integral de linha, equação 18, é sempre zero quando não existe nenhuma corrente atravessando na área delimitada pelo percurso de integração.

Na Figura 9, a situação é a mesma, porém a circunferência é percorrida em sentido contrário. Agora \vec{B} e $d\vec{l}$ são antiparalelos, logo $\vec{B} \cdot d\vec{l} = -B \cdot dl$ e a integral de

linha é igual a $-\mu I$. Obtivemos o mesmo resultado quando o percurso da integração era o mesmo da [Figura 8](#), porém com a corrente em sentido contrário. Portanto, a integral de linha $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l}$ é igual a μ multiplicado pela corrente que atravessa a área limitada pelo percurso de integração, com sinal positivo ou negativo que depende do sentido da corrente em relação ao sentido do percurso de integração.

Figura 9- Sentido do campo magnético.



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/49479789/Capitulo-28-Sears>. Acesso em 30/07/2018.

Na posição do elemento de linha $d\vec{l}$ o ângulo entre $d\vec{l}$ e \vec{B} é ϕ e

$$\vec{B} \cdot d\vec{l} = B dl \cos\phi. \quad (\text{equação 21})$$

De acordo com a Figura, $dl \cos\phi = r d\theta$, em que $d\theta$ é o ângulo submetido por $d\vec{l}$ em relação ao fio; e r é a distância entre $d\vec{l}$ e o fio. Logo,

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint \frac{\mu_0 I}{2\pi r} (r d\theta) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \oint d\theta. \quad (\text{equação 22})$$

Porém $\oint d\theta$ é igual a 2π , o ângulo varrido pela linha que liga o fio com $d\vec{l}$ durante uma volta completa através do percurso de integração. Portanto

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu I. \quad (\text{equação 23})$$

Existe uma regra para o sinal da corrente, dobre os dedos da sua mão direita em torno do sentido do percurso da integração. Desse modo, seu dedo polegar indica o sentido positivo da corrente.

O campo magnético total \vec{B} em qualquer ponto do percurso é dado pela soma vetorial dos campos individuais dos fios. Portanto, a integral de linha do campo magnético total \vec{B} é igual a μ vezes a soma algébrica das correntes. Para cálculo dessa

soma, usamos a regra do sinal. Quando o percurso de integração não inclui um fio particular, a integral de linha de \vec{B} é igual a zero para o fio considerado, pois o ângulo ϕ para esse fio durante uma volta completa é igual a zero, em vez de 2π . O fio que não está dentro da área englobada pelo percurso de integração continua contribuindo para \vec{B} em todos os pontos, porém a integral de linha durante uma volta completa é igual a zero.

Portanto, podemos substituir I da equação 23 por I_{inte} , a corrente total dada pela soma algébrica das correntes no interior ou englobadas pelo percurso da integração. O enunciado geral da lei de Ampère é

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu I_{\text{inte}}. \quad (\text{equação 24})$$

Embora a lei de Ampère tenha sido deduzida para o caso especial de fios retilíneos longos e paralelos, a equação 24 vale para todos os percursos e condutores, qualquer que seja a forma do condutor e do percurso escolhido.

2.4.8 Experiências de indução

Quase todos os aparelhos, desde a máquina de lavar, furadeiras elétricas e até computadores, possuem circuitos elétricos em suas partes internas. Sabemos que uma força eletromotriz (*fem*) é necessária para produzir uma corrente elétrica em um circuito. Sempre tomamos uma bateria como a fonte da *fem*.

Contudo, para a maior parte dos dispositivos elétricos usados na indústria e em nossas casas a fonte da *fem* não é uma bateria, mas uma usina geradora de energia elétrica, mediante a conversão de outras fontes de energia: energia potencial gravitacional em uma usina hidroelétrica, energia química em uma usina termoelétrica que queima carvão ou óleo e energia nuclear em uma usina nuclear.

Quando o fluxo magnético varia através de um circuito, ocorre a indução de uma *fem* e de uma corrente no circuito. Em uma usina geradora de energia elétrica, o movimento de um ímã em relação a uma bobina produz um fluxo magnético que varia através das bobinas e, portanto, surge uma *fem*.

O princípio central da indução eletromagnética é a lei de Faraday. Essa lei relaciona a *fem* ao fluxo magnético variável em qualquer tipo de espira, incluindo circuito fechado.

Durante a década de 1830, diversas experiências pioneiras sobre uma *fem* induzida magneticamente foram feitas por Michael Faraday, na Inglaterra, e por Joseph Henry, nos Estados Unidos. Na Figura 10 pode-se ver a variação desse fluxo.

Figura 10 - Demonstração do fenômeno da corrente induzida.



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/49479789/Capitulo-28-Sears>. Acesso em 01/08/2018.

O fenômeno comum a todas as experiências descritas acima é a variação do fluxo magnético através da bobina conectada ao galvanômetro. Em cada um dos casos analisados, o fluxo magnético varia, porque existe um campo magnético variável ou então porque a bobina se move através de um campo magnético não uniforme. A lei de Faraday, afirma que em todas as situações citadas acima a *fem* induzida é proporcional a taxa de variação do fluxo magnético.

2.4.9 Lei de Faraday.

Como afirmado acima, o fenômeno comum em todos os efeitos de indução é a variação do fluxo magnético através de um circuito. O fluxo magnético Φ através de uma área finita é a integral da expressão:

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int B dA \cos \theta. \quad (\text{equação 25})$$

Quando \vec{B} for uniforme ao longo de uma área plana \vec{A} , então

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \theta. \quad (\text{equação 26})$$

Assim o enunciado da lei de Faraday da indução é dada por: A *fem* induzida em uma espira fechada é dada pela taxa de variação do fluxo magnético, com o sinal negativo, através da área delimitada pela espira. Usando símbolos, a lei de Faraday é escrita na forma:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}. \quad (\text{equação 27})$$

Para entendermos o sinal negativo, precisamos entender a lei de Lenz.

2.4.10 Lei de Lenz.

A lei de Lenz é um método alternativo para determinar o sentido da fem ou da corrente induzida. A lei de Lenz não constitui um princípio independente, pois pode ser deduzida a partir da lei de Faraday. A lei de Lenz também nos ajuda a adquirir conhecimentos intuitivos dos diversos efeitos da indução e do papel desempenhado pela conservação de energia. Lenz foi um cientista alemão que realizou de modo independente muitas das experiências feitas por Faraday. A lei de Lenz afirma que o sentido de qualquer efeito de indução é tal que se opõe à causa que produz esse efeito. Ou seja, a corrente induzida se opõe à variação do fluxo magnético através do circuito.

3. METODOLOGIA

O presente capítulo retrata a abordagem metodológica utilizada neste trabalho, bem como o contexto de aplicação, os sujeitos da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, e das técnicas de análise dos dados das etapas investigativas.

3.1 A Pesquisa

A pesquisa ora realizada com a implementação de uma sequência didática integrante de um produto educacional, é de natureza qualitativa. Baseada na metodologia de estudo de caso nos moldes descritivo-interpretativos (ANDRÉ, 2001, p.18), pois está buscando interpretações para as relações do sujeito com o produto educacional, dos sujeitos com outros sujeitos e dos sujeitos com o conteúdo físico trabalhado.

O foco em uma pesquisa qualitativa é a compreensão dos fenômenos sociais pelo ponto de vista dos atores através da participação em sua vida (MOREIRA, 2000, p. 7). Preocupa-se com aspectos da realidade, que não podem ser tratados numericamente, concentrando-se em entender e explicar a dinâmica das interações sociais (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 31). Nesse método de pesquisa, a presença do pesquisador é de extrema importância, pois como o fenômeno sofre ação direta do ambiente ele só pode ser mais bem compreendido se observado no contexto onde ocorre (CAMPOS, s.d, s.p.). Por isso, o pesquisador é um instrumento fundamental que atua no ambiente natural e o considera como a sua fonte direta de dados, fazendo anotações, ouvindo, observando, registrando, documentando, buscando significados e interpretando a fim de produzir novas informações que tenham credibilidade (MOREIRA, 2000, p. 7).

Minayo (1994) aponta que:

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. [...] Ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 1994, p. 21-22).

Nesta pesquisa, optou-se pelo estudo de caso, onde o foco da pesquisa é estudar um indivíduo, um grupo ou um fenômeno (MOREIRA, 2000, p. 13). Moreira afirma que a pesquisa qualitativa no modelo de estudo de caso é a mais adequada, pois para [...]

fazer uma pesquisa do tipo estudo de caso, isto é, para entender um caso, para compreender e descobrir como as coisas ocorrem e por que ocorrem, para talvez falar algo a partir de um único exemplo ou para obter indicadores que possam ser usados em outros estudos (talvez quantitativos) é necessário uma profunda análise das interdependências das partes e dos padrões que emergem. O que se requer é um estudo de padrões, não de variáveis isoladas (MOREIRA, 2000, p. 13).

Foram coletadas evidências sobre o comportamento da turma em relação ao uso da estratégia de ensino e dos reflexos da atividade sobre o interesse e assimilação do conteúdo em si.

3.2 Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Colégio Estadual José do Patrocínio, no município de Campos dos Goytacazes do estado do Rio de Janeiro (Figura 11).

Figura 11- Colégio Estadual José do Patrocínio.



Fonte: Autoria própria.

O José do Patrocínio é um colégio urbano, pertencente à secretaria de educação do estado do Rio de Janeiro (SEEDUC), sob responsabilidade da Regional Norte Fluminense. No ano de 2018, segundo o senso escolar, havia cerca de mil e duzentos

alunos matriculados distribuídos entre Ensino Fundamental, Médio e Educação de Jovens e Adultos. No ano de 2018, a escola começou a ser preparada para implementação do Departamento Geral de Ações Socioeducativas (DEGASE) que é um órgão vinculado a Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) que tem a responsabilidade de promover socieducação. E em 2019 a escola começou a ofertar o ensino médio integrado, com o curso técnico em empreendedorismo.

O Colégio Estadual José do Patrocínio possui uma estrutura grande, mas precária. As salas de aulas são compostas basicamente de carteiras, cadeiras e quadro branco. Em alguns casos o quadro é arranhado e manchado, dificultando até mesmo as aulas tradicionais com o uso do quadro e piloto. A escola possui um laboratório de Ciências amplo, arejado como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – Laboratório do Colégio Estadual do José do Patrocínio.



Fonte: Autoria própria.

Existe à disposição dos professores um projetor e dois *notebooks*, fornecidos pela Secretaria de Educação do Estado, mas que raramente estão com seus cabos e plugues compatíveis com as tomadas da sala de aula, por isso utilizá-los é uma tarefa bem mais difícil do que deveria.

3.3 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos participantes da pesquisa possuíam duas aulas de física as terças-feiras das 7h20min às 9h00min. No que se refere à caracterização, a turma 3001 possui um total de trinta alunos matriculados, sendo que apenas vinte um alunos frequentam as aulas. Desses vinte e um alunos, quinze alunos são do sexo masculino e seis do sexo

feminino. Vale mencionar que os alunos foram divididos em três times de sete alunos, e que cada aluno recebeu um produto educacional, como apresentados na Figura 13.

Figura 13- Turma 3001 dividida em equipes.



Fonte: Autoria própria.

Diante do exposto, observamos que houve uma evasão de 30% da turma no primeiro semestre. Campos e Oliveira (2003) afirmam que as principais motivações que contribuem para o afastamento dos alunos do ambiente escolar são: necessidade de trabalho para ajudar nas despesas da casa; faltas de professor; escassez de material didático e formação inadequada oferecida pela escola aos alunos. Dessas motivações, constatou-se nesta pesquisa que muitos dos alunos desta turma não acreditam na educação como uma ferramenta transformação social e sendo assim não se sentem estimulados em estar em uma sala de aula

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Para realização desta pesquisa foi utilizado como instrumentos de coleta de dados a observação dos participantes nas atividades: mapa conceitual, roteiros dos experimentos, listas de exercícios e verbalizações durante a realização dos jogos da gincana.

A observação dos participantes, de acordo com Oliveira (2010, p.80), “realiza-se através do contato direto do pesquisador com o fenômeno observado a fim de obter informações sobre a realidade dos atores sociais em seu próprio contexto”.

Os roteiros dos experimentos, para Rampazzo (2009, p.116), “é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas e instruções que devem ser respondidas por escrito”. A vantagem de se aplicar um roteiro com listas de exercícios é que se obtêm respostas mais diretas que podem fornecer inúmeros tipos de informações dos alunos. Uma das vantagens do uso de roteiro com lista de exercícios é que os alunos podem deixar de responder a alguma pergunta e isso afetará a análise dos dados. Há três tipos de perguntas: as abertas em que as respostas são discursivas e livres; as fechadas em que as respostas serão simplesmente “sim” ou “não”; e as múltiplas escolhas em que são definidas opções de possíveis respostas (RAMPAZZO, 2009, p. 117-119). Esta pesquisa fez uso dos três tipos de perguntas na lista de exercícios.

Mapas conceituais foram aplicados com o intuito de identificar concepções prévias relevantes dos discentes e também para identificar indícios de aprendizagem significativa. Vale ressaltar que os mapas conceituais foram elaborados tanto na etapa inicial quanto na etapa final da aplicação do produto.

Experimentos de baixo custo foram utilizados com organizadores prévios para incitar os alunos a curiosidade acerca do tema abordado.

Destaca-se que, a avaliação da aprendizagem foi feita em um processo contínuo ao longo da aplicação do produto.

3.5 Técnica de análise dos dados

A análise dos dados será qualitativa, comparando se houve mudança em suas respostas obtidas na lista de exercícios, no roteiro do experimento e no mapa conceitual. As perguntas abertas, os mapas conceituais, as observações durante a realização da gincana terão suas respostas organizadas em categorias por nível de semelhança. As categorias serão criadas após a leitura de todos os questionários e leitura de todas as observações anotadas.

Para análise dos dados, o pesquisador irá determinar dois momentos de uma mesma amostra, para medir o “antes e depois”. Todas as categorias advindas da análise serão resultantes do confronto entre as ideias básicas dos teóricos que fundamentam a

pesquisa e os dados obtidos, isto é, todos os dados levantados serão analisados na perspectiva dos pressupostos teóricos da pesquisa.

Para estudo dos dados coletados nas perguntas abertas foi utilizada como referência a análise de conteúdo de Bardin (2009), nessa perspectiva uma das funções do pesquisador é buscar formas de assimilar o que há por trás das mensagens em processo de análise, no empreendimento de atribuir-lhe alguma significação.

Segundo Bardin (2009, p.121), a sistematização da análise de conteúdo deve ser pautada em três etapas cronológicas:

- 1- A pré-análise: envolve a leitura flutuante dos dados, por meio do qual o pesquisador terá o primeiro contato com o material que será subordinado a análise, essa é a fase da organização dos dados.
- 2- A exploração do material: nessa fase são adotados os devidos procedimentos de recorte dos dados e de classificação do material.
- 3- O tratamento dos resultados: nesta etapa há a proposição de inferências e interpretações por parte do pesquisador, desejando transformar os dados coletados em resultados significativos.

Estas três etapas encontram-se esquematicamente representadas na Figura 14.

Figura 14 – Esquema das etapas cronológicas da análise de conteúdo.



Fonte: adaptação própria (BARDIN, 2009)

Além do questionário, outro instrumento de coleta presente na aplicação da SD foi o mapa conceitual utilizado como mecanismo de obtenção de subsunçores e de indícios de aprendizagem significativa. Conforme destaca Moreira (1998):

Como instrumento de avaliação de aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno (MOREIRA, 1998, P.147).

Diante do exposto, com o intuito de analisar os mapas conceituais para obtenção de subsunções foi seguido o proposto por Caldas *et al.* (2009), alguns parâmetros foram considerados na análise desses mapas: I) explicitação de proposições relevantes sobre o magnetismo; II) explicitação de proposições equivocadas; III) mais de dois níveis hierárquicos na estruturação das proposições; IV) palavras de ligação relevantes entre conceitos relacionados.

Com intuito de atribuir valor numérico ao mapa conceitual, foi verificada em sua estrutura a presença ou não de quatro critérios: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos, citados como importantes por NovaK e Gowin (1996 apud ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p.5).

A partir destes critérios foram criadas categorias e atribuídas um peso a cada uma delas. O Quadro 2 apresenta critérios classificatórios, características e pontuações.

Quadro 2 - Atribuições de pontos para mapas conceituais conforme critérios de Novak e Gowin (1996, p.53)

Critérios	Descrição	Pontuação
Proposições	O professor deve fazer a análise das relações entre conceitos, onde deve ser observado se as palavras-chave que os conectam são significativas e válidas.	2
Hierarquia	O professor deve verificar se a construção do mapa levou em conta os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora.	5
Ligações	O professor deve averiguar a presença de ligações válidas e significativas que confirmam transversalidade ao mapa.	válida e significativa - 10 Somente válida – 5
Exemplos	O professor examinar a presença de exemplos	1

Adaptado pela autora (Fonte: CALDAS, 2006, p. 56)

Vale ressaltar que atribuição de pontos para os mapas conceituais não visa julgar se um mapa está correto ou não, mas sim apontar indícios da aprendizagem significativa. É importante salientar que um mapa conceitual não é autoexplicativo, devendo ser explicado por seu(s) autor(es), com a finalidade de externalização de significados (MOREIRA, 1998).

Conjuntamente foram considerados para a análise dos resultados o comprometimento, a criatividade e o interesse dos alunos na realização das atividades propostas como tarefas da gincana.

3.6 As etapas investigativas

O professor deve provocar o aluno a pensar, criar situações para interação, solicitar que ele acompanhe a construção do conhecimento com uma aula lúdica, porém o mais próxima possível da sua realidade, porque assim ficará mais fácil para este estudante identificar, investigar e resolver o problema.

Pode parecer contraditório, mas é através do lúdico (brincar) e da realidade (razão) que o professor pode construir situações de problematização que serão desencadeadoras de conhecimentos. Ele não pode elaborar respostas para o aluno, mas deve colaborar para que isto aconteça dentro do sujeito que aprende, criando um ambiente interativo, de respeito mútuo e confiança, onde toda dúvida é importante e nenhuma pergunta é “idiota”.

Pensando assim, este trabalho propôs uma sequência didática com duração de vinte horas aulas, contemplada em 10 etapas investigativas (momentos) para aplicação do produto e verificação de sua potencialidade como material potencial significativo. Esses momentos fizeram parte de uma gincana intitulada como: “Física Malúdica”, onde cada aula será realizada como prova da gincana.

Para a realização das provas da gincana foram utilizados experimentos de baixo custo e de fácil manuseio, essa estratégia foi usada com a finalidade de proporcionar aos alunos facilidade de desenvolver mudanças, testar curiosidades, criar abertura de oportunidades para que os alunos elaborem bons questionamentos e consigam criar experimentos que validem uma linha de raciocínio, seja de modo colaborativo ou individual.

Em toda sequência buscou-se organizar o conteúdo curricular do 2º bimestre do terceiro ano do curriculum mínimo do estado do Rio de Janeiro, levando em consideração as duas condições de aprendizagem da TAS, material potencialmente significativo e a pré disposição, bem como a identificação dos conhecimentos prévios (subsunçores) necessários para se motivar uma aprendizagem mais crítica e significativa.

As propostas das tarefas da SD também levaram em considerações os princípios facilitadores da TASC como: do conhecimento prévio, da interação social e questionamento, da não centralidade do livro de texto, do aprendiz como perceptor/representador, do conhecimento com linguagem, da consciência semântica, da aprendizagem pelo erro, da incerteza do conhecimento, da não utilização do quadro-de-giz e do abandono da narrativa.

A realização dessa SD ocorreu no período normal de aula nos meses de maio, junho e julho do ano de 2019. O Quadro 3 apresenta de forma resumida cada uma das aulas.

Quadro 3 – Sequência de atividades para um bimestre.

Momento Conteúdo	Proposta	Objetivos
1º (2 aulas) <i>Conhecimento Prévios.</i>	<p>Prova 1: O que se sabe sobre o magnetismo?</p> <p>Apresentar o experimento “<i>O campo magnético de um ímã</i>”.</p> <p>Construir um mapa conceitual para responder a pergunta principal.</p> <p>Responder a um questionário</p>	<p>Resgatar o conhecimento prévio sobre conceitos básicos do magnetismo em relação ao ímã;</p> <p>Instigar a elaboração de hipóteses para o fenômeno observado.</p>
2º (1 aula) <i>Campo magnético dos Ímãs</i>	<p>Prova 2: Caça ao Magnetismo</p> <p>Apresentação de um vídeo¹ de como são feitos os ímãs e suas aplicações no cotidiano.</p> <p>Aula expositiva e dialogada.</p> <p>Pesquisar em artigos, revistas e jornais objetos relacionados ao magnetismo.</p>	<p>Relacionar novo conhecimento sobre a fabricação de ímãs com aplicação dos ímãs no dia a dia;</p> <p>Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor;</p> <p>Proporcionar os alunos o desenvolvimento das habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de magnetismo: pólos de um ímã, inseparabilidade dos pólos magnéticos e campo magnético.</p>
3º (2 aulas) <i>Campo magnético terrestre</i>	<p>Prova 3: Polo Magnético x Polo Terrestre.</p> <p>Cada grupo receberá uma bússola e um globo terrestre, onde em conjunto deve identificar os pólos magnéticos do globo.</p> <p>Após a análise feita, cada aluno receberá uma lista de exercícios. Deverão responder com base na observação do experimento e na discussão entre os mesmos.</p> <p>Aula expositiva e dialogada.</p> <p>Usando a bússola os alunos deverão em grupo (equipe) participar de um caça ao tesouro.</p> <p>Resolver uma lista de exercícios.</p>	<p>Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor;</p> <p>Desenvolver habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de magnetismo: polos magnéticos versus polos terrestres.</p>
4º (2 aulas) <i>Força magnética</i>	<p>Prova 4: Gol Magnético.</p> <p>Cada membro de uma equipe disputará com outro membro uma partida de futebol</p>	<p>Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor;</p>

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=jCL2dLh5MME>. Acesso em 10 de junho de 2018.

<i>entre ímãs</i>	com os jogadores magnéticos. Após o jogo cada aluno terá que responder um jogo de <i>quiz</i> no aplicativo <i>Kahoot</i> . Aula expositiva e dialogada Cada aluno deverá fazer um mapa conceitual para que novamente se responda a pergunta: O que sabemos sobre o magnetismo?	Desenvolver habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de magnetismo: interação entre ímãs.
5º (3 aulas) <i>Campo magnético produzido por corrente elétrica</i>	Prova 5: Corrida Magnética Cada grupo deve construir um eletroímã, com apoio de um roteiro. Após a construção do eletroímã cada grupo deve usar o mesmo para pegar uma determinada quantidade de clips e levar até uma balança onde será feito o cálculo da força peso e assim relacionar com a força magnética. Aula expositiva e dialogada. Lista de exercícios.	Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor; Desenvolver habilidades e competências sobre as configurações de campo magnético produzido por corrente através de um solenoide.
6º (3 aulas) <i>Campo magnético produzido por corrente elétrica</i>	Prova 6: Trem Magnético. Observação do experimento trem magnético e leitura de texto Trens Maglev proposto no material instrucional padrão da escola ² e de artigos sobre trens magnéticos. Pedir aos alunos que represente através de desenhos o funcionamento de trens magnéticos. Aula expositiva e dialogada. Lista de exercícios.	Compreender situações em que uma corrente elétrica fica sujeita a uma força de origem magnética; Compreender o funcionamento de trens magnéticos.
7º (1 aula) <i>Força magnética sobre um condutor reto em um campo magnético uniforme.</i>	Prova 7: Motor Homopolar. Construção do experimento motor homopolar.	Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor; Compreender o funcionamento de motores eletromagnéticos.
8º (2 aulas) <i>Indução</i>	Prova 8: Tubos anti-gravidade. Observação do experimento Tubos anti-gravidade, que será apresentada como um	Identificar situações em que aparecem correntes elétricas induzidas e relacionar com a Lei de Faraday.

² TORRES, Carlos magno; FERRARO, Nicolau; SOARES, Paulo Antônio; PENTEADO, Paulo Cesar. *Física Ciências e Tecnologia*. 4. ed. São Paulo: Moderna, v.3, 375 p. 73 -116,2016.

<i>eletromagnética</i>	truque mágico. Construção de um novo mapa conceitual para que novamente se responda a pergunta: O que sabemos sobre o magnetismo?	
9º (2 aulas) Indução eletromagnética	Prova 9: Mini Gerador de Energia. Construção do experimento mini gerador elétrico. Aplicação de questionário sobre o experimento. Aula expositiva e dialogada. Lista de exercícios.	Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor; Compreender o funcionamento de geradores eletromagnéticos. Compreender o funcionamento de usinas hidroelétricas.
10º (2 aulas) Avaliação para indícios de uma aprendizagem significativa e crítica.	Prova 10: Jogo “SE LIGA”. Esse jogo é de trilhas onde os alunos deverão responder a questões sobre tópicos trabalhados durante o bimestre de forma crítica. Após esse momento, pela quarta vez, será pedido aos alunos que faça um mapa conceitual para que novamente se responda a pergunta: O que sabemos sobre o magnetismo? O mapa deverá ser feito individualmente e de forma colaborativa em um tecido tipo TNT no tamanho de 1mx2m. Questionário Final de opinião.	Verificar através do lúdico se o significado que o aluno captou é aceito e compartilhado socialmente.

Fonte: Autoria própria.

4. DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo enfatiza a descrição da sequência didática elaborada no decorrer da pesquisa, discriminando cada atividade executada.

4.1 Sequência Didática

Será apresentado a seguir, o relato do planejamento bimestral que objetivará elaborar, aplicar e avaliar uma SD para aprendizagem do magnetismo com enfoque no lúdico que busque momentos que possam promover reflexão dos estudantes sobre si mesmo e sobre o ato de estudar bem como problematizar as presenças, as práticas e as participações dos estudantes no meio escolar.

A SD é composta por um conjunto de dez momentos (dez provas de uma gincana), totalizando 20 horas aulas, desenvolvida numa perspectiva cognitivista e fundamentada nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2011).

Apesar dos momentos da SD iniciarem em sua maioria com experimento, não se pretendeu passar a ideia de uma abordagem empirista/indutivista. Tais experimentos tiveram como objetivo serem momentos motivacionais para que os aportes teóricos ocorram concomitantes com os aspectos procedimentais.

A aplicação desta SD constitui-se numa prática atrativa na objetivação do educador em proporcionar aos seus alunos a formação de um pensamento crítico sobre os conteúdos trabalhados em sala de aula, destacando-se aqui a utilização das leis físicas para interpretar processos tecnológicos no contexto do magnetismo. Essa SD será proposta em forma de gincana intitulada como: “Física Malúdic”, esse nome foi dado, pois todas as provas da gincana sairão de uma mala com experimentos e jogos.

A turma foi dividida em três grupos de dez alunos, sendo que cada um deles terá um líder, que irão realizar tarefas em conjuntos e individuais. A cada aula eles receberão uma pontuação individual que valerá como nota do bimestre, ou seja, será feita uma avaliação em cada aula na observação e análise das respostas das listas de exercícios e ou roteiros de experimentos e também a cada realização de tarefa o grupo receberá uma medalha. No final do bimestre o grupo com maior número de medalhas receberá uma premiação.

As listas de exercícios citados acima foram compostas de questões associadas às provas das gincanas (momentos) e também questões de vestibulares. O professor em todas as etapas da gincana irá participar de forma neutra nas interpretações e negociações de significados entre os alunos, intervindo quando apropriado e trazendo à discussão os significados aceitos no contexto da matéria de ensino.

Na sequência será apresentada cada prova da gincana “Física Malúdic” e a respectiva associação de cada tarefa com princípios da TASC.

Prova 1 (2h/aula): O que sabemos sobre o magnetismo?

O primeiro momento foi iniciado fazendo uma demonstração do experimento intitulado: Campo Magnético (Apêndice A, p.122), com a observação do experimento foi pedido aos alunos, como primeira prova da gincana, que façam um mapa conceitual para responder a pergunta: “O que sabemos sobre o magnetismo?”. Para que essa tarefa seja cumprida o professor explicou ao aluno o que é e como deve ser um mapa conceitual. Espera-se com essa atividade resgatar as concepções prévias dos alunos e também despertar nos mesmos uma empatia pelo docente de física, muitas vezes discriminado pelo fato de ministrar um conteúdo abstrato e de difícil compreensão.

O uso do experimento de demonstração foi utilizado como estratégia de introdução do mapa conceitual. Novak e Gowin (1996) consideram fundamental trabalhar com atividades prévias que auxiliem os alunos para as atividades de elaboração dos mapas conceituais.

A pergunta focal é uma boa maneira de delimitar o tema do mapa conceitual, especificando claramente a questão a ser respondida através da rede proposicional. Esse parâmetro deve ser entendido como elemento crítico para a seleção dos conceitos e proposições (AGUIAR, CORREIA, 2013).

Após a construção do mapa conceitual de forma individual, foi pedido aos alunos que respondam a um questionário para poder ser outra fonte de análise das concepções prévias.

Essa atividade é coerente com o primeiro princípio da aprendizagem significativa crítica: Princípio do Conhecimento Prévio. Quer dizer, para ser crítico de algum conhecimento, de algum conceito, de algum enunciado, primeiramente o sujeito tem que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante (MOREIRA, 2000).

Prova 2 (1h/aula): Caça ao Magnetismo.

Nesse momento foi apresentado aos alunos um vídeo sobre como são feitos os ímãs e onde os mesmos podem ser aplicados no dia a dia (Apêndice A, p.125). Com a apresentação do vídeo o professor apresentou aos alunos conceitos ligados ao magnetismo: pólos de um ímã, inseparabilidade dos polos magnéticos e campos magnéticos socialmente aceitos.

Como segunda prova da gincana, foram fornecidos aos alunos pelo professor revistas, jornais, artigos científicos para que os alunos retirem dessas fontes Figuras e conceitos relacionados ao magnetismo.

Cada aluno fez a sua pesquisa e depois o grupo apresentou, através do seu líder, todos os conceitos e Figuras encontrados. Ganhou a prova o grupo com maior quantidade de conceitos e/ou objetos encontrados.

O objetivo dessa atividade foi desenvolver habilidades e competências dos alunos sobre tópicos do magnetismo, motivar os mesmos ao trabalho conjunto e à construção conjunta do conhecimento.

O partilhar do conhecimento, das relações, das ideias será valorizado nessa atividade. Como prevê Moreira (2000), a interação social é indispensável para concretização de um episódio de ensino e um ensino centrado na interação entre professor e aluno enfatizando o intercâmbio de perguntas tende a ser crítico e suscitar a aprendizagem significativa crítica. Essa é uma das estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa crítica chamada de Princípio da interação social e do questionamento.

Prova 3 (2h/aula): Polo Magnético e Polo terrestre.

Neste momento foi fornecido a cada grupo um globo terrestre e pedido a cada aluno do grupo que identifique os polos terrestres e polos magnéticos da Terra utilizando uma bússola. Os polos magnéticos foram observados no globo terrestre, pois dentro dos mesmos foram colocados ímãs de neodímio. Os conceitos de campo magnético terrestre e a utilização de bússolas foram dialogadas nesse momento.

Para realizar a terceira prova da gincana, cada aluno fez o registro dos polos terrestre e magnético de forma correta. Essa anotação deverá ser feita em um roteiro de experimentação que será entregue a cada aluno (Apêndice A, p.129).

Depois da tarefa individual realizada, cada grupo participou da brincadeira “Busca ao tesouro”. A brincadeira consiste em encontrar um “tesouro”, e para o mesmo ser encontrado cada equipe usou uma bússola, pois a orientação do local do “tesouro”,

(Apêndice A, p.130), foi fornecida através da orientação dos pólos terrestres. Ganhou a prova o grupo que encontrou o tesouro primeiro. O objetivo dessa atividade foi ressaltar o 4º princípio da aprendizagem significativa crítica: o princípio do aprendiz como preceptor/representador. Princípio este que tem um enfoque atual que vem da psicologia cognitiva contemporânea e que nos explicita a inutilidade de ensinar respostas certas, verdades absolutas, localizações exatas, se o que queremos é promover uma aprendizagem significativa crítica devemos tratar o aluno como um preceptor do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, e a partir daí um representador do mundo, e do que lhe ensinamos (MOREIRA, 2000). Todos os alunos que participarem efetivamente receberá pontuação individual.

Após a “Busca ao tesouro”, os alunos resolveram uma lista de exercícios contendo 10 questões de múltipla escolha (Apêndice A, p. 131). Essa lista de exercícios foi aplicada com a finalidade de realizar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa do conteúdo, onde os conceitos mais gerais são trabalhados na aula expositiva e dialogada e progressivamente diferenciadas em termos de detalhes e especificidades nas resoluções dos exercícios.

Prova 4 (2h/aula): Gol Magnético.

A tarefa da gincana desse quarto momento foi uma disputa entre os líderes de cada equipe em um jogo de futebol (Apêndice A, p.136) onde os jogadores são feitos de tampas de garrafa pet e ímã de neodímio, as peças foram conduzidos por outros ímãs, evidenciando a interação entre ímãs e entre ímãs e entre ímãs e outros materiais. Após as disputas, o professor foi mediador na assimilação dos conceitos de interação magnética.

Vale ressaltar que esse jogo de futebol foi feito totalmente com materiais recicláveis.

Essa atividade utiliza o lúdico para apresentar uma nova linguagem, pois a chave da compreensão de um “conhecimento”, ou de um “conteúdo” é conhecer sua linguagem. Novamente, entra aqui a ideia de uma aprendizagem significativa crítica. Aprender um conteúdo de maneira significativa é aprender sua linguagem, não só de palavras, outros signos, instrumentos e procedimentos também, mas principalmente palavras de maneira substantivas e não arbitrária. Neste momento buscou utilizar o princípio do conhecimento como linguagem (MOREIRA, 2000).

Após essa atividade foi proposto aos alunos que participem de um jogo de *quiz*, utilizando o aplicativo *Kahoot* (Apêndice A, p.137).

Após esse momento cada aluno criou um novo mapa conceitual a fim que responda novamente a pergunta: *O que sabemos sobre o magnetismo?* O mapa conceitual desse momento foi mais uma forma de análise de dados para que o professor possa obter indícios da aprendizagem significativa.

Para avaliação dos mapas conceituais elaborados pelos alunos foi previamente construído o mapa de “Referência” (Apêndice A, p.124), sem a pretensão de que seja o mapa correto, mas por refletir, na visão da autora, a totalidade de conceitos prévios a serem demonstrados pelos alunos na respectiva atividade.

Prova 5 (3h/aula): Corrida Magnética.

Como quinta prova da gincana foi pedido a cada aluno, com material fornecido pelo professor, que se construísse um eletroímã (Apêndice A, p.139).

Após a construção dos eletroímãs cada equipe escolheu um único eletroímã para participar da brincadeira “Corrida Magnética”, nessa brincadeira cada líder da equipe pegou uma quantidade de cliques em uma caixa e levou até uma balança, para que possa ser aferida a massa dos cliques suspensos pelo eletroímã, ganhou à prova a equipe em que a soma de massa de cada componente foi maior (Figura 32).

