

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA

DENISE LUGHI MEDEIROS BRAGA

**ENSINO DE GERAÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO NA PERSPECTIVA DOS TRÊS
MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

CAMPO MOURÃO
2022

DENISE LUGHI MEDEIROS BRAGA

**ENSINO DE GERAÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO NA PERSPECTIVA DOS TRÊS
MOMENTOS PEDAGÓGICOS**

**Teaching of magnetic field generation in the perspective of the three pedagogic
moments**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Polo 32 do MNPEF - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:
Dr. Roseli Constantino Schwerz

**CAMPO MOURÃO
2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA	04
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA NO ENSINO	07
2.1	Os Três Momentos Pedagógicos	07
2.2	Metodologias ativas	08
3	ORGANIZAÇÃO DOS MÓDULOS	10
4	PRODUTO EDUCACIONAL	13
4.1	Módulo 01: Problematização Inicial	14
4.1.1	Atividade 1: levantamento dos conhecimentos prévios – questionário	15
4.1.2	Atividade 2: levantamento dos conhecimentos prévios - situação-problema .	16
4.1.3	Atividade 3: levantamento dos conhecimentos prévios - sequência do questionário	19
4.1.4	Atividade 4: levantamento dos conhecimentos prévios - elaboração do mapa mental	19
4.2	Módulo 02: Organização do Conhecimento	20
4.2.1	Atividade 1: linhas de campo magnético dos ímãs	24
4.2.2	Atividade 2: força magnética entre o ímã e diversos objetos	26
4.2.3	Atividade 3: força de atração e repulsão entre extremidades de ímãs em barra .	29
4.2.4	Atividade 4: inseparabilidade magnética	32
4.2.5	Fundamentação teórica: características dos ímãs	34
4.3	Módulo 03: Organização do Conhecimento	39
4.3.1	Atividade 1: campo magnético em fio retilíneo percorrido por corrente	41
4.3.2	Atividade 2: formato das linhas de campo magnético geradas por corrente ...	44
4.3.3	Atividade 3: sentido das linhas de campo magnético	48
4.3.4	Atividade 4: intensidade do campo magnético	49
4.3.5	Contextualização histórica de Hans Christian Oersted	52
4.3.6	Campo magnético gerado por corrente elétrica	53
4.3.7	Campo magnético terrestre	57
4.4	Módulo 04: Aplicação do Conhecimento	59
4.4.1	Atividade 1: atividade experimental com solenoide	60
4.4.2	Atividade 2: eletroímã - construção e funcionamento	63
4.4.3	Atividade 3: proposição de atividades pelo software <i>Kahoot</i>	66

4.4.4	Atividade 4: questionário	69
4.4.5	Atividade 5: construção do mapa mental	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
	REFERÊNCIAS	75

1 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Pensando na importância da Física no processo de ensino e aprendizagem do educando, observamos que as práticas tradicionais de ensino usadas nessa disciplina, com a demonstração do conteúdo e suas fórmulas, não dão conta de levar ao educando a essência da Física e sua importância social (HÜLSENDEGER, 2007). A partir dessa constatação, a problemática do presente estudo condiz com a necessidade de criarem-se estratégias educativas que permitam ao estudante ser o protagonista na aprendizagem da Física. É preciso romper com o ensino mecânico dessa disciplina e com a visão de que a Física se resume a fórmulas desconexas da realidade, bem como criar um material educativo que vise a subsidiar uma formação docente de qualidade.

É sabido que nas últimas décadas muito se avançou no ensino da Física e em sua contextualização didática, bem como nas próprias questões metodológicas da Educação (BRASIL, 2002, PARANÁ, 2008, BRASIL, 2017). Compactuando com esse percurso teórico-didático, mas assumindo que ainda há uma lacuna de aprendizagem dos conteúdos básicos da Física e suas implicações, é fundamental discutir novas possibilidades para o ensino da disciplina, além de otimizar a troca de materiais e planejamentos pedagógicos voltados para a Física e condizentes com o ensino do século XXI. Tal sistematização funciona como uma possibilidade de reflexão sobre a prática docente, na medida que, enquanto educadores, olhamos para a nossa realidade e buscamos, pelo estudo da própria Física e da Didática, condições de superá-las.

Uma alternativa metodológica a essa questão é o uso das metodologias ativas: um conjunto de metodologias que buscam inovar os processos tradicionais de ensino, reformulando tempos, espaços, objetivos didáticos, a organização do ensino, os papéis sociais de seus participantes e sua avaliação (SILVA; CASTRO; SALES, 2018). Nessa perspectiva, o estudante precisa ser motivado e sensibilizado a colocar a “mão na massa”, fazendo-se o centro do processo, sistematizando os conceitos e se fazendo o responsável pela própria aprendizagem. Tomando esse princípio como possível em uma sala de aula inovadora, Camargo e Daros defendem que:

Para que o aprendizado possa ocorrer, são necessárias duas principais condições: o aluno precisa ter engajamento para aprender e o conteúdo

escolar precisa ser potencialmente significativo, ou seja, articulado com a vida e as hipóteses do estudante. (CAMARGO; DAROS, 2018, p.36).

O presente produto educacional consiste-se em uma proposta didática baseada nas metodologias ativas para o ensino de magnetismo, organizada nos pressupostos teóricos dos Três Momentos Pedagógicos para o ensino de Ciências e Física (DELIZOICOV; MUENCHEN, 2014), um planejamento no qual: (1) inicia-se pela problematização, passando para; (2) a organização dos conhecimentos e caminhando para; (3) a aplicabilidade do que foi aprendido. Nesse caminho pedagógico, reorganizam-se as etapas didáticas e o papel dos envolvidos, pois o educador atua como mediador e o estudante se faz o protagonista do conhecimento.

Assim, olhando para os conteúdos estruturantes de Física, este estudo vai trabalhar com o Eletromagnetismo (PARANÁ, 2008). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) destacam ser de suma importância entendermos como funciona o Eletromagnetismo e suas aplicações no dia a dia, seja em questões práticas do magnetismo da Terra, seja no uso primordial do magnetismo em motores e ferramentas industriais e caseiras.

O objetivo do nosso produto é elaborar, desenvolver, aplicar e avaliar as metodologias ativas aplicadas ao ensino de geração de campo magnético, criando um produto educacional em forma de proposta didática baseada nas metodologias ativas e organizada nos Três Momentos Pedagógicos, destinada ao ensino de Física para os estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

Buscamos apresentar uma nova proposta para trabalhar em sala de aula o magnetismo de forma científica, conceitual, social e econômica. As Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física (PARANÁ, 2008) salientam que “ao abordar o conhecimento científico em seus aspectos qualitativos e conceituais, filosóficos e históricos, econômicos e sociais, o ensino de física contribuirá para a formação de estudantes críticos” (PARANÁ, 2008, p.61). Sendo assim, sendo assim a proposta de ensino precisa proporcionar ao estudante a construção do conhecimento, levá-lo ao entendimento de onde esse conhecimento é usado em sua vida, bem como que esse aluno consiga usar tais conhecimentos para atuar significativamente no mundo.

A fim de contemplar essas premissas, o nosso produto educacional contará com várias atividades experimentais, sendo estas estratégias metodológicas de suma importância para o ensino de Física, pois oferecem ao aluno subsídios que os

levam ao conhecimento científico por meio de uma forma organizada de compreender a realidade.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais apontam que:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002, p. 84).

Dessa forma, o produto educacional almejado encontra-se em consonância com as competências e habilidades descritas no documento orientador que rege a nível nacional a Educação Básica, a Base Nacional Comum Curricular para o novo Ensino Médio:

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (BRASIL, 2017, p.544-545).

Visando à formação plena do educando, essas são as metodologias que precisam compor uma boa aula de Física. A proposta didática, em forma de produto educacional e contemplando os Três Momentos Pedagógicos distintos: problematização, organização do conhecimento e aplicabilidade, tem o desafio de organizar essas metodologias quebrando a ordem tradicional esperada das aulas e criando interação entre o estudante e o conhecimento por meio da realização de práticas experimentais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA NO ENSINO

Diante da necessidade de inovar as metodologias aplicadas em sala de aula, com objetivo de centralizar a aprendizagem no estudante, elaboramos nosso produto educacional embasado nos pressupostos teóricos dos Três Momentos Pedagógicos e das metodologias ativas, que serão discutidos a seguir.

2.1 Os Três Momentos Pedagógicos

Uma possibilidade de organização do percurso didático, invertendo a ordem das aulas é o uso dos Três Momentos Pedagógicos. Para Sales et al. "Os momentos pedagógicos associados à experimentação possibilitam o aluno participar de todas as etapas da construção do conhecimento científico incluindo a contextualização e aplicação em assuntos diversos" (SALES *et al.*, 2020, p.56).

Os Três Momentos Pedagógicos são: (1) problematização inicial; (2) organização e; (3) aplicação do conhecimento. Essa organização didática, aliada às metodologias ativas, potencializa o processo de ensino aprendizagem, permitindo que ele ocorra a partir de conhecimentos prévios e atuais que estão sendo desenvolvidos. Isso muda a ordem tradicional da aula e coloca o educando como centro e protagonista dos processos.

Em cada momento pedagógico é possível ter-se:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados. Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; MUENCHEN, 2014, p.620).

Desta forma, a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos nesta presente proposta didática vem com o intuito de corroborar no processo de ensino

aprendizagem de magnetismo, organizando a proposta de ensino em momentos e centralizando a construção do conhecimento no educando.

2.2 Metodologias ativas

As metodologias ativas representam um conjunto de metodologias que, mesmo sem serem conceituadas, já vinham sendo discutidas como necessidades de mudanças nas maneiras de ensinar. Quanto a isso:

Teóricos como Dewey (1950), Freire (2009), Rogers (1973), Novack (1999), entre outros, enfatizam, há muito tempo, a importância de superar a educação bancária, tradicional e focar a aprendizagem no aluno, envolvendo-o, motivando-o e dialogando com ele. (MORAN, 2015 p.18).

Estas abordagens são estratégias diversificadas, que se apresentam com objetivo de focar o processo de ensino aprendizagem no estudante, enfatizando sua autonomia e a responsabilidade pela sua própria aprendizagem, proporcionando o desenvolvimento protagonista dos educandos. Camargo e Daros corroboram que, “as metodologias ativas da aprendizagem estão alicerçadas na autonomia, no protagonismo do aluno. Têm como foco o desenvolvimento de competências e habilidades, com base na aprendizagem colaborativa e na interdisciplinaridade” (CAMARGO; DAROS, 2018, p.46).

Muitas são as metodologias ativas defendidas na atualidade como formas de dar protagonismo ao estudante: sala de aula invertida, gamificação, metodologia de projetos, temas geradores, investimento em pesquisas, uso de tecnologias e adoção de sequências de ensino (MORAN, 2015, SILVA; CASTRO; SALES, 2018).

Assim observamos que ao elaborar a proposta didática e aplicá-la em sala de aula, proporciona-se aos estudantes protagonismo, autonomia, motivação, tomada de decisões, formação de opinião e possibilidade de realização das próprias escolhas, elementos estes que contribuem para a construção do conhecimento, ocasionando uma aprendizagem relevante.

Para que as aulas sejam desenvolvidas, o grande desafio é a formação docente, visto que:

O professor precisa desenvolver uma escuta sensível, valorizar as opiniões dos alunos, exercer a empatia, a congruência, aceitar incondicionalmente os alunos, responder aos questionamentos, encorajá-los, motivá-los, criar um ambiente favorável à aprendizagem, elaborar materiais que sejam

potencialmente significativos aos alunos, promover a interação entre eles, buscar recursos de aprendizagem para produzir conhecimento e assumir uma posição proativa para poder contribuir. (UZUN, 2021, p.156).

Sendo assim, a estruturação da proposta didática alicerçada nas metodologias ativas apresenta uma nova proposta para sala de aula, estratégias metodológicas fundamentais que proporcionam aos docentes excelentes condições para os métodos de ensino, além de contribuírem significativamente com o processo educativo dos estudantes.

3 ORGANIZAÇÃO DOS MÓDULOS

Nosso produto educacional é uma proposta didática que visa a investigar a geração de campo magnético por meio de abordagem de situações-problema e atividades práticas investigativas do conteúdo, fundamentando-se nas metodologias ativas (MORAN, 2015, ZABALA, 1998) e organizada nos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) para o ensino de campo magnético, contendo:

1. Problematização Inicial: questionário, situação-problema, mapa mental;
2. Organização do Conhecimento: atividades experimentais investigativas e contextualização teórica;
3. Aplicação do Conhecimento: atividades de exploração, expansão e aplicabilidade do tema trabalhado.

Esses momentos pedagógicos foram organizados em quatro módulos. No Quadro 1 encontra-se a organização da proposta didática em módulos e etapas, além de discorrermos uma breve descrição das ações desenvolvidas em cada momento.

Quadro 1- Organização da Proposta Didática

Etapa	Descrição das ações
Módulo 1 - Problematização Inicial (2 h/a)	Apresentar um questionário aos estudantes, o qual deve ser respondido de forma descritiva, com objetivo de fazer um levantamento dos conhecimentos prévios (ver Quadro 3).
	Propor a resolução de uma situação-problema, com intuito de explorar os conhecimentos dos estudantes (ver Quadro 4).
	Com objetivo de levantar conhecimentos prévios, solicitar aos estudantes que respondam o questionário (ver Quadro 5).
	Com o propósito de registrar de forma simples e objetiva as principais ideias apresentadas pelos alunos nas atividades, propor a construção de um mapa mental (ver Quadro 6).
Módulo 2 - Organização do Conhecimento (3h/a)	Com intuito de explorar o fenômeno magnético ao aproximar um ímã a uma bússola, propor aos estudantes que realizem a atividade prática. Na sequência, apresentar algumas imagens relembrando os pontos cardeais, como utilizar a bússola e as

	linhas de campo magnético terrestre (ver Quadro 7).
	Propor uma atividade experimental com objetivo de observar as linhas de campo magnético de um ímã utilizando a limalha de ferro (ver Quadro 8).
	Desenvolver uma prática experimental com intuito de investigar a força de atração magnética entre o ímã e diversos objetos (ver Quadro 9).
	Realizar uma atividade experimental com o propósito de analisar as forças entre as extremidades de ímãs em barra (ver Quadro 10).
	Desenvolver uma prática experimental com o objetivo de refletir sobre a inseparabilidade magnética (ver Quadro 11).
	Ao término das atividades práticas, de forma expositiva apresentar os conceitos do conteúdo trabalhado no módulo.
Módulo 3 - Organização do Conhecimento (3h/a)	Com o aparato experimental semelhante ao de Oersted, explorá-lo com a finalidade de investigar a geração de campo magnético por corrente elétrica (ver Quadro 13).
	Propor uma atividade experimental com o intuito de explorar o formato das linhas de campo magnético (ver Quadro 14).
	Desenvolver uma atividade prática objetivando analisar o sentido das linhas campo magnético (ver Quadro 15).
	Explorar de forma investigativa e demonstrativa a intensidade do campo magnético (ver Quadro 16).
	Após realizar as atividades experimentais, o professor apresenta o contexto histórico de Oersted, a teoria dos conteúdos desenvolvidos neste módulo, bem como a equação matemática do campo magnético e a regra da mão direita.
Módulo 4 - Aplicação do Conhecimento (3h/a)	Com objetivo de observar a geração de campo magnético, e o formato das linhas de campo para um solenoide de 10 voltas, propor aos estudantes investigar as características magnéticas no aparato experimental em formato de solenoide (ver Quadro 18).
	Analisar algumas imagens de eletroímãs e a força que atua neles. Na sequência, propor a construção de um eletroímã e

	observar seu funcionamento (ver Quadro 19)
	Utilizando o aplicativo Kahoot, com o propósito de observar a construção dos conceitos estudados, aplicar aos estudantes um <i>quiz</i> (ver Quadro 20).
	Com objetivo de analisar a evolução da construção do conhecimento, retornar às questões iniciais e propor novas atividades, em forma de questionário (ver Quadro 22).
	Com intuito de registrar de forma simplificada, organizada e objetiva as principais ideias escritas pelos estudantes no questionário, solicitar a construção de um mapa mental (ver Quadro 23).

