

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS MEDIANEIRA**

GILSEMAR SEFSTROEM

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO E
A APRENDIZAGEM DE MAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO**

**MEDIANEIRA
2018**



SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE MAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

Gilsemar Sefstroem

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

Orientador: Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen
Coorientador: Prof. Dra Shiderlene Vieira de Almeida

MEDIANEIRA
Maio de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S453s

Sefstroem, Gilsemar

Sequência didática com atividades investigativas para o ensino e a aprendizagem de magnetismo no ensino médio / Gilsemar Sefstroem – 2018.

81 f. : il. ; 30 cm.

Texto em português com resumo em inglês

Orientador: Fabio Rogerio Longen.

Coorientadora: Shiderlene Vieira de Almeida

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Magnetismo. 2. Física - Experiências. 3. Ensino de Física - Dissertações. I. Longen, Fabio Rogerio, orient. II. Almeida, Shiderlene Vieira de, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD: 530.07

Biblioteca Câmpus Medianeira
Marci Lucia Nicodem Fischborn 9/1219

TERMO DE APROVAÇÃO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE MAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

Por

GILSEMAR SEFSTROEM

Essa dissertação foi apresentada às 14:00 horas, do dia 15 de maio de dois mil e dezoito, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, Linha de Pesquisa Física no Ensino Médio, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O (A) candidato (a) foi arguido (a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen (Orientador – PPGEF)

Prof. Dr. Fabrício Tronco Dalmolin (Membro Interno – UTFPR)

Prof. Dr. Flávio Francisco Ivashita (Membro Externo – UEM)

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Dedico este trabalho aos meus pais.
Evaldo e Noemia (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não atenderão a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

A todos os professores do mestrado, pela paciência, dedicação, e pela forma de conduzir nossa formação e principalmente pelo ambiente de harmonia e amizade.

Aos colegas de turma com os quais tive uma ótima convivência e troca de informações no decorrer do curso.

A Jéssica Glória Batista pela amizade, as valorosas sugestões e ajuda no decorrer dessa caminhada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Rogério Longen, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

A Professora Dr^a. Shiderlene Vieira de Almeida, com muita calma, carinho e dedicação no processo de coorientação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento a meus pais, Evaldo e Dona Noemia (in memoriam), pela educação que me proporcionaram.

A minha esposa, Silvana Batista de Souza, que tem sido parceira em todos os momentos.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira pelas condições proporcionadas para a realização desse curso de mestrado.

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Meu muito obrigado a todos.

Professor é profissão, não é algo que se define por dentro, por amor. Educador, ao contrário, não é profissão; é vocação. E toda vocação nasce de um grande amor, de uma grande esperança. (Rubem Alves, 2004).

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma sequência didática como uma estratégia para o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de eletromagnetismo. O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública estadual do oeste do Paraná e teve como público alvo alunos de uma turma do terceiro ano do ensino médio. Neste contexto, foram aplicadas atividades investigativas, levando em consideração que nossos alunos não são únicos, logo não se pode ter uma única forma de aprender ou ensinar. O embasamento teórico desta pesquisa se apoia em uma abordagem cognitivista. A finalidade dessa sequência didática consistiu em oferecer instrumentos que servissem de ferramentas que ajudem outros professores a interpretar e conhecer melhor o que se pode fazer neste âmbito, fundamentado na ideia de oferecer um ensino de qualidade capaz de promover a aprendizagem de nossos alunos. Na implementação, alguns aspectos que direta ou indiretamente, influenciaram positivamente no sucesso desse trabalho. Podemos destacar pontos como: a grande receptividade que as atividades investigativas tiveram por grande parte dos alunos, através do interesse e participação manifestada durante as aulas, principalmente alguns que nunca se manifestavam, passaram a questionar, interagindo com o grupo e o professor durante as atividades, buscando ampliar, relatar e comparar situações cotidianas com o que foi visto em sala de aula.

Palavras-chave: Ensino de Física, Sequência Didática, Magnetismo.