Foi entregue a cada equipe um roteiro (Apêndice A, p.141), para que possam calcular a força peso dos cliques e relacionar a força peso com a força magnética. Depois da tarefa realizada, os conceitos envolvendo o experimento de Oersted e a lei de Ampère foram expostos e dialogados. Também foi proposto aos alunos a resolução de uma lista de exercícios (Apêndice A, p.142), que buscou desenvolver as habilidades e competências sobre os conceitos trabalhados até este momento.

O princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica usada nesse momento é o princípio da consciência semântica que implica usarmos as palavras para nomear as coisas, é preciso não deixar de perceber que os significados das palavras mudam. O mundo está em permanente mudança, mas a utilização de nomes para as coisas tende a “fixar” o que é nomeado. Ao criar seu próprio eletroímã não cairá na armadilha da causalidade simples, não acreditará que as respostas têm que ser necessariamente certas ou erradas, ou que as decisões são sempre do tipo sim ou não. Ao contrário, o indivíduo que aprendeu significativamente dessa maneira, pensará em escolhas, em complexidade de causas ao invés de simplificações, em graus de certeza ao invés de certo e errado (MOREIRA, 2000).

Prova 6 (3h/aula): Trem Magnético.

Para realização da sexta prova, os alunos fizeram a leitura do texto “Trens Maglev” proposto no material instrucional padrão da escola e de artigos selecionados pelo professor e entregue aos alunos. Após a leitura os alunos observaram o experimento trem magnético (Apêndice A, p.147). Durante esses momentos o professor foi mediador na assimilação de conceitos de campo magnético criado por uma corrente e força magnética e para que os alunos possam utilizar as leis físicas para interpretar processos naturais e tecnológicos no contexto do magnetismo, novamente foi proposto que os alunos resolvessem uma nova lista de exercícios (Apêndice A, p.149), nessa lista de exercícios também foi proposto que os alunos fizessem um desenho representando o seu entendimento dos trens magnéticos.

Neste momento procurou facilitar a aprendizagem significativa crítica através da estratégia facilitadora do princípio da não centralidade do livro texto; do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos, da diversidade de materiais instrucionais. Artigos científicos, contos, poesias, obras de arte e tantos outros materiais representam muito melhor a produção do conhecimento humano (MOREIRA, 2000). Para Postman (1996) não se trata, propriamente de banir da escola o livro didático, mas de considerá-lo apenas um dentre vários materiais educativos. Certamente, há bons livros didáticos, mas adotar um único livro de texto vai contra a facilitação da aprendizagem significativa crítica.

Prova 7 (1h/aula): Motor Homopolar.

A sétima tarefa da gincana consiste na construção de um protótipo de um motor homopolar (Apêndice A, p.154). Após a construção, os alunos foram desafiados a associar esse experimento a equipamentos usados no seu cotidiano.

A ideia aqui é a de que o ser humano erra o tempo todo, é da natureza humana errar. O homem aprende corrigindo seus erros, não há nada errado em errar. Basta olhar para a história da ciência, Aristóteles acreditava no modelo Geocêntrico.

Com a construção do motor elétrico o professor buscou ajudar seus alunos a serem detectores de erros. Isso nos remete, outra vez, à ideia de aprendizagem significativa crítica define que buscar o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação (MOREIRA, 2000).

Prova 8 (2h/aula): Tubo antigravidade.

Foi nesse momento apresentado em forma de truque mágico, o experimento do tubo antigravidade (Apêndice A, p.155), onde foram utilizados dois tubos: um de plástico e outro de cobre.

Após observação do experimento, para cumprimento da oitava prova foi pedido a cada aluno que crie um novo mapa conceitual a fim que responda novamente a pergunta: *O que sabemos sobre o magnetismo?* O objetivo de pedir aos alunos que façam um outro mapa ao longo da sequência respondendo a mesma questão é que os alunos possam revisar os mapas com frequências, mostrando que se aprende o tempo todo.

Durante essa atividade resgataremos os conceitos prévios sobre Lei de Faraday, buscando novamente subsunçores para desenvolver as competências e as habilidades sobre a referida lei.

Nesse momento utilizou do abandono da narrativa, onde os conceitos da lei de Faraday não serão transmitidos com autoridade, onde o professor repetirá somente o que está no livro, ou resolve exercícios, para que os alunos copiem, “estudem” na véspera da prova e nela repitam o que conseguem lembrar.

Prova 9 (2h/aula): Mini gerador de energia.

Como proposta de associar os conceitos das leis de Faraday com produção de energia e fazer os alunos compreenderem a relação entre o avanço do magnetismo com a produção de energia foi pedido aos alunos como nona tarefa da gincana que reproduzam o experimento do mini gerador elétrico (Apêndice A, p.157) buscando a aprendizagem significativa crítica através da estratégia facilitadora do princípio do aprendiz como preceptor/representador.

Após a realização da nona tarefa os alunos descreveram suas percepções em relação ao experimento respondendo a um questionário com perguntas sobre o experimento. Nesse momento a proposta é fazer o aluno um ser ativo, não passivo.

Considerando as percepções e representações dos alunos foram expostos de forma dialogada os conceitos de fluxo magnéticos e indução magnética, assim como será proposto aos alunos que resolvam uma lista de exercícios que novamente buscará desenvolver as habilidades e competências sobre os conceitos trabalhados até este momento (Apêndice A, p.159).

Prova 10 (2h/aula): Jogo Se Liga.

A décima prova da gincana consiste nos alunos participarem do jogo “Se Liga” (Apêndice A, p.165), que resume em um jogo de trilha. O objetivo desse jogo foi auxiliar na identificação de indícios da aprendizagem significativa crítica sobre tópicos do magnetismo de forma lúdica. Nele cada equipe foi representada por um líder que serviu como pino do tabuleiro, mas todos os componentes das equipes participaram do processo de respostas aos desafios propostos pelo jogo já que, o líder só retirou a primeira carta e ficou responsável por andar o número de casas além de realizar a tarefa mico. A estratégia facilitadora da TASC usada neste momento é o princípio do abandono da narrativa uma vez se dado ao aluno a oportunidade de externalizar significados, negociando com seus colegas.

Cada equipe foi representada por um líder (pino) que retira duas cartas: Uma carta referente ao monte de cartas de pergunta, essas cartas foram separadas em três categorias (ação, problema e aplicação) que deverá ser respondida pela primeira vez pelo mesmo e as outras vezes por membros distintos de sua equipe.

Carta de Ação: cada carta terá um experimento apresentado através de um vídeo ou desenho ou uma afirmação escrita. Para andar o número de casas indicados na carta o aluno deverá analisar se o experimento, desenho ou afirmação apresentado é falso (“fake”) ou verdade (“fato”) através de conceitos sobre tópicos do magnetismo. O aluno também deve escrever em uma folha o conceito que define se o motivo do experimento, desenho ou afirmação é *fake* ou fato.

Carta de Problema: cada carta terá uma pergunta sobre tópicos do magnetismo.

Carta de Aplicação: cada carta terá uma pergunta de tópicos do magnetismo associados a uma aplicação prática.

A segunda carta pertence ao grupo da carta mico, esses micos deverão ser executados pelo líder (pino) de cada equipe.

Carta Mico: consta de uma tarefa de desafios físicos que deverá ser executada durante o momento da resposta. Cada carta mico tem uma ação que deve ser realizada, estas são acumulativas, ou seja, cada carta tirada deve ser executada em um conjunto com as outras atividades sorteadas anteriormente. Exemplo: Se um jogador retirar a carta: “Coloque um dedo na orelha esquerda”. Ele deve cumprir a função e ficar com o dedo na orelha até o final do jogo. Na rodada seguinte ele sorteia a carta: “Coloque uma bolinha no meio do braço”. O participante ficará, portanto com o dedo na orelha e uma bolinha no meio do braço. Caso não seja possível o jogador deverá voltar o número de

casas da carta sorteada. No monte da carta mico também tem a carta de isenção, essa carta permite que o participante deixe de realizar alguma ação que está praticando. Além da carta de isenção, o jogador também poderá retirar do monte da carta mico a carta de transferência de tarefas, sempre que um participante sortear uma dessa carta ele pode escolher outro jogador para realizar uma de suas funções. Se o escolhido negar a ação ele deverá voltar uma casa.

O objetivo didático do jogo: auxiliar a identificação de indícios da aprendizagem significativa crítica sobre tópicos do magnetismo.

O objetivo lúdico do jogo: Chegar à casa final antes dos demais jogadores da equipe concorrente, mas para isso o líder terá que realizar todas as tarefas das cartas mico que sortear e a equipe responder as perguntas das cartas ação, problema ou aplicação.

Começo do jogo: O líder de cada equipe jogará um dado, o líder que tirar a maior pontuação começa a partida.

Pontuação: Uma vez que a resposta da carta for respondida corretamente e o líder realizar a tarefa da carta mico, a equipe anda o número de casas descrito na carta. Todas as cartas que forem destacadas devem ficar sobre a mesa em outro monte.

Quem vence o jogo: Vence a equipe que chegar.

Após o jogo de trilhas, será pedido a cada equipe, como prova final, que se monte um último mapa conceitual, elaborado individualmente e colaborativo em tecido do tipo TNT, no tamanho 1m x 2m, para fins de demonstrar as respostas dos alunos novamente à pergunta: “O que sabemos sobre o magnetismo?”.

Após a realização da prova, a professora pedirá aos alunos que respondam a um questionário relatando a sua opinião em relação às tarefas da gincana e o método usado.

5. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL E ANÁLISE DOS DADOS.

A presente seção descreve como se deu a aplicação do produto educacional desenvolvido neste trabalho, revelando os dados coletados no decorrer da sequência didática.

Inicialmente será apresentada a descrição da aplicação, análise e discussão dos resultados obtidos conforme o critério do aporte teórico utilizado nesta pesquisa.

A análise dos questionários foi realizada segundo método de análise de conteúdo de Bardin (2011) da seguinte maneira: primeiramente houve uma organização dos dados a serem analisados, depois foi feita a classificação do material e finalmente as inferências e interpretações por parte do pesquisador, transformando os dados coletados em resultados significativos.

Já para análise dos mapas conceituais considerou-se em sua estrutura a presença ou não de quatro critérios: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos, citados como importantes por NovaK e Gowin (1996 apud ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p.5).

A partir destes critérios foram criadas categorias e atribuídas um peso a cada uma delas conforme apontado no Quadro 2.

Neste capítulo também será descrito a análise do foco central do produto.

5.1 Prova 1 - O que sabemos sobre o magnetismo?

A finalidade dessa prova consiste em instigar os discentes a elaboração de hipóteses para um fenômeno observado e na verificação da concepção prévia dos alunos, e está associada ao princípio do conhecimento prévio da TASC, Moreira (2002) afirma que os subsunçores dos alunos são fundamentais para direcionar como uma nova informação será compreendida por sua estrutura cognitiva, sendo armazenada posteriormente como conhecimento. O princípio do conhecimento prévio ressalta a importância dos professores em preparar suas aulas a partir do que os alunos já sabem para propiciarem uma atividade significativa e crítica.

A análise dos conhecimentos prévios relevantes dos discentes se deu por meio de um mapa conceitual e um questionário com cinco questões abertas.

Antes da aplicação dos instrumentos de coleta de dados, a docente explicou aos alunos que os mesmos estariam participando de uma gincana que foi planejada como parte do produto educacional da pesquisa de mestrado, onde em cada aula os mesmos realizariam uma tarefa que seria avaliada para obtenção de nota na disciplina e pontos para a gincana. Neste momento se destacou que a avaliação teria o intuito de detectar evidências que apontem para uma aprendizagem significativa crítica que, conforme Moreira (2013) deve ser realizada ao longo da observação das tarefas, evidenciando a potencialidade da estratégia utilizada.

Também foi mencionada a importância de se trabalhar em time e explicado como fazer um bom mapa conceitual.

A partir de então, deu-se início a aplicação do produto educacional dividindo a turma em três equipes de sete alunos (Figura 13).

Convém destacar que, cada time criado foi identificado por um nome (Faraday, Ampère e Maxwell). Cada equipe recebeu uma “mala” (Figura 15) com o material necessário para coleta de dados.

Figura 15 - Material entregue para cada equipe.

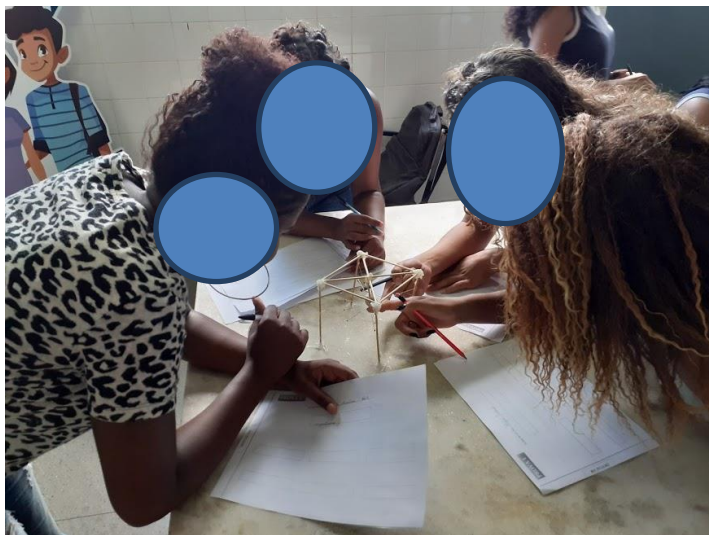


Fonte: Autoria própria.

Por conseguinte, foi apresentado aos alunos o experimento “Campo Magnético” (Figura 26), que serviu como um organizador prévio com o intuito de orientar o discente a escrever seus subsunçores, servindo de ponte entre o que o aluno já sabe e o que poderia saber (MOREIRA, 2013, p.15).

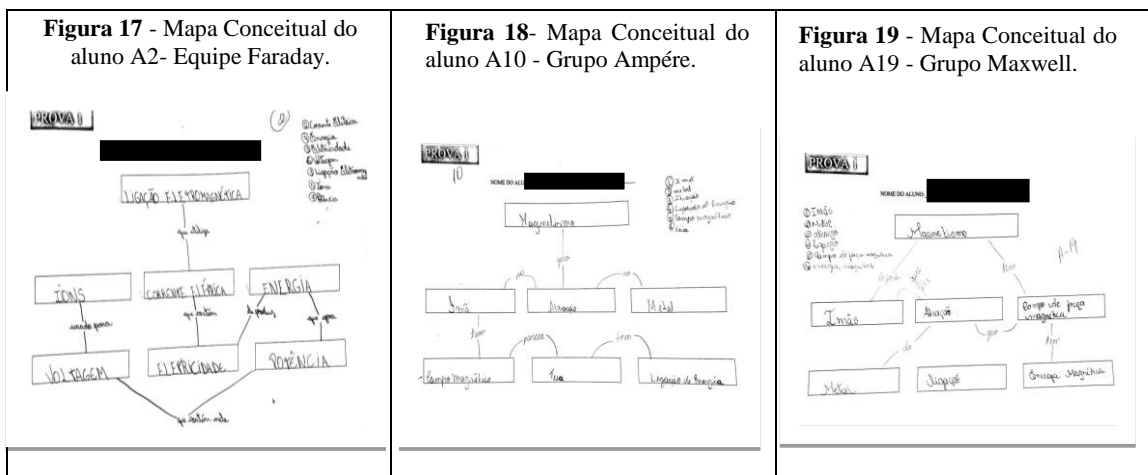
Desta forma, à medida que os alunos fossem observando o experimento (Figura 16) cada um deles deveria construir um mapa conceitual e responder a um questionário *O que sabemos sobre magnetismo?*

Figura 16 - Alunos observando o experimento Campo Magnético.



Fonte: Autoria própria.

A formulação de proposições na elaboração dos mapas, bem como a inserção de um termo de ligação para expressar claramente a relação conceitual dessa proposição, é o que torna os mapas conceituais mais poderosos do que os demais organizadores conceituais, justificando sua constante utilização na pesquisa em ensino como instrumento de avaliação da aprendizagem (Davies, 2011; Caldas *et al.*, 2009). Três dos vinte um mapas de alunos, de diferentes grupos, são apresentados nas Figuras 17, 18 e 19, para fins de exemplificação.



O Quadro 4 explicita algumas proposições consideradas válidas, e enquadra cada mapa individual nos parâmetros previamente estabelecidos na análise.

Quadro 4 – Proposições válidas, segundo parâmetros estabelecidos.

Parâmetros	Mapa	Proposição válida	Proposição equivocada
I e II	A1 e A2	<i>“Ímã que se encontra no meio atraindo os alfinetes”</i>	<i>“Eletricidade que produz energia”</i>
II	A10 e A20	<i>“Magnetismo gera atração no metal e no ímã”</i>	<i>“Magneto tem poder de concentração de força magnética”</i>
IV	A16	<i>“Magnetismo pode atração e repelem”</i>	<i>“Campo de força magnético tem energia magnética”</i>

Fonte: Adaptado de Caldas *et al* (2009).

De forma geral, os mapas exemplificados se enquadram nos parâmetros I, II, III e IV. Apresentam proposições relevantes e equivocadas, palavras de ligação, mas apenas A7 demonstra uma melhor hierarquização conceitual. As relações equivocadas apontam para uma explicação baseada em suposições, sem fundamento conceitual. As constatações mostram a necessidade de se trabalhar conceitos sobre o magnetismo, de forma a levar os alunos à diferenciação entre os fenômenos magnéticos e elétricos, bem como as relações entre esses dois conceitos, via unificação do eletromagnetismo.

Quando A7 afirma *“Campo magnético que possui corrente elétrica”*, parece estar querendo dizer que de alguma forma o campo magnético leva à condução ou surgimento de uma corrente elétrica. Contudo, no experimento demonstrado, nenhum tipo de corrente elétrica é estabelecida. Resultados como esses mostram que conceitos devem ser enfatizados, mediante a deficiência conceitual apresentada.

Dez, dos vinte um mapas conceituais analisados relacionaram o experimento ao conceito de ímã, associado ao magnetismo. A concepção de que *“o magnetismo somente está ligado à força de atração de metais”*, foi explicitada em cerca de 50% dos mapas analisados. Acredita-se que associação seja devido ao fato de ter o ímã e a agulha, utilizados no experimento, aspecto parecido com metal. Não se vê indícios de diferenciação entre materiais diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos.

A maioria dos mapas elaborados não apresentou conectivos entre os conceitos, dificuldade também apontada em pesquisas anteriores relacionadas (Caldas *et al.*, 2009a; 2009b; 2013). Davies (2011) afirma que a falta de um termo de ligação impede o

entendimento da relação conceitual e produz um mapa mental, que se limita a representar a associação entre conceitos.

Os mapas conceituais foram úteis para identificar concepções prévias sobre magnetismo e dificuldades a serem exploradas durante as aulas expositivas e dialogadas na pesquisa. Utilidade que corrobora com a perspectiva ausubeliana-identificação dos *subçunsores*-fator mais importante para que ocorra a AS (AUSUBEL, 2009).

De forma geral, o experimento (Figura 26) gerou bastante interesse dos alunos. Contudo, os mesmos apresentaram grande dificuldade para elaborar proposições que relacionassem o experimento aos conceitos do magnetismo. Esperava-se que os alunos conseguissem explicar como, o campo magnético existente ao redor do ímã exerce uma força na agulha e a recíproca é verdadeira (princípio da ação e reação).

Por outro lado, foi expressiva participação dos alunos na elaboração de hipóteses. Comportamentos que enfatizam a importância dos princípios da TASC, aprender com o erro, abandono da narrativa, dar respostas, questionar, etc. Alguns alunos aproximavam outros materiais ao elemento central, para observação e construção de hipóteses. Isso aponta para grande potencial do recurso lúdico utilizado. Conceitos e proposições que explicitavam algum tipo de definição ou associação com o magnetismo na explicação do experimento, motivou a definição das categorias no Quadro 5.

Quadro 5 – Categorias identificadas nos mapas conceituais analisados.

Categorias	Conceitos utilizados	Identificação do mapa	Exemplos de proposições
Definição de conceitos	Campo magnético	A10	<i>“Ímã tem campo magnético que parece teia e tem ligação de energia”.</i>
Associação de conceitos	Corrente elétrica	A 7	<i>“Campo magnético que possui corrente elétrica”</i>
	Condutores	A2 A11	<i>“Ligação eletromagnética que utiliza corrente elétrica”.</i> <i>“Magnetismo é quando um ímã gera uma atração através de um condutor que sempre é um metal”.</i>
	Atração	A16 A10	<i>“Magnetismo pode gerar atração”</i> <i>“Magnetismo gera atração no ímã e no metal”</i>
Associação à aplicação cotidiana	Ímãs	A19	<i>“Magnetismo ligado ímãs que gera atração de metal”</i>
	Metais	A16	<i>“Metal é um ímã”</i>

Fonte: Autoria própria.

Com o propósito de mais uma fonte de coleta na verificação das concepções prévias pertinentes dos discentes, os alunos responderam um questionário, constituído de cinco questões abertas.

Assim, considerando-se a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), retratada na metodologia desse trabalho, deu-se início a avaliação das respostas dadas pelos alunos. As categorias não foram estabelecidas previamente, mas, sim, criadas a partir das respostas.

De forma geral, após análise das duas atividades de levantamento de conhecimento prévio (mapa conceitual e questionário), algumas concepções foram percebidas pela pesquisadora nas respostas dos alunos:

Concepção 1: O fenômeno magnetismo, somente está ligado a atração de metais.

Concepção 2: Magnetismo está associado a uma forma de energia.

Concepção 3: O ímã é associado ao magnetismo por ser considerado uma espécie de metal.

Concepção 4: O magnetismo está associado de alguma forma com a eletricidade.

Concepção 5: A força de interação somente está ligada ao par ímã-metal, não se consegue perceber a interação metal-ímã.

Concepção 6: A força de interação magnética, somente é associada a atração.

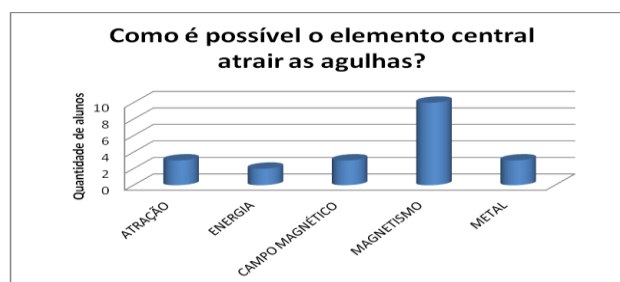
Em seguida, será expressa separadamente cada uma das cinco questões que constituem o questionário, aplicado após a elaboração do mapa conceitual.

Questão 1: Que elemento está no centro do experimento?

As respostas de 18 alunos indicaram que o elemento central era um ímã e 3 alunos relacionaram ao fenômeno magnetismo.

Questão 2: Como é possível o elemento central atrair as agulhas?

Figura 20 - Resposta dos alunos a segunda questão.



Fonte: elaboração própria.

De acordo com a Figura 20, é possível observar que maior parte dos alunos, 11 alunos, indicou o fenômeno magnetismo como responsável pela atração das agulhas, e não relacionado ao campo magnético, como se esperava.

Questão 3: Qualquer outro material seria atraído pelo elemento central? Justifique sua resposta.

A maioria dos alunos (76%) afirmou que outro tipo de material não poderia ser atraído pelo campo magnético, somente as agulhas. A justificativa mais presente nas respostas dos alunos, como exemplificado a seguir, mostra a crença de que o ímã só atrairia um tipo de metal específico. Outros metais, como ferro, cobre, dentre outros, não seriam atraídos.

Aluno A13: “*Não, o ímã atrai apenas metal*”.

Aluno A8: “*Não, nem o alumínio, nem a madeira possui magnetismo para ser atraído*”.

Aluno 2: “*Não, só ferro e metal por causa do magnetismo*”.

Cinco alunos já apresentaram a ideia de que o ímã poderia sim atrair outros metais, deixando implícito o conhecimento sobre outros tipos de metais.

Aluno 4: “*Sim por causa do ímã*”.

Aluno 15: “*Sim, além da agulha pode ter outros metais*”.

Aluno 18: “*Sim, porque se isolados qualquer metal atrai*”.

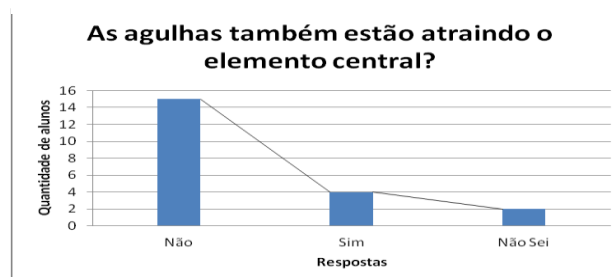
Aluno13: “*Sim, pois o ímã atrai qualquer metal*”.

Aluno 21: “*Sim, pois no meio do experimento existe um ímã*”.

De forma geral, as respostas trazem indícios que os discentes desconhecem a classificação dos materiais: ferromagnéticos, diamagnéticos e paramagnéticos.

Questão 4: As agulhas também estão atraindo o elemento central? Justifique sua resposta

Figura 21 - Respostas dos alunos a quarta questão.



Fonte: elaboração própria.

A Figura 21 indica que 15 alunos não fizeram nenhuma associação entre a força de reação feita pela agulha ao elemento central, como se esperava. Como observado nos mapas conceituais, não há indícios que os alunos conseguem explicar como, o campo magnético existente ao redor do ímã exerce uma força na agulha e a recíproca é verdadeira (princípio da ação e reação).

Os quatros alunos que responderam de forma positiva fizeram a associação ao tipo de material como pode ser observado nas respostas. É interessante destacar que sempre há uma associação feita apenas ao metal:

Aluno 6: “*Sim, porque as agulhas são metais*”.

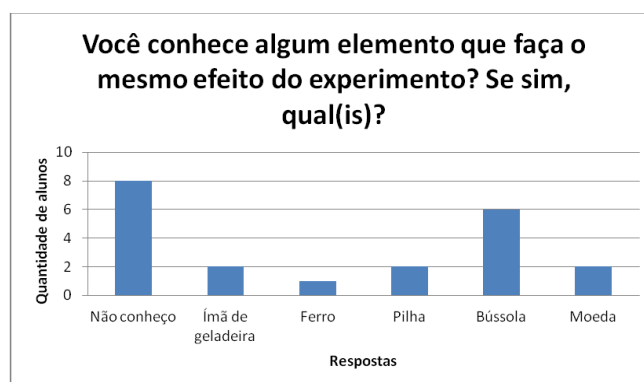
Aluno 12: “*Sim, pois são feitos do mesmo material que o ímã*”.

Aluno 17: “*Sim, por causa do ímã*”.

Aluno 1: “*Sim, pois a agulha é um metal*”.

Questão 5: Você conhece algum elemento que faça o mesmo efeito do experimento? Se sim, qual(is)?

Figura 22 -Respostas dos alunos a quinta questão.



Fonte: elaboração própria.

Vale destacar que, tanto o ímã de geladeira como a bússola estão associados aos princípios do magnetismo. A Figura 22 mostra que os alunos tem dificuldade em relacionar tais princípios com matérias de seu dia a dia. O princípio da consciência semântica da TASC relaciona essa percepção ao fato de o significado das palavras está nas pessoas, e que as mesmas não podem dar significado as coisas que estejam além de sua experiência, o que corrobora com o princípio do conhecimento prévio.

5.2 Prova 2 - Caça ao Magnetismo

Este segundo momento da SD, teve como objetivo expor os conceitos iniciais do magnetismo como: campo magnético, pólos magnético, inseparabilidade dos polos magnéticos e campo magnético, relacionando esses conteúdos com uma aplicação prática. Foi solicitado que os estudantes assistissem a um vídeo intitulado “*Como são feitos os ímãs?*” (Figura 23)

Figura 23 -Alunos assistindo o vídeo.



Fonte: Autoria própria.

Ao final do vídeo, as equipes foram instigadas a fazer como segunda prova da gincana uma pesquisa em artigos, jornais e revistas sobre tópicos do magnetismo. A pesquisa tinha como título: “*Será que o magnetismo está presente em nossas vidas?*”.

No contexto TASC, essa prova levou em consideração os princípios da interação social e do questionamento, da não centralidade do livro texto e da não utilização do quadro e giz, uma vez que a interação, a diversificação dos materiais para aprendizagem do conteúdo foi indispensável para a concretização da tarefa. As participações exemplificadas a seguir mostram que a curiosidade dos alunos pode estar relacionada à sua criticidade, uma vez que parecem colocar dúvidas sobre seu senso comum.

“*Professora como podemos medir o campo magnético?*” (Equipe Faraday).

“*Professora existe um grande ímã dentro do tubo de ressonância magnética?*” (Equipe Maxwell).

Na análise das pesquisas feitas pelos alunos, as temáticas mais evidenciadas foram sobre o *uso de magnetismo contra o câncer e comportamento do campo magnético da Terra*. Para Moreira (2011), para se aprender de forma significativa, o conhecimento deve fazer sentido para o aluno, ou seja, uma aplicabilidade em seu dia a dia. Logo, essa prova motivou essa relação entre teoria e cotidiano.

Neste cenário, o envolvimento dos alunos na pesquisa era bem visível e a professora promoveu uma revisão, por meio de aula expositiva e dialogada sobre os tópicos do magnetismo, conforme orienta Ausubel (2009), nos princípios da TAS, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Por conseguinte, a professora pediu que os alunos fizessem uma tarefa extra. Foi entregue a cada equipe um caça palavras (Apêndice A, p.127), e cada equipe foi desafiada a encontrar o maior número possível de palavras ligadas a conceitos do magnetismo.

Miranda (2002), afirma que a utilização de jogos caça palavras em sala de aula pode trazer benefícios pedagógicos a fenômenos diretamente ligados à aprendizagem: cognição, afeição, socialização, motivação e criatividade.

A tarefa extra deixou os alunos entusiasmados em encontrar o maior número de palavras, o que levou a achar palavras que não tinham contexto com conceitos de magnetismo. As palavras encontradas foram: *POLOS MAGNÉTICOS, REPULSÃO, POLO NORTE, ATRAÇÃO, ÍMÃ, GERADORES, ÁREA, VETOR.*

5.3 Prova 3- Polo Magnético e Polo terrestre.

Nesta terceira etapa, a professora continuou a exposição dos conteúdos referente ao magnetismo exposto no momento anterior, acrescentando os conceitos de campo magnético terrestre e bússolas.

Ao finalizar a exposição dos conteúdos, com a finalidade de se buscar funcionalidade para o conteúdo exposto (princípio do aprendiz como receptor/representador), foi entregue a cada equipe uma bússola e um pequeno globo terrestre, conforme mostrado na Figura 24.

Figura 24 — Alunos observando o experimento.



Fonte: Autoria própria.

Após manuseio da bússola e do globo terrestre foi proposto aos alunos que fizesse a atividade do (Apêndice A, p.129). Esta tarefa teve 100% de acerto. Os alunos souberam identificar corretamente os polos magnéticos e terrestres.

Na “Busca ao tesouro” (Apêndice A, p.130), o envolvimento dos integrantes da equipe na discussão para se encontrar o “tesouro”, serviu para uma tomada de decisão frente à tarefa proposta. Conforme Moreira (2000), forçar uma tomada de decisão é uma característica do 4º princípio da aprendizagem significativa crítica: o princípio do aprendiz como receptor/representador, pois assim tratamos o aluno como perceptor do mundo. A Figura 25 mostra os alunos envolvidos na brincadeira proposta.

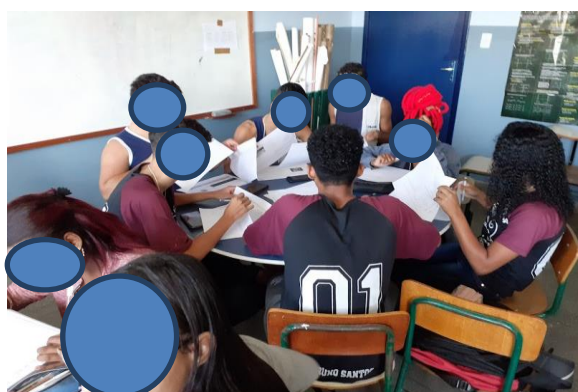
Figura 25 - Alunos envolvidos na brincadeira caçam ao tesouro.



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, a lista de exercícios (Apêndice A, p.131) contendo 10 questões de múltipla escolha, foi resolvida individualmente, porém cada um dos três grupos entregou apenas uma lista para correção (Figura 26).

Figura 26 - Alunos resolvendo listas de exercícios



Fonte: Autoria própria.

Numa visão panorâmica acerca da correção da lista de exercícios, foi perceptível que houve mais acertos do que erros em todos os exercícios aplicados. Contudo, nenhuma das equipes acertou a questão 10 (Apêndice A, p.135).

Todas as três equipes marcaram de forma equivocada a alternativa “A” como correta. Nesta, vê a afirmação de que somente existe atração do ímã pelo ferro. Um importante princípio (Ação e Reação) não foi explicitado. Segundo Alonso e Finn (1972), existe uma força magnética gerada por um campo magnético, que atua em um dipolo magnético (ferro). Logo, existe um par de forças, sendo uma de ação (ímã) e outra de reação (ferro). O ímã gera um campo magnético não uniforme, que além de imantar a agulha, realiza uma força sobre a mesma. Essa dificuldade conceitual pode ser observada no levantamento das concepções prévias, quando afirmaram que não existe força entre a agulha e o ímã central no experimento apresentado na primeira prova.

A análise também mostrou a importância desta atividade (lista de exercícios) no contexto da aula, uma vez que foi possível observar quais tópicos abordados na aula tiveram melhor entendimento pela turma e quais deveriam ser retomados com maior ênfase nos próximos momentos da SD.

De forma geral, é possível destacar que os alunos demonstraram indícios de desenvolvimento com habilidades e competências envolvendo conceitos iniciais do magnetismo como: *polos de um ímã, inseparabilidade dos polos magnéticos, campo magnético, classificação dos materiais de acordo com campo magnético e campo magnético terrestre.*

5.4 Prova 4– Gol Magnético.

Esta prova “jogo de futebol” (Figura 27) motivou grande interação entre os alunos, preparou os mesmos para assimilação do conteúdo sobre força de interação entre ímãs e outros materiais e proporcionou uma maneira crítica de perceber relação entre uma nova linguagem (científica), atribuída ao jogo cotidiano. Relaciona-se a esse resultado o princípio do conhecimento como linguagem.

Foi retomada a correção da lista de exercício, dando destaque à Terceira Lei de Newton, devido às dificuldades dos alunos, apresentada na resolução da questão 10 (Prova 3).

Figura 27 - Brincadeira Gol Magnético.

Fonte: Autoria própria.

Ao finalizar a exposição dos conteúdos, foi solicitada a turma que fizesse o *dowlound* do aplicativo intitulado *Kahoot*, para que os discentes participassem de um jogo de *quiz* denominado “Magnetismo Malúdicó (Apêndice A, p.137).

O uso do aplicativo foi muito motivador para os alunos, eles ficaram entusiasmados com o jogo. Era observável a vontade de acertar as questões e a importância da resposta imediata das respostas.

A última atividade, elaboração de mapa conceitual “*O que sabemos sobre o Magnetismo?*”, foi realizada pelos alunos e pontuada de acordo com os critérios relativos ao Mapa de Referência (MR) (Apêndice A, p.124) conforme Quadro 6.