Fonte: Autoria própria (2022).

4 PRODUTO EDUCACIONAL

Inicialmente será realizada uma breve descrição de como se desenvolverá a proposta didática que envolve o tema magnetismo. No decorrer da mesma, as atividades propostas serão de caráter investigativo, onde os educandos irão expor suas ideias, hipóteses, discutindo-as e explorando-as. Eles serão parte integrante e central do processo, pois as aulas não serão majoritariamente expositivas. Iremos tirar algumas fotografias para registrar e usá-las na apresentação dos resultados do trabalho.

Na sequência, firma-se um contrato de aprendizagem dos estudantes para com o docente. Camargo e Daros (2018) corroboram que estudante e professor conversem e que cada parte assuma a sua responsabilidade no processo de ensino-aprendizagem, engajando os alunos para que eles assumam a responsabilidade de participar das atividades propostas, realizando-as e respeitando seus direitos e obrigações, colocando assim em prática as diferentes competências. Com isso, é possível: “Desenvolver a capacidade de cooperação e socialização; Desenvolver a autonomia do aluno” (CAMARGO; DAROS, 2018, p.52).

No Quadro 2 segue uma sugestão de contrato de aprendizagem, o qual foi utilizado para a implementação da presente proposta.

Quadro 2- Contrato de Aprendizagem

CONTRATO DE APRENDIZAGEM

IDENTIFICAÇÃO DAS PARTES CONTRATANTES

Estudante:.....,
devidamente matriculado(a) no Colégio Estadual

Professora: Denise Lughy Medeiros Braga, Mestranda em Ensino de Física (MNPEF) - UTFPR/CM.

As partes acima identificadas, comprometem-se em respeitar e realizar os respectivos objetivos do Contrato de Aprendizagem, descrito na sequência.

OBJETIVO DO CONTRATO

Na Sequência Didática proposta em forma de produto educacional, serão

trabalhadas diversas atividades, sendo necessário a participação ativa, oral, dialogada e expositiva de cada um, pois vocês, educandos, têm um papel imprescindível nas aulas, são peças fundamentais neste processo de aprendizagem. Serão explorados vários experimentos, farão investigações, irão propor as explicações, realizarão rodas de conversas, construirão conceitos, entre outras ações.

Ninguém é obrigado a saber nada previamente e não precisa ter o medo de errar, pois isto faz parte do processo de qualquer pessoa, até mesmo os grandes cientistas erraram muito antes de acertarem. Ou seja, não é vergonha. Não precisam saber, pois estão aqui justamente para aprender e fazer parte da aula, não apenas assistir. Podem sempre fazer perguntas, sem receio, pois muitas vezes o que é a dúvida de um pode ser a dúvida de outros, também.

....., de de 20.....

(Nome e assinatura do discente)

Fonte: Autoria própria (2022).

A seguir, apresentaremos em forma de quadros, os materiais de apoio das atividades experimentais investigativas que os docentes poderão utilizar ao aplicar a presente proposta didática em sala de aula, sendo elas elaboradas e exploradas passo a passo.

4.1 Módulo 01: Problematização Inicial

Através da problematização inicial, introduziremos o tema gerador em busca dos conhecimentos prévios dos estudantes. Será proposta uma sequência de atividades para coletar estes dados.

Como primeira atividade será aplicado um questionário. Na sequência, será proposto em forma de desafio uma situação-problema. Por conseguinte, disponibiliza-se outro questionário. Para finalizar este módulo, a partir das respostas das atividades realizadas solicita-se a elaboração de um mapa mental.

Espera-se, no final deste módulo I, que o estudante estabeleça uma relação entre as atividades desenvolvidas no decorrer da aula e os conhecimentos prévios que trazem consigo. Dessa forma, as atividades propostas devem proporcionar uma sequência de ações ordenadas a serem realizadas pelos estudantes na busca em alcançar o objetivo. Ademais, no final de cada atividade, almejamos propiciar uma roda de conversa na qual os estudantes exponham suas ideias e opiniões, cooperando com o grupo, construindo o conhecimento de forma coletiva, pois, de acordo com Zabala (1988) o falar em público, o desenvolvimento da expressão oral, é uma atitude, e corrobora para a aprendizagem dos conteúdos atitudinais, construindo coletivamente o conceito explorado na atividade.

4.1.1 Atividade 1: levantamento dos conhecimentos prévios - questionário

Com objetivo de conhecer o que os estudantes sabem sobre o conteúdo que será trabalhado, aplica-se um questionário descritivo. As questões aplicadas estão disponíveis no Quadro 3:

Quadro 3 - Questionário magnetismo

Questões
1- Em quais situações cotidianas, próximas ou não de nós, notamos a presença de campos magnéticos?

2- Saberá dizer, resumidamente, como os campos magnéticos são gerados nas situações comentadas na questão anterior?

Fonte: Autoria própria (2022).

Neste momento o professor não irá explorar estas questões, pois irá retornar a elas ao final das atividades, no terceiro momento pedagógico (aplicação do conhecimento).

Ao final dessa atividade de levantamento dos conhecimentos prévios, gostaríamos que os estudantes levantassem hipóteses ou soubessem da existência do campo magnético, mesmo que não sendo capazes de expressar tal conceito com profundidade.

4.1.2 Atividade 2: levantamento dos conhecimentos prévios - situação-problema

Situação-problema é uma estratégia didática que apresenta um contexto interessante ao estudante, cuja transposição é o objetivo da situação. Também um sistema de restrição, ou seja, não é qualquer resposta que dá conta do problema e, por fim, um sistema de recursos, diferentes possíveis materiais que permitam as condições para construção de conhecimento e a resolução da situação-problema (JÚNIOR; NETO, 2015).

Com a finalidade de explorar ainda mais os conhecimentos prévios dos estudantes, será proposta uma situação-problema em formato de desafio, como disponível no Quadro 4. Os estudantes serão divididos em grupos de quatro integrantes, colocados de forma fictícia como se estivessem “perdidos na floresta”, de posse de vários instrumentos, onde deverão expor suas possíveis estratégias para resolver esta situação.

Quadro 4 - Situação-problema - perdidos na floresta

Situação-Problema

A professora Denise, ao trabalhar o Reino Plantae, convidou os estudantes da 3^o série do Ensino Médio para uma atividade prática de exploração da natureza. Propôs para que fossem até um bosque de mata fechada para estudar tipos de plantas nativas.

A entrada principal de acesso ao bosque situava-se no sentido oeste, precisando assim que um ônibus se deslocasse até o portão de entrada, pois o mesmo ficava longe do estabelecimento de ensino.

Utilizaremos como representação fictícia da floresta, uma ilustração do Parque do Ingá de Maringá-Pr, conforme a Figura 01 que demonstra a representação aérea do bosque:

Figura 01- Representação aérea do bosque



Fonte: Autoria própria (2022).

Como o local não era conhecido por todos, cada grupo de estudantes, composto de quatro integrantes, recebeu um kit de acessórios para atividade de campo contendo: repelente, protetor solar, água, capa de chuva, guarda-chuva, lanterna, mapa, apito, pomada antialérgica para picadas, álcool em gel, isqueiro, bússola, entre outros objetos para eventuais contratemplos. É importante ressaltar que no local não funcionava qualquer tipo de *smartphones*, *tablets*, *ipad*, *iphone* ou outros aparelhos de comunicação.

4.1.3 Atividade 3: levantamento dos conhecimentos prévios - sequência do questionário

Após a resolução da situação-problema, com o intuito de levantar mais alguns conhecimentos dos estudantes serão propostas novas questões (as quais não foram aplicadas inicialmente por possuírem indícios que poderiam induzir as respostas das atividades anteriores). As perguntas aplicadas estão disponíveis no Quadro 5:

Quadro 5 – Sequência do questionário magnetismo

Questões
3- Como é o funcionamento de uma bússola?

4- Será que existe algum fenômeno que pode influenciar no funcionamento de uma bússola?

Fonte: Autoria própria (2022).

4.1.4 Atividade 4: levantamento dos conhecimentos prévios – elaboração do mapa mental

Com objetivo de registrar de forma simples e objetiva as principais ideias apresentadas pelos estudantes nas atividades anteriores, é solicitada a elaboração de um mapa mental (Quadro 6). Um mapa mental diz respeito a uma estratégia didática para organizar as ideias por meio de palavras-chave, valendo-se de cores e

imagens, organizando as palavras em uma estrutura ramificada que se irradia de um conceito central (TRÍBOLI, 2004).

Quadro 6 - Elaboração do mapa mental

<p style="text-align: center;">Mapa Mental</p> <p>Com base nas respostas obtidas por você, construa um mapa mental, destacando as principais ideias:</p> <p style="text-align: center;">CAMPO MAGNÉTICO</p>

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao final deste módulo, gostaríamos que os estudantes apresentassem conhecimento da existência de campo magnético, que as bússolas se orientam através do campo magnético terrestre e que essa orientação pode sofrer mudanças quando a bússola estiver em uma região com presença de campo magnético local.

4.2 Módulo 02: Organização do Conhecimento

Neste módulo será abordada a organização do conhecimento, onde o professor, por meio de atividade prática investigativas e com questões orais e descritivas, introduz o termo campo magnético, explorando nestas atividades experimentais a força magnética dos ímãs.

No final do módulo II esperamos que os alunos façam uma conexão entre as atividades práticas desenvolvidas e o conteúdo teórico que será apresentado sobre as características dos ímãs. Assim, ao final de cada atividade prática realizada, os estudantes são oportunizados a participar de uma roda de conversa, onde cada aluno, de forma individual ou em grupo, expõe suas ideias, opiniões, hipóteses, construindo o conhecimento coletivamente.

Iniciam-se as atividades dispondo um ímã e uma bússola de forma a possibilitar que os educandos explorem o fenômeno envolvido. Na sequência, através de uma imagem, apresentam-se os pontos cardeais, instruindo-os em como usar a bússola e levantando questões sobre a sua orientação. O procedimento da atividade está disponível no Quadro 7.

Quadro 7 - Introdução a campo magnético e orientação utilizando a bússola

Introdução a campo magnético e orientação utilizando a bússola

Material necessário:

- Um ímã;
- Uma bússola.

Procedimento:

- 1- Disponha aos alunos uma bússola e um ímã;
- 2- Solicite que os estudantes deixem a bússola sobre a mesa, em estado de inércia;
- 3- Manuseie o ímã de forma a aproximá-lo da bússola.

Questionamos os estudantes:

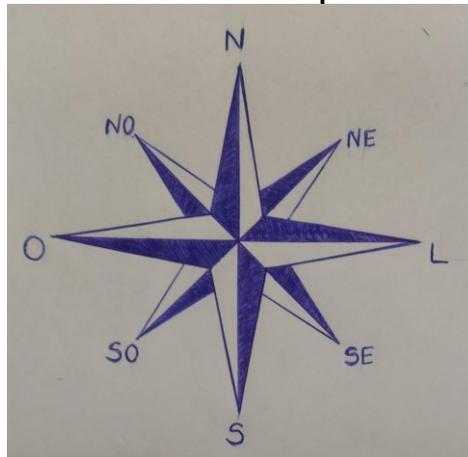
- O que vocês observam?

- Como a bússola sabe da presença do ímã?

- 4- E dessa forma, o professor introduz o termo campo magnético (ainda sem explicar o que gera campo magnético);

5- Apresenta-se aos estudantes os pontos cardeais, utilizando a imagem da rosa dos ventos como ilustra a Figura 2 a seguir:

Figura 2- Rosa dos ventos - pontos cardeais



Fonte: Autoria própria (2022).

6- Nesta imagem, observa-se os pontos cardeais, principais pontos de orientação do nascer e pôr do sol. Sendo que o nascer do sol sempre acontece próximo ao ponto cardinal leste, e o pôr do sol ocorre próximo ao ponto cardinal oeste;

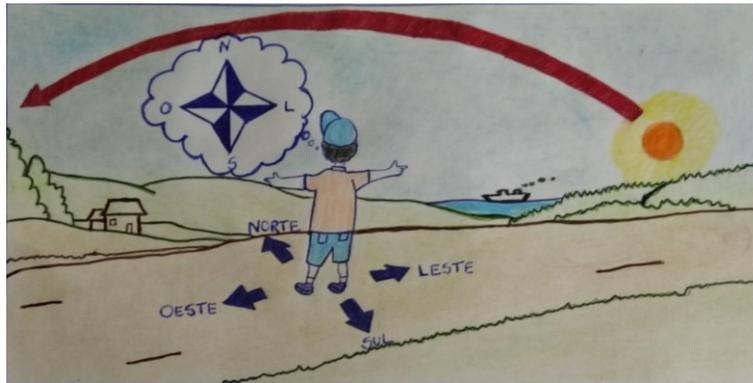
7- Propor aos estudantes orientarem-se por meio dos pontos cardeais.

E os questionamos:

- Vocês sabem se orientar utilizando os pontos cardeais?

8- Uma pessoa, ao se orientar utilizando os pontos cardeais, estende o braço direito ao nascer do sol (leste), o braço esquerdo ao pôr do sol (oeste), a sua frente está o norte e atrás o sul, como demonstra a Figura 3 na sequência:

Figura 3- Orientação utilizando os pontos cardeais



Fonte: Autoria própria (2022).

9- De maneira semelhante ocorre o funcionamento da bússola.

Os estudantes serão questionados:

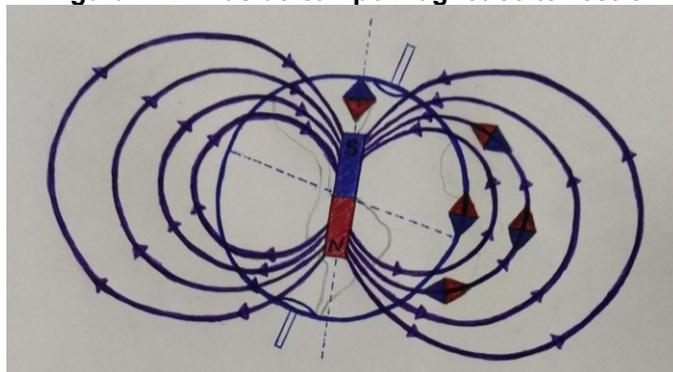
- Você sabe orientar-se com uma bússola?

- Para onde apontam a agulha da bússola?

- Por que a bússola funciona assim?

10- Neste momento, apresentamos uma imagem referente às linhas de campo magnético terrestre, seu formato e direção, como apresenta a Figura 4 a seguir:

Figura 4- Linhas de campo magnético terrestre



Fonte: Autoria própria (2022).

Observe esta imagem (e questionamos novamente):

- Existe alguma relação entre a bússola e as linhas de campo magnético da Terra?

Fonte: A autoria própria (2022).

Neste momento, o professor possibilita uma roda de conversa entre os estudantes, onde os mesmos irão expor suas hipóteses, ideias, conclusões, construindo coletivamente o conceito de como orientar-se utilizando uma bússola.