MEDIANEIRA
Maio de 2018

ABSTRACT

This work aimed to develop a didactic sequence as a strategy for the teaching and learning process of the electromagnetism content. The work was developed in a state public school in the western part of Paraná and it had as target audience students of a third year high school class. In this context, investigative activities were applied, taking into account that our students are not unique, so one can not have a single way to learn or teach. The theoretical basis of this research is based on a cognitive approach. The purpose of this didactic sequence was to offer tools that help teachers to interpret and better understand what can be done in this field, based on the idea of offering a quality education capable of promoting the learning of our students. In the implementation, some aspects, directly or indirectly, had a positive influence on the success of this work. We can highlight points such as: the great receptivity that the investigative activities had for most of the students, through the interest and participation during the classes, mainly some that never participate. They started questioning, interacting with the group and the teacher during the activities, seeking to expand, report and compare everyday situations with what was seen in the classroom.

Keywords: Physics education, Didactic Sequence, Magnetism.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ILUSTRAÇÃO CRIADA A PARTIR DE UMA FIGURA DE WILLIAN GILBERT, ONDE AS SETAS INDICAM AS AGULHAS EM EQUILÍBRIO [MARTINS, 2017].	5
FIGURA 2: IMAGEM ILUSTRATIVA DE UMA BALANÇA DE TORÇÃO [WEB-1].	6
FIGURA 3: (A) IMAGEM DE UM FRAGMENTO DE ROCHA DE MAGNETITA (Fe_3O_4). (B) CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE DOMÍNIOS FERROMAGNÉTICOS. AS SETAS REPRESENTAM A DIREÇÃO E O SENTIDO DA MAGNETIZAÇÃO [WEB-2].	7
FIGURA 4: A) LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA E POLOS MAGNÉTICOS E GEOGRÁFICOS SEPARADOS UM DO OUTRO EM $11,5^\circ$ [WEB-3]; B) LINHAS DE INDUÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO EM UMA ESFERA DE ISOPOR COM UMA BARRA DE IMA EM SEU INTERIOR [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	8
FIGURA 5: O PRÓTON DO HIDROGÊNIO PODE SER REPRESENTADO COMO UMA PEQUENA ESFERA (1) QUE POSSUI UM MOVIMENTO DE GIRO (SPIN) EM TORNO DO SEU PRÓPRIO EIXO (2). POR SER UMA PARTÍCULA CARREGADA POSITIVAMENTE (3) IRÁ GERAR UM CAMPO MAGNÉTICO PRÓPRIO AO SEU REDOR. (4) O ÁTOMO SE COMPORTA COMO UM PEQUENO DIPOLO MAGNETICO E (5) FORMA UM ÍMÃ COM MOMENTO MAGNETICO (μ) ASSOCIADO [WEB-4].	9
FIGURA 6: IMAGEM DE HANS CHRISTIAN OERSTED [WEB-5].	10
FIGURA 7: FOTO DE UM CONDUTOR METÁLICO PERCORRIDO POR UMA CORRENTE ELÉTRICA, REALIZADO DURANTE APLICAÇÃO EXPERIMENTOS [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	11
FIGURA 8: ANDRE-MARIE AMPÈRE [WEB-6].	12
FIGURA 9: EXPERIÊNCIA ORIGINAL DE AMPÈRE COM A QUAL OBSERVOU PELA PRIMEIRA VEZ A INTERAÇÃO ENTRE DOIS CONDUTORES CONDUZINDO CORRENTES ELÉTRICAS CONSTANTES [WEB-7].	13
FIGURA 10: A REGRA DE FLEMING, MÃO DO EXPERIMENTADOR INDICA O SENTIDO DA CORRENTE ELETRICA E CAMPO MAGNÉTICO [WEB-8].	14
FIGURA 11: REPRESENTAÇÃO DA DIREÇÃO E SENTIDO DA FORÇA MAGNÉTICA. A) I_1 E I_2 TÊM SENTIDOS CONTRÁRIOS À FORÇA DE REPULSÃO ENTRE OS FIOS, B) I_1 E I_2 MESMO SENTIDO FORÇA DE ATRAÇÃO [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	18
FIGURA 12: VETORES INDICANDO A DIREÇÃO DA CORRENTE ELÉTRICA (I), DO CAMPO MAGNÉTICO (B) E DA FORÇA MAGNÉTICA (F) [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	20