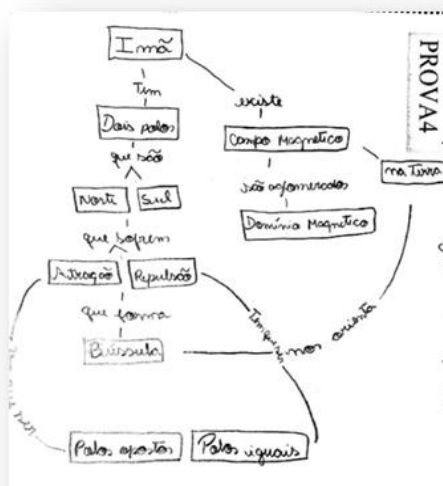
Quadro 6– Pontuação do mapa de referência.

Crítérios	Quantidade	Pontuação	Total por critérios
Proposições	13	2	$13 \times 2 = 26$
Hierarquia	3	2	$3 \times 2 = 6$
Ligações Transversais	válida e significativa-10	4	$10 \times 4 = 40$
	Somente válida – 3	1	$3 \times 1 = 3$
Exemplos	3	1	$3 \times 1 = 3$
TOTAL			78 pontos

O mapa conceitual elaborado pela equipe Faraday (Figura 28), indicou a presença de 4 proposições, sendo 2 significativas e válidas.

- “*Ímãs tem dois polos que são Norte e Sul*”;
- “*Atração tem que ser polos opostos*”;
- “*Repulsão tem que ser polos iguais*”;
- “*Ímã existe campo magnético são aglomerados domínio magnético*”.

Figura 28 -Mapa conceitual do time Faraday.



De forma geral, o mapa apresenta proposições frágeis, resultando pelo Quadro 7, um quantitativo de pontuação bem menor em relação ao mapa de referência. Contudo, em relação à estrutura do mapa, percebe-se boa organização dos conceitos, o que remete à ideia de diferenciação conceitual. A relação *ímã-existe-campo magnético-na Terra-nos orienta-bússola*, mostra também reconciliação conceitual (AUSUBEL, 2009).

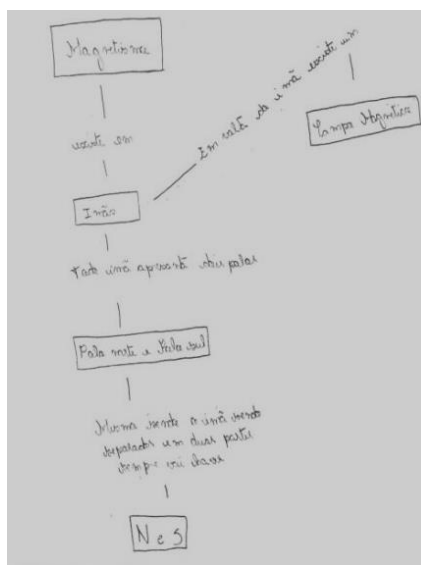
Quadro 7 – Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo time Faraday.

Critérios	Quantidade	Pontuação	Total por critérios
Proposições	4	2	4x2 = 8
Hierarquia	2	2	2x2 = 4
Ligações Transversais	válida e significativa-2	4	2 x 4 = 8
	Somente válida – 2	1	2x 1 = 2
Exemplos	1	1	1 x 1 = 1
TOTAL			21 pontos

Fonte: autoria própria.

O mapa conceitual elaborado pela equipe Ampère (Figura 29), indicou a presença de 4 proposições:

- “*Magnetismo existe em ímãs*”;
- “*Todo ímã apresenta dois polos: Polo Norte e Polo Sul*”;
- “*Mesmo o ímã sendo separados em duas partes sempre vai haver N e S*”;
- “*Em volta de um ímã existe um campo magnético*”.

Figura 29 -Mapa Conceitual do time Ampère.

O mapa apresenta uma forma mais linear, revelando ausência de vários conceitos trabalhados. Contudo, mostra conhecimento assimilado sobre inseparabilidade dos polos e a presença de um campo magnético ao redor do ímã, as quais contribuíram para um pouco melhor que a do grupo anterior (Quadro 8).

Quadro 8 – Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo time Ampère.

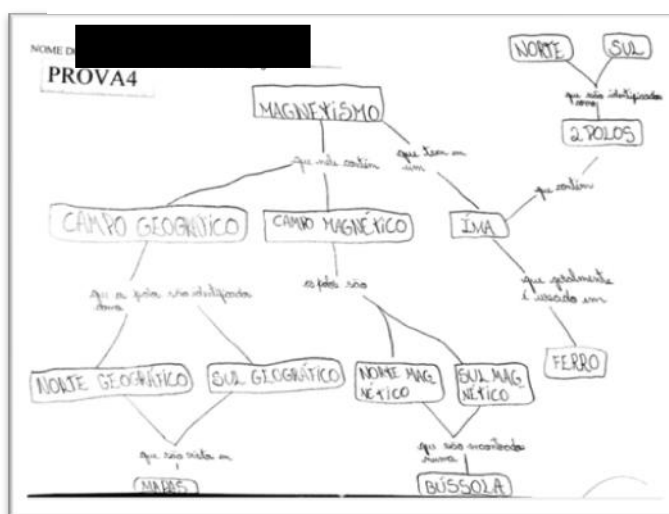
Critérios	Quantidade	Pontuação	Total por critérios
Proposições	4	2	$4 \times 2 = 8$
Hierarquia	1	2	$1 \times 2 = 2$
Ligações Transversais	válida e significativa- 3	4	$3 \times 4 = 12$
	Somente válida – 1	1	$1 \times 1 = 1$
Exemplos	0	1	$0 \times 1 = 0$
TOTAL			23 pontos

Fonte: autoria própria.

O mapa conceitual elaborado pela equipe Maxwell (Figura 30), indicou a presença de 5 proposições:

- “Ímã tem campo magnético”;
- “Os polos são norte magnético e sul magnético”;
- “Magnetismo que nele contém campo magnético”;
- “Norte magnético e Sul magnético são utilizados na orientação da bússola”;
- “Ímã tem dois polos que são identificados como Norte e Sul”.

Figura 30 -Mapa conceitual do time Maxwell.



O mapa da Figura 30, já demonstra uma estrutura mais ramificada, o que pode sugerir uma melhor compreensão de conceitos. A pontuação no Quadro 9 mostra um número maior de proposições e de hierarquias, elevando a pontuação deste mapa. Contudo, o conteúdo geral do mapa se assemelha muito ao mapa do grupo Ampère.

Quadro 9 - Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo time Maxwell.

Critérios	Quantidade	Pontuação	Total por critérios
Proposições	5	2	5x2 = 10
Hierarquia	3	2	3x2 = 6
Ligações Transversais	válida e significativa-4	4	4 x 4 = 16
	Somente válida – 1	1	1x 1 = 1
Exemplos	1	1	1 x 1 = 1
TOTAL			34 pontos

Fonte: autoria própria.

De forma geral, na análise dos mapas conceituais elaborados pelas três equipes, foi possível perceberem evidências de aprendizagem, apesar da falta de alguns conceitos importantes, abordados nos quatro primeiros momentos da SD. Caldas *et al.* (2009) apontam em sua pesquisa, que apesar dos alunos acharem difícil a elaboração dos mapas, estes contribuem para como um organizador de ideias.

Há de se considerar também que a falta de habilidade na construção de mapas, tenha contribuído para a incompleta explicitação de conceitos. Sobre isso, De Aguiar e Correia (2010) afirmam ser de fundamental importância a presença de proposições com alto grau de clareza semântica, para que seja possível identificar erros conceituais

declarados nos mapas dos alunos. Nessa perspectiva, ficou clara a necessidade de se dedicar maior tempo para o treinamento dos alunos, tanto na elaboração quanto na revisão de seus mapas conceituais. Corroborando com o princípio da aprendizagem pelo erro (MOREIRA, 2011).

5.5 Prova 5 - Corrida Magnética.

Nesta prova, cada equipe construiu um eletroímã, com uso dos materiais e roteiros disponibilizados pela docente/pesquisadora necessários (Figura 31). Destaca-se que os alunos tiveram maior aceitação na construção do experimento, assistindo ao vídeo (Apêndice A, p. 139), do que acompanhando o roteiro. Os alunos ficaram motivados em fazer o experimento. Era observável o empenho de cada equipe em fazer o melhor. Algumas das reações dos alunos no decorrer da realização do experimento, são destacadas a seguir:

“Nossa, que maneiro!”

“Quero fazer mais experimentos!”

“Professora, esse eletroímã é o mesmo usado pelo Homem de Ferro no filme”.

Figura 31 - Experimento eletroímã construído pelos alunos.



Fonte: Autoria própria.

Tais reações mostram indícios da conscientização dos alunos de que o significado das coisas deve estar nas pessoas e não nas palavras. A palavra eletroímã teve outro significado, depois que os discentes puderam construir o experimento. Ressalta-se neste caso o princípio da consciência semântica (MOREIRA, 2011).

Após a construção do eletroímã, a docente convidou as equipes para participarem da brincadeira “Corrida magnética” (Figura 32). Cada equipe aferia a massa dos clips que podiam ser carregados e calculava a força peso em três momentos diferentes (Apêndice A, p.141).

Figura 32 -Brincadeira Corrida Magnética.



Fonte: Autoria própria.

No que se refere à análise das respostas do roteiro, verificou-se que todos os alunos tiveram dificuldade na transformação de unidades, no caso específico grama (g) para quilograma (kg).

Verificou-se que a atividade experimental desenvolvida e a brincadeira corrida magnética despertou interesse dos alunos, demonstrando indícios positivos de um dos objetivos do produto educacional que é interatividade por meio do lúdico.

O tempo todo se observou o interesse das equipes em ganhar a competição. Além disso, foi possível observar que os alunos demonstraram predisposição para aprender, uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, apesar da falta de habilidades básicas, como já comentado. Para Moreira e Masini (2001), não basta formular um material potencialmente significativo, se o aprendiz não estiver predisposto a relacionar o conteúdo a ser ensinado com as informações existentes em sua estrutura cognitiva.

A aula expositiva e dialogada dos conteúdos referentes ao experimento que apresentava os conceitos de campo magnético produzido por corrente elétrica (Experiência de Oersted e Lei de Biot- Sarvat), ressaltou a importância do uso correto das unidades de medida, permitindo assim fazer uma revisão sobre transformações de unidades básicas (reconciliação integrativa).

Após a exposição dos conteúdos, os alunos resolveram individualmente uma lista de exercícios (Apêndice A, p.142), a qual demonstrou em sua análise, correta associação das fórmulas em cada questão, bem como grande preocupação com a correta

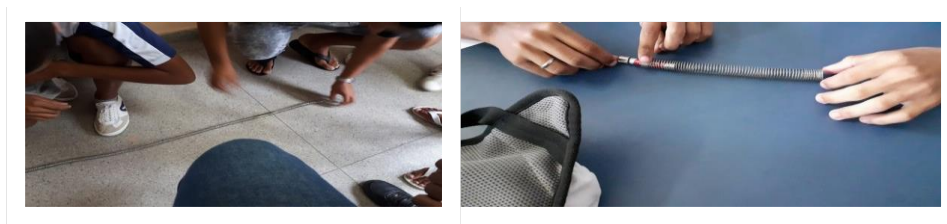
transformação das unidades. Contudo, demonstraram muita dificuldade com cálculos básicos, solicitando o uso da calculadora.

Os alunos identificaram a direção e o sentido do campo magnético, usando a regra da mão direita de forma correta. Houve grande interação nesta atividade, alunos com alguma dificuldade eram orientados por outros colegas de equipe. O que corrobora de forma geral, com a hipótese desta pesquisa, de que o trabalho em equipe, associado ao uso da ludicidade contribui para uma aprendizagem mais crítica, participativa e significativa.

5.6 Prova 6 - Trem Magnético.

Neste encontro, cada grupo realizou uma pesquisa sobre trem magnético e construiu um experimento (Figura 33) com uso de materiais providenciados pela docente e auxílio do vídeo do canal Manual do Mundo, explicando como fazer um trem magnético.

Figura 33-Experimento trem magnético.



Fonte: Autoria própria.

Durante a realização do experimento, os alunos ficaram surpresos com os materiais utilizados, como o estanho, bem como o fato do “trem” ser constituído de pilhas. Seguem algumas verbalizações dos alunos:

“Professora! Como essa pilha consegue andar?”.

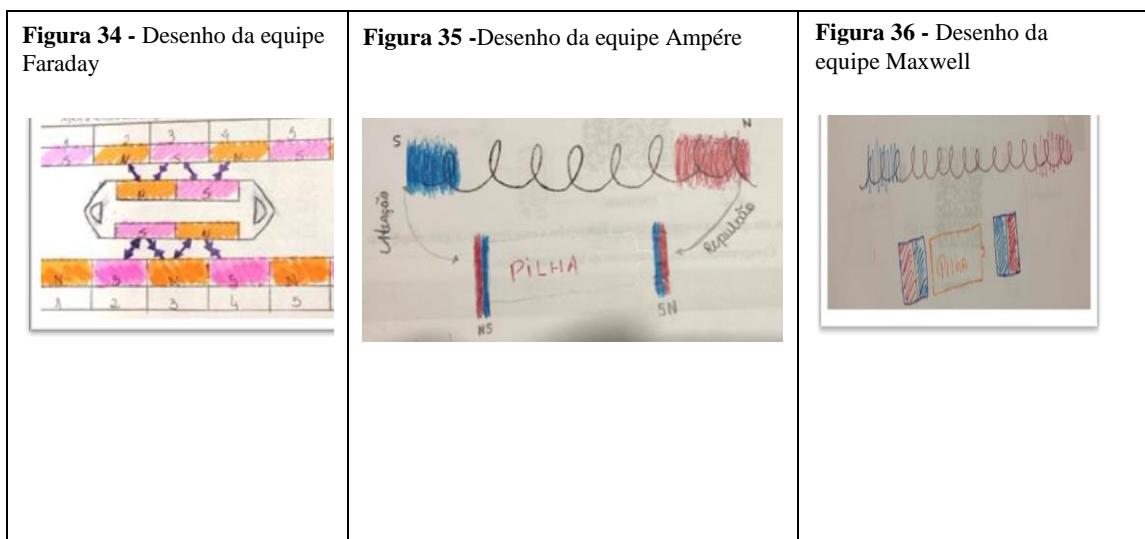
“Esse fio é diferente, deve haver algum segredo!”

“Professora, se colocar duas pilhas vai andar mais rápido?”

Tais participações remetem ao princípio do “abandono da narrativa”, conforme Moreira (2011), uma vez que se permite a mudança conceitual por meio de questionamentos e não somente pela exposição de narrativa do professor, na qual os alunos ouvem, anotam e memorizam.

Depois da realização do experimento, a professora iniciou uma aula expositiva e dialogada dos conteúdos relacionados, força magnética em uma carga e em um fio.

Por conseguinte, a docente solicitou a cada equipe que fizesse um desenho representando o funcionamento dos trens magnéticos (Figuras 34, 35 e 36).



Fonte: Autoria própria.

Os desenhos das equipes demonstram indícios da aprendizagem dos conceitos de atração (polos opostos de um ímã) e repulsão (polos iguais de um ímã) entre ímãs, porém não se ressaltam a formação de um campo de indução magnética criada no fio de estanho pelo uso da pilha. É claro a dificuldade dos alunos em visualizarem a ideia de campo, pelo grau de abstração desse conceito. Eles demonstram habilidade em explicar o funcionamento do trem devido a interação magnética, contudo não conseguem explicar o surgimento dessa interação, a qual provém de dois fatores: do ímã e da variação do campo elétrico (carga em movimento).

Para reforçar os conceitos estudados, os alunos resolveram individualmente uma lista de exercícios (Apêndice A, p. 149). Cada um dos três grupos entregou apenas uma lista para correção.

Cabe ressaltar o grande envolvimento dos alunos na resolução desses exercícios. Todos os três grupos acertaram questões conceituais relevantes, mostrando indícios de uma aprendizagem de conceitos. Foi perceptível a maior dificuldade dos alunos com as questões de cálculo, mas o que surpreendeu a professora pesquisadora foi a disposição deles em tentar resolver. Baseada em experiências anteriores, a docente acreditava que os alunos iriam reclamar, devido ao nível de dificuldade matemática das questões e deixariam em branco muitas delas. Porém isto não ocorreu!

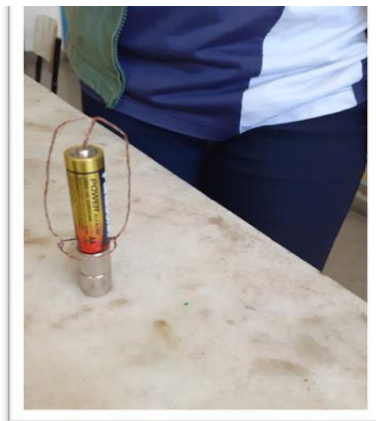
Mais uma vez percebe-se o envolvimento dos alunos, condição para a aprendizagem significativa, pois se empenhou para “decifrar” a ideia de campo,

responsável pelo funcionamento do trem magnético. Remete ao princípio “aprendiz como preceptor” (MOREIRA, 2011).

5.7 Prova 7- Motor Homopolar

Os alunos fizeram o experimento intitulado “Motor Homopolar” (Figura 37), sendo auxiliado com o vídeo do canal Manual do Mundo.

Figura 37 - Experimento Motor Homopolar.



Fonte: Autoria própria.

Durante a realização do experimento, os alunos participaram e elogiaram a aula. Seguem algumas verbalizações:

“Professora, adoro fazer esses experimentos. Fico com eles na cabeça a semana toda”.

“Essa são as melhores aulas de Física que tive na vida”. “Esse experimento, parece mágica!”

“Professora, todas as aulas de Física deveriam ser no laboratório, estudo aqui há três anos e nunca tinha entrado no laboratório”.

“Muito Legal esse experimento!”

Essa atividade foi uma oportunidade de se reconciliar os conceitos já estudados, uma vez que o princípio do motor homopolar é o mesmo do trem magnético (prova seis).

É importante mencionar que essa turma tinha um intervalo após as duas aulas de física, e o que surpreendeu a professora foi o fato de que muitos alunos permaneceram no laboratório fazendo outros experimentos. Não foram para o intervalo. Ficaram interessados em assistir outros vídeos do canal disponibilizado pela docente e tentando construir outros experimentos.

O experimento “Ferro Fluido” (Figura 38) é um exemplo de construção “fora do script”, sem a intervenção da professora. É possível ressaltar o princípio da

“interação social e o questionamento”, no qual se pode observar uma aprendizagem mais crítica, uma vez que o aluno buscou fazer o experimento de forma questionadora, compartilhando significados (MOREIRA, 2011).

Figura 38-Experimento Ferro Fluido.



Fonte: Autoria própria.

Durante a realização dos dois experimentos a professora buscou ajudar a cada equipe na detecção de seus próprios erros, remetendo à ideia de que, buscar entender o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender.

5.8 Prova 8 - Tubo antigravidade.

A professora apresentou aos discentes o experimento “Tubo antigravidade” (Figura 39). Foi pedido o auxílio de três alunos, um para segurar o tubo de alumínio, outro para o tubo de plástico e o terceiro, para abandonar num primeiro momento dois pregos e, em um segundo momento, dois ímãs.

Figura 39 -- Experimento Tubo Antigravidade



Fonte: Autoria própria.

Figura 41-- Experimento Mini Gerador.

Fonte: Autoria própria.

Após a confecção do experimento, a professora iniciou a aula expositiva e dialogada dos conteúdos referentes ao experimento, apresentando novamente os conceitos e cálculos relacionados à indução magnética e explicando o funcionamento e usinas geradoras de energia elétrica. Os alunos responderam ao questionário (Apêndice A, p. 158), o qual foi analisado mediante a categorização das respostas (BARDIN, 2011).

Quadro 10 – Exemplos de US referentes à segunda categoria criada.

Questão	Categorização	Unidades Significativas (US)
1 ^a	Variação do fluxo magnético	<ul style="list-style-type: none"> • “Seu funcionamento está baseado na indução da força eletromotriz” (equipe Ampère)
	Movimento do ímã	<ul style="list-style-type: none"> • “O fio de cobre em volta da seringa, ao depositar um ímã e sacudir, gera energia que acende o led”. (equipe Faraday). • “O ímã (campo magnético) se movimenta fazendo com que os elétrons se movimente gerando energia” (equipe Maxwell).
2 ^a , 3 ^a e 4 ^a	Outras transformações de energia	<ul style="list-style-type: none"> • “Chuveiro, onde a energia elétrica se transforma em térmica” (equipe Ampère). • “Sim, a energia solar pode se transformar em elétrica”. (equipe Ampère). • “Sim, a energia magnética em elétrica” (equipe Faraday). • “Motor do carro”. (equipe Maxwell). • “Moinho de vento”. (equipe Ampère).
	Energia cinética transformada em elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • “Conforme você pedala uma bicicleta se consegue a energia cinética, que transforma em energia elétrica, pois teve movimento” (equipe Faraday).

		<ul style="list-style-type: none"> • “Quando a hélice se movimenta e transforma vento em energia” (equipe Maxwell). • “Sim, a energia eólica ela pode se transformar em elétrica. Quanto maior a força do vento, maior será a energia produzida”. (equipe Maxwell). • “Energia hidroelétrica que usa a força da água e transforma em eletricidade”. (equipe Faraday).
5 ^a	Reconhece a Lei de Lenz	<ul style="list-style-type: none"> • “Porque com o movimento da corrente elétrica quando se movimenta para um lado acende um led e para outro acende outro led”. (equipe Maxwell).
	Não reconhece a Lei de Lenz	<ul style="list-style-type: none"> • “O led foi usado para ser visualizada a energia que sai do ímã”. (equipe Ampère). • “Se fosse usado apenas um, talvez funcionasse com menos intensidade por não ter por onde distribuir energia”. (equipe Farada).

Pelas unidades significativas (US) do Quadro 10, nota-se que a única equipe que associa o experimento ao fenômeno da indução foi a de Ampère, porém as outras equipes, Maxwell e Faraday, associam o movimento à geração de energia elétrica.

Já no que se refere à transformação de energia cinética em elétrica, a equipe Ampère não consegue associação relevante do fenômeno da indução à outras aplicações, como as outras duas equipes. Isto pode estar relacionado a dificuldade dos alunos em associação de conceitos específicos a seu cotidiano. Para Moreira (2011), acerca do princípio “do conhecimento como linguagem”, afirma que a linguagem não é neutra no processo de perceber, bem como no processo de avaliar nossas percepções. Estamos acostumados a pensar que a linguagem expressa nosso pensamento e que ela reflete o que vemos. Logo, aprender um conteúdo de maneira significativa é aprender sua linguagem, não só palavras.

De forma geral, as equipes não conseguiram associar a linguagem (conceito de indução) a uma nova maneira de explicar fenômenos do cotidiano. Nesse contexto, não conseguem mostrar indícios de uma aprendizagem mais significativa (AUSUBEL, 2009).

Diante desse resultado, a professora tornou a debater alguns conceitos a partir das respostas e finalizou a exposição do conteúdo fazendo um resumo de todos os conceitos estudados durante o bimestre.

5.10 Prova 10 - Jogo Se Liga

Para a realização dessa prova a professora distribuiu as peças da trilha na sala de aula (Figura 42), explicou as regras do jogo, e cada equipe escolheu seu pião. Após a organização, deu-se início ao jogo, fazendo a projeção das perguntas.

Figura 42 -- JOGO SE LIGA.



Fonte: Autoria própria.

Neste momento observou-se que os discentes se envolveram ativamente na atividade, resultando em grande interação entre eles. Vale destacar que nesta aula, a interação se deu mais entre os alunos do que com o professor. O professor agiu como um mediador, um condutor para a discussão dos conhecimentos e para a observação do cumprimento das regras do jogo.

A atividade realizada fez com que o aluno refletisse sobre os conceitos e aprendesse a partir do conhecimento adquirido e da interação com os colegas.

A maioria das respostas mostrava dificuldade no uso de uma linguagem mais científica, contudo conseguiam identificar quando a informação de um conceito apresentada era verdadeiro ou falso.

Essa estratégia auxiliou discussão e negociação de significados entre si. Motivou cada equipe a apresentar oralmente ao grande grupo suas atividades colaborativas, bem como receber e fazer críticas. Todas essas atitudes remetem ao ensino centrado no aluno, proposta desta pesquisa desde o início.

Como prova final, os alunos foram instigados a confeccionar um mapa conceitual individual e outro colaborativo com todo o conteúdo abordado durante o bimestre.

Foram elaborados 21 mapas conceituais e analisados segundo os critérios de Novak e Gowin (1996), comparativamente com a pontuação do mapa de referência (Apêndice A, p.124), constante no Quadro 6.

O mapa da Figura 44, também demonstra uma estrutura mais ramificada, o que pode sugerir uma melhor compreensão de conceitos e uma mudança na técnica da construção de mapas. A pontuação no Quadro 12 mostra um número maior de exemplos, elevando a pontuação deste mapa. Contudo, o conteúdo geral do mapa se assemelha muito ao mapa do aluno 5.

Quadro 12- Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo aluno 13.

Critérios	Quantidade	Pontuação	Total por critérios
Proposições	7	2	$9 \times 2 = 14$
Hierarquia	1	2	$1 \times 2 = 2$
Ligações Transversais	Válida e significativa-6	6	$6 \times 4 = 24$
	Somente válida – 1	1	$2 \times 1 = 2$
Exemplos	2	1	$2 \times 1 = 2$
TOTAL			44 pontos

O mapa do aluno 18 da equipe Maxwell (Figura 45), indicou a presença de 8 proposições:

- *“Magnetismo fenômeno que ocorre na matéria devido a propriedade dos átomos”.*
- *“Átomos que apresentam orientações”.*
- *“As orientações formam ímãs naturais”.*
- *“Ímãs tem força de atração e repulsão”.*
- *“Combinando os átomos formam materiais: ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos”.*
- *“Ferromagnéticos são influenciados direto do campo magnético”.*
- *“Paramagnético não sofre influencia do campo magnético”.*
- *“Diamagnéticos sofrem influência oposta do campo magnético”.*

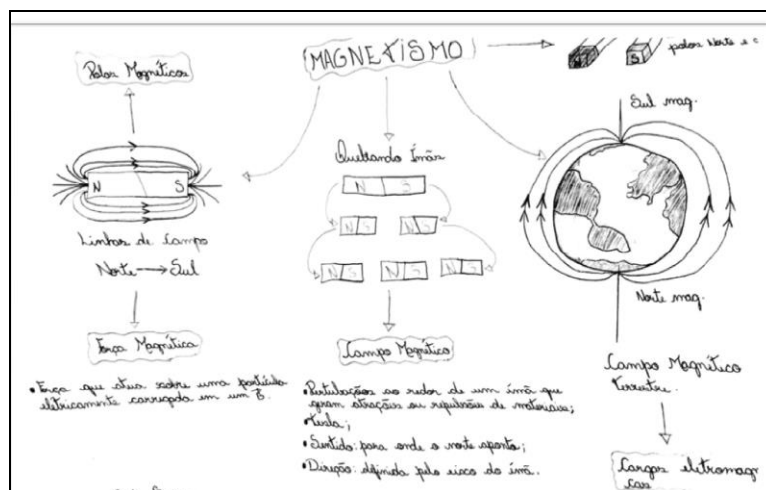
Durante análise dos mapas foi possível observar a presença constante de alguns conceitos como: Ímã; Polos magnéticos; Campo Magnético; Força magnética; Atração e Repulsão; Corrente elétrica.

Correia (2008) afirma que a medida que os alunos praticam a elaboração e revisão de seus mapas, cada vez mais vão elaborando melhores mapas conceituais. Foi perceptível essa evolução, comparando os mapas das Provas 1, 4, 8 e final.

Diante do exposto, observamos indícios de uma aprendizagem, já que a pontuação dos mapas atingiu uma nota total superior a 55% da nota do mapa de referência. Em se tratando dos alunos investigados, com muita dificuldade de aprendizagem, bem como baixo autoestima, o resultado mostra-se promissor.

Também percebido que cinco dos 21 mapas elaborados, tem características de mapas mentais. São mapas coloridos, que possuem figuras, mas não mostram como os conceitos são relacionados. Não há proposições entre os conceitos, demonstrando que tais alunos ainda encontram dificuldades em fazer mapas conceituais (Figura 46).

Figura 46-Mapa Final do Aluno 19.



Após cada aluno terminar o mapa individual, foi pedido que cada equipe construísse um mapa conceitual colaborativo. A Figura 47 representa um desses mapas.

A professora listou no quadro palavras que deveriam aparecer nos mapas a serem elaborados (CAMPO MAGNÉTICO, POLOS MAGNÉTICO, FORÇA MAGNÉTICA, INDUÇÃO MAGNÉTICA, MOTOR, GERADOR, USINAS, ATRAÇÃO, REPULSÃO). Os alunos poderiam acrescentar outras.

Figura 47 - Mapa conceitual do time Ampère.



Fonte: Autoria própria.

De forma geral, foram identificadas treze proposições válidas e significativas nos três mapas elaborados como se destaca a seguir:

- “Campo magnético pode ser obtido pela ação de uma corrente elétrica.”
- “Campo magnético pode ser encontrado em ímãs que possuem polos Norte e Sul que são inseparáveis.”
- “Campo magnético é encontrado em fio um fio percorrido por uma corrente elétrica, exemplo: eletroímã.”
- “Campo magnético pode ser encontrado no planeta Terra que possuem polos geográficos e polos magnéticos.”
- “Cargas elétricas em movimento dentro de um campo magnético sofre uma força magnética.”
- “Força magnética pode ser de atração ou repulsão entre ímãs.”
- “A variação do campo magnético provocam corrente elétrica, denominado indução magnética.”
- “O eletroímã demonstra a relação entre a eletricidade e o magnetismo.”
- “O magnetismo de um ímã é influenciado pela temperatura.”
- “O campo magnético de um ímã sai do Norte e entra no polo Sul.”
- “Os polos opostos de um ímã se atraem e os polos iguais se repelem.”
- “Os ímãs tem polos inseparáveis.”
- “O gerador usado em usinas funcionam com o princípio da indução eletromagnética.”

Novamente, com ajuda de ferramenta disponível em: <https://wordart.com/edit/8m3v2o0y9c3h>, pode-se criar uma “nuvem de palavras” (Figura 48), a qual mostra como conceitos mais destacados: MAGNETISMO, ELETROÍMÃ, TEMPERATURA, INDUÇÃO MAGNÉTICA, POLOS

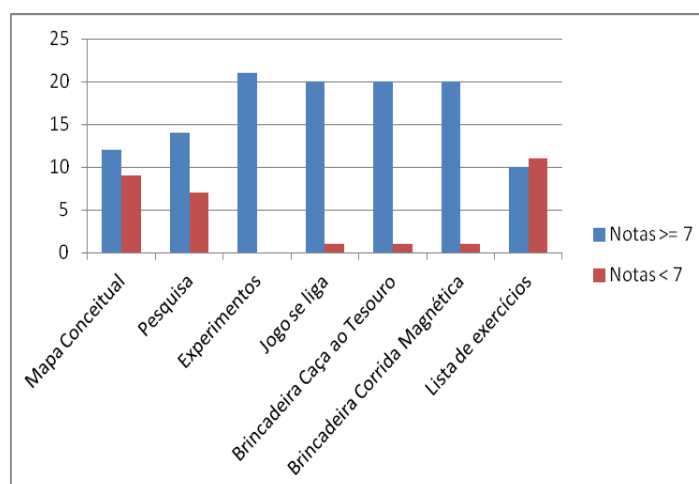
MAGNETICOS, GERADOR, POLOS GEOGRAFICOS, REPULSÃO, ATRAÇÃO E FORÇA MAGNÉTICA.

Figura 48— Nuvem de Palavras dos mapas elaborados.



Para avaliação do produto educacional foi pedido para cada aluno responder um questionário (Apêndice A, p.170) pontuado de 0 a 10 para cada pergunta. Dos vinte e um alunos que responderam a ficha de avaliação, todos aprovaram e recomendam o uso do método; a maioria manifestou satisfação em trabalhar em equipe, pois conseguiram desenvolver habilidades como tomada de decisão, liderança e empatia; todos reconheceram que o método usado favoreceu seu aprendizado sobre os tópicos do magnetismo.

A Figura 55 destaca quais atividades realizadas na gincana que mais contribuiu para a aprendizagem, na visão dos alunos.

Figura 49 -Gráfico das respostas.

Fonte: autoria própria.

As atividades mais pontuadas foram experimentos, o jogo e as brincadeiras. Vale ressaltar a fala de um aluno sobre sua participação no jogo:

“Professora, se eu lembro de algum conceito foi o que eu vi no jogo Se Liga, pois foi o momento em que eu mais me concentrei”.

Sobre a relevância do método usado, os alunos responderam que foi válido para sua formação, como exemplificado a seguir:

Aluno 2: “Sim, aprendi muito com as matérias dadas em sala de aula. Me fez gostar mais de física. Pois que era visto por mim, como uma coisa chata que eu não entendia nada vezes nada na aula de experimentos eu consegui me divertir e aprender também, eu acredito que assim ficou bem mais fácil de aprender”.

Aluno 4: “Sim, com eles consegui adquirir muito mais conhecimento e aprendi coisas novas que não sabia, e que foram fundamentais para mim”.

Aluno 9: “Sim, pois foram aulas dinâmicas, onde aprendemos muitas coisas diferentes”.

Aluno 13: “Sim, além de aprender o conteúdo aprendemos a trabalhar em equipe”.

Aluno 15: “Sim, me deu outro ponto de vista sobre a matéria”.

Alguns comentários adicionais foram explicitados pelos alunos:

Aluno 1: “Um laboratório com mais espaço e condições”.

Aluno 3: “O método usado tem que ser aplicado mais vezes, em todas as disciplinas”.

Aluno 6: “Mais experimentos”.

Aluno 9: “Amei conhecer o laboratório”.

Aluno 12: “Nunca tinha conhecido o laboratório”.

Aluno 15: “Agradecer pela dedicação da professora”.

Aluno 17: “Todas as matérias deveriam dar aulas que nem a essa”.

Aluno 18: “Ter mais experimentos no laboratório”.

Com os resultados encontrados nesta avaliação podemos ter indícios que o material usado foi potencialmente significativo o que causou pré-disposição para aprendizagem.

O método usado buscou facilitar a aprendizagem de uma nova linguagem, fazendo a negociação de significados através dos princípios facilitadores da TASC e criando uma cultura dentro do sistema escolar que favoreça a experimentação e a participação efetiva do aluno na aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo final desse trabalho foi analisar as potencialidades de uma sequência didática sobre tópicos do magnetismo com enfoque no lúdico, para aprendizagem crítica de conceitos em nível médio. Durante a aplicação da SD foi observado à mudança de comportamento dos alunos no que se refere a seu envolvimento, criticidade, participação e desenvolvimento de habilidades de tópicos de magnetismo, o que sugere um diálogo com uma aprendizagem mais significativa e crítica.

As atividades experimentais, mesmo sendo simples e de baixo custo, foram de extrema relevância para a mudança comportamental dos alunos e teve um alto grau de sofisticação no que se refere à aprendizagem, pois os conceitos ganharam mais sentidos quando os alunos puderam empregar seus conhecimentos em algo mais palpável.