Esperamos com esta atividade que os estudantes levantem a hipótese de que “a Terra é como um ímã”. Observem que a “ponta vermelha” da agulha da bússola aponta para o polo norte geográfico. E que os polos de sinais opostos se atraem.

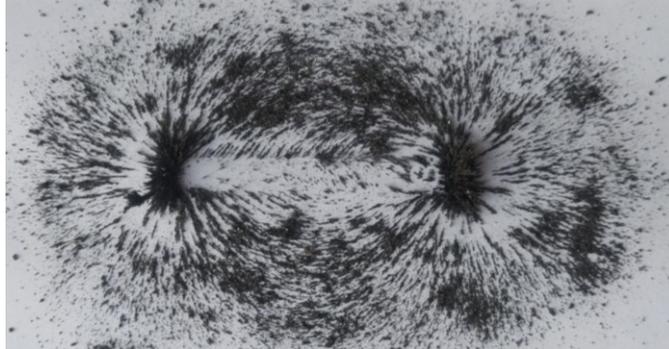
Após expor como orientar-se geograficamente utilizando a bússola, iniciaremos o desenvolvimento de algumas atividades experimentais investigativas, onde os ímãs serão estudados quanto às linhas de campo magnético utilizando um ímã e limalha de ferro, disponível no Quadro 8, e a força magnética: comportamento de diversos materiais quando aproximados a um ímã, comportamentos dos polos dos ímãs quando aproximados a outro ímã, e a inseparabilidade magnética ao quebrar um ímã em partes menores, conforme disponível nos Quadros 9, 10 e 11, respectivamente.

4.2.1 Atividade 1: linhas de campo magnético dos ímãs

Com objetivo de investigar as linhas de campo magnético dos ímãs, será desenvolvida uma atividade experimental na qual colocaremos uma folha de sulfite sobre a bancada. No centro dela acrescenta-se um ímã em barra, e acima acomoda-se outra folha de sulfite, obtendo um ímã entre duas folhas de sulfite. Sobre a folha superior, bem próximo ao ímã, será espalhado limalha de ferro, de forma a permitir com que essas limalhas de ferro se distribuam sobre a folha, formando as linhas de

campo magnético, conforme ilustra a Figura 5. Na sequência, segue a descrição do procedimento experimental, disponível no Quadro 8.

Figura 5- Linhas de campo magnético dos ímãs utilizando limalha de ferro



Fonte: Autoria própria (2022).

Quadro 8- Linhas de campo magnético dos ímãs com limalha de ferro

Atividade Experimental

Material necessário:

- Um ímã barra;
- Duas folhas de sulfite;
- Limalha de ferro.

Procedimento:

- 1- Disponha uma folha de sulfite sobre a bancada;
- 2- Coloque o ímã em barra sobre a folha de sulfite, o mais próximo possível do centro dela;
- 3- Acomode a outra folha de sulfite sobre os itens organizados anteriormente;
- 4- Espalhe limalha de ferro sobre a folha de sulfite, de preferência nas proximidades centrais da folha.

Diante deste procedimental experimental, os estudantes serão indagados:

- O que aconteceu com a limalha de ferro?

- Onde a limalha de ferro ficou mais concentrada?

<ul style="list-style-type: none">• Qual parte do ímã apresentou maior força de atração?

Fonte: Autoria própria (2022).

Após os questionamentos, o professor oportuniza aos alunos um momento de conversa, onde os grupos irão expor aos demais colegas suas ideias, hipóteses, e se necessário poderão testá-las novamente, de modo a efetivarem suas conclusões e a construção do conhecimento.

4.2.2 Atividade 2: força magnética entre o ímã e diversos objetos

Com a finalidade de observar a força de atração magnética em alguns objetos, será desenvolvida uma atividade experimental para investigar quais materiais são atraídos por ímãs e quais não. Utilizaremos vários objetos do cotidiano, e disponibilizamos um quadro para que os estudantes realizem os registros de atração ou não dos materiais, quando aproximados ao ímã, conforme ilustra a Figura 6. O procedimento experimental para esta atividade está apresentado no Quadro 9.

Entretanto, antes de realizar a prática, é interessante solicitar aos estudantes que de forma individual respondam ao quadro, assinalando se os materiais serão atraídos ou não quando aproximados ao ímã, coletando assim mais alguns dados a respeito dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Figura 6- Força magnética dos ímãs sobre objetos



Fonte: Autoria própria (2022).

Quadro 9- Força magnética entre o ímã e diversos objetos

Atividade Experimental

Material necessário:

- Um ímã;
- Materiais metálicos e não metálicos: clips, pregos, arruelas, botões de plástico, chumbadas, aliança, haste de inox, lacres de latas de refrigerante, conectores, entre outros.

Procedimento:

- 1- Pegue o ímã;
- 2- Aproxime-o do clips e observe.

Questionamos os estudantes oralmente:

- “O que está acontecendo”?
- “O clips foi atraído ou não, pelo ímã”?

- 3- Complete a tabela de acordo com conclusão;
- 4- Aproxime a tampa da caneta do ímã e observe novamente.

Indagamos novamente:

- “A tampa da caneta foi atraída ou não, pelo ímã”?
- 5- De acordo com sua observação, complete a tabela;
 - 6- Agora, repetiremos o mesmo procedimento anterior, apenas trocando os objetos que serão aproximados do ímã para observar o comportamento entre eles;
 - 7- E ao final de cada análise, o estudante completa o Quadro 9.1 com sua

respectiva observação.

Quadro 9.1- Registro de dados sobre o comportamento dos objetos

Materiais	Foi atraído	Não foi atraído
1 - clips (aço galvanizado)		
2- tampas de caneta (plástico)		
3- chumbada de pesca (chumbo)		
4- pregos (aço carbono)		
5- arruelas (aço carbono)		
6- aliança (ouro)		
7- botões (plástico)		
8- conectores (aço carbono)		
9- lacre de latas de refrigerante (ligas de alumínio)		
10- haste de inox (liga metálica)		

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao término das análises, constatações e preenchimento do quadro pelos estudantes.

Os mesmos serão questionados:

- Todos os objetos foram atraídos?

- Será que existe alguma semelhança entre os materiais que foram atraídos?

- Por que alguns objetos são atraídos pelos ímãs e outros não?

Fonte: Autoria própria (2022).

Assim, após os questionamentos, os estudantes são os protagonistas do momento, devendo expor aos colegas suas ideias, hipóteses e conclusões obtidas após a realização das atividades experimentais, para a construção do conhecimento de forma coletiva e atitudinal.

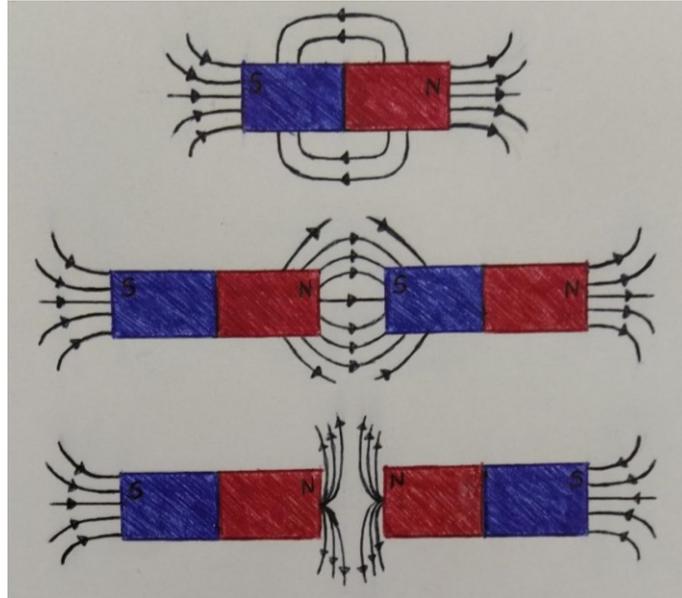
Ao término da roda de conversa, o professor deve expor que geralmente as pessoas pensam que todos os metais são atraídos por ímãs. Nesse caso, durante o experimento, os estudantes notaram que realmente não foram todos os metais atraídos pelo ímã, pois o ímã só exerce essa força de atração em materiais ferromagnéticos. Entretanto, os materiais do tipo paramagnético são razoavelmente atraídos, apresentam uma boa resposta ao ímã, mas acabam se magnetizando mais fracamente e temporariamente que os ferromagnéticos. Assim, os materiais diamagnéticos não foram atraídos pelo ímã. Estudaremos mais detalhes sobre essas substâncias no final do módulo 3.

4.2.3 Atividade 3: forças de atração e repulsão entre extremidades de ímãs em barra

Com intuito de investigar as forças de atração e repulsão entre as extremidades de ímãs em barra, conforme apresentados na Figura 7, será realizada uma prática experimental. Aos estudantes dispomos um quadro para que os mesmos realizem os registros, dizendo se houve atração ou repulsão entre as extremidades dos ímãs. A atividade experimental está disponível no Quadro 10.

No entanto, realiza-se um procedimento semelhante à prática anterior, a qual solicita aos estudantes individualmente que respondam o quadro previamente.

Figura 7- Esquema do comportamento das linhas de campo magnético de um ímã isolado no espaço (Figura superior), da interação atrativa dos campos magnéticos entre dois diferentes polos (Figura intermediária), e repulsão entre os campos magnéticos, ocasionada pela aproximação de dois polos iguais, a partir de dois ímãs diferentes



Fonte: Autorial própria (2022).

Quadro 10- Força de atração e repulsão entre as extremidades de ímãs em barra

Atividade Experimental

Material necessário:

- Dois ímã em barra.

Procedimentos:

- 1- Pegue os ímãs;
- 2- Aproxime as extremidades e observe.

Questionamos os estudantes oralmente:

- “O que está acontecendo”?
 - “Houve força de atração ou repulsão entre as extremidades dos ímãs”?
- 3- Aproxime as extremidades norte dos dois ímãs e observe;
 - 4- Afaste as extremidades, e aproxime novamente “norte com norte” e observe.

Indagamos eles novamente:

- “Qual força de atração ou repulsão prevaleceu?”
- 5- Agora, aproxime as extremidades norte de um ímã e sul do outro ímã, e observe o comportamento delas.

Questionamos mais uma vez:

- “E agora, qual força de atração ou repulsão predominou”?

6- Por fim, aproxime as extremidades sul dos dois ímãs e observe.

E mais uma vez os alunos serão indagados:

- “Neste momento, qual força de atração ou repulsão se sobressai”?

7- De acordo com suas observações, complete o Quadro 10.1 indicando a força de atração ou de repulsão que predominou em cada situação.

Quadro 10.1- Registro de dados sobre o comportamento dos polos magnéticos

Força entre as Extremidades de Ímãs em Barra	Atração	Repulsão
Norte com Norte		
Norte com Sul		
Sul com Sul		

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao término da experimentação e preenchimento do quadro.

Questionamos os estudantes:

- A força de interação entre os polos dos ímãs foi a mesma nas três situações?

- Por que os polos magnéticos apresentam este comportamento?

Fonte: Autoria própria (2022).

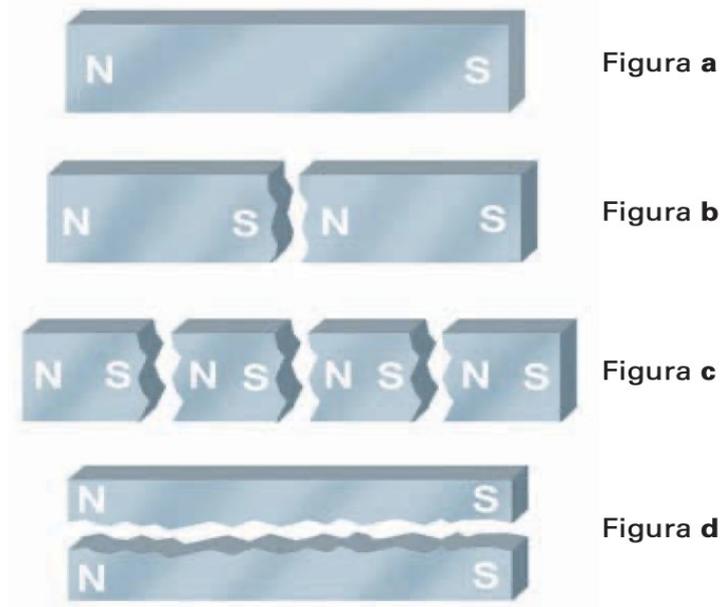
Novamente, após os questionamentos, os grupos expõem aos colegas suas ideias, hipóteses e, caso necessário, retomam as experimentações para então

apresentar suas conclusões, construindo assim de forma coletiva os conceitos envolvidos.

4.2.4 Atividade 4: inseparabilidade magnética

Nesta próxima atividade prática iremos constatar a inseparabilidade magnética, como ilustrado na Figura 8, observando o que ocorre com as partes quando quebramos um ímã. Seguindo o mesmo raciocínio apresentado anteriormente, temos disposto no Quadro 11 o procedimento para realizar tal teste.

Figura 08- Representação de um ímã inteiro (a), e de algumas segmentações realizadas sobre este (b, c e d). Nota-se que nas segmentações b e c os novos ímãs formados apresentam a tendência a se atrair novamente, dada a configuração de seus polos (Norte e Sul próximos uns aos outros), ao passo que a segmentação d acaba por gerar dois ímãs que irão se repelir, segundo a nova configuração estabelecida, com dois polos iguais próximos um ao outro



Fonte: Figura retirada de Gaspar (2013, p. 152).

Quadro 11- Inseparabilidade magnética

Atividade Experimental

Material necessário:

- Dois ímãs;
- Alicates.

Procedimento:

- 1- De posse do ímã em uma de suas mãos;
- 2- Pegue o alicate com a outra mão;
- 3- Pressione o alicate no ímã, para que quebre em partes menores;
- 4- Pegue uma das partes aproxime do ímã que está inteiro e observe.

Questionamos oralmente:

- “O que vocês observam”?
- 5- Afaste-os, inverta a extremidade do ímã que foi quebrado;
 - 6- Aproxime novamente do ímã que está inteiro e observe.

Indagamos outra vez:

- “Como a parte do ímã quebrado está se comportando”?
- 7- Pegue duas partes do ímã que foi quebrado, aproxime-as e observe.

Questionamos mais uma vez:

- “E agora, como as partes do ímã quebrado estão se comportando”?
- 8- Afaste-as, inverta a extremidade de um dos pedaços;
 - 9- Aproxime-as novamente e observe seu comportamento.

Após o procedimento experimental os estudantes serão novamente questionados:

- "O que aconteceu com o ímã que foi quebrado"?

- "Todas as partes comportam-se da mesma forma"?

Fonte: Autoria própria (2022).

Espera-se que por meio de questionamentos levantados pelo professor, os estudantes possam formular hipóteses, testá-las e chegar às suas conclusões. Por

fim, sempre retornaremos à roda de conversa para as exposições de cada grupo/aluno para discussão, que contribuem para a construção dos conceitos coletivamente. A partir disso, iremos explorar a teoria dos conceitos trabalhados na atividade.

4.2.5 Fundamentação teórica: características dos ímãs

Relatos históricos corroboram que o magnetismo é um fenômeno natural que intriga as civilizações há milhares de anos. Segundo o que se discute na grande maioria, por não talvez na totalidade dos livros de Física, os primeiros ímãs naturais observados, e que se tem registros, foram pedaços de um mineral, conhecido hoje como magnetita (Fe_3O_4), encontrados numa região da Magnésia, pertencente à Grécia Antiga (GASPAR, 2013).