FIGURA 13: UM MOTOR SIMPLES CONSISTE DE UMA BOBINA QUE GIRA ENTRE DOIS ÍMÃS PERMANENTES. A) OS POLOS MAGNÉTICOS DA BOBINA (REPRESENTADOS COMO ÍMÃ) SÃO ATRAÍDOS PELOS POLOS OPOSTOS DOS ÍMÃS FIXOS. B) A BOBINA GIRA PARA LEVAR ESSES POLOS MAGNÉTICOS O MAIS PERTO POSSÍVEL UM DO OUTRO, MAS, C) AO CHEGAR NESSA POSIÇÃO O SENTIDO DA CORRENTE É INVERTIDO E D) AGORA OS POLOS QUE SE DEFRONTAM SE REPELEM, CONTINUANDO A IMPULSIONAR O ROTOR [WEB-9].	.22
FIGURA 14: SUPORTE COM ÍMÃ SUSPENSO [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	37
FIGURA 15: A) ESFERA SENDO CORTADA, B) ESFERA JÁ CORTADA COM ORIFÍCIO PARA ENCAIXAR O ÍMÃ [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	39
FIGURA 16: VARIAS IMAGENS DA BASE PARA O EXPERIMENTO DE OERSTED [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	41
FIGURA 17: VARIAS ÂNGULOS DA BASE UTILIZADA NO EXPERIMENTO DAS CONFIGURAÇÕES DO CAMPO MAGNÉTICO EM UM FIO [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	43
FIGURA 18: IMAGENS DOS VÁRIOS ÂNGULOS DO EXPERIMENTO INVESTIGATIVO COM SOLENOIDES [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	44
FIGURA 19: IMAGENS DO CONJUNTO QUE FORMA O BALANÇO MAGNÉTICO [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	46
FIGURA 20: MODELO DE MAPA MENTAL QUE FOI UTILIZADO NAS AULAS [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	57
FIGURA 21: AVALIAÇÃO GRUPO 01	58
FIGURA 22: AVALIAÇÃO GRUPO 02	59
FIGURA 23: AVALIAÇÃO GRUPO 03	60
FIGURA 24: AVALIAÇÃO GRUPO 04	61
FIGURA 25: AVALIAÇÃO GRUPO 05	62
FIGURA 26: MODELO DE MAPA MENTAL QUE FOI UTILIZADO NAS AULAS [FONTE: AUTORIA PRÓPRIA].	70
FIGURA 27: AVALIAÇÃO GRUPO 01	71
FIGURA 28: AVALIAÇÃO GRUPO 02	72
FIGURA 29: AVALIAÇÃO GRUPO 03	73
FIGURA 30: AVALIAÇÃO GRUPO 04	74
FIGURA 31: AVALIAÇÃO GRUPO 05	75

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: QUADRO CONSTRUÍDO PELOS ALUNOS.	52
QUADRO 2: RESULTADOS OBTIDOS POR GRUPOS.	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1. MAGNETISMO	4
2.1.1 Contextualização Histórica	4
2.1.2 Ímãs	7
2.2. ELETROMAGNETISMO	10
2.2.1 A Lei de Ampère e sua formulação matemática	14
2.2.2 Espira Circular	16
2.2.3 Solenoide.....	17
2.2.4 Força Magnética e a interação entre fios de corrente.....	18
2.2.5 Princípio básico de funcionamento de um motor elétrico	21
2.3. FUNDAMENTANDO O PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM.....	24
2.4. A INVESTIGAÇÃO POR MEIO DE EXPERIMENTOS	27
2.5. O QUE É UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	29
2.5.1 Os conteúdos conceituais.....	30
2.5.2 Os conteúdos procedimentais	31
2.5.3 Os conteúdos atitudinais	31
2.6. O PROCESSO DE AVALIAÇÃO E O ENSINO DA FÍSICA	32
3. ORGANIZAÇÃO DAS AULAS.....	35
3.1. 1º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 1,2 e 3.....	36
3.2. 2º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 4, 5 e 6.....	39
3.3. 3º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 7 e 8.....	41
3.4. 4º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 9, 10 e 11.....	44
4. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).....	48
4.1. ANÁLISES DA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).....	76
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

1. INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos na área do Ensino de Física tem a experimentação como foco de pesquisa. Em tais pesquisas evidencia-se que o professor faz pouco uso de atividades experimentais e quando as desenvolve normalmente é de maneira mais ilustrativa, limitando-se a execução de procedimentos sem que haja uma reflexão sobre a atividade que está sendo realizada. Ou seja, não há problematização. De fato, conforme relata OLIVEIRA a experimentação vem sendo discutida entre professores de forma bastante diversa.

“Apesar de tais interesses, vários docentes – mesmo aqueles que as aplicam com frequência em suas aulas – desconhecem muitas das possíveis contribuições e abordagens das atividades experimentais para o ensino de ciências ou, conforme ressaltam Galiazzi e colaboradores (2001), eles têm visões equivocadas sobre suas finalidades no contexto escolar” [Oliveira, 2010].

Os fatores que atrapalham essa realização são professores que não são formados na área, o pouco tempo que os professores de ensino médio têm para desenvolver sua atividade, o espaço físico que muitas vezes não é adequado para a prática proposta e também a falta de material acessível. Com base nestas dificuldades vivenciadas enquanto professor de ensino médio, desenvolvemos esta dissertação que poderá contribuir e auxiliar outros docentes do ponto de vista pedagógico.

Ao trabalhar como técnico de laboratório de Física na Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), sendo responsável pela montagem das aulas experimentais dos estudantes de graduação e ajudando na elaboração de roteiros para aulas de laboratórios, tive mais intimidade com o ensino experimental. Percebi que os laboratórios da instituição são utilizados, na maioria das vezes, para ilustrar conteúdos já consagrados na teoria, possuindo uma estrutura e equipamentos adequados para as aulas, enquanto nas escolas de ensino médio isso é diferente, o que provoca certo descontentamento com prática pedagógica no ensino básico de física, sabendo que a grande maioria das escolas públicas não possui tais recursos. Além disso, os alunos do ensino médio têm outros interesses, portanto, as formas e abordagens metodológicas com aulas de experimentação

devem ser pensadas utilizando novas ferramentas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

No intuito de tornar as aulas mais atrativas e participativas para nossos alunos, propusemos esse trabalho pensando-o na forma de uma sequência didática, e também como uma oficina, utilizando-se de atividades investigativas em nossas práticas didáticas. Sob a perspectiva de uma problemática de: observar, elaborar, testar hipóteses, argumentar, discutir, conforme são apresentados por OLIVEIRA, 2010 citando, (SUART; MARCONDES, 2008),

“[...] se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico” [SUART; MARCONDES, 2008, p.140 apud Oliveira, 2010].

Atualmente, exigir que um professor faça experiências sem ter o material didático necessário é querer o impossível. De outro lado, não é necessário possuir uma coleção de equipamentos prontos para ministrar aulas experimentais. A aula de Física não tem, por fim, admirar aparelhos, mas deve explicar, antes de tudo, os princípios. Desta maneira, podemos fazer uso de um conjunto de peças que nos permita montar diante dos alunos, realizar e explicar o assunto físico a ser abordado em nossas aulas. O objetivo desse trabalho é exatamente este, não possui nenhum equipamento pronto, além das bússolas, mas sim propostas de atividades investigativas que podem ser confeccionados pelo professor e/ou alunos utilizando materiais de baixo custo.