A SD apresentou aos discentes um universo em que eles puderam fazer suas próprias descobertas, interagindo uns com os outros e permitindo que os alunos aprendam a lidar com os próprios erros e limites, construindo a ideia de que as falhas e as limitações fazem parte do processo, sendo possível seguir em frente, sendo assim podendo elevar a autoestima dos alunos. Alunos conseguiram romper com sentimentos de baixa autoestima, pelo fato de não dominarem conteúdos de física.

Dessa forma, o produto educacional buscou desenvolver habilidades como argumentação a partir de evidências, comunicação de resultados e não ser uma seleção de talentos, mas sim de desenvolvimento de talentos.

De uma forma geral, os discentes reagiram positivamente em relação às atividades propostas neste trabalho, evitando a rotina tradicional de aulas meramente expositivas com apelo matemático exagerado, trabalhando mais com os conceitos dos fenômenos físicos.

Na visão dos conceitos aprendidos, observou-se inicialmente que muitos alunos já tinham brincado com ímãs e possuíam conhecimentos prévios relevantes, os quais foram aproveitados para associação a novos conhecimentos.

Após o terceiro momento, é possível destacar que os alunos demonstraram indícios de desenvolvimento com habilidades e competências envolvendo conceitos iniciais do magnetismo como: *polos de um ímã, inseparabilidade dos polos magnéticos,*

campo magnético, classificação dos materiais de acordo com campo magnético e campo magnético terrestre.

No quarto momento, onde se pode retornar a conceitos iniciais de forma lúdica, encontrou-se indícios de aprendizagem na construção do segundo mapa conceitual.

O conceito de *força magnética* foi usado para explicação do experimento trem magnético e do motor homopolar. Demonstrando habilidades em utilizar as leis físicas para interpretar processos naturais e tecnológicos no contexto do magnetismo.

O conceito de *fluxo magnético* parece ter sido apreendido de forma mais qualitativa do que matemática, assim como o conceito de variação do fluxo magnético e de indução eletromagnética.

A diversidade de tarefas da gincana “Física Malúdic”, baseadas nos princípios facilitadores da TASC, exigiu que os alunos fossem curiosos, a mesma curiosidade que trouxe a reflexão crítica sobre a prática. Também enfatizou a interação entre alunos e entre alunos e professor através do intercâmbio de perguntas, nesses momentos pode-se observar alunos mais questionadores e mais críticos.

Diante do exposto, acredita-se ter cumprido o objetivo geral proposto nesta pesquisa que foi envolver os alunos em uma aprendizagem significativa e crítica através de uma SD com enfoque no lúdico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. N. de. *Educação lúdica: técnicas e jogos pedagógicos*. São Paulo: Loyola, 1987.
- ALONSO, M.; FINN, E. J. *Física: um curso universitário Volume II Campos e Ondas*. Ed. Edgard Biiucher LTDA. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 1972.
- ALVES, Alda Judith. *O planejamento de qualitativas em educação*. Cadernos de Pesquisas, São Paulo: Fundação Carlos Chagas / Cortez, 77, p. 53-61, maio 1991.
- ANDRÉ, M. *O que é um estudo de caso qualitativo em educação*. Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.
- ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. *Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, DF: Trillas. Traducción de la segunda edición de *Educational psychology: A cognitive view*, 1983. In: MOREIRA, M. A. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo*. Porto Alegre, 2009b.
- BASSOLI, F. *Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções*. Ciência e Educação, V. 20, n. 3, 2014, p. 579-593.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa, ed. 70, 2011.
- BECKER, Fernando. *Ensino e construção do conhecimento: o processo de abstração reflexionante*. Porto Alegre. Educação & Realidade, vol. 18, p. 43-52, 1993.
- BIANCHINI, T. B. *A Investigação Orientada como Estratégia para o Ensino de Eletroquímica*. Monografia. Bauru: UNESP, 2011.
- BRANCO, A. R. M. C.; MOUTINHO, P. E. C. *O lúdico no ensino de física: o uso de gincana envolvendo experimentos físicos como método de ensino*. Caderno de física da uefs 13 (02): 2601.1-8, 2015.
- BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC/SEF, 1996.
- BRASIL, Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL, Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: Casa Civil, abr. de 2013. Disponível em: . Acesso em: 06 novembro. 2018.

BROUGÈRE, G. *Jogo e Educação*. 2.ed. Porto Alegre: artes Médica, 1998. BRUNER, J. S. *O processo da Educação*. 4.ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1968.

BRUNER, J. *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch, 1976.

CARDOSO, R. C. T. *Jogar para Aprender Língua Estrangeira na Escola*. 1977. Dissertação (Mestrado em Lingüística Aplicada) – Instituto de Estudos da Linguagem. UNICAMP, Campinas.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C.A. *Considerações sobre estágio supervisionado por alunos licenciandos em Ciências Biológicas*. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2009. Anais do VII ENPEC, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

CHASSOT, A. *Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação* (Editora da Unijuí, Ijuí, 2016), 7ª ed.

CORREIA, P.R.M.; SILVA, A.C.; JUNIOR, J.G.R. *Mapas Conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.32, n.4 (2010)

FALKEMBACH, Elza Maria Fonseca. *Sobre a história recente da Educação Popular na América Latina*. Caxambu, MG: Anped, 2008

GALIAZZI, M. C; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L.C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F.P. *Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências*. Ciência & Educação, V. 2, n.7, 2001, p. 249-263.

GASPAR, F. P. *A auto-estima e o rendimento escolar na adolescência*. /Disponível em: . Acesso em: 11 de novembro de 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009.

GOLEMAN, D. . *Inteligência Emocional*. Rio de Janeiro: Objetiva, 1995.

GONZATTO, M. *Porque 89% dos estudantes chegam ao final do ensino médio sem aprender o esperado?*, Porto Alegre, 27/10/2012.

HALLIDAY, David; RESNIK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física: eletromagnetismo*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, v.3, 375 p. 2012.

HODSON, D. *Hacia Un Enfoque Más Crítico Del Trabajo DE Laboratorio. Enseñanzas de Las Ciencias*, V.12, n.3, 1994, p.299-313.

JUNIOR, E. M. dos R; SILVA, O. H. M. da. *Atividades experimentais: uma estratégia para o ensino da física*. Cadernos Intersaberes, Curitiba, vol. 1, n.2, p.38-56, jan. – jun. 2013.

JUNIOR, G. D. de C.. *As concepções de ensino de Física e a construção da cidadania*. Caderno Brasileiro de Física, Santa Catarina, v. 19, n. 1 (2002).

YOUNG, Hugh D. ; FREEDMAN, Roger A. *Física III: Eletromagnetismo*. 12. ed. São Paulo: Pearson, v3, p. 202-315, 2009.

LEMKE, Jay L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. Revista Enseñanza de las Ciencias, 2006.

LIMA, Elvira C. A. S., et al., *O Jogo e a Construção do Conhecimento na Pré-Escola*. São Paulo: FDE, 1991.

LÓPEZ Rupérez, F. *Cómo estudiar El-sita*. Barcelona, Ministério de Educación y Ciencia/VicensVives, 1991.

LUCKESI, Cipriano C. Educação, Ludicidade e Prevenção das Neuroses Futuras: uma Proposta Pedagógica a partir da Biossíntese. Ludopedagogia, Salvador, BA: UFBA/FACED/PPGE, v. 1, p. 9-42, 2005.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). *Pesquisa social: teoria método e criatividade*. 17ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MARTINS, Renata L. Caldas, VERDEAUX, Maria F. da Silva, SOUSA, Célia Maria S. Gomes. *A utilização de diagramas conceituais no ensino da física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n.3, 2009.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, Marco Antônio. *Pesquisa em educação em ciências: métodos qualitativos*. Atas del PIDEDEC – Programa Internacional de Doctorado em Enseñanza de las Ciencias, 4:25-55, 2002.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Editora da UnB, 2000.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB, 2006

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem Significativa Crítica*. Porto Alegre, RS, Brasil, 2000.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem Significativa em mapas conceituais*. Porto Alegre, RS, Brasil, 2013.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999. _____; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

NEVES, D.P. Parasitologia Humana . 11º ed. São Paulo: Atheneu, 2007.

_____.Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC/SEB. 2002a.

_____.PCN+: Orientações Educacionais Complementares aos parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC/SEB. 2002a.

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. Química Nova na Escola, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2017.

MIRANDA, S. de. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. Ciência hoje. V.28, n. 168. Jan/fev. 2002, p.64-66.

NOVAK, D. J.; GOWIN, B.D. *Aprender a aprender*. 2.ed. Lisboa: plátano Edições técnicas, 1999.

NUNES, P. A. *Educação Lúdica*. São Paulo: Loyola, 2000.

OLIVEIRA, Maria Marly de. *Como fazer pesquisa qualitativa*. 3. ed. São Paulo: Vozes, 2010.

OLIVEIRA, Sandra Regina Nardis de; SILVA, Renata. O Lúdico e suas Múltiplas Derivações na Realidade da Educação Infantil. Revista de Divulgação Técnico-Científica do ICPG, Vol. 3 n. 10, P. 101-105, jan./jun. 2007.

PILLETI, Claudino. *Didática Geral*. 8.ed.São Paulo: Ática, 1986.

PIERSON, Alice Helena Campos et al. *Abordagem CTS na perspectiva de licenciados em Física*. Ciência e Ensino, v.1,n especial, nov.2007. Em foco, (s.p.). Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/158/115>> . Acesso em: 27 de maio de 2018.

PINTO, C. L.; TAVARES, H. M. *O lúdico na aprendizagem: apreender e aprender*. Revista da Católica, Uberlândia, v. 2, n. 3, p. 226-235, 2010.

PIETROCOLA, M. (2004) *Curiosidade e Imaginação*. In: CARVALHO, A. M. P..(org). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Thomson, 2004.

POSTMAN, Neil & WEINGARTNER, Charles (1969). Teaching as a subversive activity. New York: Dell Publishing Co. 219p.

RAMPAZZO, Lino. *Metodologia científica para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação*. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2009.

RIBEIRO, J. L. P.; VERDEAUX, M. de F. da S. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.34, n. 4, p.10, 2012.

RIZZO PINTO, José. - *Corpo Movimento e Educação – o desafio da criança e adolescente deficientes sociais*, Rio de Janeiro: Sprint, 1997.

SALLA, Fernanda. *Toda a atenção para a Neurociência*. In: *Revista Nova Escola*. São Paulo, ed. 253, p. 48 – 55, jun./jul. 2012.

SCHNETZLER, R. P. *Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de Química*. *Química Nova*, V. 16, 2002, p. 15-20.

SILVERIO, Antonio do Anjos. *As dificuldades no ensino/aprendizagem de física*, Santa Catarina, 2001. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://150.162.242.35/bitstream/handle/123456789/105360/FSC0003M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 14 de maio de 2018.

SOUZA, R. A. *Teoria da Aprendizagem Significativa e experimentação em sala de aula: integração teoria e prática*. 1ed. Salvador: novas edições acadêmicas 2011.

SOUSA, E. M.; SILVA, F. O.; SILVA, T. R. S.; SILVA, P. H. G. *A importância das atividades lúdicas: uma proposta para o ensino de Ciências*. In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012, Palmas – To. Anais... Palmas: 2012.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de Química*. 1. Ed. Goiânia: Kelps, 2011.

SOARES, M.H.F.B.; OKUMURA, F; CAVALHEIRO, E.T.G. *Proposta de um jogo didático para ensinar o conceito de equilíbrio químico*. *Química Nova na Escola*, n.18, 2003, p.13-17.

SUARTE, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. *Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio*. Encontro Nacional de Ensino de Química, n.14. 2008. Curitiba. Anais XIV ENEQ. Curitiba: UFPR/DQ, 2008.

TEIXEIRA, C. E. J. *A ludicidade na escola*. São Paulo: Loyola, 1995.

TEIXEIRA, M. J. *Recreação para todos: Manual Teórico-prático*. São Paulo: Obelisco, 1970.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. *Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens*. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, V. 13, n. 3, 2011, p. 67-80.

ZULIANI, S. R. Q. A. *A Utilização da Metodologia Investigativa na aprendizagem de Química experimental*. Dissertação de Mestrado. Bauru: - UNESP - Campus de Bauru, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Produto Educacional

Física Malúdicca

MATERIAL DO PROFESSOR

POR: FLÁVIA RODRIGUES DA SILVA
RENATA LACERDA CALDAS





**SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA
LUDICIDADE PARA APRENDIZAGEM DE
TÓPICOS DO MAGNETISMO**

APRESENTAÇÃO

Caro Professor,

Este material foi elaborado em forma de uma sequência didática, com o intuito de subsidiar a aprendizagem de tópicos do magnetismo de maneira significativa e crítica.

A sequência didática aqui desenvolvida está alinhada com as propostas do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro do 2º bimestre do 3º ano do nível médio no tocante ao desenvolvimento de competências e habilidades e tem como base teórica a teoria da Aprendizagem significativa Crítica (TASC) de Marco Antônio Moreira.

A TASC possui onze princípios facilitadores: do conhecimento prévio, da interação social e do questionamento, da não centralidade do livro texto, do aprendiz como preceptor/representador, do conhecimento como linguagem, da consciência semântica, da aprendizagem pelo erro, da desaprendizagem, incerteza do conhecimento, da não utilização do quadro de giz e do abandono da narrativa. Todas as tarefas relacionadas nessa sequência estão associadas aos princípios, para que possa conduzir os alunos a um raciocínio científico e crítico e a uma aprendizagem significativa.

O material busca uma abordagem lúdica, em forma de uma gincana, intitulada “Física Malúfica”, que conta com tarefas ligadas a construção de experimentos, pesquisas, construção de mapas conceituais e jogos. Essa estrutura tem como objetivo possibilitar indícios de uma aprendizagem significativa e crítica.

Como o material propõe uma gincana, o trabalho em equipe deve ser valorizado pelo docente, de formar a que cada aluno que compõe o time possa desenvolver seu talento somando as habilidades, trocando experiências com a finalidade de obter uma aprendizagem significativa crítica.

Toda a sequência é iniciada por um organizador prévio, pois o aluno, além de ter sua curiosidade instigada, deverá refletir sobre o tema abordado, ativar esquemas e confrontar possibilidades de resposta, mobilizando o conhecimento adquirido e suas estruturas cognitivas. O desenvolvimento do conteúdo se dá com linguagem simples, porém sem inadequações com o rigor conceitual e sem o excessivo enfoque na matemática da Física.

Flávia Rodrigues da Silva.

Flaviaeuca38@gmail.com

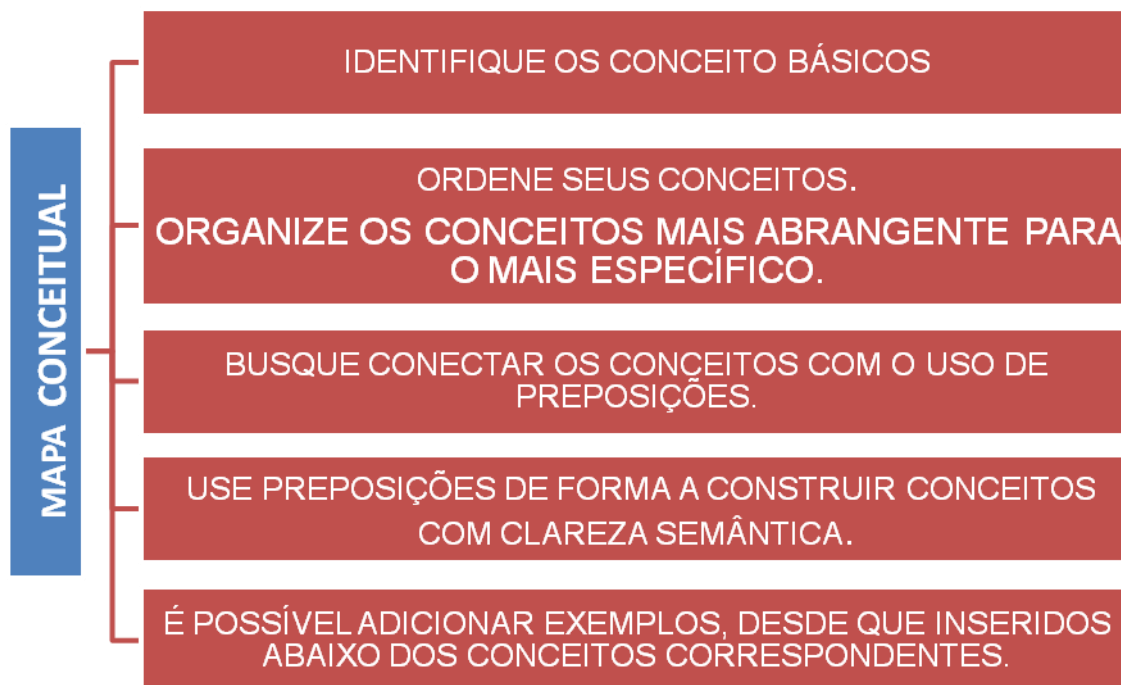
O QUE É UM MAPA CONCEITUAL?

De modo geral, mapas conceituais funcionam como organizadores gráficos, que podem apresentar relações significativas entre palavras que usamos para representar conceitos para um determinado assunto. Por sua utilidade no que se refere à reconciliação e diferenciação de conceitos, os mapas conceituais podem ser utilizados como um interessante recurso de aprendizagem.

Professor é muito importante que você, antes de iniciar a sequência, pratique com seus alunos a construção de mapas conceituais afim de não proporcionar uma sobrecarga cognitiva extrínseca.

COMO FAZER UM MAPA CONCEITUAL

Aqui você terá informações em como elaborar um bom mapa conceitual. Se liga nas dicas!



CONTEÚDO

- Propriedades dos ímãs.
- Campo Magnético.
- Magnetismo Terrestre.
- Campo Magnético de fio reto, espira e solenoide.
- Força magnética.
- Motor elétrico.
- Fluxo Magnético.
- Indução eletromagnética.
- Gerador elétrico.



REGRAS DA GINCANA FÍSICA MALÚDICA

1- Quanto às Equipes:

A turma deve se dividir em times com 7 a 10 alunos, cada time/equipe deverá escolher um nome a seguir.

Time Faraday	Time Ampère	Time Maxwell	Time Oersted

Adicionalmente, a equipe deverá eleger um líder que responderá em nome da equipe.

2- Quanto à pontuação:

Cada prova dará uma quantidade X de pontos específica dela, podendo ser alterada para mais ou para menos no decorrer da mesma, caso o professor julgue necessário.

Cada prova também servirá como avaliação de indícios de aprendizagem.

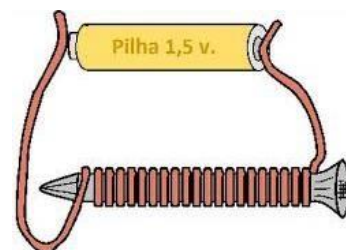
3- Quanto às provas:

Haverá no total 10 provas, podendo haver tarefas extras, onde serão analisados o interesse da equipe, o número completo de participantes e as habilidades desenvolvidas.

As tarefas serão de dois tipos: tarefa por equipe e individual.

SUMÁRIO DAS PROVAS DA GINCANA FÍSICA MALÚDICA

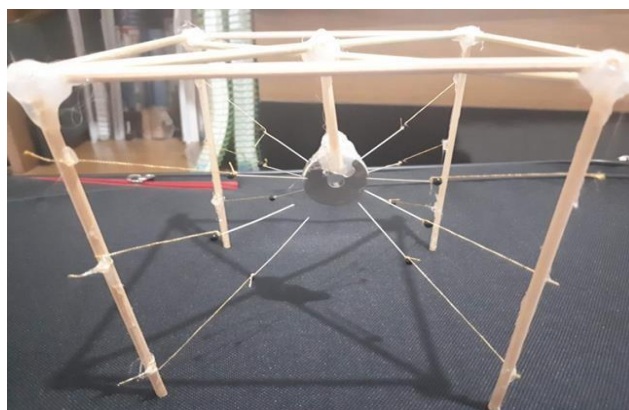
1. O QUE SABEMOS SOBRE O MAGNETISMO? (2 HORAS/AULA)
2. CAÇA AO MAGNETISMO (2 HORAS/AULA)
3. POLO MAGNÉTICO E POLO TERRESTRE. (2 HORAS/AULA)
4. GOL MAGNÉTICO (2 HORAS/AULA)
5. CORRIDA MAGNÉTICA (2 HORAS/AULA)
6. TREM MAGNÉTICO (3 HORAS/AULA)
7. MOTOR HOMOPOLAR (1 HORA/AULA)
8. TUBO ANTIGRAVIDADE (1 HORA/AULA)
9. MINI GERADOR DE ENERGIA (2 HORAS/AULA)
10. JOGO SE LIGA – PROVA FINAL (3 HORAS/AULA)



PROVA

1

O que sabemos sobre o magnetismo?



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Resgatar o conhecimento prévio sobre conceitos básicos do magnetismo em relação ao ímã.

Instigar a elaboração de hipóteses para o fenômeno observado.

PRINCÍPIO DO CONHECIMENTO PRÉVIO

Professor, nesse primeiro momento você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

- 1- Pedir para os alunos de cada equipe observar o experimento “Campo Magnético”.
- 2- Instigar a elaboração de hipóteses através de perguntas como: Você achou interessante o experimento da foto acima? Sabe o que está acontecendo? Esse experimento te faz associar a algo que você conhece?
- 3- E como primeira prova da gincana pedir que cada aluno construa um mapa conceitual, com a pergunta focal: O que sabemos sobre magnetismo?

TAREFA DA GINCANA

MAPA CONCEITUAL

O que sabemos sobre magnetismo?



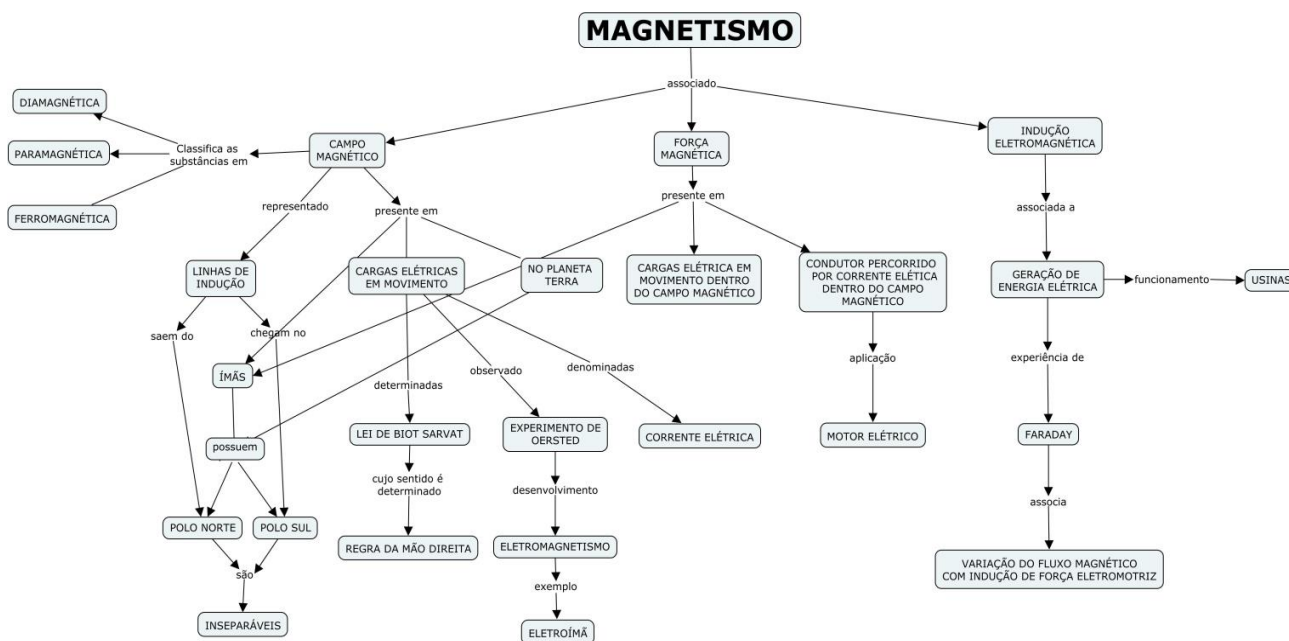
Professor, o aluno pode encontrar dificuldade em colocar a organização dos conhecimentos existentes em sua estrutura cognitiva ao encontrar uma folha em branco, essa barreira só vai ser vencida depois que os alunos selecionarem alguns conceitos e preposições a serem usadas.

Diante do exposto, oriente seu aluno a observar o experimento e organizar uma lista de conceitos que eles conseguem associar.

O uso da pergunta focal é o elemento organizador do mapa, e ajuda a delimitar a explosão de conceitos.

Aqui você encontrará um mapa de referência que pode ser dividido ao longo da sequência (submapas), ou seja, o aluno no decorrer do bimestre deve construir um mapa que contenha os conceitos do mapa de referência.

MAPA CONCEITUAL - MAPA DE REFERÊNCIA

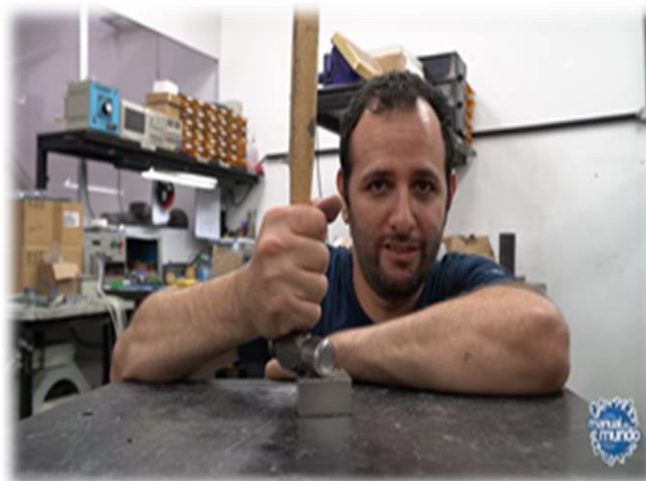


Professor, se o seu aluno teve dificuldade de construir o mapa conceitual ou os mapas feitos demonstrem poucos indícios de conhecimentos prévios, utilize o questionário para indagação dos subsunçores.

Questionário para indagação de subsunçores: O que sabemos?



- 1-Que elemento está no centro do experimento?
- 2-Como é possível o elemento central atrair as agulhas?
- 3-Qualquer outro material seria atraído pelo elemento central? Justifique sua resposta.
- 4-As agulhas também estão atraindo o elemento central? Justifique sua resposta.
- 5-Você conhece algum elemento que faça o mesmo efeito do experimento? Se sim, qual (is)?

PROVA**2****Caça ao Magnetismo**

Acesse o vídeo
efetuando a leitura do
QR Code
apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Relacionar novo conhecimento sobre a fabricação de ímãs com aplicação dos ímãs no dia a dia.

Motivar o trabalho em equipe e a construção do conhecimento.

Desenvolver habilidades e competências sobre conceitos iniciais de magnetismo: polos de um ímã, inseparabilidade dos polos, classificação das substâncias magnéticas.

**PRINCÍPIO DA INTERAÇÃO SOCIAL
E DO QUESTIONAMENTO**

Neste segundo momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

- 1- Pedir para os alunos de cada equipe assistam o vídeo de 14 minutos:” Como são feitos os ímãs?”.
- 2- Aula expositiva e dialogada sobre os conceitos: polos de um ímã, inseparabilidade dos polos magnéticos e classificação das substâncias magnéticas.
- 3- E como segunda prova da gincana pedir que cada equipe fazer uma pesquisa sobre o uso do magnetismo no cotidiano.

TAREFA DA GINCANA: SERÁ QUE O MAGNETISMO ESTÁ PRESENTE EM NOSSAS VIDAS?

Façam leituras de revistas, artigos e jornais sobre o uso do magnetismo no cotidiano e depois descrevam os conceitos/ aplicação que você conseguiu aprender com a pesquisa.

Professores aqui você encontrará indicações de artigos para que os alunos possam fazer a pesquisa:

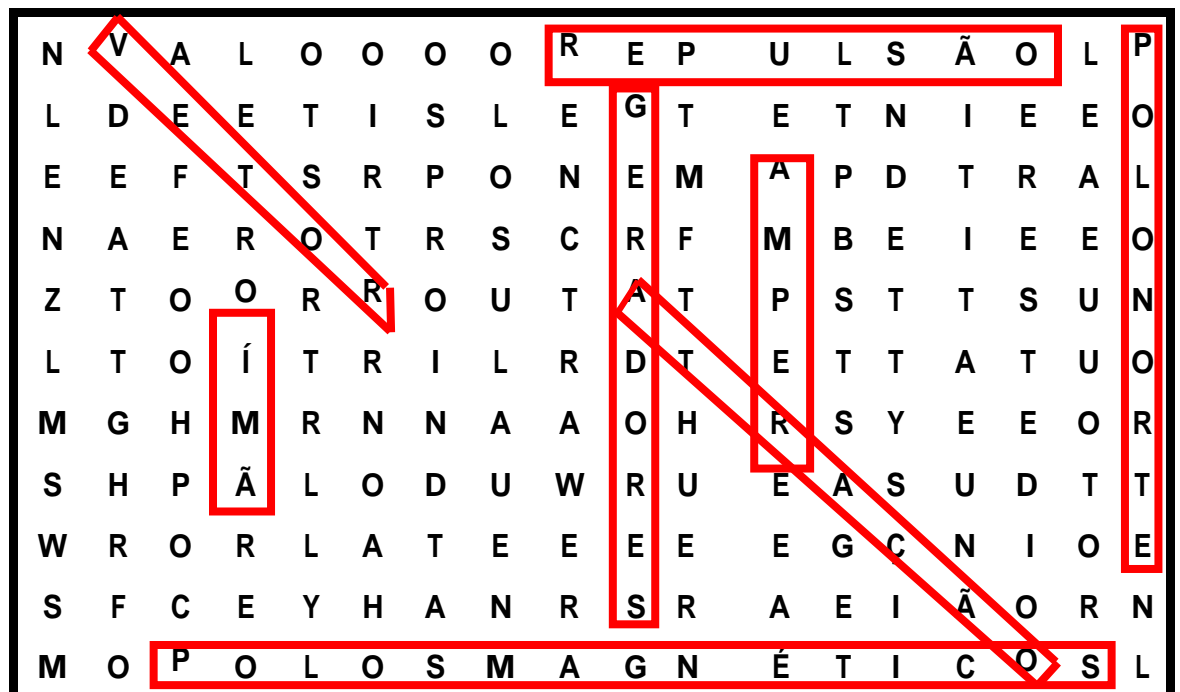
- Revista Brasileira de Ensino de Física;
- Revista Brasileira de Física Médica;
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

TAREFA EXTRA!



O que sabemos?

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário. Encontre palavras ligadas a conceitos do magnetismo.



PROVA**3**

O Polo Magnético x Polo Terrestre

OBJETIVOS

Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor.

Desenvolver habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de magnetismo: polos magnéticos versus polos terrestres, campo magnético.

Compreender o funcionamento de uma bússola.

Princípio do aprendiz como Perceptor/Representador

Neste terceiro momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

- 1- Pedir que os alunos identifique os polos terrestre e magnético.
- 2- Aula expositiva e dialogada sobre campo magnético da Terra e o funcionamento da bússola.
- 3- Brincadeira “Caça ao Tesouro”.
- 4- Lista de exercícios.

TAREFA DA GINCANA

Pegue o globo terrestre, identifique os polos terrestres. A seguir pegue a bússola e identifique os polos magnéticos.

NORTE GEOGRÁFICO

SUL MAGNÉTICO



SUL GEOGRÁFICO

NORTE MAGNÉTICO

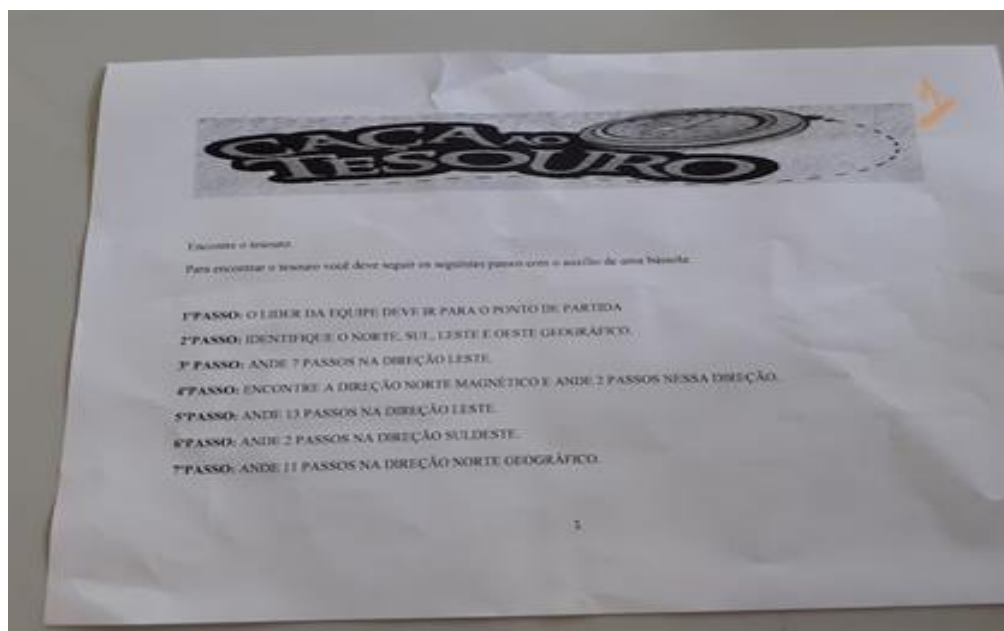
TAREFA DA GINCANA

BRINCADEIRA BUSCA AO TESOURO: Aqui o professor deve entregar a cada equipe um roteiro com as orientações e uma bússola.



Professor, o objetivo desse momento é que os alunos possam aprender a usar a bússola. A brincadeira consiste em encontrar um “tesouro”, e para o mesmo ser encontrado cada equipe deverá usar uma bússola, pois a orientação do local do “tesouro” será fornecida através da orientação dos pólos terrestres. Ganha a prova o grupo que encontrar o tesouro primeiro.

A seguir será apresentada uma sugestão de roteiro proposta pela professora pesquisadora.



LISTA DE EXERCÍCIOS: Deve ser aplicada com a finalidade de realizar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conteúdos estudados até o momento, onde os conceitos mais gerais foram trabalhados nas aulas expositivas e dialogadas e será progressivamente diferenciada em termos de detalhes e especificações nas resoluções.



1- Os Pássaros têm “visor” de campo magnético, diz um estudo da Universidade de Oxford, na Inglaterra, e a Universidade Nacional de Cingapura que mostrou que os pássaros podem literalmente enxergar os efeitos da força magnética. Sob a influência do campo magnético, uma molécula especial presente nos olhos do pássaro responde à incidência da luz de tal forma a reforçar cores e brilhos em determinados pontos do campo de visão. Segundo o estudo, o resultado aproxima-se ao de um visor, como os instrumentos de uma aeronave, com marcações próprias para balizar a navegação.

Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/ciencia/passaros-tem-visor-de-campo-magnetico-diz-estudo/>>. Acesso em: 05 julho. 2019.

O texto acima, retirado de uma reportagem de uma conhecida revista brasileira, destaca o grande senso de localização que os pássaros têm, algo que a ciência sempre suspeitou, mas até então nada era provado.