Tais materiais, embora não em via de regra, costumeiramente podem ser encontrados na natureza já magnetizados (MACHADO, 2002, SERWAY; JEWETT, 2004). Ao debruçar sobre o termo magnetismo, surgem contradições quanto ao seu possível surgimento. Alguns livros associam seu nome à região de descoberta das pedras, na Magnésia, como retrata Gaspar (2013), ao passo que outros autores (SERWAY; JEWETT, 2004, ROCHA, 2011), citam que tal nome faz alusão ao pastor Magnes, cujas pontas metálicas presentes nos sapatos e cajado grudavam nas pedras daquela região enquanto pastoreava seus rebanhos.

Ao passo que os gregos ainda caminhavam em seu entendimento básico acerca da magnetita e o domínio de suas propriedades, como retratam Gaspar (2013) e Machado (2002), os chineses já faziam uso deste tipo de material antes mesmo do início da era Cristã. Um grande exemplo a se citar era o uso de uma colher, que sempre apontava para o sul. Confeccionada a partir da magnetita, tal colher, quando posicionada em equilíbrio sobre uma base, ou mesmo sobre um fluido, como a água, que permitia seu livre movimento de rotação, iria sempre orientar seu cabo rumo ao sul. Nesse caso, é interessante ressaltar, como aponta Machado (2002), que outras grandes aplicações das propriedades e efeitos magnéticos, além da bússola, foram surgir somente no século XIX.

Embora amplamente utilizadas pelos chineses, sendo sua obtenção advinda não só da natureza, mas também da confecção de tais equipamentos por meio de

processos físicos bem estabelecidos, os ímãs, retratados através das bússolas se popularizaram ao redor do planeta somente por volta do século XII (ROCHA, 2011).

Todavia, mesmo existindo um domínio sobre a utilização básica destes ímãs, e mesmo sendo conhecidas distintas formas de se confeccionar tais instrumentos, muito se especulava, mas pouco se conhecia, de fato, da ciência por detrás desses materiais (GASPAR, 2013). Os avanços no entendimento dos ímãs caminharam a passos curtos por muito tempo, até se estabelecer, no início do século XIII, por Pierre Maricourt, o conceito dos polos, advindo de seu comportamento de apontar sempre para os polos geográficos da Terra. Surge também com os estudos de Maricourt as primeiras ideias sobre os monopolos magnéticos, ou seja, a impossibilidade de separar os polos norte e sul dos referidos ímãs (SERWAY; JEWETT, 2004, ROCHA, 2011).

Seguindo a analogia para com a eletricidade, Halliday, Resnick e Walker (2020) sugerem que o estudo da força magnética deveria ocorrer tal qual a da força elétrica, produzida por uma carga. Embora seja uma boa ideia, como será visto, apesar de previsto, até o presente momento não há indícios da existência de uma carga magnética isolada, a qual seria chamada de **monopolo magnético**, sendo tal “carga magnética” uma equivalência aos prótons e elétrons. Os campos magnéticos, representados por \vec{B} , no entanto, podem ser obtidos de duas maneiras distintas.

A **primeira maneira**, menos intuitiva, ao menos por hora, consiste em utilizar o movimento de partículas eletricamente carregadas, ou seja, através da corrente elétrica (i). Por meio da aplicação de corrente elétrica é possível, dadas as condições, estabelecer um eletroímã, ou seja, um instrumento capaz de gerar um \vec{B} . A **segunda maneira** de se produzir um campo magnético é, de fato, através do uso de materiais ferromagnéticos, os quais já apresentam dada orientação prévia (campo magnético intrínseco), ou como costuma-se denominar, através de um ímã. Contudo, a obtenção de um ímã também pode ocorrer através de três distintos processos, como bem destaca Silva e Barreto Filho (2010). Um ímã pode ser obtido através da indução magnética, assim como discutido para os materiais ferromagnéticos; pode ser obtido através da aplicação de uma corrente elétrica, em condições adequadas, e finalmente, pode ser obtido através do atrito de um ímã, já estabelecido, sobre um outro material ferromagnético. Um destaque neste último

processo é a necessidade de realizar um processo metódico, esfregando o ímã permanente no material ferromagnético sempre no mesmo sentido.

O ponto chave ao retratar um ímã é entender que estes são materiais ferromagnéticos, os quais em dadas circunstâncias foram preparados de forma a estabelecerem em sua composição duas extremidades com polaridades invertidas, sendo uma o polo sul e outra o polo norte. A forma como um ímã é apresentado pode variar, contudo, a essência e a existência dos dois polos fazem-se essencial, ao menos até que se encontre uma maneira de observar os monopolos magnéticos.

Dessa forma, nem todos os metais podem ser imantados permanentemente. Existem algumas características fundamentais para que ocorra esse alinhamento dos spins no interior dos materiais. Halliday, Resnick e Walker (2020) salientam que eles são classificados como: Ferromagnéticos, Paramagnéticos e Diamagnéticos. Os Ferromagnéticos são aqueles que sentem uma forte atração na presença de ímãs, todos os elétrons se alinham, ou seja, ordenam-se na mesma direção, à exemplo o ferro. Os Paramagnéticos possuem uma fraca atração na presença de ímãs, pois somente alguns elétrons se alinham (usaremos como exemplo o alumínio). Os Diamagnéticos sentem uma fraca repulsão na presença de ímãs, os elétrons não se alinham, como por exemplo o cobre.

Novamente, como já retratado, o conceito de polo norte e polo sul dos ímãs advém de sua orientação para com os polos da Terra. Sendo assim, a partir destas premissas, iniciam-se os estudos sobre tais materiais.

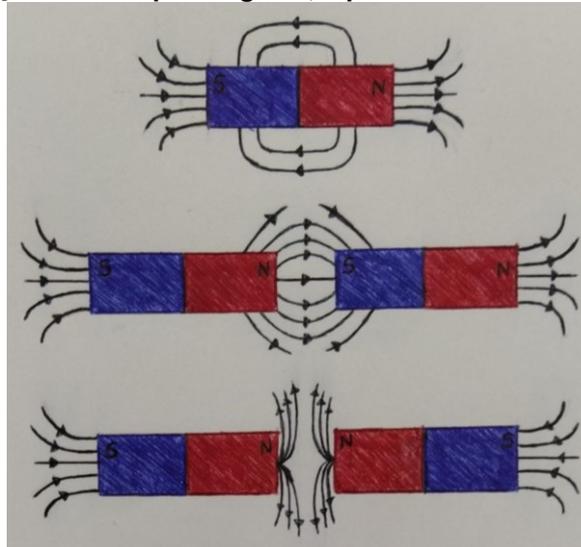
Gaspar (2013) corrobora com algumas características importantes sobre os ímãs, como em suas palavras descreve:

1 se aproximarmos dois ímãs pelos seus polos iguais, ou de mesmo nome, eles se repelem; 2 se os aproximarmos pelos polos opostos, eles se atraem; 3 um ímã partido mantém a polaridade do ímã original; 4 cada divisão de um ímã dá origem a outros ímãs. (GASPAR, 2013, p. 9).

Assim, nota-se que os ímãs possuem uma força de interação magnética entre os polos, conhecido como campo magnético, pois "Quando aproximamos um ímã do outro, observamos que esses se atraem, ou se repelem, dependendo do "lado" em que o ímã está virado para o outro ímã. Isso acontece porque ímãs possuem duas polaridades, o polo sul e o polo norte" (BATISTA; SCHIAVON; BATISTA, 2018, p.223).

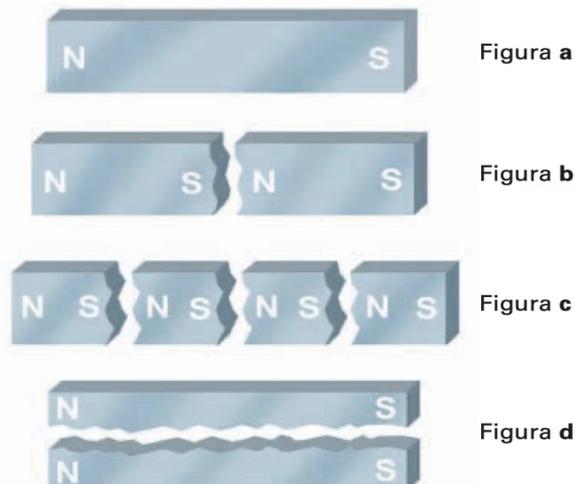
Para corroborar o entendimento de tais aspectos, são apresentas as Figuras 09 e 10, nas quais são retratados os campos magnéticos presentes em um ímã, bem como as distintas interações que podem ser observadas ao aproximar dois polos semelhantes (N-N ou S-S), e as interações entre dois polos opostos (N-S), bem como também se retrata a maneira como os polos de um ímã se estabelecem a partir de sua segmentação em distintas orientações.

Figura 09- Esquema do comportamento das linhas de campo magnético de um ímã isolado no espaço (Figura superior), da interação atrativa dos campos magnéticos entre dois diferentes polos (Figura intermediária), e repulsão entre os campos magnéticos, ocasionada pela aproximação de dois polos iguais, a partir de dois ímãs diferentes



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 10- Representação de um ímã inteiro (a), e de algumas segmentações realizadas sobre este (b, c e d). Nota-se que nas segmentações b e c os novos ímãs formados apresentam a tendência a se atrair novamente, dada a configuração de seus polos (Norte e Sul próximos uns aos outros), ao passo que a segmentação d acaba por gerar dois ímãs que irão se repelir, segundo a nova configuração estabelecida, com dois polos iguais próximos um ao outro



Fonte: Figura retirada de Gaspar (2013, p. 152).

Para melhor entender o que ocorre com a fragmentação dos ímãs, Batista, Schiavon e Batista (2018) discorrem sobre o tema, retratando que a formação de novos ímãs é decorrente da propriedade de inseparabilidade magnética, de forma que estas novas partes, menores, continuarão apresentando dipolos magnéticos, pois ainda terão um polo positivo e um polo negativo. Tal aspecto vai ao encontro do que adota para as “cargas magnéticas”. Assim como se observa a partir da fragmentação dos ímãs, não é possível criar um **monopolo magnético**.

As linhas representadas na Figura 09 são chamadas de linhas de campo magnético, tendo uma característica análoga ao que se deseja definir como \vec{B} (vetor campo magnético). Nesse caso, o campo magnético \vec{B} representa um vetor a ser traçado tangente a estas linhas ali representadas. Vale ressaltar que é possível observar tais linhas ao longo de um ímã, porém, não é possível observar o vetor campo magnético, sendo este idealizado e passível de obtenção através da extrapolação do que ali se apresenta, bem como é feito para a obtenção do vetor campo elétrico \vec{E} . Para observar as linhas de campo magnético uma possibilidade é posicionar um ímã na superfície inferior de um pedaço de vidro, ou de uma folha de papel, espalhando uma pequena quantidade de limalha de ferro na parte superior desta superfície, de forma que tais limalhas irão se dispersar na superfície do material seguindo tais linhas de campo, assim como realizado na atividade 1, do respectivo módulo.

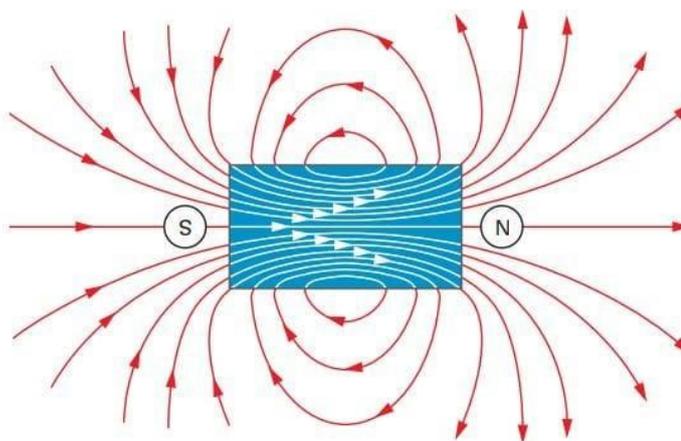
O que se observava ao posicionar uma bússola sobre essas linhas de campo magnético era o alinhamento da agulha, tal qual seria o vetor \vec{B} . Dessa forma, faz-se possível mapear a orientação do \vec{B} para qualquer material a partir do uso de uma bússola. O que nesse caso ainda não se faz possível é determinar a intensidade destes vetores. Contudo, assim como destaca Gaspar (2013), é de suma importância não confundir linhas de campo magnético \vec{B} , com linhas de força magnética (\vec{F}_B), como seria a analogia mais comum a se empregar segundo o que já foi estudado sobre campo elétrico (\vec{E}). Isso ocorre pois, assim como será discutido mais adiante, as linhas de força magnética (\vec{F}_B) não apontam na mesma orientação do \vec{B} .

Um último aspecto ao que se refere às linhas de campo magnético é que tais linhas, também em contraste ao que se observa no caso elétrico, existem tanto

dentro quanto fora do ímã. Como apresentado por Serway e Jewett (2004), as linhas de campo no exterior do ímã saem do polo Norte e rumam em direção ao polo Sul, ou seja, saem do N e entram em S. Contudo, no interior dos ímãs, essas linhas apresentam o comportamento oposto, saem do polo Sul em direção ao polo Norte, ou seja, elas vão de S para N.

Para demonstração de tal fenômeno utiliza-se a Figura 11,

Figura 11- Apresentação das linhas de campo externa e interna ao ímã, onde externamente saem do polo Norte e entram no polo Sul, e internamente direcionam-se do polo Sul e para o polo Norte



Fonte: Figura retirada Gaspar (2013, p. 153).

Por fim, mas não menos importante, é interessante retratar que os campos magnéticos, quando atravessam um material ferromagnético oco, similar ao que se observa com o \vec{E} em uma gaiola de Faraday, acabam por se condensar na superfície do material, não exercendo qualquer influência em seu interior, caracterizando uma blindagem.

4.3 Módulo 03: Organização do Conhecimento

Neste momento será estudada a geração de campo magnético, formato das linhas de campo e o sentido delas, por meio da reprodução de um experimento semelhante ao de Hans Christian Oersted para um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica. O passo a passo de construção para reprodução do experimento de Oersted encontra-se no Quadro 12.

Quadro 12- Reprodução do aparato experimental de Hans Christian Oersted

Construção do Experimento**Material necessário para reprodução do experimento semelhante ao de Oersted:**

- 3 placas de acrílico 14cmx21,5cm;
- 2 placas de acrílico 14cmx14cm;
- cola para acrílico;
- 1 pedaço de fio de cobre flexível esmaltado aproximadamente 80 cm de comprimento com diâmetro de 1,050, bitola 16 AWG;
- 2 conectores;
- 1 *plug* fêmea p4 vermelho;
- 1 *plug* fêmea p4 preto;
- 1 bisnaga de silicone frio;
- 1 alicate, 1 prego 12x12.

Procedimento:

- 1- A princípio, faça a marcação e fure com auxílio do prego as partes do acrílico que passará o fio de cobre;
- 2- Monte a estrutura da caixa passando a cola própria acrílico;
- 3- Passe o silicone frio nos cantinhos da parte interna da caixa;
- 4- Passe o fio de cobre esmaltado pelo aparato experimental, modelando-o até próximos dos *plugs*;
- 5- Lixe as pontas do fio para retirar o esmalte e conduzir corrente;
- 6- Com um alicate prenda o conector à ponta do fio de cobre;
- 7- Coloque e rosqueie os *plugs* fêmea na caixa (preto/vermelho);
- 8- Encaixe a ponta do conector ao *plug* rosqueie a porca, de forma a ligar o fio de cobre nos *plugs*;
- 9- Nos fios de cobre flexíveis, com auxílio de uma alicate, prenda o jacaré em uma extremidade e na outra prenda o *plug* macho, lembrando que temos dois pedaços de fio, um ficará com as pontas vermelhas e o outro com as pontas pretas.