Sobre o estudo realizado a respeito desses pássaros, analise as afirmações abaixo como V para verdadeira e F para falsa.

I — Esses campos magnéticos seguem uma orientação do polo sul geográfico para o polo norte geográfico, com uma pequena variação apenas.

II – As linhas de campo que os pássaros utilizam para orientação fluem de leste para oeste.

III – O mecanismo de orientação desses pássaros é até melhor que a maioria dos instrumentos de navegação de aeronaves.

IV – Sabe-se que não é possível separar um polo magnético de outro.

A sequência correta das respostas está melhor representada na alternativa

A) V-F-V-F

B) V-V-F-F

C) F-V-F-V

D) V-F-F-V

E) V-F-F-F

2- (UFRS) Um prego de ferro AB, inicialmente não imantado, é aproximado do pólo sul (S) de um ímã permanente, conforme mostra a Figura.



Nessa situação, forma-se um polo , e o ímã e o prego se

a) sul em A – atraem

b) sul em A – repelem.

c) sul em B – repelem.

d) norte em A – atraem.

e) norte em B – atraem.

3-Historicamente, a primeira descrição científica do campo magnético da Terra foi a de Wiliam Gilbert em 1600. Na ocasião, Gilbert demonstrou que com o auxílio de um ímã em forma de esfera, a Terra se comporta como um imenso ímã. Até hoje a explicação dada por ele é a forma mais básica e simples de descrever o **magnetismo terrestre**.

Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/campo-magnetico-terrestre.html>>.

Afinal de contas, o magnetismo terrestre serve apenas para localização? A Figura acima mostra que não. Na Figura, é possível ver uma grande nuvem de diversas partículas da radiação emitida pelo Sol indo na direção dos planetas do sistema solar. A Terra, no entanto, recebe uma quantidade muito pequena dessa radiação graças a uma proteção feita pelas linhas do campo magnético terrestre.

Das opções abaixo, marque a alternativa que apresenta um importante fenômeno decorrente dessa interação entre a radiação solar e o campo magnético terrestre.

- a) Blindagem eletrostática.
- b) Espalhamento de Rayleigh-Jeans.
- a) Efeito Fotoelétrico.
- c) Tunelamento quântico.
- d) **Aurora boreal**

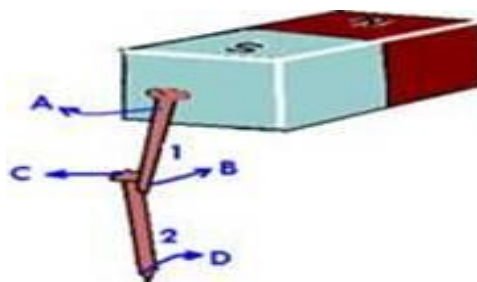


4- A Terra é considerada um ímã gigantesco, que tem as seguintes características:

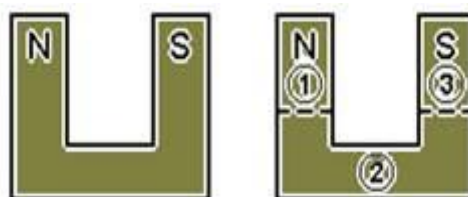
- a) O polo norte geográfico está exatamente sobre o polo sul magnético, e o sul geográfico está na mesma posição que o norte magnético.
- b) O polo Norte geográfico está exatamente sobre o polo norte magnético, e o Sul geográfico está na mesma posição que o sul magnético.
- c) **O polo Norte magnético está próximo do polo sul geográfico, e o polo Sul magnético está próximo ao polo norte geográfico.**
- d) O polo Norte magnético está próximo do polo norte geográfico, e o polo Sul magnético está próximo do polo Sul geográfico.

5- Na Figura, um ímã natural, cujos polos magnéticos norte, N, e sul, S, estão representados, equilibra dois pregos 1 e 2. Os pontos A e B pertencem a 1 e os pontos C e D pertencem a 2.

- a) B e C são polos norte
- b) **A é um polo norte e D um polo sul**
- c) A e D são polos sul
- d) A é um polo sul e B um polo norte
- e) B é um polo sul e D um polo norte



6-(PUC-MG) Um ímã permanente, em forma de “ferradura”, cujos polos norte e sul estão indicados na Figura a seguir, é dividido em três partes.



E CORRETO concluir que:

- a) a parte 1 terá apenas o polo norte e a parte 2 terá apenas o polo sul.
- b) as partes 1 e 2 formarão novos ímãs, mas a parte 3 não.
- c) as partes 1, 2 e 3 perderão suas propriedades magnéticas.
- d) as partes 1, 2 e 3 formarão três novos ímãs, cada uma com seus polos norte e sul.

7-Um pedaço de ferro é posto nas proximidades de um ímã, conforme o esquema abaixo.



Qual é a única afirmação correta relativa à situação em apreço?

- A) é o ímã que atrai o ferro
- B) é o ferro que atrai o ímã
- C) o módulo da força de atração do ferro pelo ímã é mais intensa do que a atração do ímã pelo ferro.
- D) o módulo da força de atração do ímã pelo ferro é mais intensa do que a atração do ferro pelo ímã
- E) O módulo da força atração do ferro pelo ímã é igual à atração do ímã pelo ferro

PROVA

4

Gol Magnético



Acesse as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor;

Desenvolver habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de magnetismo: força de interação entre ímãs.

Princípio do conhecimento como linguagem

Neste quarto momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

- 1- Brincadeira “Jogo de Futebol”.
- 2- Aula expositiva e dialogada sobre força magnética.
- 3- Jogo de *quiz* utilizando o aplicativo Kahoot.
- 4- Mapa conceitual colaborativo.

TAREFA DA GINCANA: Utilizando o experimento “Gol Magnético” o líder de cada time deverá participar de um pequeno campeonato, vencerá a partida o time que fizer o primeiro gol.

RODADA 1

JOGO 1	Time 1			Time 2
JOGO 2	Time 3			Time 4

RODADA 2

VENCEDOR DO JOGO 1	Time __			Time__	VENCEDOR DO JOGO 2
--------------------	---------	--	--	--------	--------------------



Kahoot!

Professor , nesse momento o aluno pode fazer uma revisão de todo o conteúdo, trabalhado até o momento, participando do jogo de quiz titulado Magnetismo Malúcido, usando o aplicativo Kahoot. Para isso basta que o aluno faça o download do aplicativo Kahoot e depois faça a leitura do QR Code apresentado abaixo.



Acesse o jogo efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

TAREFA DA GINCANA**MAPA CONCEITUAL**

Neste momento cada equipe deve construir um novo mapa conceitual onde a equipe deve relacionar o maior número de conceitos aprendidos, não se esqueçam de usar as preposições entre os conceitos.

O que sabemos sobre o magnetismo?



PROVA

5

Corrida Magnética



Acesse o vídeo com as instruções para o experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor.

Desenvolver habilidades e competências sobre as configurações de campo magnético produzido por corrente através de um solenoide.

Princípio da consciência semântica

Neste quinto momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

- 1- Construir o experimento: eletroímã.
- 2- Brincadeira “Corrida Magnética”.
- 3- Aula expositiva dialogada sobre o experimento de Oersted e lei de Ampère.
- 4- Lista de exercícios.

TAREFA DA GINCANA

Os eletroímãs são dispositivos elétricos presentes nos mais variados dispositivos, tais como as companhias elétricas residenciais, máquinas de lavar roupa, alarmes, brinquedos. O seu funcionamento está vinculado ao campo magnético produzido pela passagem da corrente elétrica em um material condutor. Esse vínculo foi observado pela primeira vez pelo físico Oersted, em 1819, ao notar que uma corrente elétrica influenciava o ponteiro da bússola próxima sempre que o circuito era ligado.

Se um simples fio conduzindo corrente pode produzir um campo magnético nas suas vizinhanças, um conjunto deles produzirá um campo várias vezes maior. Isso pode ser conseguido com um único fio ao ser enrolado em forma de bobina. O campo magnético produzido por um eletroímã em forma de solenoide é diretamente proporcional à corrente que o atravessa e ao número de espiras (voltas no fio).

Nesse experimento você irá construir seu próprio eletroímã de uma maneira bem simples.

Materiais necessários:

Um pedaço de fio condutor esmaltado;

Lixa;

2 Pilhas grandes 1,5V;

Prego;

Fita adesiva;

Clipes;

Balança.

Procedimentos

Enrole o fio condutor de 10 cm de comprimento em torno do prego. Deve-se deixar livre duas pontas do fio condutor de aproximadamente 5cm de comprimento com as extremidades descascadas, para a conexão com a pilha.

Raspe a ponta do fio com uma lixa

Ligue as extremidades do fio aos polos da pilha, colocando-as com fita adesiva.

TAFERA DA GINCANA

CORRIDA MAGNÉTICA

Depois do eletroímã construído o líder de cada time deverá escolher um dos eletroímãs do componente do seu time para participar da brincadeira corrida magnética. Todos os líderes devem se posicionar com um eletroímã na mão e assim que for dado o sinal de largada, os mesmos deverão correr até o local onde se encontra uma caixa com clips.

Cada líder deverá pegar o maior número de clips possíveis com o seu eletroímã e levar até uma balança.

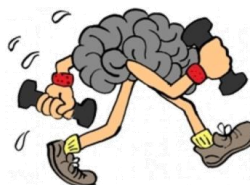
Anote a medida da massa observada na balança. $M1 = \underline{\hspace{2cm}}$

Aumente o número de espiras (voltas no fio) e repita os procedimentos 3 e 4, anotando agora o valor da nova massa. $M2 = \underline{\hspace{2cm}}$

Retire o prego do interior do eletroímã e repita novamente os procedimentos 3 e 4. $M3 = \underline{\hspace{2cm}}$

Calcule os pesos dos três procedimentos.

LISTA DE EXERCÍCIOS: Deve ser aplicada com a finalidade de realizar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conteúdos estudados até o momento, onde os conceitos mais gerais foram trabalhados nas aulas expositivas e dialogadas e será progressivamente diferenciada em termos de detalhes e especificações nas resoluções.



1-Numa espira circular de raio $R=3,14$ cm, circula uma corrente de intensidade 6 A. Determine o módulo do campo magnético estabelecido no centro da espira.

Resposta: 12 Tesla.

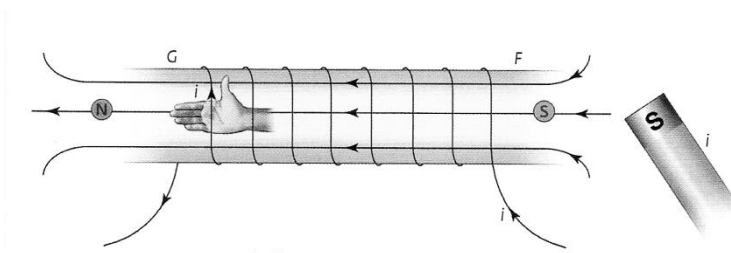
2-Um fio de cobre reto e extenso é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 2,0 A. Calcule a intensidade do vetor indução magnética originada num ponto à distância de 0,25m do fio.

Resposta: $1,6 \cdot 10^{-6}$ Tesla

3-Um solenoide compreende 20.000 espiras por metro. Calcule a intensidade do vetor indução magnética originado na região central pela passagem da corrente elétrica de intensidade 0,2 A.

Resposta: $1,6\pi \cdot 10^{-6}$ Tesla

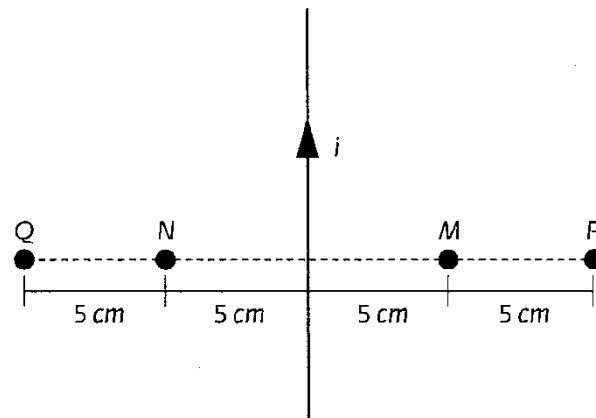
4-O solenoide mostrado na Figura a seguir é percorrido por uma corrente elétrica no sentido indicado.



Aproximando-se da extremidade direita do solenoide o polo sul de um ímã, irá ocorrer

- A) a atração entre eles.
- B) a inversão do sentido da corrente elétrica.
- C) a inversão dos polos do ímã.
- D) a repulsão entre eles.**
- E) o aumento de intensidade da corrente elétrica.

5- Por um fio retilíneo uma corrente i é transportada. Veja a Figura a seguir.



O módulo do campo magnético nos pontos M e N vale 4×10^{-4} T. Qual é o módulo do campo magnético nos pontos P e Q?

A) 1×10^{-4} T.

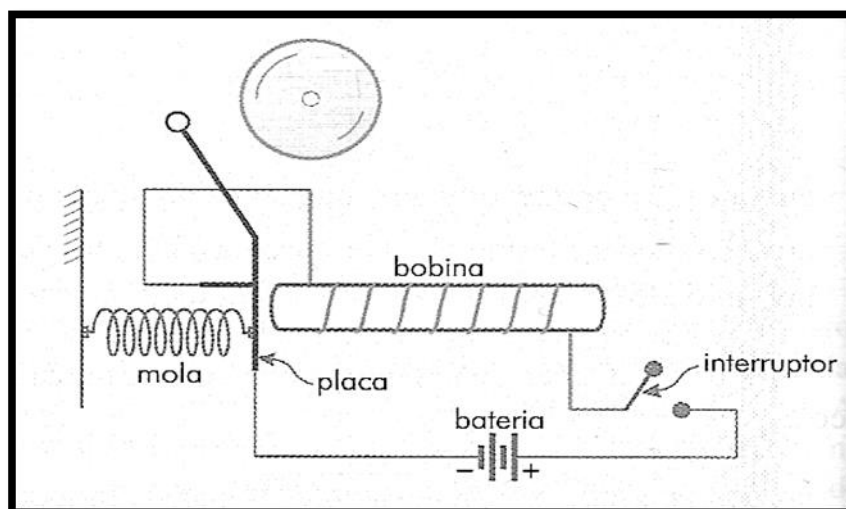
B) 2×10^{-4} T.

C) 4×10^{-4} T.

D) 8×10^{-4} T.

E) 16×10^{-4} T.

6 - A Figura abaixo representa uma campainha de corrente contínua e seu respectivo circuito.



As afirmativas a seguir referem-se ao que ocorre quando o interruptor é acionado.

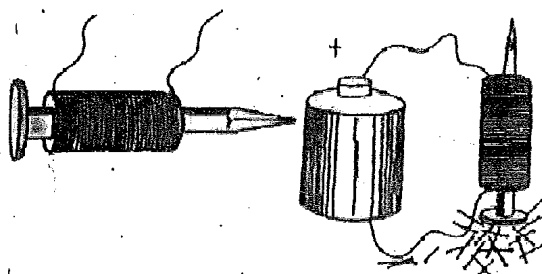
- I – Uma extremidade da bobina fica carregada positivamente, atraindo a placa.
- II – A corrente elétrica gera um campo magnético pela bobina, que atrai a placa.
- III – A corrente elétrica gera um campo magnético pela bobina e outro pela placa que se atraem mutuamente.

Em relação às afirmações, assinale a opção correta:

Todas as afirmações são verdadeiras.

- A) Apenas a afirmação I é verdadeira.
- B) Apenas a afirmação III é verdadeira.
- C) Apenas a afirmação II é verdadeira.
- D) Todas as afirmações são falsas.

7- Observe o dispositivo elétrico na imagem abaixo. Esse dispositivo é constituído de um fio condutor enrolado em volta de um prego.



Disponível em: <http://4.bp.blogspot.com/-e6Dqv-eNnxAT6XcYjgz2gl/AAAAAAAjM/Aej_el0-o54/s640/05.jpg>. Acesso em: 5 nov., 2013.

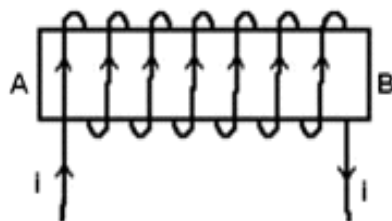
Após ligar um dispositivo é uma fonte de energia elétrica, os pedaços de metal são atraídos para o prego, pois:

- A) A corrente elétrica que percorre o fio cria um campo elétrico no interior da bobina.
- B) A corrente elétrica que percorre o fio cria um campo gravitacional no interior da bobina.
- C) A corrente elétrica que percorre o fio cria um campo magnético no interior da bobina.

D) A corrente elétrica que percorre o fio é do tipo alternada.

E) Os pedaços de metal são pequenos ímãs.

8- A grande vantagem do exame de ressonância magnética é mostrar os tecidos internos do corpo humano sem submetê-los à radiação, como fazem os raios-x. O aparelho cria um campo magnético no organismo do paciente, de modo que os núcleos dos átomos de hidrogênio - elemento abundante no nosso corpo, por entrar na composição da água - se alinhem e formem pequenos ímãs. A região examinada é atravessada, então, por ondas de rádio semelhantes às que são transmitidas por emissoras FM. Quando as ondas passam pelos átomos de hidrogênio, produzem uma vibração que é detectada e enviada a um computador. Ele analisa os sinais recebidos e os transforma na imagem que aparece na tela e depois é impressa em filme. O campo magnético de 7,0 T é produzido por um solenoide percorrido por uma corrente de 200 A.



Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-e-feito-o-exame-de-ressonancia-magnetica/>. Acesso em: 25 nov. 2015.
(Adaptado)

a) Qual das extremidades do solenoide percorrido por corrente "i" é um pólo norte e qual é um polo sul?

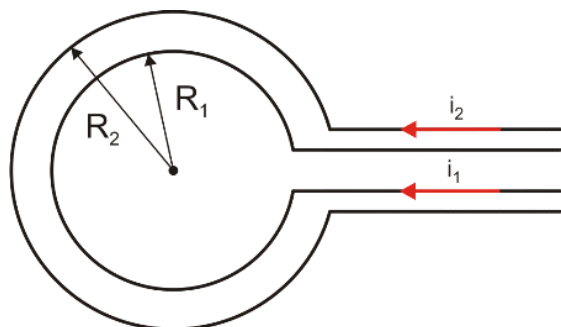
Resposta: Sul

b) Qual o número de voltas por metro ao longo do comprimento do solenoide?

Use : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$

Resposta: $2,9 \cdot 10^4$ espiras/ metro

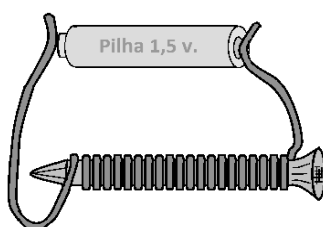
9- Duas espiras circulares de raios $R_1 = 12,6 \text{ m}$ e $R_2 = 15,7 \text{ m}$, são percorridas por correntes de intensidade $i_1 = 4,0 \text{ A}$ e $i_2 = 6,0 \text{ A}$, como indica a Figura.



Dê as características do vetor resultante \vec{B} no centro comum às duas espiras.

Resposta: $4,4 \cdot 10^{-7} \text{ Tesla}$.

10-Pode-se montar um eletroímã caseiro utilizando uma pilha, fio de cobre e um prego comum conforme imagem a seguir.



Disponível em: <<http://www.2be-geek.com/experiencias/fisica/como-fazer-um-eletroima-caseiro/>>. Acesso em: 06/06/19.

Responda o item a seguir tendo com base a imagem e as propriedades magnéticas de um eletroímã. Considerando a montagem como um solenoide com 30 espiras e comprimento 30 cm, quando a corrente elétrica for de 2,0 A, qual é o valor do campo magnético em seu interior? Considere $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ e $\pi = 3$.

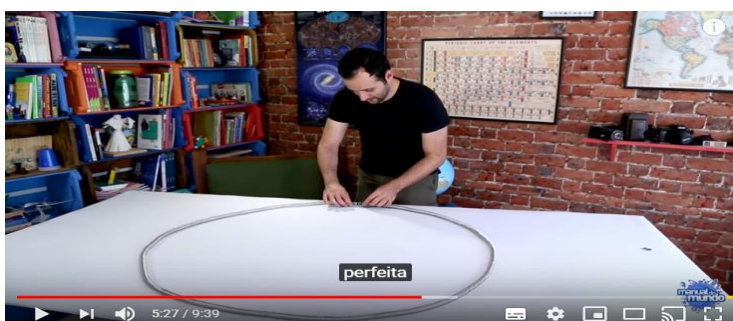
Resposta: $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ Tesla}$.

PROVA

6

Trem Magnético

CAPÍTULO



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Compreender situações em que uma corrente elétrica fica sujeita a uma força de origem magnética;

Compreender o funcionamento de trens magnéticos.

Princípio da não centralidade do livro texto

Neste sexto momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

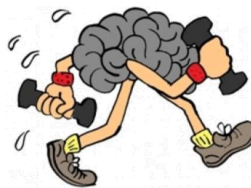
- 1- Pedir aos alunos que façam leituras de artigos, revistas e livros sobre trens magnéticos.
- 2- Observação e manipulação pelos alunos do experimento Trem magnético.
- 3- Representação por desenhos do trem magnético.
- 4- Lista de exercícios.

TAREFA DA GINCANA

Depois das leituras e observar o experimento, use o espaço abaixo para ser criativo e reflexivo e faça um desenho representando o funcionamento dos trens magnéticos.

Professor, o objetivo dessa tarefa implica em usar mais uma forma de estratégia na qual os alunos possam discutir negociar significados entre si e apresentar suas ideias podendo receber e fazer críticas sobre os conceitos apresentados.

LISTA DE EXERCÍCIOS: Deve ser aplicada com a finalidade de realizar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conteúdos estudados até o momento, onde os conceitos mais gerais foram trabalhados nas aulas expositivas e dialogadas e será progressivamente diferenciada em termos de detalhes e especificações nas resoluções.



1- A maior força de origem magnética (medida em newton) que pode atuar sobre um elétron (carga $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) em um tubo de TV, onde existe um campo magnético de módulo $B = 830 \text{ mT}$, quando sua velocidade é de $7,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$, vale aproximadamente:

a) $9,3 \cdot 10^{-13}$

b) $4,7 \cdot 10^{-16}$

c) $13,3 \cdot 10^{-10}$

d) $8,1 \cdot 10^{-10}$

e) $1,1 \cdot 10^{-21}$

2- Uma carga elétrica $q = -3 \text{ mC}$ desloca-se com velocidade de 400 m/s na direção horizontal, formando um ângulo de 30° com o vetor campo magnético de intensidade $0,05 \text{ T}$. Caracterize a força magnética que agirá sobre a carga.

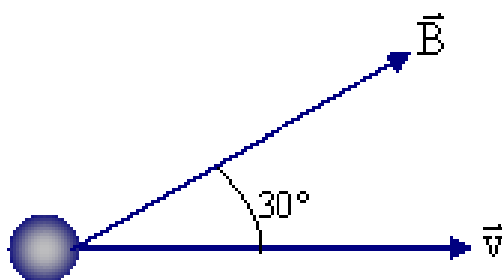
Resposta: $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ N}$

3- Uma partícula α , cuja carga elétrica é $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, move-se com velocidade $v = 3,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ em uma região de campo magnético de intensidade $2,5 \cdot 10^5 \text{ T}$. Qual o valor da força magnética que atua na partícula?

Resposta: $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ N}$

Utilize a informação abaixo para responder as questões 4, 5 e 6.

Em um campo magnético de intensidade 10^2 T , uma partícula com carga $0,0002 \text{ C}$ é lançada com velocidade 200000 m/s , em uma direção que forma um ângulo de 30° com a direção do campo magnético, conforme indica a Figura.



4-Determine a intensidade da força que atua sobre a partícula.

Resposta: $2,0 \cdot 10^3 \text{ N}$

5-Sobre a partícula lançada atua uma força que tem:

a) a mesma direção e o mesmo sentido do campo magnético.

b) a mesma direção e o mesmo sentido da velocidade.

c) a mesma direção , mas sentido contrário ao da velocidade.

d) direção perpendicular ao plano do campo e da velocidade, e sentido para cima.

e) direção perpendicular ao plano do campo e da velocidade, e sentido para baixo.

6-A força magnética terá máxima intensidade se o ângulo formado entre a velocidade de o campo magnético for igual a:

a)Zero

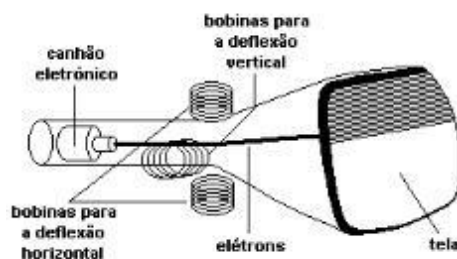
b)30°

c)60°

d)90°

e)80°

7- (Enem 2001) A Figura mostra o tubo de imagens dos aparelhos de televisão usado para produzir as imagens sobre a tela. Os elétrons do feixe emitido pelo canhão eletrônico são acelerados por uma tensão de milhares de volts e passam por um espaço entre bobinas onde são defletidos por campos magnéticos variáveis, de forma a fazerem a varredura da tela.



Nos manuais que acompanham os televisores é comum encontrar, entre outras, as seguintes recomendações:

I. Nunca abra o gabinete ou toque as peças no interior do televisor

II. Não coloque seu televisor próximo de aparelhos domésticos com motores elétricos ou ímãs.

Estas recomendações estão associadas, respectivamente, aos aspectos de:

a) riscos pessoais por alta tensão / perturbação ou deformação de imagem por campos externos

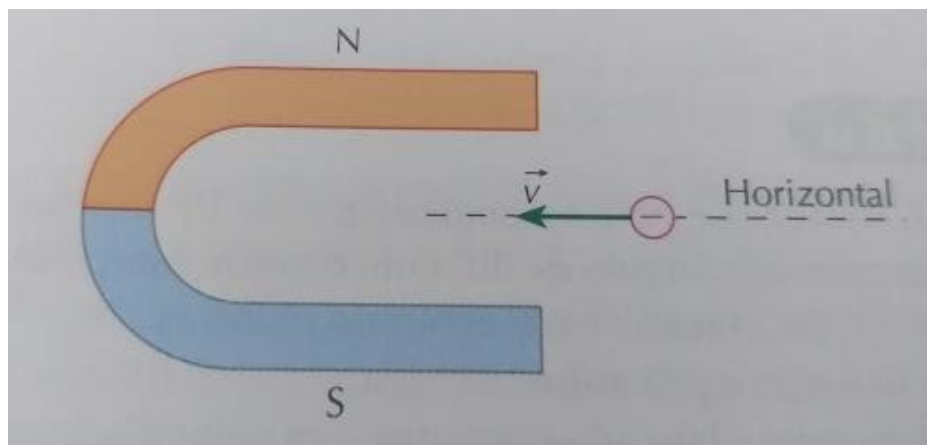
- b)
roteção dos circuitos contra manipulação indevida / perturbação ou deformação de imagem por campos externos
- c)
riscos pessoais por alta tensão / sobrecarga dos circuitos internos por ações externas
- d)
roteção dos circuitos contra a manipulação indevida / sobrecarga da rede por fuga de corrente
- e)
roteção dos circuitos contra a manipulação indevida / sobrecarga dos circuitos internos por ação externa

8-Uma abelhinha trabalhava transportando elétrons em malotes sob as asas. Muito distraída, voou através de um campo magnético que protegia uma colméia inimiga.

- a) A abelhinha não sentiu influência do campo magnético, pois voava formando um ângulo de 90° com as linhas do campo.
- b) A abelhinha não sentiu influência do campo magnético, pois voava formando um ângulo de 0° com as linhas do campo.
- c) A abelhinha, quando parou seu vôo momentaneamente, sentiu uma forte repulsão no campo magnético.
- d) A abelhinha, quando parou seu vôo momentaneamente, sentiu uma forte atração no campo magnético.
- e) A abelhinha sofre uma força no campo magnético independentemente do ângulo que sua velocidade forma com as linhas dos campos.

Utilize a informação abaixo para responder as questões 9 e 10.

Um elétron de carga elétrica $-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ é lançado entre os pólos de um ímã com velocidade de $2,0 \cdot 10^5\text{m/s}$, conforme mostra a Figura. Admitindo-se que o campo magnético entre os pólos do ímã é uniforme, o elétron fica sujeito a uma força magnética de intensidade $8 \cdot 10^{-14}\text{N}$.



9- Determine a intensidade, a direção e o sentido do vetor indução magnética entre os polos N e S.

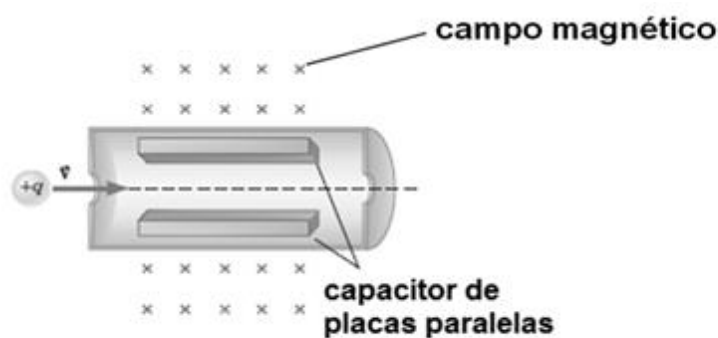
Resposta: 2,5 Teslas, direção: vertical, sentido: do polo Norte (N) para o polo Sul (S).

10- Determine a direção e o sentido da força magnética que age no elétron, no instante em que penetra no campo.

Resposta: Perpendicular ao campo magnético, entrando no papel.



11- Um seletor de velocidades é um dispositivo utilizado para medir a velocidade de uma partícula carregada. O dispositivo opera através da aplicação de um campo magnético e de um campo elétrico à partícula. O seletor de velocidades é um tubo cilíndrico que é colocado no interior de um campo magnético. Dentro do tubo existe um capacitor de placas paralelas que produz um campo elétrico perpendicular ao campo magnético.



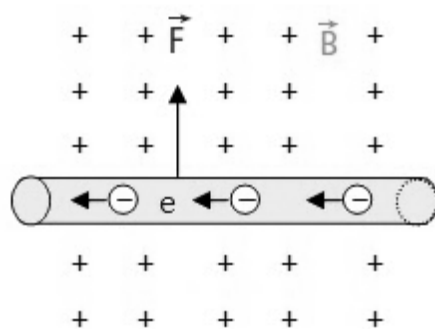
Disponível em: www.fap.f.usp.br/~hbarbosa/ugrad/.../Aula06_SemI/electec.pdf. Acesso em: 24 nov. 2016. (Adaptado)

Os campos magnéticos e elétricos são ajustados para que a força elétrica que atua na partícula anule a força magnética. Assim, a partícula executa um movimento retilíneo uniforme sai na extremidade da direita do tubo.

Qual a direção e sentido da força magnética na carga?

Resposta: direção: vertical e sentido: para cima.

12-Até o ano de 1819, ano da famosa experiência de Oersted, acreditava-se que a eletricidade e o magnetismo eram ramos totalmente distintos da Física. Através de seus trabalhos, Oersted descobriu que a corrente elétrica que passa em um fio condutor produz efeitos magnéticos ao redor desse fio e mais tarde Faraday e Lenz mostraram que a variação do fluxo de campo magnético também poderia induzir uma corrente elétrica. Com isso, foi provado definitivamente a relação entre eletricidade e magnetismo, surgindo o eletromagnetismo.



Disponível em: <http://docplayer.com.br/7029524-Condensador-equivalente-de-uma-associacao-em-serie.html>. Acesso em: 14 dez. 2016.

Suponha que o fio condutor retilíneo da Figura acima tenha comprimento $L = 60\text{cm}$, imerso em um campo magnético uniforme de intensidade $B = 1,0 \times 10^4 \text{T}$, percorrido por uma corrente de $1,0\text{A}$. Sendo assim, determine a intensidade da força magnética F quando o condutor é colocado perpendicularmente às linhas de indução do campo.

Resposta: $6,0 \cdot 10^3 \text{ N}$

PROVA

7

MOTOR HOMOPOLAR



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Desenvolver habilidades e competências sobre os conceitos de força magnética.
Compreender o funcionamento de motores eletromagnéticos.

Princípio da aprendizagem pelo erro.

Neste sétimo momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

1. Construir o experimento: motor homopolar

PROVA

8

tubo Antigravidade



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Resgatar o conhecimento prévio sobre conceitos da lei de Faraday.

Identificar situações em que aparecem correntes elétricas induzidas e relacionar com a Lei de Faraday.

Buscar indícios de aprendizagem significativa.

Princípio da abandono da narrativa

Neste oitavo momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

2. Construir o experimento: motor homopolar
3. Construir um novo mapa conceitual.

TAREFA DA GINCANA

Depois de analisar o experimento “Tubo Antigravidade”, cada equipe deve construir um mapa conceitual que relacione conceitos ligados ao experimento realizado nessa tarefa, os membros da equipe devem discutir e negociar significados do que foi observado no experimento, depois cada equipe deve apresentar oralmente o que foi apresentado no mapa.

MAPA CONCEITUAL

O que sabemos sobre o magnetismo?



Professor, este terceiro mapa sugerimos que seja construído de forma individual. Lembre aos alunos que eles não estão começando do zero, que fazer mapa conceitual é um exercício contínuo, pois estamos representando e organizando os conceitos aprendidos.

Uma boa dica é pedir aos alunos que revisem os mapas anteriores e façam melhorias, acrescentando conceitos novos ou mudando os conceitos. Nesse momento você, professor, pode sugerir a presença de um conceito.

PROVA

9

Mini Gerador de Energia



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Desenvolver habilidades e competências sobre a lei de Faraday e a lei de Lenz.
Compreender o funcionamento de geradores eletromagnéticos e de usinas hidroelétricas.

Princípio da Incerteza do Conhecimento

Neste nono momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

4. Construir o experimento: mini gerador de energia.
5. Responder a um questionário com perguntas sobre os experimentos.
6. Aula expositiva e dialogada. Conteúdo: Fluxo Magnético, indução magnética, lei de Faraday e usinas hidrelétricas.
7. Lista de exercícios.

TAREFA DA GINCANA: Vamos construir um mini gerador de energia com ímãs.

MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 200cm de fio de cobre esmaltado (fio 24)
- 4 ímãs.
- 1 seringa do tamanho do super ímã.
- 2 leds de baixa voltagem.

PROCEDIMENTO

1- Construa uma bobina, enrolando de entre 50 até 200 voltas de fio de cobre em torno da seringa, deixando duas pontas livres de aproximadamente 10 cm de fio. Retire totalmente, com o estilete, o verniz que recobre as pontas, nas pontas será ligado o led.

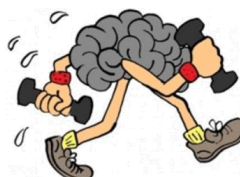
2- Coloque dentro da seringa os superímãs.

3- Feche a seringa com o seu êmbolo e movimente os ímãs dentro da seringa.

TAREFA DA GINCANA: Ao término da construção do experimento, responda o questionário abaixo:

1. Explique o princípio de funcionamento do experimento mini gerador.
2. Cite uma outra forma de se transformação de energia cinética em energia elétrica.
3. Seria possível uma outra forma de energia se transformar em energia elétrica?
4. Cite outra aplicação que utilize o mesmo conceito visto nessa tarefa.
5. Porque foi usado dois leds, que conceito físico você pode usar para explicar.

LISTA DE EXERCÍCIOS: Deve ser aplicada com a finalidade de realizar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conteúdos estudados até o momento, onde os conceitos mais gerais foram trabalhados nas aulas expositivas e dialogadas e será progressivamente diferenciada em termos de detalhes e especificações nas resoluções.



1. Através dos exames de ressonância magnética é possível produzir imagens do interior do corpo humano. No exame, o paciente é submetido à ação de um campo magnético muito forte. Mas existe uma preocupação com a possibilidade de uma falha do aparelho provocar um desligamento súbito do campo magnético. Isso faria com que uma força eletromotriz fosse induzida no corpo do paciente. A força eletromotriz induzida poderia provocar uma movimentação das partículas positivas e negativas dos fluidos corporais produzindo uma corrente elétrica no interior do corpo. Suponha que durante um exame de ressonância magnética a maior área do corpo atravessada pelo campo magnético é de $0,040 \text{ m}^2$ e que o campo magnético, de intensidade $1,8 \text{ T}$, seja perpendicular a essa área. A maior força eletromotriz induzida que pode atuar no corpo do paciente com segurança é de $0,010 \text{ V}$.

O menor tempo que campo magnético poderá gastar para se anular, quando o aparelho é subitamente desligado, sem causar risco ao paciente é igual a

A) $0,0072 \text{ s}$.

B) $0,072 \text{ s}$

C) $0,72 \text{ s}$.

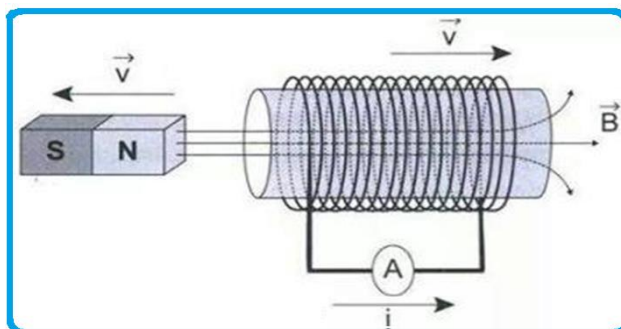
D) $7,2 \text{ s}$.

E) 72 s .

2-Uma espira retangular, de dimensões 6 cm e 10 cm é colocada perpendicularmente às linhas de indução de um campo magnético uniforme de intensidade 10^{-3} T . A intensidade do campo magnético é reduzida zero em 3 s . Determine a fem induzida nesse intervalo de tempo.

Resposta: $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ Volts}$

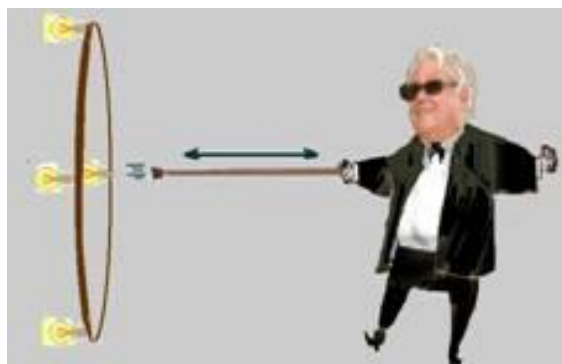
3-(ENEM 2014) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a V , induzindo uma corrente 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:

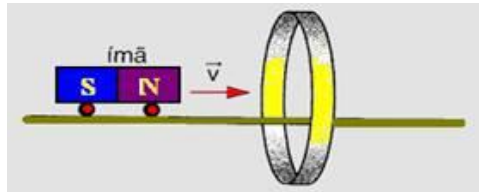
- A. a esquerda e o ímã a direita com polaridade invertida.
- B. direita e o ímã para a esquerda com a polaridade invertida.
- C. esquerda e o ímã para a esquerda com a mesma polaridade.
- D. direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- E. Esquerda e manter o ímã com a mesma polaridade.

4-(UERJ-RJ) O mágico passa uma bengala por dentro de um aro, de 40 cm de raio, contendo pequenas lâmpadas, que se iluminam e permanecem iluminadas enquanto é mantido o movimento relativo entre os dois objetos. Na realidade, a bengala é um ímã e o aro é uma espira metálica circular. Pode-se supor que o plano da espira seja mantido perpendicular às linhas de indução magnética durante o movimento relativo. Considerando $\pi \cong 3$ e admitindo que o campo magnético varie de zero a 1,0T em 0,40 s, calcule a força eletromotriz induzida na espira.



Resposta: 1,2 Volts

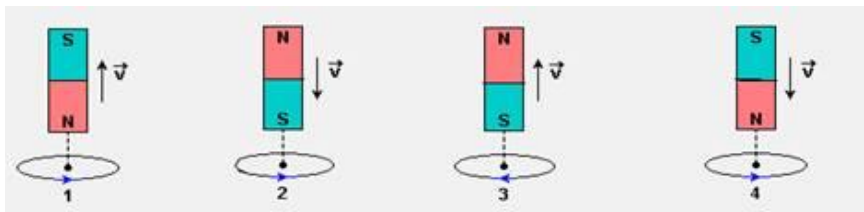
5- Um ímã preso a um carrinho desloca-se com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Envolvendo o trilho há uma espira metálica, como mostra a Figura.



Pode-se afirmar que, na espira, a corrente elétrica:

- a) é sempre nula;
- b) existe somente quando o ímã se aproxima da esfera;
- c) existe somente quando o ímã está dentro da espira;
- d) existe somente quando ímã se afasta da espira;
- e) existe quando o ímã se aproxima ou se afasta da espira.

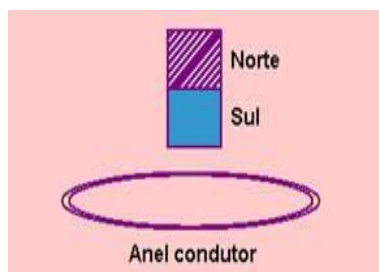
6- (CFT-MG) Um aluno desenhou as Figuras 1, 2, 3 e 4, indicando a velocidade do ímã em relação ao anel de alumínio e o sentido da corrente nele induzida, para representar um fenômeno de indução eletromagnética.



A alternativa que representa uma situação fisicamente correta é

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

7-(PUC-PR) Um ímã natural está próximo a um anel condutor, conforme a Figura.



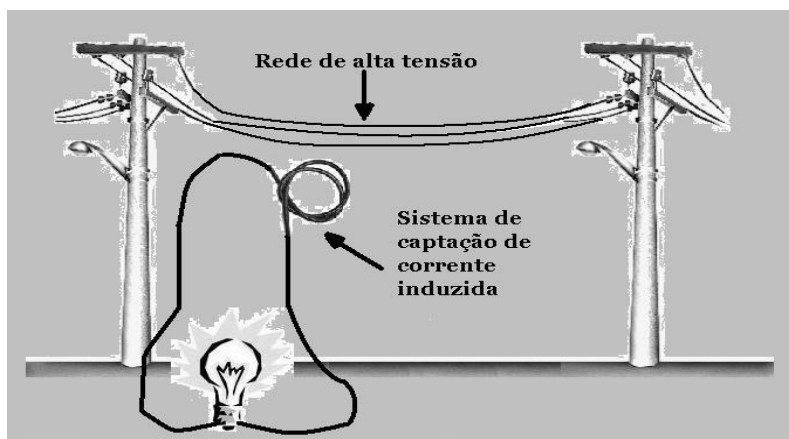
Considere as proposições:

- I. Se existir movimento relativo entre eles, haverá variação do fluxo magnético através do anel e corrente induzida.
- II. Se não houver movimento relativo entre eles, existirá fluxo magnético através do anel, mas não corrente induzida.
- III. O sentido da corrente induzida não depende da aproximação ou afastamento do ímã em relação ao anel.

Estão corretas:

- a) todas
- b) somente III
- c) somente I e II**
- d) somente I e III
- e) somente II e III

8-Um tipo de “gato” para roubar energia consiste na montagem de espiras próximas à rede de alta tensão, formando o sistema de captação. Nas extremidades desses fios, podem ser instalados alguns dispositivos eletrônicos, por exemplo, uma lâmpada.

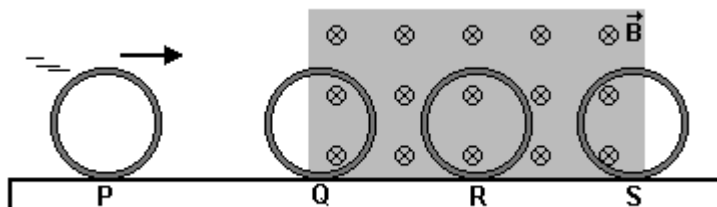


Disponível em: <<http://gato-magnetico.lactea.zip.net/>>. Acesso em: 29 setembro. 2019.

Para que esse sistema funcione, é necessário que a corrente elétrica na rede seja

- A) alternada, com o objetivo de criar um fluxo magnético alternado atravessando as espiras.
- B) alternada, porque assim produzirá uma f.e.m. induzida nas espiras, gerando uma corrente elétrica contínua.
- C) contínua ou alternada, porque o importante para conseguir produzir energia é a quantidade de espiras e seu diâmetro.
- D) contínua, para produzir um fluxo magnético contínuo e assim promover o surgimento de uma corrente alternada nas espiras.
- E) Contínua, pois assim o fluxo magnético que atravessa as espiras será crescente, produzindo uma f.e.m. no circuito.

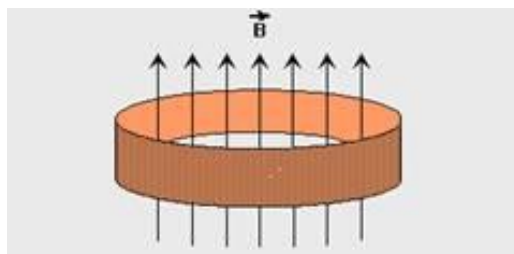
9-Um anel metálico rola sobre uma mesa, passando, sucessivamente, pelas posições P, Q, R e S, como representado na Figura a seguir.



Na região indicada pela parte sombreada na Figura, existe um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano do anel, representado pelo símbolo B. Em relação a uma possível corrente elétrica no anel, esta

- 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.
- E) é nula em todos os pontos.

10- (UFPE-PE) O fluxo magnético através do anel da Figura é $37 \cdot 10^{-3}$ Wb. Quando a corrente que produz este fluxo é interrompida, o fluxo cai a zero no intervalo de tempo de 1,0 ms. Determine a intensidade da força eletromotriz média induzida no anel, em volts.



Resposta: $3,7 \cdot 10^1$ Volts.

PROVA

10

Jogo se liga



Acesse os slides com o jogo Se Liga efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.



OBJETIVOS

Verificar através do lúdico se o significado que o aluno captou é aceito e compartilhado socialmente.

Buscar indícios de aprendizagem significativa crítica.

Princípio do aprendiz como perceptor/ representador

Neste décimo momento, você deve seguir a seguinte sequência de tarefas:

1. Participar do jogo Se Liga.
2. Construir um mapa conceitual individual.
3. Construir um mapa conceitual colaborativo em um tecido tipo TNT.

TAREFA DA GINCANA: Participar do jogo “Se Liga”, que consiste em um jogo de trilhas, na qual cada equipe será representada pelo seu líder que servirá como “pino do tabuleiro”, o líder deve retirar a carta que contém a pergunta a ser respondida e a tarefa desafio, “mico”, que deverá ser executada durante o momento de resposta.

Caro professor, o jogo Se Liga consiste em jogo de perguntas e repostas. As perguntas são apresentadas para o aluno através de slides do programa *Power point*.

Exemplos de *Slides* do Jogo: “Se Liga”



CARTA AÇÃO - “Fake” ou “Fato”

CARTA PROBLEMA

CARTA APLICAÇÃO

CARTA AÇÃO

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18

CARTA AÇÃO

As linhas de indução de um campo magnético são aquelas que partem do pólo norte de um ímã e vão até ao infinito.

FATO

FAKE

CARTA PROBLEMA

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18

CARTA PROBLEMA

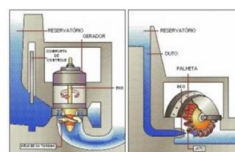
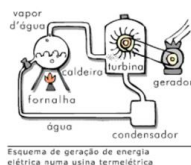
Como a lei de Faraday explica o surgimento da tensão induzida nos terminais de um gerador?

CARTA APLICAÇÃO

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12

CARTA APLICAÇÃO

Qual é a principal diferença entre uma usina termoelétrica e uma usina hidrelétrica?



Instruções para o jogo

PREPARAÇÃO

- O líder de cada grupo deverá se posicionar no início da trilha.

Essas trilhas foram feitas pela professora pesquisadora de material PVC.



COMEÇA O JOGO

- O líder do grupo com maior quantidade de pontos da gincana começa a partida retirando uma carta do monte. Há três tipos de cartas que ficam dispostas no monte:

Carta de Ação: cada carta terá um experimento apresentado através de um vídeo ou desenho ou uma afirmação escrita. Para andar o número de casas indicados na carta o aluno deverá analisar se o experimento, desenho ou afirmação apresentado é falso (“fake”) ou verdade (“fato”) ou fato.

Carta de Problema: cada carta terá uma pergunta sobre tópicos do magnetismo.

Carta de Aplicação: cada carta terá uma pergunta de tópicos do magnetismo associados a uma aplicação prática.

Para cada carta tirada tem um “mico” que deve ser realizado, estes são acumulativos, ou seja, cada carta tirada deve ser executada em conjunto com as atividades sorteadas anteriormente. Exemplo: Se um jogador retirar a carta: “coloque um dedo na orelha esquerda”. Ele deve cumprir a função e ficar com o dedo na orelha até o final do jogo

Na rodada seguinte ele sorteia a carta: “Coloque uma bolinha no meio do braço!”. O participante ficará, portanto com o dedo na orelha e uma bolinha no meio do braço. Caso não seja possível o jogador sofrerá uma penalização, ou seja, deverá voltar o número de casas da carta sorteada, mesma penalização será aplicada caso o jogador erre a resposta de uma das perguntas selecionada pelo jogador.

PONTUAÇÃO

- Cada carta possui uma determinada pontuação, esta corresponde ao número de casas que poderão ser andadas, uma vez que a tarefa mico seja executada e a pergunta selecionada respondida corretamente, a pergunta deverá ser respondida em uma folha de resposta onde a mesma deverá ser confirmada pelo professor.

QUEM VENCE O JOGO

- Vence quem chega à última casa primeiro.

FICHA DE RESPOSTA

CARTA	RESPOSTA

TAREFA DA GINCANA: Pedir que cada aluno construa um mapa conceitual e após a construção do mapa individual, cada equipe deve fazer um mapa colaborativo, para a construção desse mapa conceitual utilize um pedaço de pano tipo TNT 2m x 1m.

MAPA CONCEITUAL

O que sabemos sobre o magnetismo?



Brincadeira Corrida Magnética																				
Lista de Exercícios																				
Qual experimento, você acredita que mais lhe ajudou no seu aprendizado?																				
GOL MAGNÉTICO																				
ELETROÍMÃ																				
TREM MAGNÉTICO																				
MOTOR HOMOPOLAR																				
TUBO ANTIGRAVIDADE																				
MINI GERADOR																				
Organização do Conteúdo																				
Você teve dificuldade em aprender?																				
Satisfação geral com o método.																				
Em sua opinião, os conteúdos aprendidos foram relevantes para a sua formação?																				

Comentários adicionais.																				

Obrigada!

APÊNDICE B – Produto Aluno

Física Malúdicca

MATERIAL DO ALUNO

Por: FLÁVIA RODRIGUES DA SILVA
RENATA LACERDA CALDAS





**SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA
LUDICIDADE PARA APRENDIZAGEM DE
TÓPICOS DO MAGNETISMO**

APRESENTAÇÃO

Caro Aluno,

Este material foi elaborado em forma de uma sequência didática, com o intuito de subsidiar a aprendizagem de tópicos do magnetismo de maneira significativa e crítica.

A sequência didática aqui desenvolvida está alinhada com as propostas do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro do 2º bimestre do 3º ano do nível médio no tocante ao desenvolvimento de competências e habilidades.

O material busca uma abordagem lúdica, em forma de uma gincana, com uma estrutura capaz de possibilitar indícios de uma aprendizagem significativa e crítica.

Todas as tarefas da gincana estão associadas aos princípios da aprendizagem significativa crítica de Marco de Antônio Moreira e são apresentadas de maneira que possa conduzir o aluno para um raciocínio científico e crítico e a uma aprendizagem significativa.

Toda a sequência é iniciada por um organizador prévio, pois o aluno, além de ter sua curiosidade instigada, deverá refletir sobre o tema abordado, ativar esquemas e confrontar possibilidades de resposta, mobilizando o conhecimento adquirido e suas estruturas cognitivas.

O desenvolvimento do conteúdo se dá com linguagem simples, porém sem inadequações com o rigor conceitual e sem o excessivo enfoque na matemática da Física.

Flávia Rodrigues da Silva

IMPORTÂNCIA EM TRABALHAR EM EQUIPE

O trabalho em equipe significa agrupar um conjunto de pessoas e desenvolver determinadas ações que visam um objetivo.



A equipe consegue trabalhar de forma que seus integrantes sabem exatamente o que a outra está fazendo, suas ideias e seus esforços são direcionados para um objetivo comum. Todos os membros da equipe são responsáveis pelo sucesso de uma tarefa bem feita.

O trabalho em equipe não é individual, tudo é feito para o bem geral de todos os membros. Portanto uma equipe pode ser um grupo, mas nem todo grupo pode ser uma equipe.

Uma boa equipe é aquela que consegue somar diferentes talentos e habilidades.

Uma das características mais importante em se trabalhar em equipe é o fato de que os alunos envolvidos poderem trocar experiências e desenvolver importantes habilidades como: tomada de decisão, liderança e empatia.

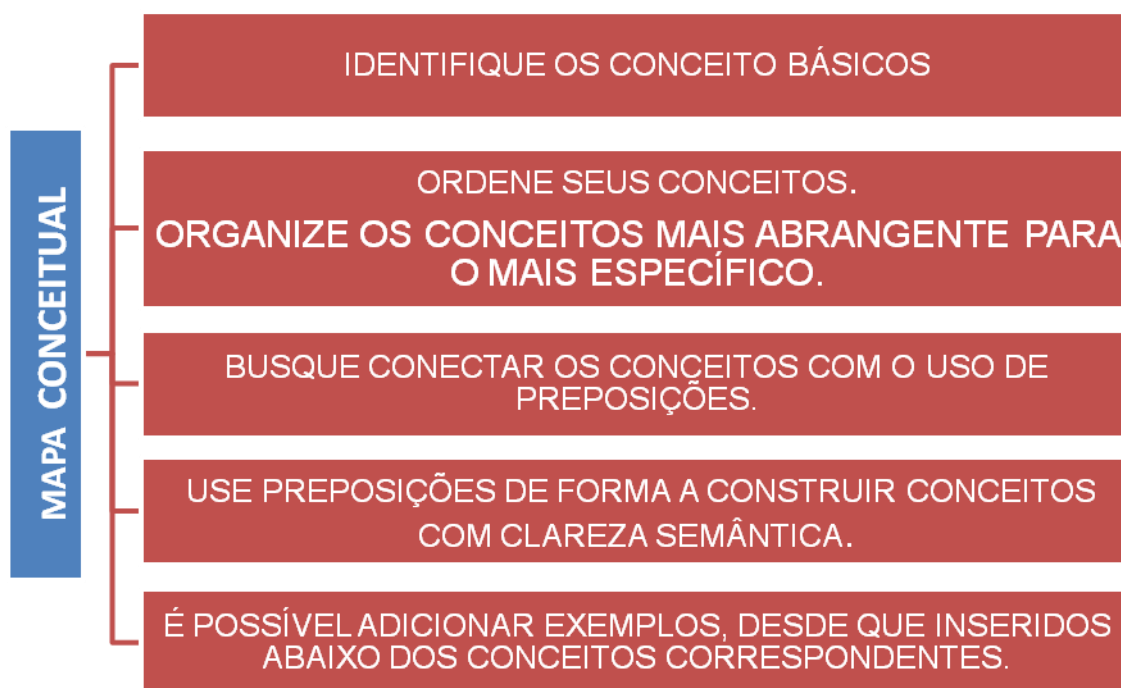
Sendo assim, montem a sua equipe e façam um ótimo trabalho.

O QUE É UM MAPA CONCEITUAL?

De modo geral, mapas conceituais funcionam como organizadores gráficos, que podem apresentar relações significativas entre palavras que usamos para representar conceitos para um determinado assunto. Por sua utilidade no que se refere à reconciliação e diferenciação de conceitos, os mapas conceituais podem ser utilizados como um interessante recurso de aprendizagem.

COMO FAZER UM MAPA CONCEITUAL

Aqui você terá informações em como elaborar um bom mapa conceitual. Se liga nas dicas!



CONTEÚDO

- Propriedades dos ímãs.
- Campo Magnético.
- Magnetismo Terrestre.
- Campo Magnético de fio reto, espira e solenoide
- Força magnética.
- Motor elétrico.
- Fluxo Magnético.
- Lei de Faraday.
- Lei de Lenz.
- Gerador elétrico.



REGRAS DA GINCANA FÍSICA MALÚDICA

4- Quanto às Equipes:

A turma deve se dividir em times com 7 a 10 alunos, cada time/equipe deverá escolher um dos nome.

Time Faraday	Time Ampère	Time Maxwell	Time Oersted

Adicionalmente, a equipe deverá eleger um líder que responderá em nome da equipe.

5- Quanto à pontuação:

Cada prova dará uma quantidade X de pontos específica dela, podendo ser alterada para mais ou para menos no decorrer da mesma, caso o professor julgue necessário.

Cada prova também servirá como avaliação de indícios de aprendizagem.

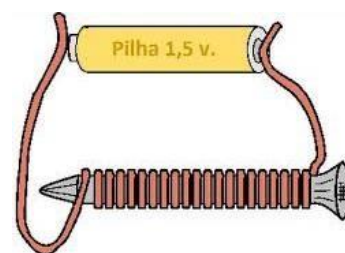
6- Quanto às provas:

Haverá no total 10 provas, podendo haver tarefas extras, onde serão analisados o interesse da equipe, o número completo de participantes e as habilidades desenvolvidas.

As tarefas serão de dois tipos: tarefa por equipe e individual.

SUMÁRIO DAS PROVAS DA GINCANA FÍSICA MALÚDICA

1. O QUE SABEMOS SOBRE O MAGNETISMO?
2. CAÇA AO MAGNETISMO
3. POLO MAGNÉTICO E POLO TERRESTRE.
4. GOL MAGNÉTICO
5. CORRIDA MAGNÉTICA
6. TREM MAGNÉTICO
7. MOTOR HOMOPOLAR
8. TUBO ANTIGRAVIDADE
9. MINI GERADOR DE ENERGIA
10. JOGO SE LIGA – PROVA FINAL



PROVA

1

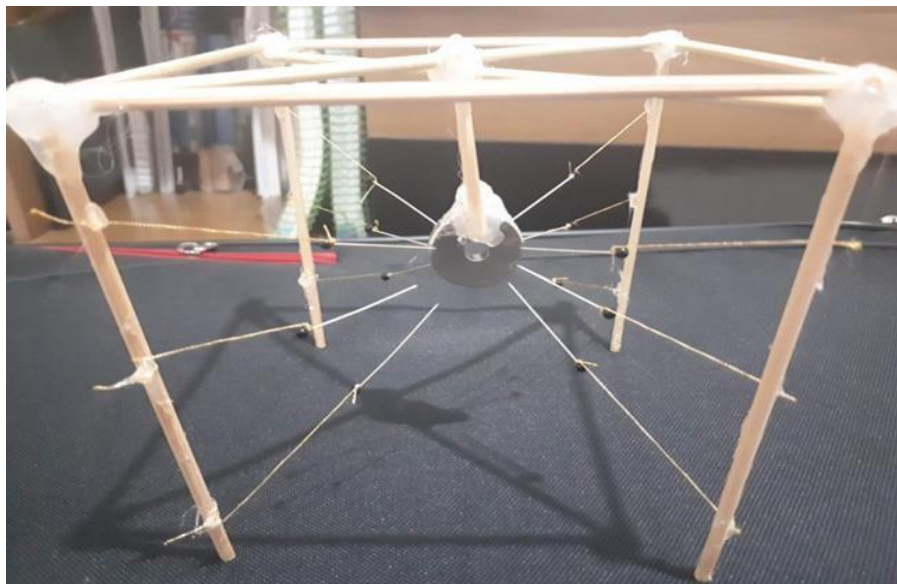
O que sabemos sobre o magnetismo?

OBJETIVOS

Resgatar o conhecimento prévio sobre conceitos básicos do magnetismo em relação ao ímã.

Instigar a elaboração de hipóteses para o fenômeno observado.

Princípio do conhecimento prévio



Você achou interessante o experimento da foto acima? Sabe o que está acontecendo? Esse experimento te faz associar a algo que você conhece?

Como primeira prova da gincana relacione através de um mapa conceitual, os conceitos principais que explicam o experimento e logo após responda o questionário.

MAPA CONCEITUAL

O que sabemos sobre magnetismo?



O que sabemos?



1-Que elemento está no centro do experimento?

2-Como é possível o elemento central atrair as agulhas?

3-Qualquer outro material seria atraído pelo elemento central? Justifique sua resposta.

4-As agulhas também estão atraindo o elemento central? Justifique sua resposta.

5-Você conhece algum elemento que faça o mesmo efeito do experimento? Se sim, qual (is)?

2

Caça ao Magnetismo



Acesse o vídeo efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Relacionar novo conhecimento sobre a fabricação de ímãs com aplicação dos ímãs no dia a dia.

Desenvolver habilidades e competências sobre conceitos iniciais de magnetismo: polos de um ímã, inseparabilidade dos polos, classificação das substâncias magnéticas.

Princípio da Interação Social e Questionamento

COMO OS IMÃS SÃO FEITOS? #BORAVÊ



Fonte. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jOL2dLh5MME>>

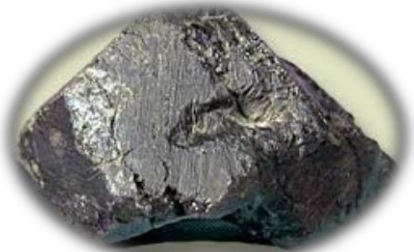
#SE LIGA!

Vamos ficar ligados nesses conceitos...

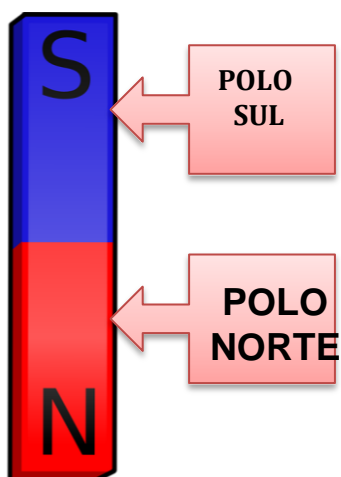
Origem do Magnetismo

Origem do Magnetismo

O termo magnetismo resultou do nome da Magnésia, região da Ásia Menor (Turquia), devido a um minério chamado magnetita (ímã natural) com propriedade de atrair objetos ferrosos.



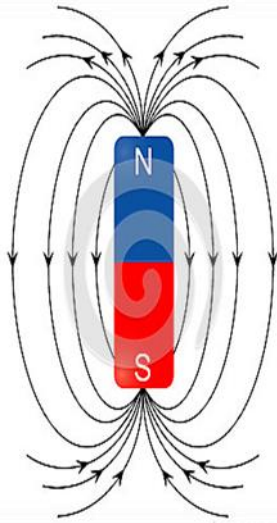
Polos de um ímã



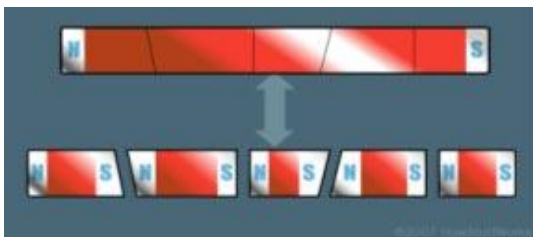
Todo ímã apresenta duas regiões distintas, em que a influência magnética se manifesta com maior intensidade. Essas regiões são chamadas de polos do ímã. Esses polos possuem comportamentos diferentes na presença de outros ímãs, e são denominados Norte (N) e Sul (S).

CAMPO MAGNÉTICO

Assim como a força gravitacional e a força elétrica, a força magnética é uma interação à distância, ou seja, não necessita de contato. Dessa forma, associamos aos fenômenos magnéticos a ideia de campo, assim como nos fenômenos elétricos. Conseqüentemente, dizemos que um ímã gera no espaço ao seu redor um campo que chamamos de Campo Magnético (B).



INSEPARABILIDADE DOS POLOS



Os polos de um ímã são inseparáveis.

CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS MAGNÉTICAS

FERROMAGNÉTICAS São aquelas que na presença de um ímã, são **fortemente atraídas** pelos dois pólos do ímã. Ex: ferro, cobalto, níquel e ligas destes elementos.

PARAMAGNÉTICAS São aquelas que, colocadas próximas a um ímã são **fracamente atraídas** pelos dois pólos do ímã. Ex: neônio, óleo, madeira, alumínio, magnésio, platina, etc.

DIAMAGNÉTICAS Aquelas que são **fracamente repelidas** pelos dois pólos de um ímã. Ex: bismuto, cobre, prata, ouro, chumbo, etc.

Será que o magnetismo está presente em nossas vidas?

Façam leituras de revistas, artigos e jornais e depois descrevam os conceitos que você conseguiu aprender com as pesquisas feitas.

TAREFA EXTRA!



O que sabemos?

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário. Encontre palavras ligadas a conceitos do magnetismo.

N	V	A	L	O	O	O	O	R	E	P	U	L	S	Ã	O	L	P
L	D	E	E	T	I	S	L	E	G	T	E	T	N	I	E	E	O
E	E	F	T	S	R	P	O	N	E	M	A	P	D	T	R	A	L
N	A	E	R	O	T	R	S	C	R	F	M	B	E	I	E	E	O
Z	T	O	O	R	R	O	U	T	A	T	P	S	T	T	S	U	N
L	T	O	Í	T	R	I	L	R	D	T	E	T	T	A	T	U	O
M	G	H	M	R	N	N	A	A	O	H	R	S	Y	E	E	O	R
S	H	P	Ã	L	O	D	U	W	R	U	E	A	S	U	D	T	T
W	R	O	R	L	A	T	E	E	E	E	E	G	Ç	N	I	O	E
S	F	C	E	Y	H	A	N	R	S	R	A	E	I	Ã	O	R	N
M	O	P	O	L	O	S	M	A	G	N	É	T	I	C	O	S	L

PROVA

3

O Polo Magnético x Polo Terrestre

OBJETIVOS

Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor.

Desenvolver habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de magnetismo: polos magnéticos versus polos terrestres.

Compreender o funcionamento de uma bússola.

Princípio do aprendiz como preceptor/representador

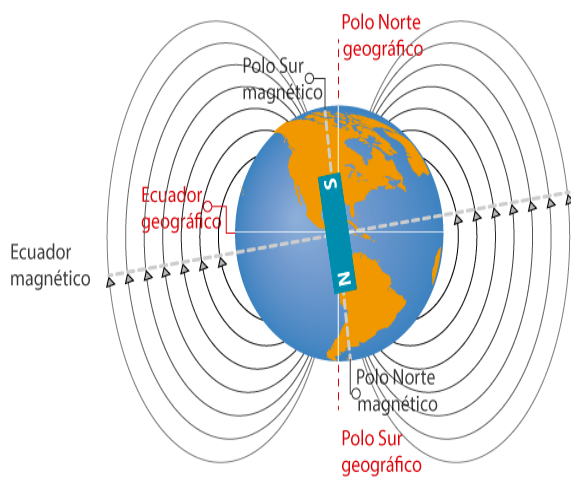
Pegue o globo terrestre, identifique os polos terrestres. A seguir pegue a bússola e identifique os polos magnéticos.



#SE LIGA!

Vamos ficar ligados nesses conceitos...

CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE



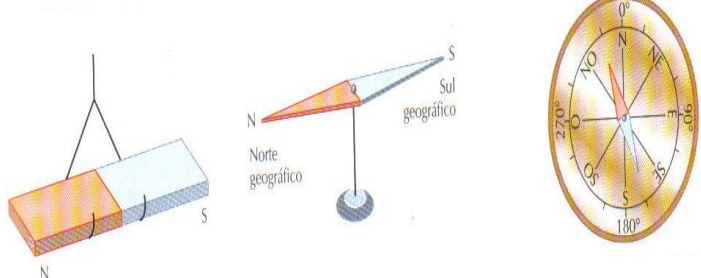
AURORA



O campo magnético da Terra protege o planeta dos chamados raios cósmicos, feixes de partículas de altas energias que vêm do Sol. Ao se aproximar da Terra, as partículas carregadas eletricamente são desviadas, devido à interação magnética, em direção aos polos. Essas partículas são desaceleradas ao entrar na atmosfera, emitindo radiação. A visualização desse fenômeno é chamada de AURORA, que pode ser Boreal (Norte) ou Austral (Sul).

A BÚSSOLA

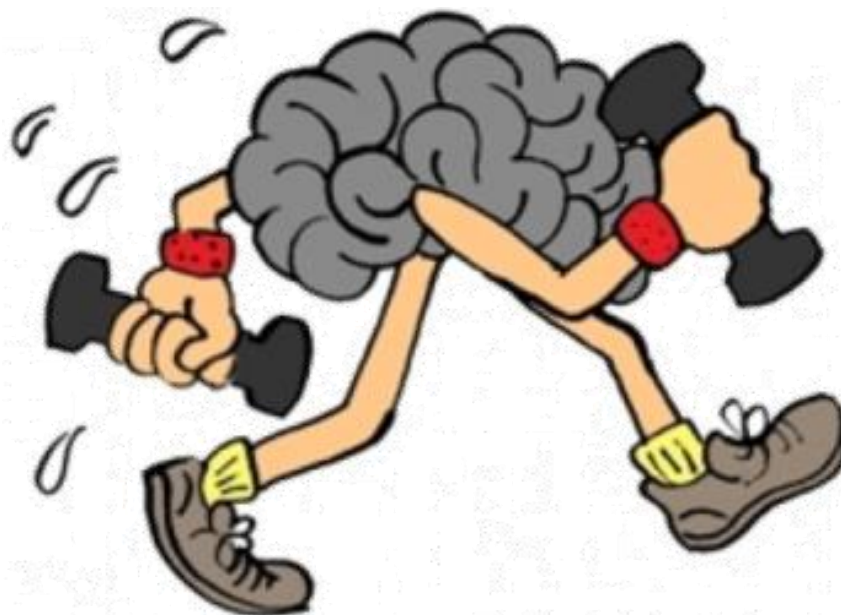
São aparelhos que servem para a orientação dos viajantes, que usam como ponteiro uma agulha magnetizada, ou seja, se comportando como um ímã.



PROVA 3

#SE LIGA!