Fonte: Autoria própria (2022).

Almeja-se, no final do módulo III, que os estudantes estabeleçam uma relação entre as atividades experimentais desenvolvidas no decorrer do módulo, com o conceito teórico que será trabalhado ao final das práticas: a geração de campo magnético, o formato, o sentido e a intensidade das linhas de campo, o campo magnético terrestre, além das equações matemáticas e a regra da mão direita. As atividades foram desenvolvidas de forma investigativa, seguindo uma sequência de ações procedimentais, com intuito de investigar e explorar o fenômeno envolvido, alcançando o objetivo pré-estabelecido. Ao final da atividade, através da oralidade e das atitudes, os estudantes corroboram com a construção do conhecimento de forma coletiva, expondo suas ideias, opiniões, hipóteses e conclusões desenvolvidas diante da exploração da atividade prática proposta.

A reprodução do experimento de Oersted nos possibilita observar e identificar diversas características como a geração de campo magnético, o que será investigado no Quadro 13; formato das linhas de campo, como será estudado no Quadro 14; sentido e direção que elas direcionam, que será explorado no Quadro 15, onde utilizaremos as bússolas como recurso de auxílio nesta atividade. Com o intuito de observar a intensidade do campo magnético gerado ao redor do fio condutor, utilizaremos as bússolas e a plataforma Arduino, descritos no Quadro 16.

4.3.1 Atividade 1: campo magnético em fio retilíneo percorrido por corrente

Com a reprodução do experimento de Oersted, o objetivo desta atividade experimental investigativa será observar como ocorre a geração de campo magnético através de fluxo de corrente elétrica que percorre um fio condutor, disponível no Quadro 13.

Quadro 13- Geração de campo magnético por corrente elétrica

Atividade Experimental

Material para realização da atividade experimental:

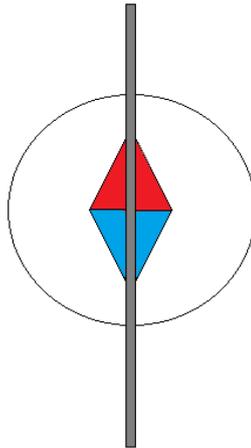
- O aparato experimental reproduzido semelhante ao de Oersted;
- Suporte para 2 pilhas de 1,5 volts;
- 2 pilhas de 1,5 volts;

- 1 bússola.

Procedimento:

1- Aproximamos uma bússola, posicionando-a embaixo do fio, bem próximos, de tal modo que o fio fique alinhado com a agulha da bússola, como representado na Figura 12 a seguir:

Figura 12- Bússola posicionada embaixo do fio, sem corrente elétrica percorrendo o fio



Fonte: Autoria própria (2022).

2- Conectamos os *plugs* da fonte nos *plugs* do experimento, obtendo a passagem de corrente pelo fio condutor. Espere, na medida do possível, a agulha da bússola estabilizar. No entanto, não ultrapasse muito mais que 5 s para não descarregar as pilhas totalmente.

Questionamos os estudantes:

- E agora, o que acontece com a agulha da bússola?

3- Desconectamos os *plugs*;

- Ao desconectar os *plugs*, muda alguma coisa?

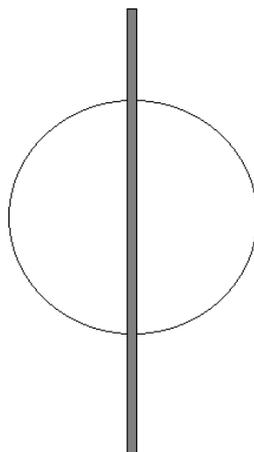
4- Conecte e desconecte o circuito quantas vezes forem necessárias para

observar o fenômeno;

- O que podem concluir com essas observações?

5- Identifique o sentido da corrente no fio e demonstre isso no desenho abaixo com uma seta (indicando o sentido) e a letra i ao lado para designar a corrente. Desenhe também a agulha da bússola (com canetas azul e vermelha) indicando o sentido que ela aponta quando a corrente está ligada no circuito, na Figura 13 ilustrada a seguir:

Figura 13- Sentido da corrente no fio e deflexão da agulha da bússola quando percorrer corrente elétrica no fio, sob observação dos alunos



Fonte: Autoria própria (2022).

6- Após as análises realizadas anteriormente, como será que são as linhas de campo magnético? Represente através de um desenho como serão as linhas de campo magnético no aparato experimental explorado.

Fonte: Autoria própria (2022).

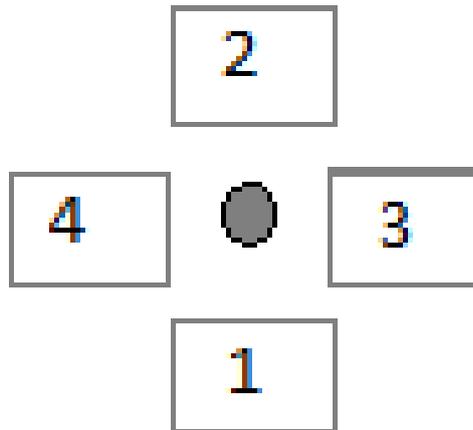
Espera-se que os estudantes identifiquem a relação entre a corrente elétrica e presença de campo magnético. Para observar se os estudantes identificaram essa relação, é necessário que o professor disponibilize um momento para uma roda de conversa, e construam coletivamente o conceito da geração de campos magnéticos por meio de corrente elétricas, que são cargas em movimento.

4.3.2 Atividade 2: formato das linhas de campo magnético geradas por corrente

Após conhecer a relação entre corrente elétrica e campo magnético, com o intuito de observar o formato das linhas de campo, será estudada a forma das linhas de campo magnético geradas por corrente elétricas. O desenvolvimento do procedimento experimental encontra-se disponível no Quadro 14.

Quadro 14- Forma das linhas de campo magnético geradas por corrente elétrica

Atividade Experimental
<p>Material para realização da atividade experimental:</p> <ul style="list-style-type: none">- O aparato experimental reproduzido semelhante ao de Oersted;- Suporte para 2 pilhas de 1,5 volts;- 2 pilhas de 1,5 volts;- 4 bússolas.
<p>Procedimento:</p> <p>1- Aproximamos uma bússola muito próximo do fio, posicionando-a nos pontos orientados no desenho a seguir, um de cada vez e nesta ordem, respectivamente, conforme ilustra a Figura 14.</p>
<p>Figura 14- Posicionamento de uma bússola em diferentes posições ao redor do fio condutor</p>



Fonte: Autoria própria (2022).

2- Quando a bússola estiver posicionada no ponto 1, conecte os *plugs* do circuito para observar o que ocorre;

3- De maneira análoga, faça o mesmo procedimento realizado no passo anterior mudando a posição da bússola.

Questionamos os estudantes:

- O que vocês observam quando a bússola é posicionada no ponto 1?

- O que vocês observam quando a bússola é posicionada no ponto 2?

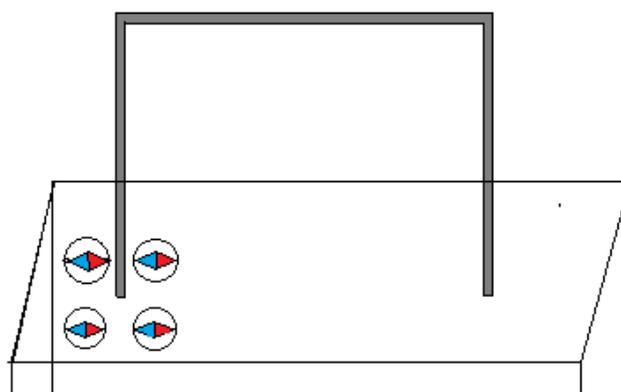
- O que vocês observam quando a bússola é posicionada no ponto 3?

- O que vocês observam quando a bússola é posicionada no ponto 4?

- Diante das verificações anteriores, qual o formato das linhas de campo magnético?

4- Vamos colocar agora várias bússolas ao redor do fio condutor, como indica a Figura 15, e realizar o mesmo procedimento anterior, conectando e desconectando os *plugs* para gerar fluxo de corrente elétrica pelo fio.

Figura 15- Posicionamento das bússolas ao redor do fio condutor



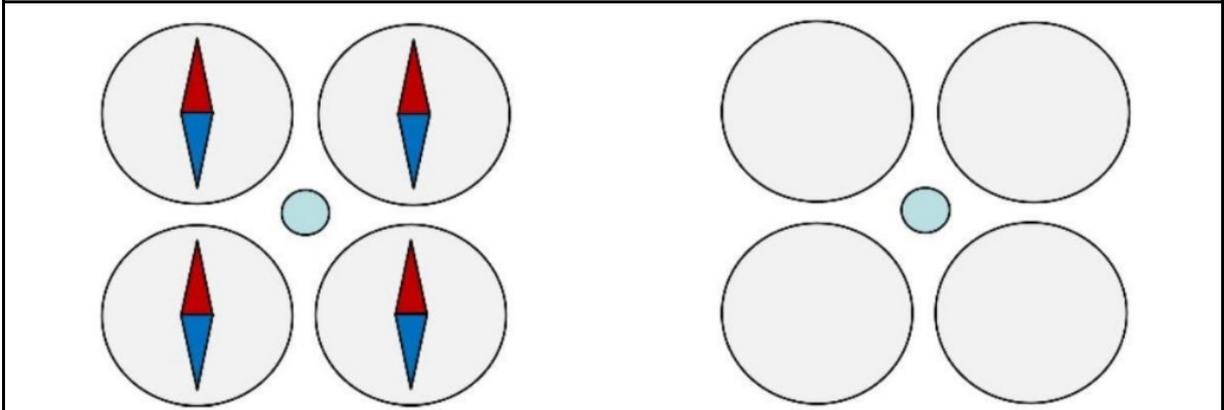
Fonte: Autoria própria (2022).

5- Dispomos a Figura 16, com os itens **a** e **b** logo na sequência. No item **a** observa-se a posição das agulhas magnéticas ao redor do fio condutor sem presença de corrente elétrica, enquanto que no item **b** será proposto ao aluno que desenhe o formato das linhas de campo magnético quando no fio condutor estiver fluindo uma corrente elétrica:

Figura 16- Orientação das agulhas magnéticas (a) sem corrente elétrica e (b) com corrente elétrica

a) Sem corrente elétrica

b) Com corrente elétrica



Fonte: Autoria própria (2022).

Questionamos os estudantes:

- O que ocorre com as agulhas das bússolas?

- Como elas se comportam?

- Apontam todas na mesma direção? E no mesmo sentido?

Como vocês visualizam agora as linhas de campo magnético? Represente por meio de um desenho como serão as linhas de campo magnético no aparato experimental explorado.

Fonte: Autoria própria (2022).

Após as análises dos estudantes, realizaremos uma conversa para que os educandos compartilhem suas ideias, opiniões, e construam coletivamente o

conceito de que as linhas de campo magnético ao redor do fio condutor são circulares, e o comportamento da agulha da bússola descreve exatamente essa direção circular.

4.3.3 Atividade 3: sentido das linhas de campo magnético

Com objetivo de observar o sentido das linhas de campo magnético, vamos realizar uma prática para investigar a relação entre a corrente e o sentido das linhas de campo, como descrito no Quadro 15.

Quadro 15- Sentido das linhas de campo magnético

Atividade Experimental

Material para realização da atividade experimental:

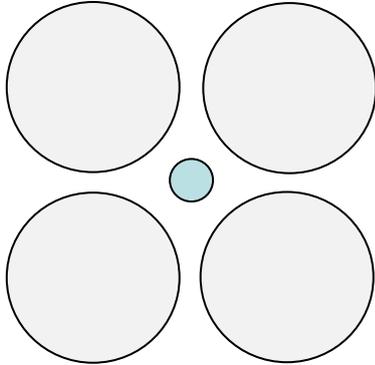
- O aparato experimental reproduzido semelhante ao de Oersted;
- Suporte para 2 pilhas de 1,5 volts;
- 2 pilhas de 1,5 volts;
- 4 bússolas.

Procedimento:

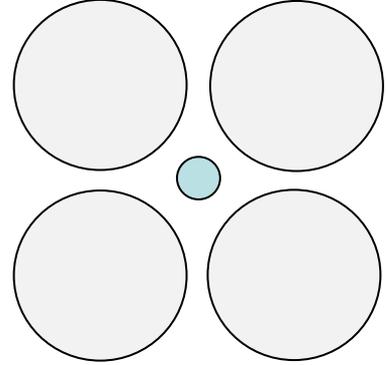
- 1- Com as bússolas posicionadas ao redor do fio condutor de forma semelhante a atividade anterior, iremos realizar o procedimento experimental de conectar e desconectar os *plugs* no circuito, porém realizando a inversão;
- 2- Então, conecte os *plugs* invertidos. Na sequência desconecte-os e conecte-os novamente;
- 3- Faça o procedimento de conectar e desconectar os *plugs* de forma invertida e correta no circuito, quantas vezes forem necessárias para observar o fenômeno;
- 4- Após as observações realizadas com a exploração do experimento, será proposto que os alunos desenhem na Figura 17, a seguir, nos itens a e b, (a) corrente no sentido 1 (copie da atividade anterior) e (b) corrente no sentido 2.

Figura 17- Corrente elétrica em sentidos diferentes

a) Corrente no sentido 1
(copie da atividade anterior)



b) Corrente no sentido 2
(desenhe)



Fonte: Autoria própria (2022).

Os estudantes serão questionados:

- O que observam?

- Ao inverter os *plugs* mudou alguma coisa?

- Estão todas apontando no mesmo sentido? E na mesma direção?

Fonte: Autoria própria (2022).

4.3.4 Atividade 4: intensidade do campo magnético

Com objetivo de observar a intensidade do campo magnético produzido ao redor do fio condutor, iremos realizar uma atividade experimental de forma a observar esta característica, conforme descrito no Quadro 16.

Quadro 16- Intensidade do campo magnético

Atividade Experimental

Material para realização da atividade experimental:

- O aparato experimental reproduzido semelhante ao de Oersted;
- Suporte para 2 pilhas de 1,5 volts com 2 pilhas de 1,5 volts;
- 4 bússolas.

Procedimento:

1- Com as bússolas posicionadas ao redor do fio condutor semelhante às situações anteriores, iremos afastar um pouco as bússolas do fio condutor, conectar os *plugs* do circuito e observar como a agulha da bússola se comporta;

2- Na sequência, afastamos mais um pouco as bússolas, e repetimos o procedimento anterior;

3- Façam este procedimento quantas vezes forem necessárias para observar o fenômeno;

- De acordo com suas observações, represente através de um desenho como as agulhas da bússola se comportam **bem próximas** do fio condutor com presença de corrente, e outro desenho representando o mesmo comportamento das agulhas da bússola, mas agora posicionando as bússolas a **4 cm de distância** do fio condutor, no aparato experimental.