As listas de exercícios se destacam como uma das principais formas de fixação e aplicação dos conteúdos estudados. Resolvam as questões de forma a interagir os conceitos, as dúvidas e as curiosidades com o seu professore e a sua equipe.



1- Os Pássaros têm “visor” de campo magnético, diz um estudo da Universidade de Oxford, na Inglaterra, e a Universidade Nacional de Cingapura que mostrou que os pássaros podem literalmente enxergar os efeitos da força magnética. Sob a influência do campo magnético, uma molécula especial presente nos olhos do pássaro responde à incidência da luz de tal forma a reforçar cores e brilhos em determinados pontos do campo de visão. Segundo o estudo, o resultado aproxima-se ao de um visor, como os instrumentos de uma aeronave, com marcações próprias para balizar a navegação.

Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/ciencia/passaros-tem-visor-de-campo-magnetico-diz-estudo/>>. Acesso em: 05 julho. 2019.

O texto acima, retirado de uma reportagem de uma conhecida revista brasileira, destaca o grande senso de localização que os pássaros têm, algo que a ciência sempre suspeitou, mas até então nada era provado.

Sobre o estudo realizado a respeito desses pássaros, analise as afirmações abaixo como V para verdadeira e F para falsa.

I — Esses campos magnéticos seguem uma orientação do polo sul geográfico para o polo norte geográfico, com uma pequena variação apenas.

II – As linhas de campo que os pássaros utilizam para orientação fluem de leste para oeste.

III – O mecanismo de orientação desses pássaros é até melhor que a maioria dos instrumentos de navegação de aeronaves.

IV – Sabe-se que não é possível separar um polo magnético de outro.

A sequência correta das respostas está melhor representada na alternativa

A. V-F-V-F

B. V-V-F-F

C. F-V-F-V

D. V-F-F-V

E. V-F-F-F

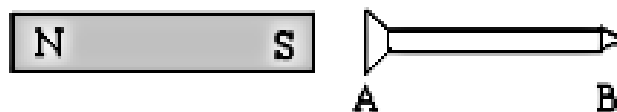
2- (FURG) O ímã em forma de barra mostrado abaixo é quebrado, com cuidado, em duas partes.



Os polos das peças obtidas estão corretamente representados na alternativa

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

3. (UFRS) Um prego de ferro AB, inicialmente não imantado, é aproximado do pólo sul (S) de um ímã permanente, conforme mostra a Figura.



Nessa situação, forma-se um polo, e o ímã e o prego se

- a) sul em A – atraem
- b) sul em A – repelem.
- c) sul em B – repelem.
- d) norte em A – atraem.
- e) norte em B – atraem.

4-Historicamente, a primeira descrição científica do campo magnético da Terra foi a de William Gilbert em 1600. Na ocasião, Gilbert demonstrou que com o auxílio de um ímã em forma de esfera, a Terra se comporta como um imenso ímã. Até hoje a explicação dada por ele é a forma mais básica e simples de descrever o **magnetismo terrestre**.

Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/campo-magnetico-terrestre.html>>.

Afinal de contas, o magnetismo terrestre serve apenas para localização? A Figura acima mostra que não. Na Figura, é possível ver uma grande nuvem de diversas partículas da radiação emitida pelo Sol indo na direção dos planetas do sistema solar. A Terra, no entanto, recebe uma quantidade muito pequena dessa radiação graças a uma proteção feita pelas linhas do campo magnético terrestre.

Das opções abaixo, marque a alternativa que apresenta um importante fenômeno decorrente dessa interação entre a radiação solar e o campo magnético terrestre.

- a) Blindagem eletrostática.
- b) Espalhamento de Rayleigh-Jeans.
- c) Efeito Fotoelétrico.
- d) Tunelamento quântico.
- e) Aurora boreal

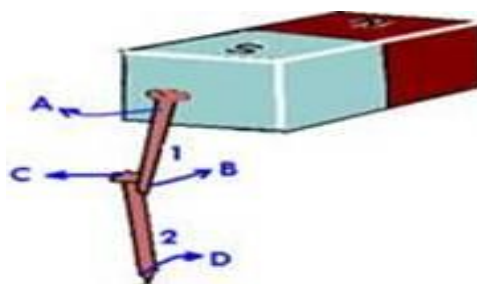


5- A Terra é considerada um ímã gigantesco, que tem as seguintes características:

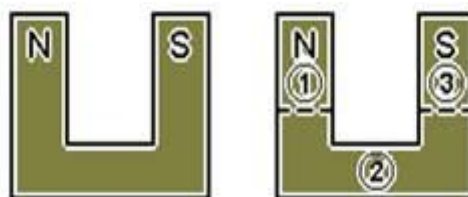
- e) O polo norte geográfico está exatamente sobre o polo sul magnético, e o sul geográfico está na mesma posição que o norte magnético.
- f) O polo Norte geográfico está exatamente sobre o polo norte magnético, e o Sul geográfico está na mesma posição que o sul magnético.
- g) O polo Norte magnético está próximo do polo sul geográfico, e o polo Sul magnético está próximo ao polo norte geográfico.
- h) O polo Norte magnético está próximo do polo norte geográfico, e o polo Sul magnético está próximo do polo Sul geográfico.

6- Na Figura, um ímã natural, cujos polos magnéticos norte, N, e sul, S, estão representados, equilibra dois pregos 1 e 2. Os pontos A e B pertencem a 1 e os pontos C e D pertencem a 2.

- a) B e C são polos norte
- b) A é um polo norte e D um polo sul
- c) A e D são polos sul
- d) A é um polo sul e B um polo norte
- e) B é um polo sul e D um polo norte



7-(PUC-MG) Um ímã permanente, em forma de “ferradura”, cujos polos norte e sul estão indicados na Figura a seguir, é dividido em três partes.



É CORRETO concluir que:

- a) a parte 1 terá apenas o polo norte e a parte 2 terá apenas o polo sul.
- b) as partes 1 e 2 formarão novos ímãs, mas a parte 3 não.
- c) as partes 1, 2 e 3 perderão suas propriedades magnéticas.
- d) as partes 1, 2 e 3 formarão três novos ímãs, cada uma com seus polos norte e sul.

8-Um pedaço de ferro é posto nas proximidades de um ímã, conforme o esquema abaixo.



Qual é a única afirmação correta relativa à situação em apreço?

- a) é o ímã que atrai o ferro.
- b) é o ferro que atrai o ímã.
- c) o módulo da força de atração do ferro pelo ímã é mais intensa do que a atração do ímã pelo ferro.
- d) O módulo da força de atração do ímã pelo ferro é mais intensa do que a atração do ferro pelo ímã.
- e) O módulo da força de atração do ferro pelo ímã é igual à atração do ímã pelo ferro.

4

Gol Magnético



Acesse as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor;

Desenvolver habilidades e competências sobre os conceitos iniciais de magnetismo: força de interação entre ímãs.

Princípio do conhecimento como linguagem

Utilizando o experimento Gol Magnético o líder de cada time deverá participar de um pequeno campeonato, vencerá a partida o time que fizer o primeiro gol.



RODADA 1

JOGO 1	Time 1			Time 2
JOGO 2	Time 3			Time 4

RODADA 2

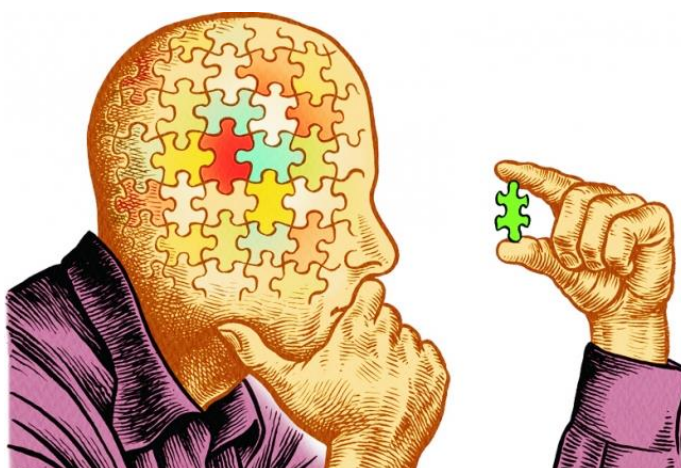
VENCEDOR DO JOGO 1	Time __			Time__	VENCEDOR DO JOGO 2
--------------------	---------	--	--	--------	--------------------



Caro aluno, nesse momento você deve fazer uma revisão de todo o conteúdo participando do jogo de quiz titulado Magnetismo Malúxico, usando o aplicativo Kahoot.



Acesse o jogo efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.



MAPA CONCEITUAL



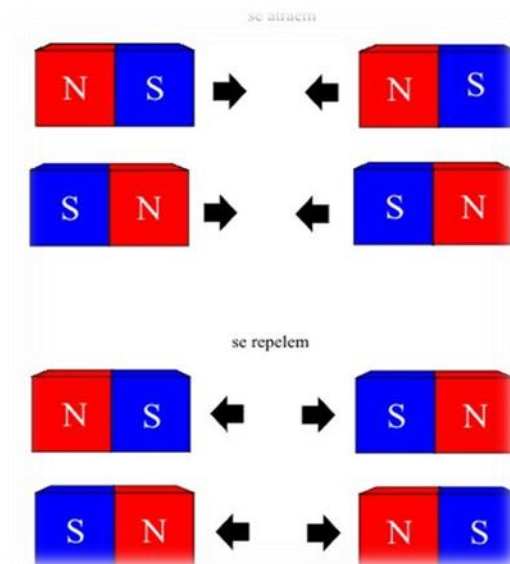
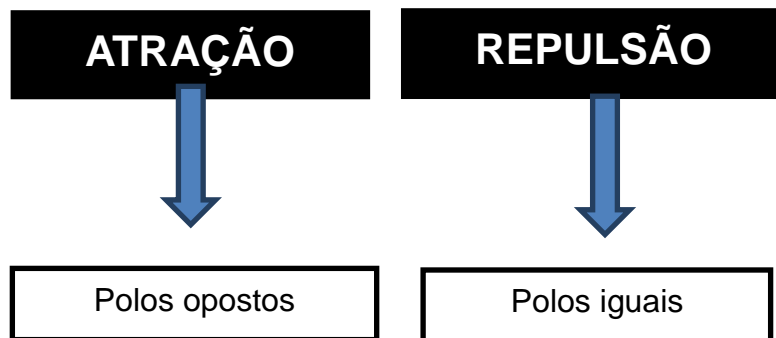
Neste momento cada equipe deve construir um novo mapa conceitual onde a equipe deve relacionar o maior número de conceitos aprendidos, não se esqueçam de usar as preposições entre os conceitos.

O que sabemos sobre o magnetismo?

#SE LIGA!

Depois das tarefas realizadas, podemos chegar à conclusão de mais alguns conceitos importantes. Então vamos ficar ligados..

FORÇA MAGNÉTICA ENTRE IMÃS



PROVA

Corrida Magnética



Acesse o vídeo com as instruções para o experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

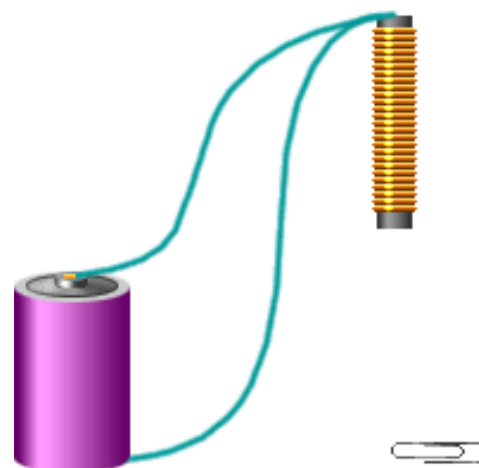
OBJETIVOS

Buscar a socialização/interação entre os alunos e dos alunos com o professor.

Desenvolver habilidades e competências sobre as configurações de campo magnético produzido por corrente através de um solenoide.

Os eletroímãs são dispositivos elétricos presentes nos mais variados dispositivos, tais como as companhias elétricas residenciais, máquinas de lavar roupa, alarmes, brinquedos. O seu funcionamento está vinculado ao campo magnético produzido pela passagem da corrente elétrica em um material condutor. Esse vínculo foi observado pela primeira vez pelo físico Oersted, em 1819, ao notar que uma corrente elétrica influenciava o ponteiro da bússola próxima sempre que o circuito era ligado.

Se um simples fio conduzindo corrente pode produzir um campo magnético nas suas vizinhanças, um conjunto deles produzirá um campo várias vezes maior. Isso pode ser conseguido com



um único fio ao ser enrolado em forma de bobina. O campo magnético produzido por um eletroímã em forma de solenoide é diretamente proporcional à corrente que o atravessa e ao número de espiras (voltas no fio).

Nesse experimento você irá construir seu próprio eletroímã de uma maneira bem simples. Depois vamos “brincar” com ele, atraindo pequenos corpos metálicos (clipes) de forma semelhantes ao ímãs e calcular a massa de corpos metálicos que o eletroímã conseguiu pegar.

ROTEIRO

Um pedaço de fio condutor esmaltado;

Lixa;

2 pilhas grandes 1,5V;

Prego;

Fita adesiva;

Clipes;

Balança.

Procedimentos para construção do eletroímã

Enrole o fio condutor de 10 cm de comprimento em torno do prego. Deve-se deixar livre duas pontas do fio condutor de aproximadamente 5cm de comprimento com as extremidades descascadas, para a conexão com a pilha.

Raspe a ponta do fio com uma lixa

Ligue as extremidades do fio aos polos da pilha, colocando-as com fita adesiva.

CORRIDA MAGNÉTICA

Depois do eletroímã construído o líder de cada time deverá escolher um dos eletroímãs do componente do seu time para participar da brincadeira corrida magnética

1. Todos os líderes devem se posicionar com um eletroímã na mão e assim que for dado o sinal de largada, os mesmos deverão correr até o local onde se encontra uma caixa com clips.

2. Cada líder deverá pegar o maior número de clips possíveis com o seu eletroímã e levar até uma balança.

3. Anote a medida da massa observada na balança. $M1 = \underline{\hspace{2cm}}$

4. Aumente o número de espiras (voltas no fio) e repita os procedimentos 3 e 4, anotando agora o valor da nova massa. $M2 = \underline{\hspace{2cm}}$

5. Retire o prego do interior do eletroímã e repita novamente os procedimentos 3 e 4. $M3 = \underline{\hspace{2cm}}$

6. Calcule os pesos dos três procedimentos.

#SE LIGA!

Depois de realizada a tarefa 5, podemos chegar a conclusão de alguns outros importantes conceitos importantes. Vamos ficar ligados nesses conceitos?

EXPERIÊNCIA DE OERSTED

Até 1820, os fenômenos do magnetismo eram estudados de forma independentes dos fenômenos elétricos. Nesse ano, o físico e professor dinamarquês Hans Christian Oersted montou um circuito elétrico e observou que, ao fechar a chave e passar corrente pelo circuito, a bússola sofria um desvio, indicando que a corrente elétrica podia criar um campo magnético.

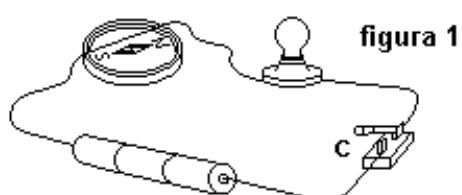


figura 1

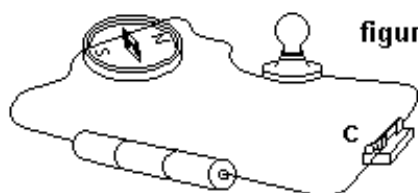


figura 2

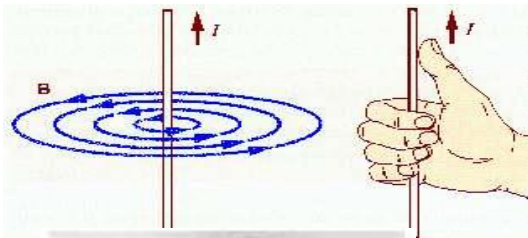


Hanz Oersted

Cargas elétricas em movimento criam, numa região do espaço próximo a ela, um campo magnético, além de campos elétricos

FONTES DO CAMPO MAGNÉTICO

FIO RETILÍNEO E LONGO



Ampère

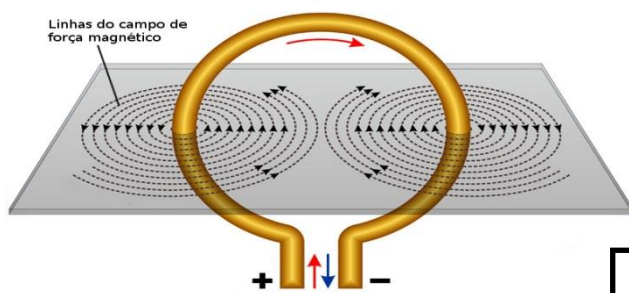
A lei de Ampère nos permitiu determinar o módulo do campo magnético. Ela nos diz que “o vetor campo magnético é tangente as linhas do campo magnética”. Assim a tangente as linhas do campo magnética será a direção dele, e a intensidade do campo será dado pela equação:

$$\vec{B} = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot d}$$

Onde d é a distância do fio até um ponto da linha do campo, e μ_0 é a constante de permeabilidade magnética do vácuo que vale $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$.

ESPIRA CIRCULAR

A intensidade é denominada pela seguinte fórmula:



$$\vec{B} = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot R}$$

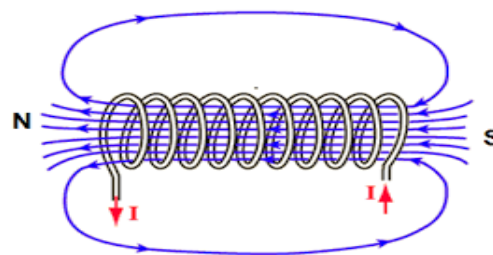
Onde: R é o raio da espira.

SOLENOÍDE

O campo magnético gerado em um solenoide possui as seguintes características:

- no interior do solenoide consideramos o campo magnético como sendo uniforme, portanto, as linhas de indução são paralelas entre si.
- quanto mais comprido for o solenoide, mais uniforme será o campo magnético interno e mais fraco o campo magnético externo.

Para o campo magnético uniforme no interior do solenoide teremos um vetor indução em qualquer ponto interno do solenoide, portanto, como se trata de um vetor, ele terá intensidade, direção e sentido.



O *módulo* do campo magnético no interior de um solenoide é obtido através da seguinte equação:

$$\vec{B} = \frac{\mu \cdot i \cdot n}{l}$$

Onde: μ é a permeabilidade magnética do meio no interior do solenoide e N/L representa o número de espiras por unidade de comprimento do solenoide.

Direção e Sentido de \vec{B}

O sentido das linhas de campo magnético é determinado pela regra da **mão direita**.

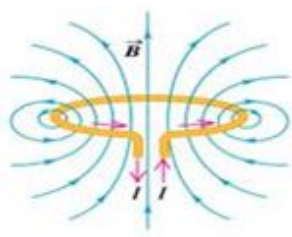
Fio em linha reta



- Grandeza orientada do plano para o observador (saindo do plano)
- ⊗ Grandeza orientada do observador para o plano (entrando no plano)

Espira

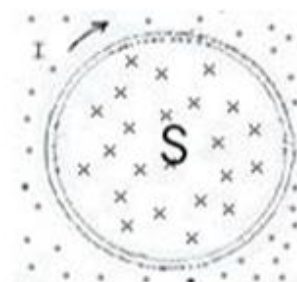
Visto em perspectiva



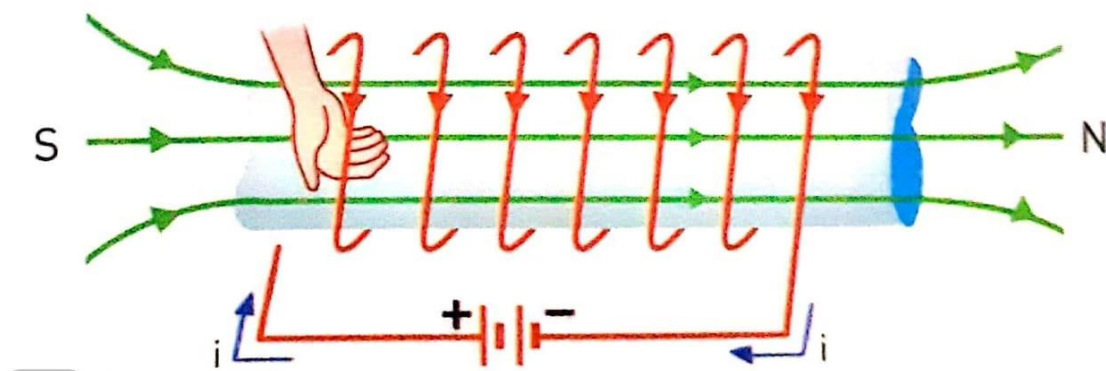
Corrente no sentido anti-horário



Corrente no sentido horário



SOLENÓIDE

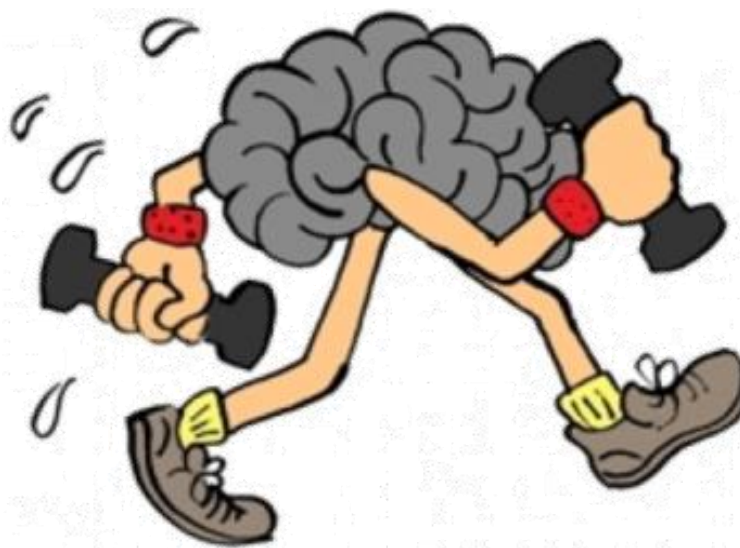


A direção do campo magnético de um solenoide é paralela ao seu eixo e o seu sentido é determinado pela regra da mão direita.

Unidade \vec{B} :
Tesla (T)

SE LIGA!

Para solucionar uma lista de exercícios, o aluno deve elaborar estratégias de resolução, buscar formas para alcançar o resultado, procurar caminhos diferentes que o leve á uma solução. Então, agora vamos solucionar alguns exercícios sobre o que acabamos de estudar para que você possa revisar o possível entendimento sobre os conceitos estudados até o momento.

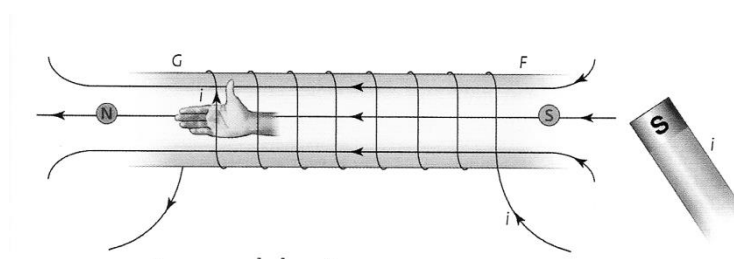


1-Numa espira circular de raio $R=3,14$ cm, circula uma corrente de intensidade 6 A. Determine o módulo do campo magnético estabelecido no centro da espira.

2-Um fio de cobre reto e extenso é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 2,0 A. Calcule a intensidade do vetor indução magnética originada num ponto à distância de 0,25m do fio.

3-Um solenoide compreende 20.000 espiras por metro. Calcule a intensidade do vetor indução magnética originado na região central pela passagem da corrente elétrica de intensidade 0,2 A.

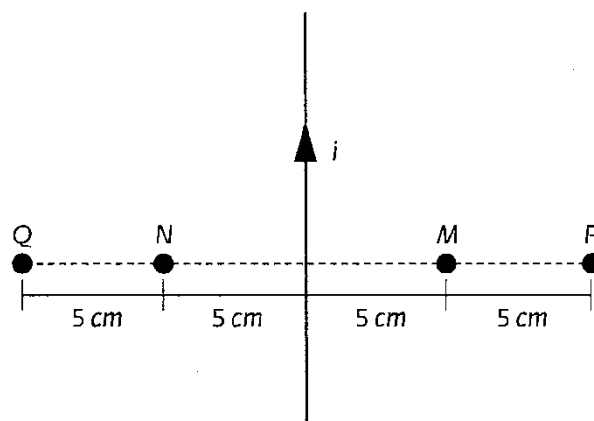
4-O solenoide mostrado na Figura a seguir é percorrido por uma corrente elétrica no sentido indicado.



Aproximando-se da extremidade direita do solenoide o polo sul de um ímã, irá ocorrer

- A. a atração entre eles.
- B. a inversão do sentido da corrente elétrica.
- C. a inversão dos polos do ímã.
- D. a repulsão entre eles.
- E. o aumento de intensidade da corrente elétrica.

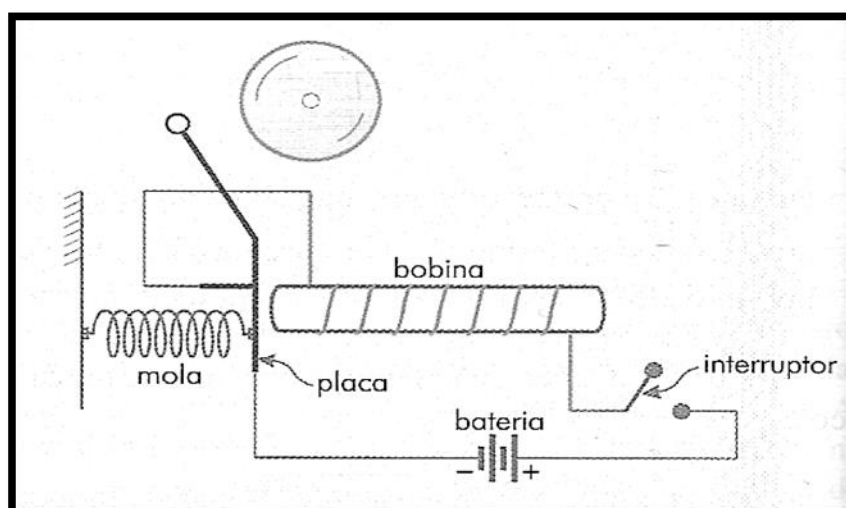
5-Por um fio retilíneo uma corrente i é transportada. Veja a Figura a seguir.



O módulo do campo magnético nos pontos M e N vale 4×10^{-4} T. Qual é o módulo do campo magnético nos pontos P e Q?

- A. 1×10^{-4} T.
- B. 2×10^{-4} T.
- C. 4×10^{-4} T.
- D. 8×10^{-4} T.
- E. 16×10^{-4} T.

6 -A Figura abaixo representa uma campainha de corrente contínua e seu respectivo circuito.



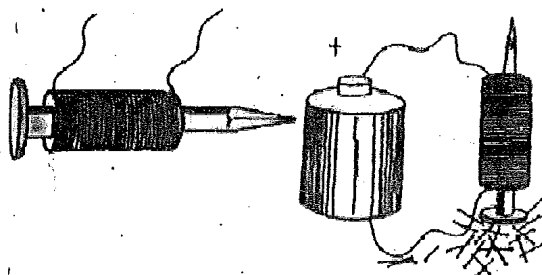
As afirmativas a seguir referem-se ao que ocorre quando o interruptor é acionado.

- I – Uma extremidade da bobina fica carregada positivamente, atraindo a placa.
- II – A corrente elétrica gera um campo magnético na bobina, que atrai a placa.
- III – A corrente elétrica gera um campo magnético na bobina e outro na placa, que se atraem mutuamente.

Em relação às afirmações, assinale a opção correta:

- A. Todas as afirmações são verdadeiras.
- B. Apenas a afirmação I é verdadeira.
- C. Apenas a afirmação III é verdadeira.
- D. Apenas a afirmação II é verdadeira.
- E. Todas as afirmações são falsas.

7- Observe o dispositivo elétrico na imagem abaixo. Esse dispositivo é constituído de um fio condutor enrolado em volta de um prego.



Disponível em: <http://4.bp.blogspot.com/-e6Dqv-eNnxA/T6XcYjgz2gI/AAAAAAAAJdM/Aej_el0-o54/s640/05.jpg>. Acesso em: 5 nov., 2013.

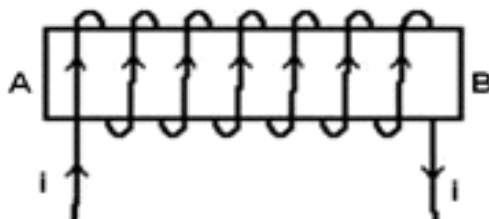
Após ligar um dispositivo é uma fonte de energia elétrica, os pedaços de metal são atraídos para o prego, pois:

- A. A corrente elétrica que percorre o fio cria um campo elétrico no interior da bobina.
- B. A corrente elétrica que percorre o fio cria um campo gravitacional no interior da bobina.
- C. A corrente elétrica que percorre o fio cria um campo magnético no interior da bobina.

D. A corrente elétrica que percorre o fio é do tipo alternada.

E. Os pedaços de metal são pequenos ímãs.

8- A grande vantagem do exame de ressonância magnética é mostrar os tecidos internos do corpo humano sem submetê-los à radiação, como fazem os raios-x. O aparelho cria um campo magnético no organismo do paciente, de modo que os núcleos dos átomos de hidrogênio - elemento abundante no nosso corpo, por entrar na composição da água - se alinhem e formem pequenos ímãs. A região examinada é atravessada, então, por ondas de rádio semelhantes às que são transmitidas por emissoras FM. Quando as ondas passam pelos átomos de hidrogênio, produzem uma vibração que é detectada e enviada a um computador. Ele analisa os sinais recebidos e os transforma na imagem que aparece na tela e depois é impressa em filme. O campo magnético de 7,0 T é produzido por um solenoide percorrido por uma corrente de 200 A.



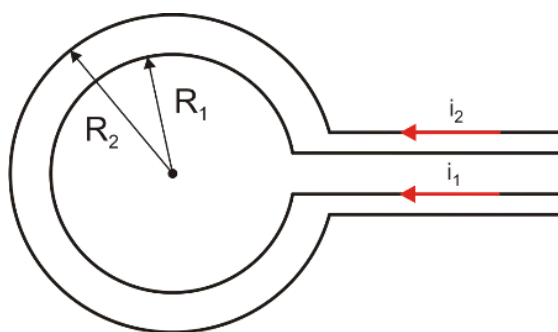
Disponível em: <http://mundoestranho.com.br/materiais/como-efeito-o-exame-de-ressonancia-magnetica/>. Acesso em: 25 nov. 2015. (Adaptado)

a) Qual das extremidades do solenoide percorrido por corrente "i" é um pólo norte e qual é um polo sul?

b) Qual o número de voltas por metro ao longo do comprimento do solenoide?

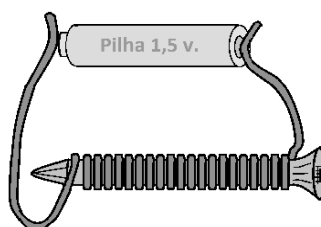
Use : $\Pi = 3$

9- Duas espiras circulares de raios $R_1 = 12,6$ m e $R_2 = 15,7$ m, são percorridas por correntes de intensidade $i_1 = 4,0$ A e $i_2 = 6,0$ A, como indica a Figura.



Dê as características do vetor resultante \vec{B} no centro comum às duas espiras.

10-Pode-se montar um eletroímã caseiro utilizando uma pilha, fio de cobre e um prego comum conforme imagem a seguir.



Disponível em: <<http://www.2be-geek.com/experiencias/fisica/como-fazer-um-eletoima-caseiro/>>. Acesso em: 06/06/19.

Responda o item a seguir tendo com base a imagem e as propriedades magnéticas de um eletroímã. Considerando a montagem como um solenoide com 30 espiras e comprimento 30 cm, quando a corrente elétrica for de 2,0 A, qual é o valor do campo magnético em seu interior? Considere $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ e $\pi = 3$.

6

Trem Magnético

CAPÍTULO



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Compreender situações em que uma corrente elétrica fica sujeita a uma força de origem magnética;

Compreender o funcionamento de trens magnéticos.

Princípio da incerteza do conhecimento

Vamos construir um trem Magnético

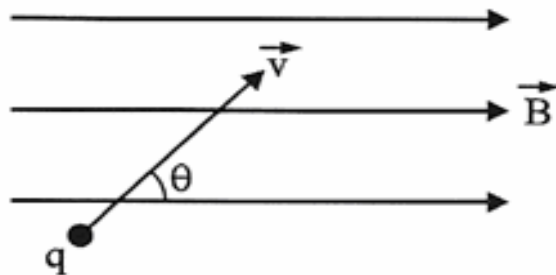


Use esse espaço para ser criativo e reflexivo e faça um desenho representando o funcionamento dos trens magnéticos.

SE LIGA!

Depois de mais uma tarefa realizada, podemos chegar a conclusão de mais alguns outros importantes conceitos importantes. Vamos ficar ligados nesses conceitos?

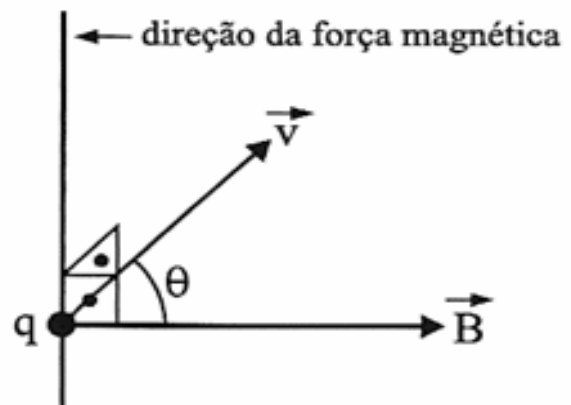
FORÇA MAGNÉTICA EM UMA CARGA



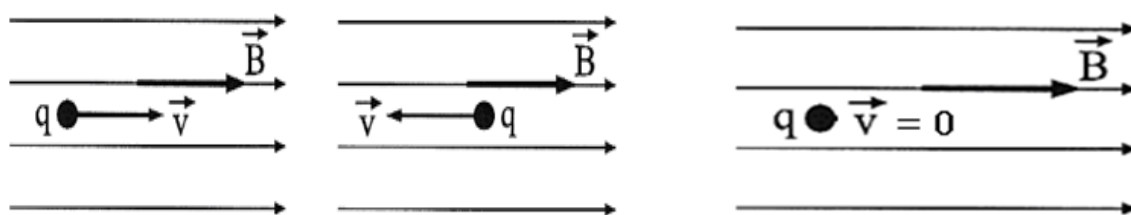
A direção da força magnética é sempre perpendicular ao plano formado pelos vetores velocidade e campo magnético.

Módulo da Força Magnética

$$F = |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$



FORÇA MAGNÉTICA É NULA

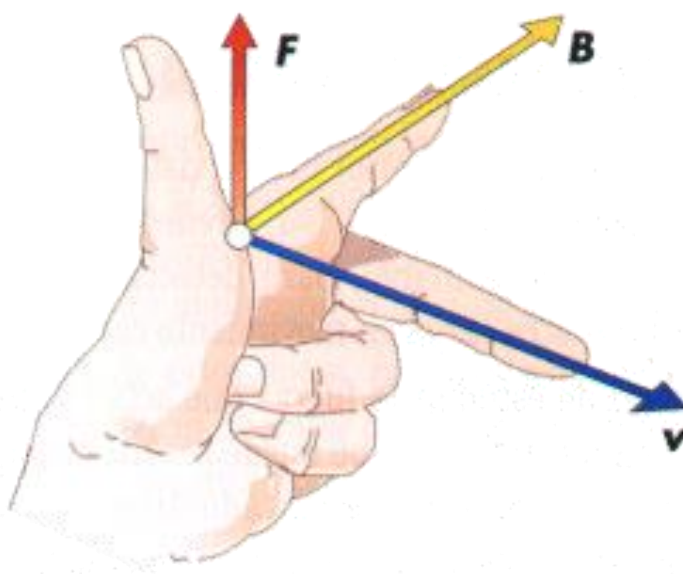


Força Magnética

$$FM = q \cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\theta$$

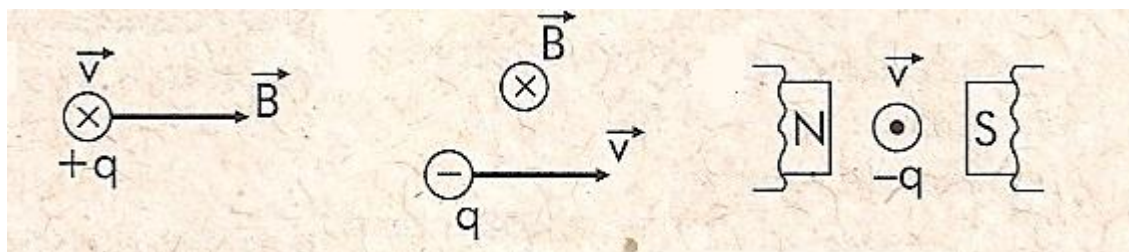
$$FM = 0$$

Regra da mão esquerda



Vamos treinar....

Determine a direção e o sentido da força magnética nos três casos abaixo



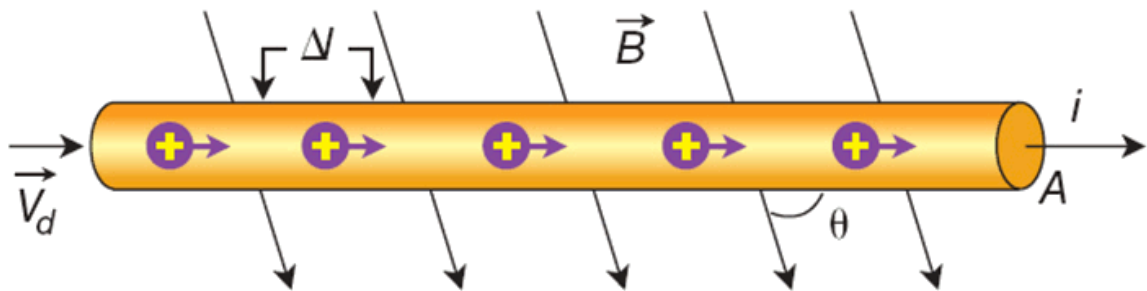
FORÇA MAGNÉTICA EM UM FIO RETILÍNEO

Um fio de comprimento ℓ , pelo qual circula uma corrente i , sofrerá uma força magnética se imerso numa região de campo magnético B , dada por:

Intensidade de \vec{F}_m

$$\vec{F}_m = B \cdot i \cdot \ell \cdot \text{sen}\theta$$

F_m → intensidade da força magnética que age sobre o fio → medida em newton (N), no SI.
 B → intensidade do campo magnético → medido em tesla (T), no SI.
 i → intensidade da corrente elétrica no fio → medida em ampère (A), no SI.
 θ → ângulo entre a direção de B e de i .
 ℓ → comprimento do fio → medido em metro (m), no SI.



SE LIGA!

Vamos fazer mais um pouco de exercícios...



1- A maior força de origem magnética (medida em newton) que pode atuar sobre um elétron (carga $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) em um tubo de TV, onde existe um campo magnético de módulo $B = 830 \text{ mT}$, quando sua velocidade é de $7,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$, vale aproximadamente:

a) $9,3 \cdot 10^{-13}$

b) $4,7 \cdot 10^{-16}$

c) $13,3 \cdot 10^{-10}$

d) $8,1 \cdot 10^{-10}$

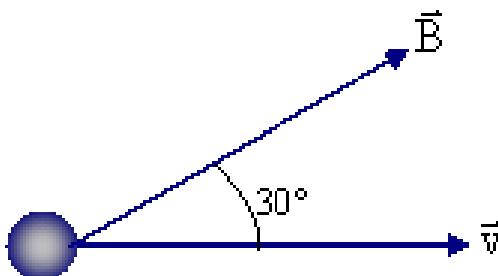
e) $1,1 \cdot 10^{-21}$

2- Uma carga elétrica $q = -3 \text{ mC}$ desloca-se com velocidade de 400 m/s na direção horizontal, formando um ângulo de 30° com o vetor campo magnético de intensidade $0,05 \text{ T}$. Caracterize a força magnética que agirá sobre a carga.

3- Uma partícula α , cuja carga elétrica é $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, move-se com velocidade $v = 3,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ em uma região de campo magnético de intensidade $2,5 \cdot 10^5 \text{ T}$. Qual o valor da força magnética que atua na partícula?

Utilize a informação abaixo para responder as questões 4, 5 e 6.

Em um campo magnético de intensidade 10^2 T , uma partícula com carga $0,0002 \text{ C}$ é lançada com velocidade 200000 m/s , em uma direção que forma um ângulo de 30° com a direção do campo magnético, conforme indica a Figura.



4-Determine a intensidade da força que atua sobre a partícula.

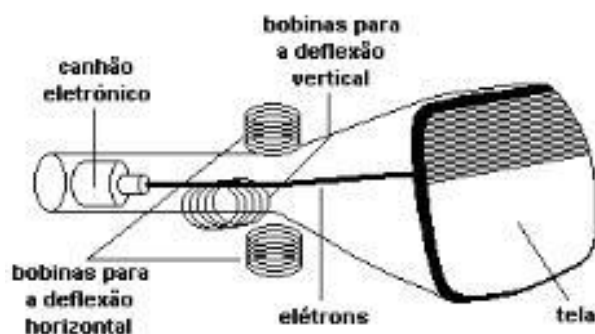
5-Sobre a partícula lançada atua uma força que tem:

- f) a mesma direção e o mesmo sentido do campo magnético.
- g) a mesma direção e o mesmo sentido da velocidade.
- h) a mesma direção , mas sentido contrário ao da velocidade.
- i) direção perpendicular ao plano do campo e da velocidade, e sentido para cima.
- j) direção perpendicular ao plano do campo e da velocidade, e sentido para baixo.

6-A força magnética terá máxima intensidade se o ângulo formado entre a velocidade de o campo magnético for igual a:

- a)
Zero
- b)
30°
- c)
60°
- d)
90°
- e)
80°

7- (Enem 2001) A Figura mostra o tubo de imagens dos aparelhos de televisão usado para produzir as imagens sobre a tela. Os elétrons do feixe emitido pelo canhão eletrônico são acelerados por uma tensão de milhares de volts e passam por um espaço entre bobinas onde são defletidos por campos magnéticos variáveis, de forma a fazerem a varredura da tela.



Nos manuais que acompanham os televisores é comum encontrar, entre outras, as seguintes recomendações:

III. Nunca abra o gabinete ou toque as peças no interior do televisor

IV. Não coloque seu televisor próximo de aparelhos domésticos com motores elétricos ou ímãs.

Estas recomendações estão associadas, respectivamente, aos aspectos de:

- a) riscos pessoais por alta tensão / perturbação ou deformação de imagem por campos externos
- b) roteção dos circuitos contra manipulação indevida / perturbação ou deformação de imagem por campos externos
- c) iscos pessoais por alta tensão / sobrecarga dos circuitos internos por ações externas
- d) roteção dos circuitos contra a manipulação indevida / sobrecarga da rede por fuga de corrente
- e) roteção dos circuitos contra a manipulação indevida / sobrecarga dos circuitos internos por ação externa

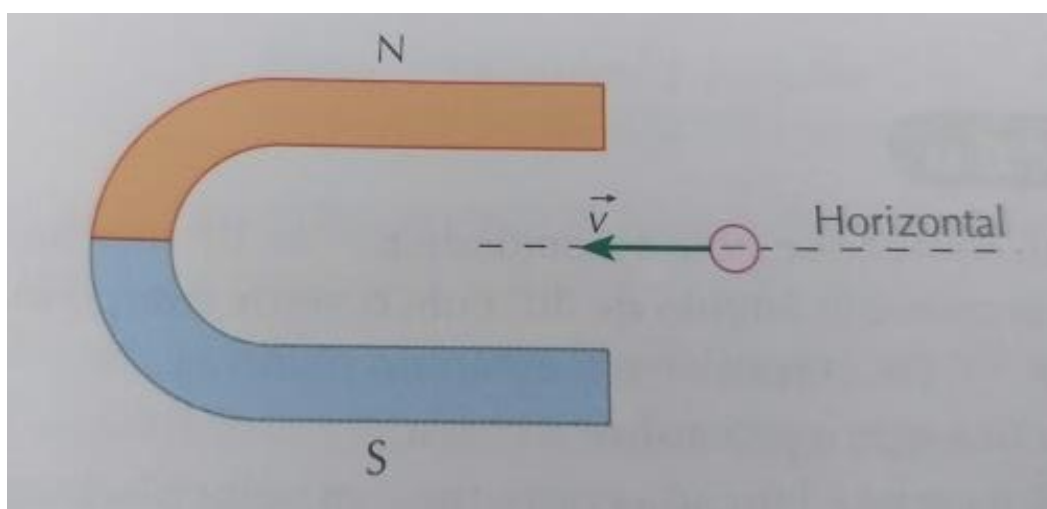
8-Uma abelhinha trabalhava transportando elétrons em malotes sob as asas. Muito distraída, voou através de um campo magnético que protegia uma colméia inimiga.

- a) A abelhinha não sentiu influência do campo magnético, pois voava formando um ângulo de 90° com as linhas do campo.
- b) A abelhinha não sentiu influência do campo magnético, pois voava formando um ângulo de 0° com as linhas do campo.
- c) A abelhinha, quando parou seu vôo momentaneamente, sentiu uma forte repulsão no campo magnético.
- d) A abelhinha, quando parou seu vôo momentaneamente, sentiu uma forte atração no campo magnético.

e) A abelhinha sofre uma força no campo magnético independentemente do ângulo que sua velocidade forma com as linhas dos campos.

Utilize a informação abaixo para responder as questões 9 e 10.

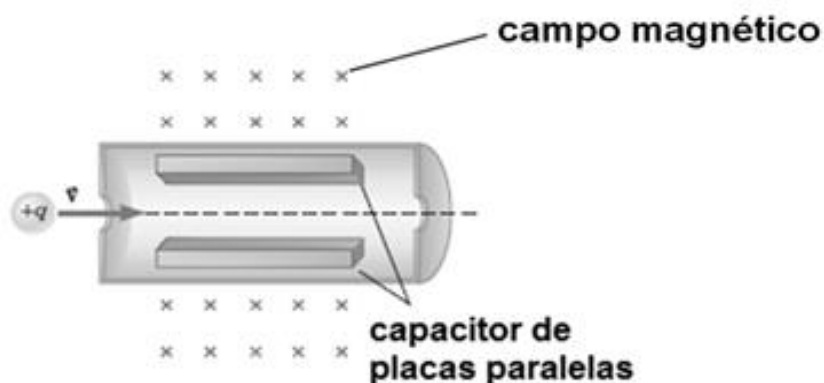
Um elétron de carga elétrica $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ é lançado entre os pólos de um ímã com velocidade de $2,0 \cdot 10^5 \text{m/s}$, conforme mostra a Figura. Admitindo-se que o campo magnético entre os pólos do ímã é uniforme, o elétron fica sujeito a uma força magnética de intensidade $8 \cdot 10^{-14} \text{N}$.



9- Determine a intensidade, a direção e o sentido do vetor indução magnética entre os polos N e S.

10- Determine a direção e o sentido da força magnética que age no elétron, no instante em que penetra no campo.

11- Um seletor de velocidades é um dispositivo utilizado para medir a velocidade de uma partícula carregada. O dispositivo opera através da aplicação de um campo magnético e de um campo elétrico à partícula. O seletor de velocidades é um tubo cilíndrico que é colocado no interior de um campo magnético. Dentro do tubo existe um capacitor de placas paralelas que produz um campo elétrico perpendicular ao campo magnético.

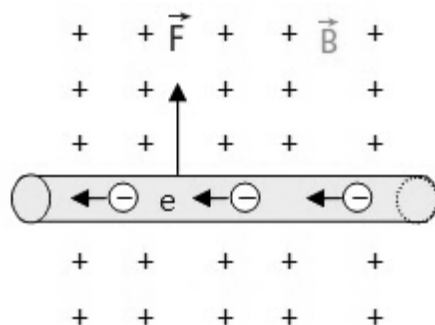


Disponível em: www.fap.usp.br/~hbarbosa/ugloca/.../Aula05_SelVelocFisic.pdf. Acesso em: 24 nov. 2015. (Adaptado)

Os campos magnéticos e elétricos são ajustados para que a força elétrica que atua na partícula anule a força magnética. Assim, a partícula executa um movimento retilíneo uniforme sai na extremidade da direita do tubo.

Qual a direção e sentido da força magnética na carga?

12-Até o ano de 1819, ano da famosa experiência de Oersted, acreditava-se que a eletricidade e o magnetismo eram ramos totalmente distintos da Física. Através de seus trabalhos, Oersted descobriu que a corrente elétrica que passa em um fio condutor produz efeitos magnéticos ao redor desse fio e mais tarde Faraday e Lenz mostraram que a variação do fluxo de campo magnético também poderia induzir uma corrente elétrica. Com isso, foi provado definitivamente a relação entre eletricidade e magnetismo, surgindo o eletromagnetismo.



Disponível em: <<http://docplayer.com.br/7029524-Condensador-equivalente-de-uma-associacao-em-serie.html>>. Acesso em: 14 /11/2019.

Suponha que o fio condutor retilíneo da Figura acima tenha comprimento $L = 60\text{cm}$, imerso em um campo magnético uniforme de intensidade $B = 1,0 \times 10^4 \text{T}$, percorrido por uma corrente de $1,0\text{A}$. Sendo assim, determine a intensidade da força magnética F quando o condutor é colocado perpendicularmente às linhas de indução do campo.

PROVA

7

MOTOR HOMOPOLAR



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Desenvolver habilidades e competências sobre os conceitos de força magnética.
Compreender o funcionamento de motores eletromagnéticos.

Princípio da aprendizagem pelo erro.

PROVA**8**

tubo Antigravidade



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Resgatar o conhecimento prévio sobre conceitos da lei de Faraday e a lei de Lenz.

Identificar situações em que aparecem correntes elétricas induzidas e relacionar com a Lei de Faraday e a Lei de Lenz.

Buscar indícios de aprendizagem significativa.

Princípio do abandono da narrativa

Depois de analisar o experimento “Tubo Antigravidade”, cada equipe deve construir um mapa conceitual que relacione conceitos ligados ao experimento realizado nessa tarefa, os membros da equipe devem discutir e negociar significados do que foi observado no experimento, depois cada equipe deve apresentar oralmente o que foi apresentado no mapa.

MAPA CONCEITUAL

O que sabemos sobre o magnetismo?



PROVA

9

Mini Gerador de Energia



Acesse o vídeo com as instruções do experimento efetuando a leitura do QR Code apresentado ao lado.

OBJETIVOS

Desenvolver habilidades e competências sobre a lei de Faraday e a lei de Lenz.
Compreender o funcionamento de geradores eletromagnéticos e de usinas hidroelétricas.

Princípio do aprendiz como perceptor/representador

MATERIAIS NECESSARIOS:

- 200cm de fio de cobre esmaltado (fio 24)
- 4 Super ímãs.
- 1 seringa do tamanho do super ímã.
- 2 leds de baixa voltagem.



PROCEDIMENTO

- 1- Construa uma bobina, enrolando de entre 50 até 200 voltas de fio de cobre em torno da seringa, deixando duas pontas livres de aproximadamente 10 cm de fio. Retire totalmente, com o estilete, o verniz que recobre as pontas, nas pontas será ligado o led.
- 2- Coloque dentro da seringa os superímãs.
- 3- Feche a seringa com o seu êmbolo e movimente os ímãs dentro da seringa.

Questionário

- 1- Explique o princípio de funcionamento do experimento mini gerador.

- 2- Cite uma outra forma de se transformação de energia cinética em energia elétrica.

- 3- Seria possível uma outra forma de energia se transformar em energia elétrica?

- 4- Cite outra aplicação que utilize o mesmo conceito visto nessa tarefa.

- 5- Porque foi usado dois leds, que conceito físico você pode usar para explicar.

#SE LIGA!

Novos conceitos chegando...

Fluxo Magnético

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

Onde:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi \equiv \text{Fluxo magnético} \\ B \equiv \text{Módulo do campo magnético} \\ A \equiv \text{Área da superfície} \\ \theta \equiv \text{Ângulo entre } \vec{n} \text{ e } \vec{B} \end{array} \right.$$

O fluxo magnético é a medida da quantidade de linhas de indução que atravessam uma superfície em função do tempo. É dado pelo produto entre o campo magnético, a área da superfície e o cosseno do ângulo formado entre o campo e o vetor normal à superfície.

Propriedades do Fluxo Magnético

Podemos variar o fluxo magnético de várias maneiras:

1. Variando a intensidade B do campo de indução magnética.
2. Variando a área A da superfície.
3. Girando a superfície, variando o ângulo θ entre o vetor normal à superfície e o vetor campo magnético.

Obs.: A unidade de medida do Fluxo Magnético no S.I. é o **weber (Wb)** (Onde: $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}^2$). Logo, temos $1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$

Indução Magnética

Existem vários modos de se obterem correntes induzidas em um circuito:

1. O circuito pode mover-se em relação a um campo magnético, de modo que o fluxo magnético através da área do circuito varie no decorrer do tempo.
2. Pode-se variar a área do circuito de tal modo que o fluxo do campo magnético através do circuito varie no tempo.
3. O campo magnético dirigido para a superfície pode ser variável no tempo

Lei de Faraday

Ao variarmos o fluxo magnético que atravessa uma espira, é criada uma força eletromotriz induzida (ε) que é dada pela taxa de variação do fluxo magnético em função do tempo.

$$\boxed{\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}$$

Onde: $\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon \equiv \text{Força eletromotriz (fem)} \\ \Delta\Phi \equiv \text{Variação do fluxo magnético} \\ \Delta t \equiv \text{Intervalo de tempo} \end{array} \right.$

Obs.: Se verificarmos as unidades de medida dessas grandezas no S.I., percebemos que:

$$[\varepsilon] = \frac{[\Delta\Phi]}{[\Delta t]} \Rightarrow \text{volt} = \frac{\text{weber}}{\text{segundo}} \Rightarrow 1V = \frac{1Wb}{1s}$$

Indução Magnética em Circuitos Fechados

Se um circuito fechado é submetido a uma variação de fluxo magnético, haverá nele uma **corrente elétrica induzida**, cujo sentido e intensidade depende dessa variação do fluxo magnético.

Portanto:

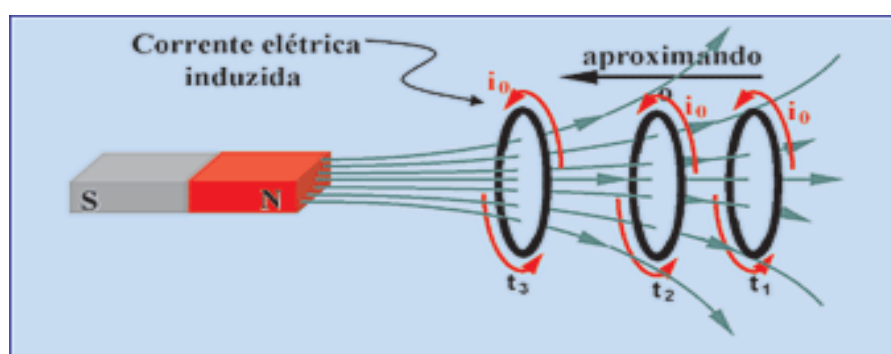


“Os efeitos da força eletromotriz induzida tendem a se opor às causas que lhe deram origem (princípio da ação e reação).”

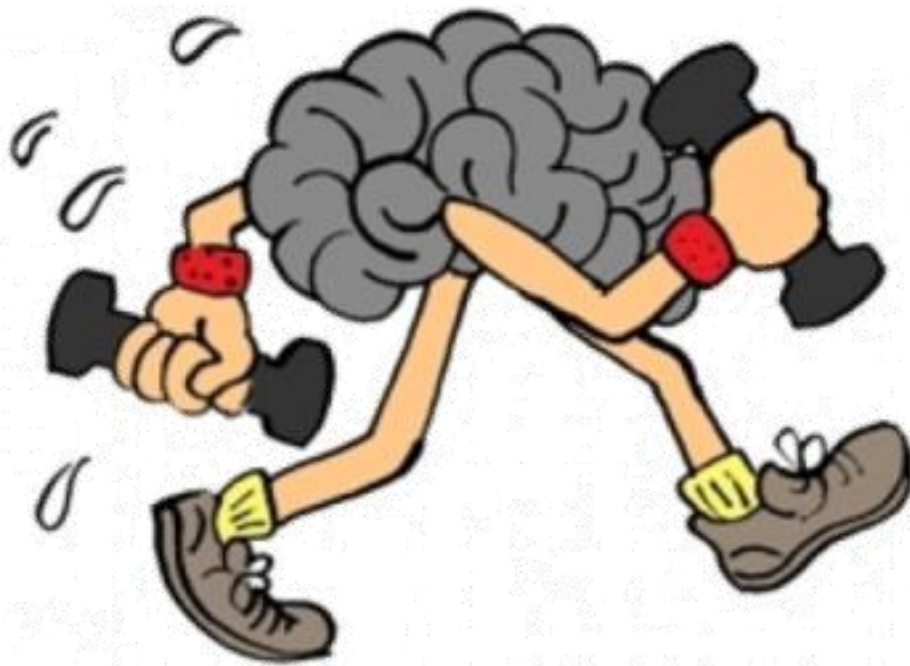
“O sentido da corrente elétrica induzida é tal que se opõe á variação de fluxo que a produziu”

Interpretando a Lei de Lenz

O movimento da espira provoca uma variação do fluxo magnético no seu interior o que produz a corrente induzida, que, por sua vez, atuará no sentido de se opor ao movimento.



SE LIGA!



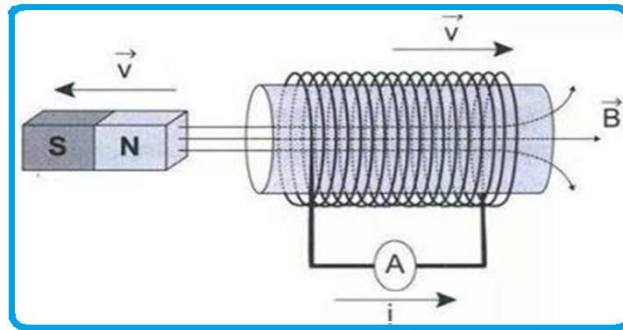
1. Através dos exames de ressonância magnética é possível produzir imagens do interior do corpo humano. No exame, o paciente é submetido à ação de um campo magnético muito forte. Mas existe uma preocupação com a possibilidade de uma falha do aparelho provocar um desligamento súbito do campo magnético. Isso faria com que uma força eletromotriz fosse induzida no corpo do paciente. A força eletromotriz induzida poderia provocar uma movimentação das partículas positivas e negativas dos fluidos corporais produzindo uma corrente elétrica no interior do corpo. Suponha que durante um exame de ressonância magnética a maior área do corpo atravessada pelo campo magnético é de $0,040 \text{ m}^2$ e que o campo magnético, de intensidade $1,8 \text{ T}$, seja perpendicular a essa área. A maior força eletromotriz induzida que pode atuar no corpo do paciente com segurança é de $0,010 \text{ V}$.

O menor tempo que campo magnético poderá gastar para se anular, quando o aparelho é subitamente desligado, sem causar risco ao paciente é igual a

- A. $0,0072\text{s}$.
- B. $0,072 \text{ s}$
- C. $0,72 \text{ s}$.
- D. $7,2 \text{ s}$.
- E. 72 s .

2-Uma espira retangular, de dimensões 6 cm e 10 cm é colocada perpendicularmente às linhas de indução de um campo magnético uniforme de intensidade 10^{-3}T . A intensidade do campo magnético é reduzida zero em 3s . Determine a fem induzida nesse intervalo de tempo.

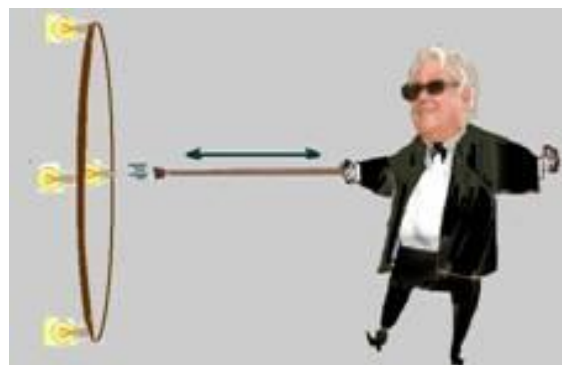
3-(ENEM 2014)O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a V , induzindo uma corrente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



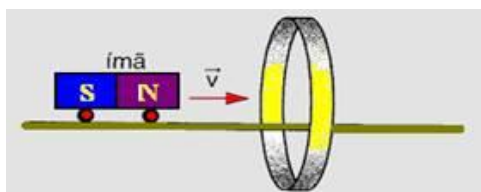
A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na Figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a:

- F. a esquerda e o ímã a direita com polaridade invertida.
- G. direita e o ímã para a esquerda com a polaridade invertida.
- H. esquerda e o ímã para a esquerda com a mesma polaridade.
- I. direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- J. Esquerda e manter o ímã com a mesma polaridade.

4-(UERJ-RJ) O mágico passa uma bengala por dentro de um aro, de 40 cm de raio, contendo pequenas lâmpadas, que se iluminam e permanecem iluminadas enquanto é mantido o movimento relativo entre os dois objetos. Na realidade, a bengala é um ímã e o aro é uma espira metálica circular. Pode-se supor que o plano da espira seja mantido perpendicular às linhas de indução magnética durante o movimento relativo. Considerando $\pi \cong 3$ e admitindo que o campo magnético varie de zero a 1,0T em 0,40 s, calcule a força eletromotriz induzida na espira.



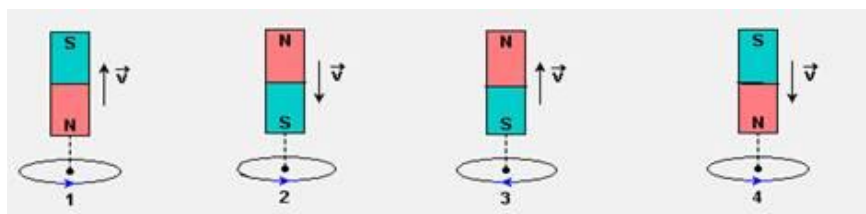
5- Um ímã preso a um carrinho desloca-se com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Envolvendo o trilho há uma espira metálica, como mostra a Figura.



Pode-se afirmar que, na espira, a corrente elétrica:

- é sempre nula;
- existe somente quando o ímã se aproxima da esfera;
- existe somente quando o ímã está dentro da espira;
- existe somente quando ímã se afasta da espira;
- existe quando o ímã se aproxima ou se afasta da espira.

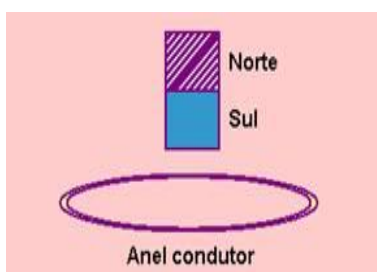
6- (CFT-MG) Um aluno desenhou as Figuras 1, 2, 3 e 4, indicando a velocidade do ímã em relação ao anel de alumínio e o sentido da corrente nele induzida, para representar um fenômeno de indução eletromagnética.



A alternativa que representa uma situação fisicamente correta é

- 1
- 2
- 3
- 4

7-(PUC-PR) Um ímã natural está próximo a um anel condutor, conforme a Figura.



Considere as proposições:

I. Se existir movimento relativo entre eles, haverá variação do fluxo magnético através do anel e corrente induzida.

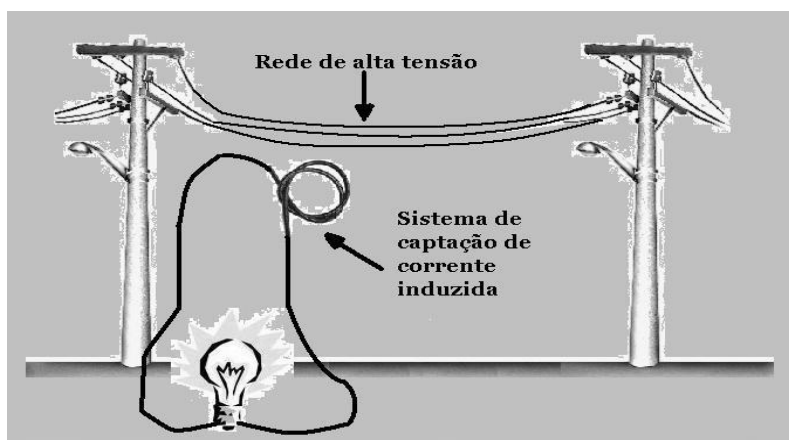
II. Se não houver movimento relativo entre eles, existirá fluxo magnético através do anel, mas não corrente induzida.

III. O sentido da corrente induzida não depende da aproximação ou afastamento do ímã em relação ao anel.

Estão corretas:

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

8-Um tipo de “gato” para roubar energia consiste na montagem de espiras próximas à rede de alta tensão, formando o sistema de captação. Nas extremidades desses fios, podem ser instalados alguns dispositivos eletrônicos, por exemplo, uma lâmpada.



Disponível em: <<http://gato-magnetico.lactea.zip.net/>>. Acesso em: 29 setembro. 2019.

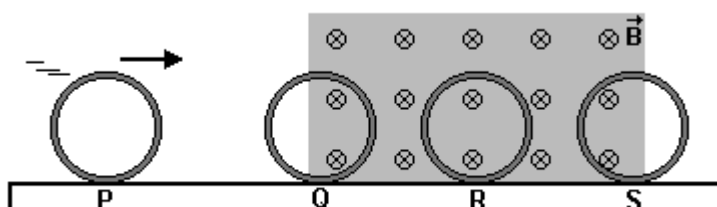
Para que esse sistema funcione, é necessário que a corrente elétrica na rede seja

- a) alternada, com o objetivo de criar um fluxo magnético alternado atravessando as espiras.
- b) alternada, porque assim produzirá uma f.e.m. induzida nas espiras, gerando uma corrente elétrica contínua.
- c) contínua ou alternada, porque o importante para conseguir produzir energia é a quantidade de espiras e seu diâmetro.

d) contínua, para produzir um fluxo magnético contínuo e assim promover o surgimento de uma corrente alternada nas espiras.

e) Contínua, pois assim o fluxo magnético que atravessa as espiras será crescente, produzindo uma f.e.m. no circuito.

9- Um anel metálico rola sobre uma mesa, passando, sucessivamente, pelas posições P, Q, R e S, como representado na Figura a seguir.



Na região indicada pela parte sombreada na Figura, existe um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano do anel, representado pelo símbolo B. Em relação a uma possível corrente elétrica no anel, esta

A) é nula apenas em R e tem sentidos opostos em Q e em S.

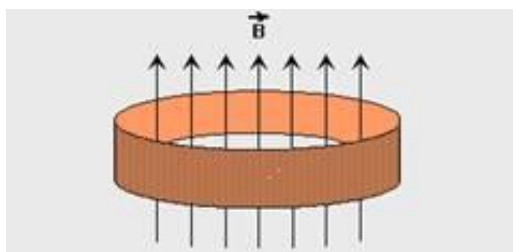
B) tem o mesmo sentido em Q, em R e em S.

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.

E) é nula em todos os pontos.

10- (UFPE-PE) O fluxo magnético através do anel da Figura é $37 \cdot 10^{-3}$ Wb. Quando a corrente que produz este fluxo é interrompida, o fluxo cai a zero no intervalo de tempo de 1,0 ms. Determine a intensidade da força eletromotriz média induzida no anel, em volts.



PROVA
10

Jogo se liga



OBJETIVO

Verificar através do lúdico se o significado que o aluno captou é aceito e compartilhado socialmente.

Princípio do aprendiz como perceptor/ representador

Instruções para o jogo

PREPARAÇÃO

- O líder de cada grupo deverá se posicionar no início da trilha.

COMEÇA O JOGO

- O líder do grupo com maior quantidade de pontos da gincana começa a partida, retirando uma carta do monte. Há três tipos de cartas que ficam dispostas no monte:

Carta de Ação: cada carta terá um experimento apresentado através de um vídeo ou desenho ou uma afirmação escrita. Para andar o número de casas indicados na carta o aluno deverá analisar se o experimento, desenho ou afirmação apresentado é falso (“fake”) ou verdade (“fato”) ou fato.

Carta de Problema: cada carta terá uma pergunta sobre tópicos do magnetismo.

Carta de Aplicação: cada carta terá uma pergunta de tópicos do magnetismo associados a uma aplicação prática.

Para cada carta tirada tem um “mico” que deve ser realizado, estes são acumulativos, ou seja, cada carta tirada deve ser executada em conjunto com as atividades sorteadas anteriormente. Exemplo: Se um jogador retirar a carta: “coloque um dedo na orelha esquerda”. Ele deve cumprir a função e ficar com o dedo na orelha até o final do jogo. Na rodada seguinte ele sorteia a carta: “Coloque uma bolinha no meio do braço!”. O participante ficará, portanto com o dedo na orelha e uma bolinha no meio do braço. Caso não seja possível o jogador sofrerá uma penalização, ou seja, deverá voltar o número de casas da carta sorteada, mesma penalização será aplicada caso o jogador erre a resposta de uma das perguntas selecionada pelo jogador.

PONTUAÇÃO

- Cada carta possui uma determinada pontuação, esta corresponde ao número de casas que poderão ser andadas, uma vez que a tarefa mico seja executada e a pergunta selecionada respondida corretamente, a pergunta deverá ser respondida em uma folha de resposta onde a mesma deverá ser confirmada pelo professor.

QUEM VENCE O JOGO

- Vence quem chega à última casa primeiro.

FICHA DE RESPOSTA

CARTA	RESPOSTA

PROVA FINAL**Objetivo**

- Buscar indícios de aprendizagem significativa crítica.

Tarefa:

Cada time deve construir um mapa conceitual com os conceitos adquiridos ao longo do bimestre, para a construção desse mapa conceitual utilize um pedaço de pano tipo TNT 2m x 1m.