Questionamos os estudantes:

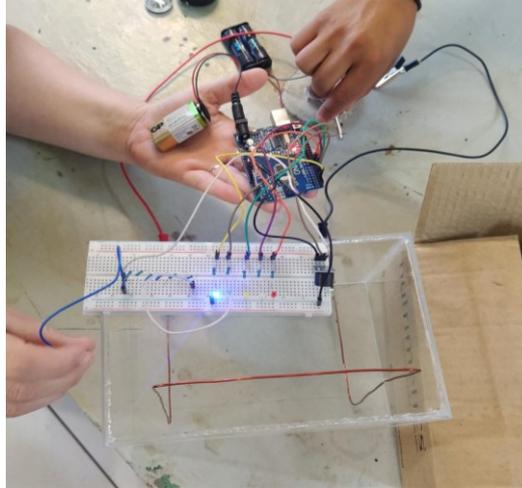
- Como as agulhas das bússolas estão se comportando?

- A deflexão na agulha da bússola é sempre a mesma?

4- Utilizando a plataforma Arduino, iremos demonstrar aos estudantes que a intensidade do campo magnético será maior quando estiver próximo do fio condutor, enquanto que ao afastar-se dele ocorre uma queda na intensidade;

5- Utilizaremos as lâmpadas de LED para constatar esta variação na intensidade do campo magnético, como ilustra a Figura 18 a seguir:

Figura 18- Plataforma Arduino para aferição do campo magnético



Fonte: Autoria própria (2022).

Observação: Caso outro professor(a) queira utilizar essa programação da plataforma Arduino para aferir a intensidade do campo magnético, com auxílio das lâmpadas de LED, a mesma encontra-se no Quadro 16.1.

Quadro 16.1- Programação para a plataforma Arduino

```
int const antenaGNDpin = 5;

int const ledazul = 2;
int const ledverde = 3;
int const ledamarelo = 4;
int const ledbranco = 5;
int const ledvermelho = 6;

int const buzzer = 7;

int valorAntena = 0;

void setup() {
  pinMode(ledazul, OUTPUT);
  pinMode(ledverde, OUTPUT);
  pinMode(ledamarelo, OUTPUT);
  pinMode(ledbranco, OUTPUT);
  pinMode(ledvermelho, OUTPUT);

  pinMode(buzzer, OUTPUT);

  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  valorAntena = analogRead (antenaGNDpin);
  noTone(buzzer);

  digitalWrite(ledazul, LOW);
  digitalWrite(ledverde, LOW);
  digitalWrite(ledamarelo, LOW);
  digitalWrite(ledbranco, LOW);
  digitalWrite(ledvermelho, LOW);

  if(valorAntena >= 0){
    digitalWrite(ledazul, HIGH);
  }
  if(valorAntena >= 10){
    digitalWrite(ledverde, HIGH);
  }
  if(valorAntena >= 20){
    digitalWrite(ledamarelo, HIGH);
  }
  if(valorAntena >= 30){
    digitalWrite(ledbranco, HIGH);
  }
  if(valorAntena >= 50){
    digitalWrite(ledvermelho, HIGH);
    tone(buzzer, 180);
  }
  Serial.println(valorAntena);
  delay(100);
  noTone(buzzer); }

```

Fonte: Autoria própria (2022).

Fonte: Autoria própria (2022).

Depois de todas as análises e observações, o professor deve proporcionar uma roda de conversa para os estudantes exporem suas opiniões, ideias, hipóteses, conclusões e construam coletivamente o conceito da intensidade do campo magnético.

Neste momento, após as atividades experimentais e a exposição dos estudantes, o professor apresentará a história do experimento de Oersted e a teoria envolvida: equação matemática do campo magnético gerado por correntes (cargas elétricas em movimento); sentido das linhas de campo (regra da mão direita); além de explicar o campo magnético terrestre.

4.3.5 Contextualização histórica de Hans Christian Oersted

Continuando os estudos e desenvolvimento das teorias sobre o magnetismo, tem-se em 1600 as contribuições de William Gilbert, não com a implementação de ideias inovadoras, mas com a elaboração de um material onde acabava por descrever e compilar tudo que já se conhecia sobre o tema até então. Em tal obra, o livro *De Magnete*, ele realiza tal apanhado de ideias e ainda, apresenta alguns estudos e observações próprias para o fenômeno.

Tais ideias e apontamentos, embora sejam parecidos, diferem-se ao que se tem hoje em dia concebido como campo magnético (ROCHA, 2011). Novos avanços sobre o tema acabam surgindo somente no século XIX, quando o físico dinamarquês, Hans Christian Oersted (1777-1851), em seus estudos e desenvolvimentos experimentais, provou que eletricidade e magnetismo eram fenômenos diferentes, mas que possuíam uma relação entre si, dando início ao estudo do eletromagnetismo. Oersted acaba por findar com diversas discussões acerca de tal relação eletromagnética, como ocorrera com Benjamin Franklin em seus estudos sobre imantação a partir de descargas de raios elétricos, como traz Rocha (2011):

Em relação ao magnetismo que parece ser produzido pela eletricidade, minha opinião real é que esses dois poderes da natureza não possuem afinidade mútua e que a aparente produção do magnetismo [pelas descargas elétricas] é puramente acidental. (MARTINS (1986 apud ROCHA, 2011, p. 247)).

Segundo o que retratam os autores Young e Freedman (2015), Rocha (2011), Machado (2002) e Serway e Jewett (2004), os estudos de Oersted, no ano de 1820 aparecem para confirmar o que parte da comunidade científica já esperava em torno de 1800, porém não conseguindo demonstra-lo efetivamente. Oersted verificou a relação entre eletricidade e magnetismo ao realizar uma prática experimental na qual a agulha de uma bússola girava ao ser aproximada a um fio condutor pelo qual fluía corrente elétrica, ou seja, tinha presença de cargas em movimento. Em sua experimentação ele percebe que a oscilação da agulha da bússola aumentava conforme a utilização de uma corrente elétrica mais intensa. Todavia, ao tentar realizar certas apresentações em público, Oersted acabou por ter alguns insucessos, até aprimorar suas observações e explicar que as linhas de campo magnético produzidas ao redor de um fio condutor com cargas em movimento eram circulares.

Após tais primeiras descobertas e explicações, abrem-se os precedentes para que Faraday e Joseph Henry realizem outras observações acerca de tal conexão entre a eletricidade e o magnetismo. Por meio de movimentos de aproximação e distanciamento de um ímã (campo magnético), frente a um circuito elétrico, era possível gerar corrente elétrica, ou em outras palavras que virão a refletir o que será apresentado, era possível criar um campo elétrico a partir da oscilação de um campo magnético (SERWAY; JEWETT, 2004).

4.3.6 Campo magnético gerado por corrente elétrica

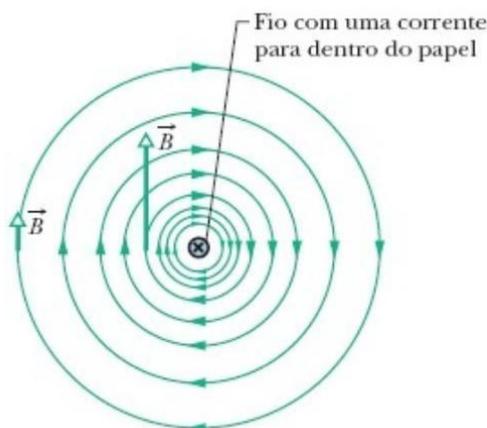
Segundo o que se constatou nas observações e estudo do Eletromagnetismo, é possível gerar campo magnético a partir de uma corrente elétrica. Tal aspecto, base do Eletromagnetismo foi amplamente trabalhado por Oersted, e posteriormente, Faraday, sendo hoje em dia um fenômeno de suma importância presente no dia a dia, uma vez que grande parte da tecnologia atual é pautada nos fenômenos e interações eletromagnéticas. Segundo as constatações, um fio pelo qual atravessa uma corrente elétrica irá produzir ao seu redor um campo magnético que o circunda, sendo tal campo responsável por exercer uma força de atração ou repulsão sob outros fios que estejam em sua proximidade, ou então sob cargas elétricas que por ali se movem (YOUNG; FREEDMAN, 2015).

Outro ponto que retrata muito bem o surgimento de um campo magnético, em decorrência da passagem de corrente elétrica por um fio, podia ser observado

quando tal técnica era utilizada com o objetivo de realizar a imantação de determinados materiais, ou mesmo hoje em dia, quando tal fenômeno é aplicado na criação de ímãs momentâneos (eletroímãs), utilizados para movimentar determinados tipos de objetos muito pesados, como por exemplo, as carcaças de carros presentes em um ferro velho. No caso do eletroímã, um campo magnético é gerado momentaneamente através da aplicação de uma corrente elétrica de alta intensidade ao redor de uma bobina (n camadas de espiras superpostas). Ao cessar tal corrente elétrica, o eletroímã perde toda a sua propriedade magnética (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020).

Halliday, Resnick e Walker (2020) enfatizam, ao observar a geração de campo magnético ao redor de fio, que só é possível obter linhas de campo magnético enquanto existir fluxo de corrente elétrica pelo fio. Ao mapear o campo magnético presente em torno do fio, observa-se um comportamento das linhas de campo magnético em torno do fio segundo o aspecto apresentado na Figura 19, com linhas circulares e concêntricas.

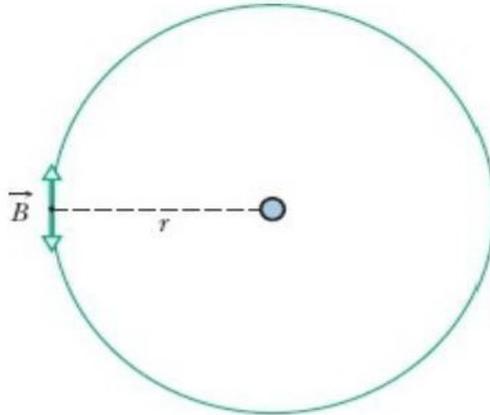
Figura 19- Representação das linhas de campo magnético geradas ao redor de fio retilíneo com orientação da corrente elétrica apontando para dentro do plano da página



Fonte: Figura retirada de Halliday, Resnick e Walker (2020 p.231).

Estudando mais a fundo tais fenômenos, faz-se necessário agora identificar o sentido do campo magnético. Nas palavras de Halliday, Resnick e Walker (2020), “as linhas de campo formam circunferências em torno de um fio longo e o campo magnético é tangente às linhas de força, é evidente que a direção do campo magnético é perpendicular à reta perpendicular ao fio que passa pelo ponto dado” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, p.232). Como ilustra a Figura 20 a seguir:

Figura 20- Representação de uma linha de campo magnético gerada ao redor de fio retilíneo. A orientação ambígua do campo magnético faz menção à possibilidade deste campo girar no sentido horário ou anti-horário, dependendo unicamente do sentido da corrente elétrica que irá percorrer o fio



Fonte: Figura retirada de Halliday, Resnick e Walker (2020 p.232).

No entanto, na imagem ilustrada anteriormente “existem dois sentidos possíveis para o vetor, um para o caso em que o sentido da corrente é para dentro do papel, e o outro para o caso em que o sentido da corrente é para fora do papel” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, p.232).

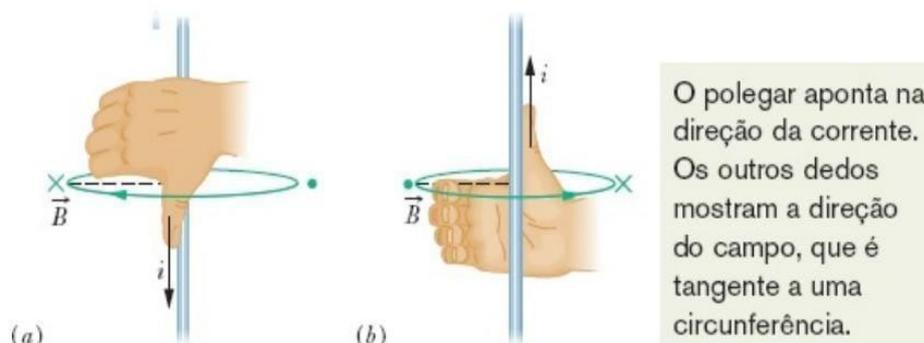
Dessa forma, para entender qual será o sentido correto do campo magnético que será gerado, faz-se necessária uma interpretação da lei de Biot-Savart, pautada nas observações experimentais, a qual calcula o vetor \vec{B} a uma distância r de um fio pelo qual flui uma corrente elétrica de intensidade i

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i d\vec{s} \times \hat{r}}{4\pi r^2} \quad (1)$$

sendo o segmento $d\vec{s}$ um vetor tangente à superfície do fio, e \hat{r} um vetor que aponta do segmento do fio até o ponto no qual se deseja calcular o valor do campo magnético. Nesse caso, assim como ocorrerá com a força magnética, muitas vezes acaba-se por não utilizar a leitura matemática direta da equação, substituindo-a por outra representação de jogos de mão, a regra da mão direita. Halliday, Resnick e Walker (2020) descrevem: (Na) “Regra da mão direita: segure o fio na mão direita, com o polegar estendido apontando no sentido da corrente. Os outros dedos mostram a orientação das linhas de campo magnético produzidas pela corrente no fio” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, p.232).

Para melhor ilustrar tal relação é apresentada a Figura 21 a seguir:

Figura 21- Representação do uso da regra da mão direita na determinação do sentido de rotação do campo magnético gerado em torno de um fio com corrente elétrica apontando para baixo (a) e para cima (b)



Fonte: Figura retirada de Halliday, Resnick e Walker (2020 p.232).

Caso o leitor deseje abordar tal assunto por meio de outras metodologias, de forma ilustrativa é possível expor a regra da mão direita utilizando um recurso tecnológico interativo¹, onde é possível visualizar a direção e o sentido da corrente elétrica percorrendo um fio condutor, e assim, através da regra da mão direita, é possível determinar em qual direção e sentido aponta o campo magnético gerado.

Um caso em especial que deve ser destacado neste estudo, o qual foi essencial na explicação da geração do campo magnético dos átomos, é o movimento de uma carga (ou corrente elétrica) através de um fio com aspecto circular. Nesse caso, ao aplicar a regra da mão direita, o leitor perceberá que o campo magnético gerado em tal situação irá apontar para cima ou para baixo, passando por dentro dessa argola que é percorrida pela carga elétrica. Tal aspecto de campo magnético é o mesmo observado ao estudar as componentes magnéticas ocasionadas pela revolução do elétron ao redor do núcleo atômico.

Nos casos abordados neste trabalho serão utilizados os campos magnéticos gerados em torno de um fio retilíneo longo, e o campo magnético gerado por um fio no formato de uma circunferência completa, tal qual a órbita de um átomo. O cálculo de tais campos é feito de forma simples, aplicando a lei de Biot-Savart e realizando as integrais pertinentes. Caso o leitor tenha alguma dúvida de como fazê-lo, aconselha-se a consulta das bibliografias de Halliday, Resnick e Walker (2020),

¹ Disponível em <https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_vodic&l=p>. Acesso em 30 de outubro de 2021.

Machado (2002), Young e Freedman (2015), dentre outras, de nível superior, nas quais são demonstrados alguns passos na construção e resolução de tais equações.

Para um fio retilíneo longo, o módulo do campo magnético a uma distância R desse fio é dado por

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

onde i representa a corrente elétrica que percorre o fio e μ_0 representa a constante de permeabilidade magnética do vácuo/ar, cujo valor é $4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A. De modo análogo, o campo magnético para uma circunferência pela qual flui uma corrente elétrica é dado por

$$B = \frac{\mu_0 i}{2 R} \quad (3)$$

Silva e Barreto Filho (2010) contribuem que ao se deparar com situações onde o número de circunferências completas aumenta (passando de uma espira para uma bobina), a expressão utilizada será a mesma, porém, apresentará uma maior intensidade, pois somaremos o campo magnético gerado por cada espira, ou seja, a intensidade do campo magnético será proporcional ao número de voltas que a bobina apresenta. Dessa forma, utiliza-se a mesma expressão, porém realizando o produto entre o resultado do campo magnético referente a uma circunferência completa pelo número de espiras que está sendo trabalhado.

4.3.7 Campo magnético terrestre

Todas as caracterizações que abrangem as bússolas, bem como o nome **polo** fazem menção ao alinhamento desses instrumentos para com os polos da Terra. Dessa maneira, nada mais intuitivo para explicar tal comportamento do que considerar que a Terra também deve possuir um dado campo magnético ao seu redor, de forma que as bússolas acabam por se orientar nesse campo, assim como ocorre nas proximidades de um outro ímã.

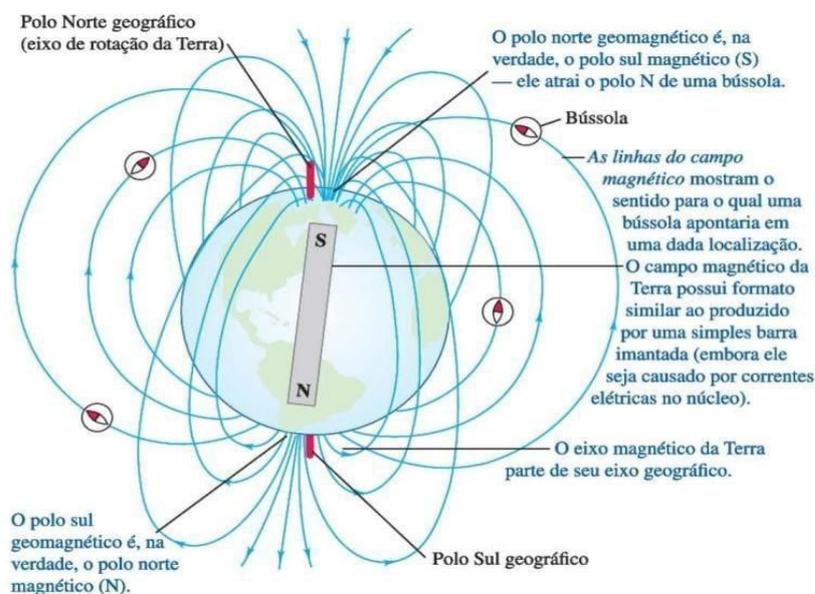
O planeta Terra é considerado um grande ímã natural devido ao seu núcleo ser constituído de elementos metálicos no estado líquido, e seus elétrons se

alinharem por conta do movimento de rotação. Os autores afirmam que “A Terra é um grande ímã; em pontos próximos da superfície terrestre, o campo magnético se assemelha ao campo produzido por um gigantesco ímã em forma de barra (um dipolo magnético) que atravessa o centro do planeta” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2020, p. 343).

Como foi definido até então, os polos de uma bússola se orientam rumo ao polo oposto, ou seja, o Norte da bússola irá apontar para o polo Sul de um ímã. Sendo assim, o polo Norte Geográfico da Terra deve ser o polo Sul Magnético da mesma, ao passo que o polo Sul Geográfico deve corresponder ao polo Norte Magnético. Segundo Halliday, Resnick e Walker (2020) e Machado (2002) a agitação dos átomos dos minerais no centro do planeta é a responsável por gerar tal campo magnético, uma espécie de camada protetora ao redor do planeta. Estas regiões são formadas por linhas de campo fechadas e imaginárias, que saem do polo norte magnético (polo positivo) em direção ao polo sul magnético (polo negativo), protegendo o planeta do bombardeamento de partículas interestelares que atingem o planeta a todo momento. Essa “camada de proteção”, responsável por confinar tais partículas super energéticas que vem do espaço é conhecida como cinturão de Van Allen, responsável pela formação das auroras, nos polos terrestres.

A Figura 22 a seguir, ilustra as linhas de campo magnético da Terra. Vale ressaltar que os polos magnéticos da Terra não se apresentam nas mesmas posições dos polos Norte e Sul geográfico, aparecendo um pouco inclinados em relação a esses, e mais, como destaca Gaspar (2013), analisando as rochas de magnetita presentes em diferentes regiões, magnetizadas mediante diversos processos vulcânicos ocorridos com o passar dos anos, é possível perceber que o campo magnético da Terra apresenta uma tendência a inverter sua polaridade, alternando os polos Norte e Sul.

Figura 22- Representação das linhas de campo magnético da Terra e sua representação como um grande ímã



Fonte: Figura retirada de Young; Freedman (2015, p.220).

Vamos nos aprofundar um pouco mais sobre os cinturões de Van Allen. O Sol emite diariamente em todas as direções do espaço milhares de partículas carregadas eletricamente, que podem colidir com diversos obstáculos, inclusive com o planeta Terra, os chamados ventos solares. Essas partículas, ao colidirem com o campo magnético terrestre, são direcionadas pelas linhas de campo magnético para os polos sul e norte magnético. Essa direção ocorre diante da forte atração magnética existente nos polos, e o que determina a direção (polo) que esta irá seguir, depende somente da carga elétrica dessas partículas. Dessa forma, essas partículas se chocam com átomos livres presentes na atmosfera, sofrendo um processo de ionização, que resulta na liberação de fótons na região do visível, resultando em um lindo show de luzes e cores na atmosfera terrestre, as chamadas auroras polares. No polo Norte elas são chamadas de Aurora Boreal, já no polo Sul Aurora Austral.

4.4 Módulo 04: Aplicação do Conhecimento

Neste quarto módulo, a partir dos conceitos trabalhados anteriormente serão realizadas algumas atividades a fim de permitir ao estudante explorar e expandir seu conhecimento sobre o tema.

No final do módulo IV, espera-se que os estudantes relacionem as atividades práticas desenvolvidas com conceitos teóricos estudados como: o formato e o

sentido das linhas de campo magnético em um solenoide, o funcionamento de um eletroímã, além de fazer uma conexão com fenômenos naturais do seu cotidiano, onde as atividades propostas exploraram de forma ordenada uma sequência de ações e normas, nas quais o estudante desenvolverá as atividades diante de um objetivo almejado. E ao final de todas as atividades propostas no decorrer da Sequência Didática, os estudantes são oportunizados a uma roda de conversa com intuito de que haja uma exposição das hipóteses levantadas, e as conclusões obtidas ao final de cada proposta, oportunizando a todos a aquisição dos conceitos, ou seja, a construção coletiva do conhecimento.

4.4.1 Atividade 1: atividade experimental com solenoide

Com intuito de investigar o formato e o sentido das linhas de campo magnético em um solenoide de dez voltas, será desenvolvido uma atividade prática investigativa, envolvendo o estudo de geração de campo magnético, as formas e o sentido das linhas de campo, em um solenoide de dez voltas. O passo a passo da construção do aparato experimental encontra-se no Quadro 17.

Quadro 17- Construção do aparato experimental solenoide

Construção do Experimento

Material necessário para construção do experimento semelhante a um solenoide:

- 3 placas de acrílico 14cmx21,5cm;
- 2 placas de acrílico 14cmx14cm;
- cola para acrílico;
- 1 pedaço de fio de cobre flexível esmaltado aproximadamente 2,80 m de comprimento com diâmetro de 1,050, bitola 16 AWG;
- 2 conectores;
- 1 *plug* fêmea p4 vermelho;
- 1 *plug* fêmea p4 preto;
- 1 bisnaga de silicone frio;
- 1 alicate, 1 prego 12x12.

Procedimento:

- 1- A princípio, faça a marcação e fure com auxílio do prego as partes do acrílico que passará o fio de cobre;
- 2- Monte a estrutura da caixa passando a cola própria acrílico;
- 3- Passe o silicone frio nos cantinhos da parte interna da caixa;
- 4- Passe o fio de cobre esmaltado pelo aparato experimental, modelando o solenoide de forma que os fios cheguem até próximos dos *plugs*;
- 5- Lixe as pontas do fio para retirar o esmalte e conduzir corrente;
- 6- Com um alicate prenda o conector a ponta do fio de cobre;
- 7- Coloque e rosqueie os *plugs* fêmea na caixa (preto/vermelho);
- 8- Encaixe a ponta do conector ao *plug* rosqueie a porca, de forma a ligar o fio de cobre nos *plugs*;
- 9- Nos fios de cobre flexível, com auxílio de um alicate, prenda o jacaré em uma extremidade e na outra prenda o *plug* macho, lembrando que temos dois pedaços de fio, um ficará com as pontas vermelhas e o outro com as pontas pretas.

Fonte: Autoria própria (2022).

A organização das atividades envolvendo a geração de campo magnético no aparato solenoide está disponível no Quadro 18.

Quadro 18- Como são as linhas de campo magnético em um solenoide de dez voltas

Atividade Experimental

Material para realização da atividade experimental:

- O aparato experimental reproduzido solenoide;
- 1 suporte para 2 pilhas de 1,5 volts;
- 2 pilhas de 1,5 volts;
- 4 bússolas.

Procedimento:

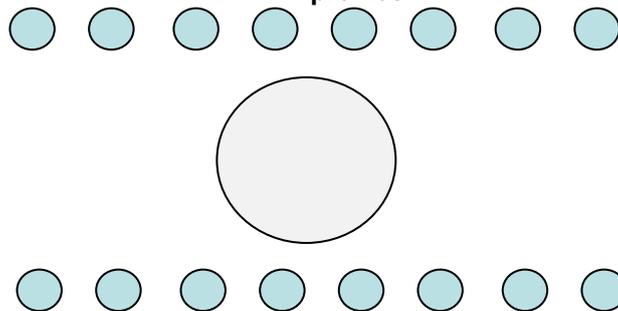
- 1- Antes de começar a realizar a prática investigativa com o solenoide de dez voltas, será proposto aos estudantes que utilizem a Regra da mão direita, para identificar algumas características.

E eles serão questionados:

- Qual o sentido da corrente no solenoide?

- Qual é o sentido do campo magnético dentro do solenoide?

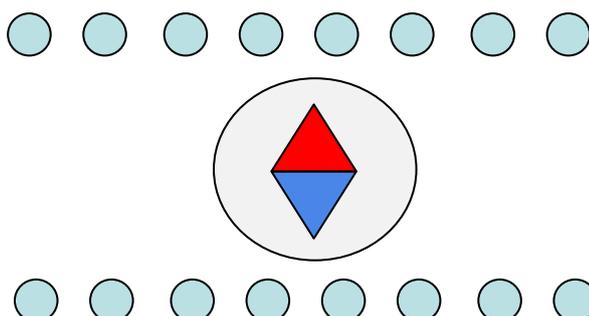
- Desenhe o sentido da agulha da bússola dentro do solenoide, de acordo com o que espera visualizar após ligar a corrente elétrica na Figura 23, como ilustrada a seguir.

Figura 23- Posição da agulha magnética no interior do solenoide diante dos conhecimentos prévios

Fonte: Autoria própria (2022).

3- Agora, vamos explorar o aparato experimental. Cada grupo irá realizar suas análises, identificando o sentido e o formato das linhas de campo magnético, utilizando as bússolas como recurso para averiguar e constatar suas hipóteses;

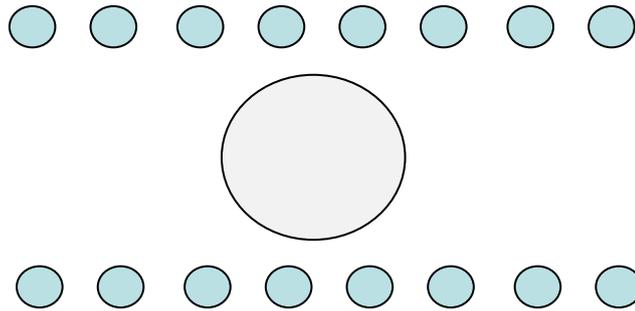
4- Posicione uma bússola no interior do solenoide, embaixo do fio de forma que ela fique paralela com o fio, apontando a agulha da bússola para o fio (parede do solenoide), como ilustra a Figura 24 a seguir.

Figura 24- Posição da agulha magnética no interior do solenoide sem corrente

Fonte: Autoria própria (2022).

5- De acordo com suas verificações, representem através de um desenho na Figura 25 para onde apontou a agulha da bússola. Identifique também o sentido da corrente no fio e demonstre isso no desenho com uma seta (indicando o sentido) e a letra *i* ao lado para designar a corrente.

Figura 25- Posição da agulha magnética no interior do solenoide com corrente



Fonte: Autoria própria (2022).

Os estudantes devem ser questionados:

- Como se comportam as agulhas das bússolas no interior do solenoide?

- Qual é o sentido do campo magnético dentro do solenoide?

Fonte: Autoria própria (2022).

4.4.2 Atividade 2: eletroímã - construção e funcionamento

Com objetivo de construir e testar o funcionamento de um eletroímã, será proposto aos estudantes uma atividade experimental para construção de um eletroímã. Neste momento também será observado, através de imagens, algumas situações nas quais o eletroímã é utilizado. O procedimento experimental está disponível no Quadro 19.

Quadro 19- Observação, construção e funcionamento de um eletroímã**Atividade Experimental - Eletroímã**

1- Observe a Figura 26 a seguir, que apresenta um guincho com uso de eletroímã em um ferro velho, transportando sucatas:

Figura 26- Transporte de sucatas metálicas em ferro velho



Fonte: Figura retirada de Silva; Barreto Filho (2010, p.190).

Questionamos os estudantes:

- Que tipo de força está sendo envolvida neste processo?

- Como este eletroímã solta essas sucatas metálicas?

2- Diante do eletroímã exposto, onde a corrente elétrica gera campo magnético, será proposto aos estudantes construir um eletroímã e colocá-lo em funcionamento.

Materiais necessários:

- Um pedaço de fio de cobre;
- Um prego;
- Suporte para 2 pilhas de 1,5 volts;
- 2 pilhas de 1,5 volts;
- Clips.

Procedimento:

- 3- De posse destes materiais, vocês irão construir um eletroímã (deixar os estudantes construírem utilizando seus conhecimentos);
- 4- Após a construção, verifique seu funcionamento utilizando o clips para observar a força de atração entre o eletroímã e o clips;
- 5- Registre através de um desenho como ficou a construção do seu eletroímã.

Contextualização Teórica: Eletroímã

De acordo com Amaldi (1995) os eletroímãs são constituídos de um pedaço de ferro no centro, com uma bobina enrolada a sua volta, que pode ser controlado de acordo com o fluxo de corrente elétrica que percorre o fio condutor, ou seja, podendo ser ligado ou desligado.

Ainda segundo o Amaldi (1995), os eletroímãs possuem diversas aplicações no nosso cotidiano, sendo possível encontrá-los nos processos industriais, na pesquisa científica e em inúmeros objetos como: alto-falante em telefone e caixas de som, gravadores magnéticos em gravadores de áudio e disco rígidos de computadores, motores, faróis de carros, campainhas, dentre outros.

4.4.3 Atividade 3: proposição de atividades pelo *software Kahoot*

Com intuito de observar se os estudantes se apropriaram dos conceitos estudados no decorrer da implementação da proposta didática, ou seja, se houve construção do conhecimento, serão propostas algumas atividades através do *software Kahoot*, onde eles responderão a um *quiz* com questões envolvendo o conteúdo trabalhado. As questões podem ser visualizadas no Quadro 20.

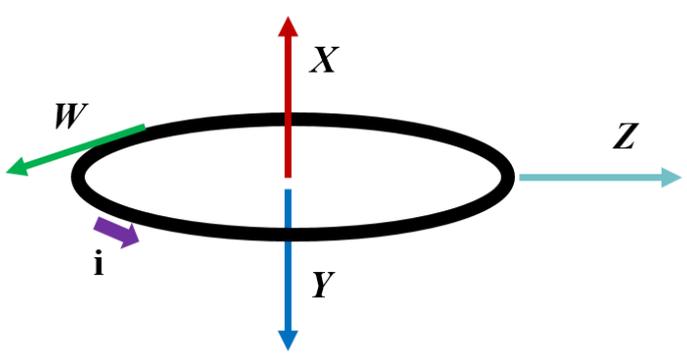
Será solicitado que os estudantes digitem *kahoot.it* no navegador *google* dos *netbooks* que serão utilizados para esta atividade, e insiram o código do PIN fornecido pela professora.

Quadro 20- Proposição de atividades de campo magnético

“Atividades - Campo Magnético”

1- Considere a espira circular da Figura 27 com corrente i . Qual dos vetores indica de forma correta o sentido do campo magnético?

Figura 27- Espira com corrente elétrica

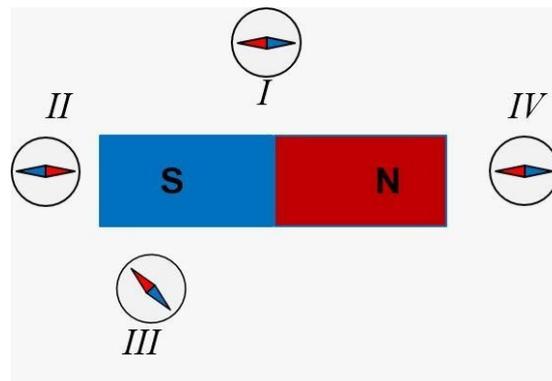


Fonte: Autoria própria (2022).

a) X b) Y c) W d) Z

2- Considerando a Figura 28, a seguir, na qual há um ímã permanente e quatro bússolas próximas a ele, qual das bússolas **NÃO** está funcionando corretamente?

Figura 28- Ímã permanente com quatro bússolas ao seu redor



Fonte: Autoria própria (2022).

a) I

b) II

c) III

d) IV

3- Marque (V) para as sentenças verdadeiras e (F) para as sentenças falsas sobre o magnetismo:

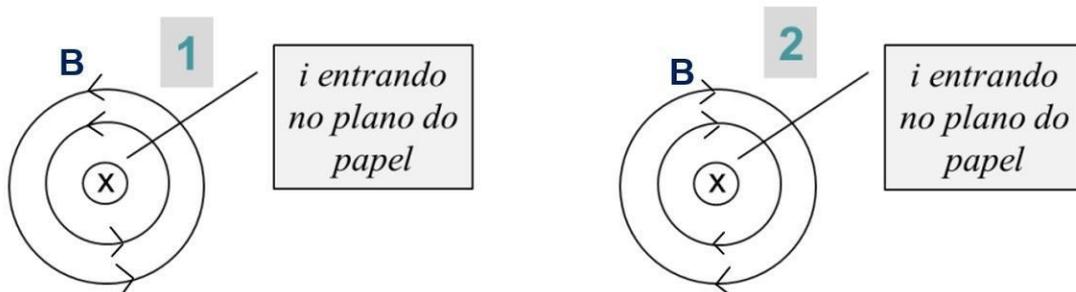
() O campo magnético é mais intenso quanto mais próximo do fio condutor com presença de corrente elétrica.

() O formato das linhas de campo magnético são circulares em volta de um fio percorrido por corrente elétrica.

() Metais sempre são atraídos por ímãs.

4- A corrente elétrica está entrando no plano do papel (marcado com x), como ilustra a Figura 29 a seguir.

Figura 29- Corrente elétrica entrando no plano do papel



Fonte: Autoria própria (2022).

Qual desenho indica corretamente o sentido do campo magnético?

a) Desenho 1

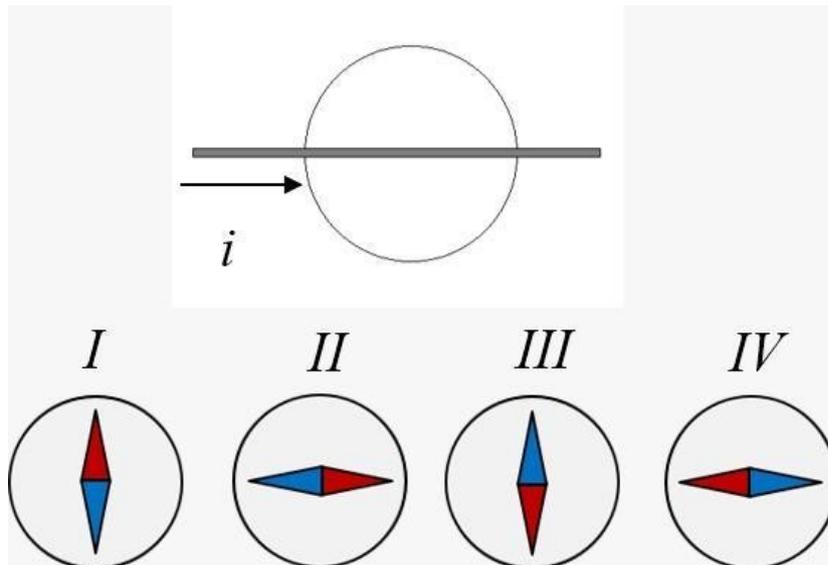
c) Desenhos 1 e 2

b) Desenho 2

d) Nenhum dos desenhos

5- Em um fio percorrido por corrente (esquerda para direita), colocamos uma bússola abaixo dele, como mostra na Figura 30 a seguir. Qual a posição da agulha da bússola?

Figura 30- Fio retilíneo com presença de corrente e posição da agulha da bússola



Fonte: Autoria própria (2022).

a) I

b) II

c) III

d) IV

Fonte: Autoria própria (2022).

Aos demais professores que utilizarem esta proposta de ensino e queiram fazer uso do questionário pronto, será necessário realizar um procedimento para salvar o questionário em seus *kahoot*. O passo a passo deste procedimento encontra-se no Quadro 21.

Quadro 21- Como salvar um *kahoot* pronto

Procedimento para salvar um *Kahoot* pronto

- Acessar a página principal do *kahoot*, utilizando o endereço eletrônico <https://create.kahoot.it/>, com seu respectivo login e senha;

- Rolar a barra de rolagem da tela principal. Na parte inferior da tela tem-se a opção Melhores sugestões, neste local encontra-se os *kahoots* mais reproduzidos nos últimos dias;
- Clicar no botão azul logo abaixo com a opção Descobrir kahoots;
- Abrirá uma nova tela com a opção de busca de *kahoot*;
- Digitar o título do questionário "Atividades - Campo Magnético";
- Assim que localizado o *kahoot* com respectivo questionário, clique sobre ele para abri-lo;
- Neste momento o professor tem duas opções: clicar em *play* e programá-lo para seus alunos, ou clicar em editar caso queira realizar alguma alteração no questionário;
- Optando pelo *play*, abrirá uma nova janela, com as opções ensinar (quando o professor projeta o questionário no projetor multimídia e realiza em tempo real com os alunos) ou atribuir (quando o professor atribui uma tarefa para os alunos, e os mesmos respondem cada um no seu tempo);
- Escolhendo a opção atribuir, abrirá uma nova janela na qual o professor irá programar a data final que o questionário aceitará as respostas, horário, tempo para cada pergunta, limite de jogadores, entre outros itens. Assim é só clicar no botão Criar;
- Neste momento aparecerá duas opções para o professor disponibilizar o questionário para seus alunos, através de copiar URL (*link*) ou copiar o PIN;
- Na implementação do produto educacional, será disponibilizado o PIN aos alunos;
- Será solicitado que os alunos digitem kahoot.it no navegador *google* de seus *smartphones* e na sequência insiram o código do PIN disponibilizado pela professora.

Fonte: Autoria própria (2022).

4.4.4 Atividade 4: questionário

Com objetivo de analisar a evolução na construção dos conceitos estudados e retornar às questões exploradas no decorrer da aplicação da proposta didática, os

estudantes devem responder a um novo questionário de forma escrita, disponível no Quadro 22.

Quadro 22- Questionários de construção do conhecimento

Questões		
<p>1- Em quais situações cotidianas, próximas ou não de nós, notamos a presença de campos magnéticos?</p> <hr/> <hr/> <hr/>		
<p>2- Saberá dizer, resumidamente, como os campos magnéticos são gerados, nas situações comentadas na questão anterior?</p> <hr/> <hr/> <hr/>		
<p>3- Como é o funcionamento da bússola?</p> <hr/> <hr/> <hr/>		
<p>4- De acordo com seus conhecimentos, assinale quais objetos são atraídos e quais não são atraídos:</p>		
Objetos/Materiais	É atraído	Não é atraído
1 - clips (aço galvanizado)		
2- tampas de caneta (plástico)		
3- chumbada de pesca (chumbo)		
4- pregos (aço carbono)		
5- arruelas (aço carbono)		

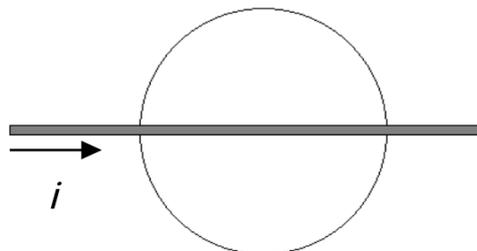
6- aliança (ouro)		
7- botões (plástico)		
8- conectores (aço carbono)		
9- lacre de latas de refrigerante (ligas de alumínio)		
10- haste de inox (liga metálica)		

5- Quando realizou a atividade anterior, as respostas do experimento eram o que esperava? O que pode aprender por meio desta atividade?

6- Indique o que se espera sobre o comportamento dos Polos Magnéticos dos ímãs. Marque um X na resposta correta:

Força entre as Extremidades de Ímãs em Barra	Atração	Repulsão
Norte com Norte		
Norte com Sul		
Sul com Sul		

7- Suponha o desenho no qual mostra uma bússola abaixo de um fio com corrente elétrica.



8- Desenhe as linhas de campo magnético na situação abaixo, na qual o círculo representa a seção transversal de um fio corrente elétrica saindo do papel.



9- Qual a relação entre a intensidade do campo magnético e a intensidade da corrente?

10- Qual a relação entre a intensidade do campo magnético e a distância do fio percorrido por corrente elétrica?

11- Teria algo a dizer sobre as aulas que tivemos juntos? Seu conhecimento sobre o tema foi expandido? Comente.

● Pontos positivos: _____

● Pontos negativos: _____

Fonte: Autoria própria (2022).

4.4.5 Atividade 5: construção mapa mental

Com intuito de simplificar, organizar e registrar de forma objetiva as principais ideias escritas pelos estudantes no questionário anterior, será proposto a eles a construção de um mapa mental conforme ilustra o Quadro 23, o qual exige do

educando uma estrutura organizada com palavras, desenho, cores entre outros ações, de forma hierárquica entre os conceitos trabalhados.

Quadro 23- Construção do mapa mental

Mapa Mental

Com base nas respostas obtidas por você, construa um mapa mental, destacando as principais ideias:

CAMPO MAGNÉTICO

Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste produto consiste em uma tentativa de desenvolver atividades experimentais investigativas para o ensino de geração de campo magnético na disciplina de Física, como uma proposta metodológica condizente com os estudantes do século XXI. Nesse viés, a presente proposta de ensino utilizou-se das metodologias ativas e dos Três Momentos Pedagógicos como planejamento e organização das aulas.

Espera-se que a proposta didática contribua para uma maior interação entre professores e estudantes, proporcionando um olhar diferente para a disciplina de Física. Essa proposta, devidamente implementada, promove a possibilidade de despertar o interesse do estudante, proporcionando-lhes ser o centro do processo de ensino e aprendizagem, os protagonistas do desenvolvimento da proposta didática e corroborando com a construção do conhecimento dos colegas.

A proposta didática está dividida em quatro módulos. Sua descrição demonstrou-se ampla, no entanto, o professor poderá aplicá-la na íntegra ou implementar cada módulo individualmente, adaptando-a a sua realidade.

Pesquisas voltadas para o ensino de Física mostram que as metodologias de ensino tradicionais, com foco no professor e totalmente expositivas, não favorecem o processo de ensino e aprendizagem. O presente trabalho é uma demonstração de tentativa de quebrar essa prática e trazer subsídio para a prática docente e para futuras pesquisas sobre o tema. Nesse sentido, espera-se que a organização da proposta didática no percurso didático dos Três Momentos Pedagógicos com foco no conteúdo magnetismo, o qual apresenta-se por vezes de difícil compreensão ao educando, possa corroborar e potencializar o processo de ensino e aprendizagem centralizando a construção de conhecimento no educando.

REFERÊNCIAS

- AMALDI, U. **Imagens da Física - As idéias e as experiências do pêndulo aos quarks**. São Paulo: Scipione, 1995.
- BATISTA, M. C.; SCHIAVON, G. J.; BATISTA, D. C. **Física Geral**. Maringá-Pr.: Unicesumar, 2018.
- BRASIL. **BNCC - Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Brasília, 2017.
- BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**. Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002.
- CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora, estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”**. Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.
- GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática, 2013.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física, volume 3: eletromagnetismo**. 10. ed. [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2020.
- HÜLSENDEGER, M. J. V. C. História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.9, n.2, pp. 1-16, 2007.
- JÚNIOR; M. de S. L. P.; NETO, J.E.S. Situações-problema como Estratégia Didática para o Ensino dos Modelos Atômicos. **R. B. E. C. T.**, vol 8, núm. 2, mai-ago.2015.
- MACHADO, K. D. **Teoria do eletromagnetismo**, v. 2, 2. ed., UEPG, Ponta Grossa, 2002.
- MORAN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. [Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II] Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales (orgs.). PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.
- ROCHA, J. F. M. **Origens e evolução das ideias da física**, EDUFBA, Salvador, 2011.
- PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Paraná, 2008.
- SALES, J. P. A.; ARAÚJO, L. C.; MAIA, P. H. D.; LOBO, M. P.; BARRETO, P.G. **Ensino e aprendizagem de eletrostática utilizando os três momentos**

pedagógicos de Delizoicov e Angotti. Revista do Professor de Física, v. 4, n. 2, p. 55-65, Brasília, 2020.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. **Physics for Scientists and Engineers**, 6. ed., 2004.

SILVA, C. X. da; BARRETO FILHO, B. **Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna.** 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

SILVA, D. O.; CASTRO, J. B.; SALES, G. L. Aprendizagem baseada em projetos contribuições das tecnologias digitais. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia.** Canoas, vol. 7, n.º 1, p. 1-19. 2018.

TRÍBOLI, Edison Paulo De Ros. **Mapas mentais: uma introdução.** 2004. Apostila da disciplina de Assunto Transversal: técnica para aumento de produtividade pessoal, ofertado pela Escola de Engenharia Mauá, do curso de Habilitação Engenharia de Alimentos, São Caetano do Sul.

UZUN, M. L. C. **As principais contribuições das Teorias da Aprendizagem para à aplicação das Metodologias Ativas.** Revista Thema, v.19, n.1, p. 153-163, 2021.

VASCAK. Disponível em:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_vodic&l=p
. Acesso em: 30 de out. 2021.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física III. Eletromagnetismo.** 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: Artmed, 1998.