A finalidade dessa sequência didática consiste em oferecer instrumentos que sirvam de ferramentas e que venha ajudar outros colegas professores a interpretar e conhecer melhor o que se pode fazer, fundamentado na ideia de oferecer um ensino de qualidade capaz de promover a aprendizagem de nossos alunos.

Propomos oito atividades investigativas, divididas em oito aulas conforme definido no produto educacional que é a base desta pesquisa.

De fato, a sequência didática aqui apresentada propõe experiências qualitativas, para o ensino do magnetismo básico. Assim, os experimentos são de

fácil montagem, para que outros colegas professores e/ou alunos possam utilizar tal roteiro em suas práticas docentes/discentes.

É a partir dessas reflexões e das dificuldades enfrentadas em nossas práticas pedagógicas e com a vontade de sempre melhorá-la, que desenvolvemos este estudo acerca de sequência didática envolvendo atividades investigativas para o ensino do magnetismo. Compreendemos que todos os envolvidos neste processo deverão reconstruir seus saberes e rever suas estratégias.

Dentro da proposta de buscar melhorias para o ensino de Física, esse trabalho foi organizado em quatro capítulos, tendo sido proposto no primeiro capítulo à introdução e os objetivos desta dissertação.

No segundo capítulo, buscamos um amparo para a parte dos conceitos da Física, com uma contextualização história da evolução dos conhecimentos envolvendo magnetismo desde os primórdios até os pensamentos mais modernos, apresentando as relações entre eletricidade e magnetismo vindo consolidar a teoria do eletromagnetismo e suas aplicações.

Pensando em melhores formas de abordagens metodológicas para o ensino dos conceitos de Física, fundamentamos esta pesquisa com as teorias da aprendizagem, envolvendo assim uma proposta cognitivista com referência a Marcos A. Moreira e pressupostos da aprendizagem significativa [Moreira, 2014]. Outra teoria de ensino que complementa e embasa essa pesquisa, envolvem como deve ser uma sequência didática e as atividades investigativas, estas são melhores apresentadas pelos pesquisadores: Antoni Zabala [Zabala, 2014] e Anna M. P. de Carvalho [Carvalho, 2013].

Para o terceiro e quarto capítulo, apresentamos relatos do encaminhamento durante a implementação da sequência didática, acrescentando comentários de análise sobre cada atividade da aplicação proposta. Ao fim deste capítulo, mostramos os resultados da aplicação realizada com os alunos.

No quinto capítulo são apresentadas as considerações finais desse trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

“... antes de iniciar o estudo de eletricidade, eu resolvi não ler a matemática sobre o tema sem primeiro ler as “Pesquisas Experimentais em Eletricidade”, de Faraday” (J. C. Maxwell).

2.1. MAGNETISMO

2.1.1 Contextualização Histórica

Existem relatos sobre o surgimento das primeiras teorias sobre magnetismo ainda na Idade Antiga, porém, não há consenso quanto a uma data. Os gregos, desde a antiguidade, observaram que determinados fragmentos de rochas (pedras) da região da Magnésia, na Ásia menor, atraíam pedaços de determinados metais. A rocha encontrada era, na realidade, um tipo de minério de ferro chamado magnetita (Fe_3O_4), rocha da região da Magnésia. As rochas que contém este minério em sua composição e apresentam esta propriedade de atração são chamadas de ímãs naturais [Novak, 1999].

Os ímãs naturais foram pouco utilizados após sua descoberta, até ser observado que um ímã suspenso e com liberdade de movimento girava em torno de seu eixo de tal maneira que um de seus extremos apontava sempre para a mesma direção. Os pedaços de magnetita suspensos por um fio foram chamados de pedras guias e foram usados pelos chineses há mais de 2000 anos como bússolas primitivas para viagens nos desertos. Bússolas primitivas, feitas de ímãs naturais, foram também aproveitadas pelos desbravadores nas primeiras expedições marítimas [Nussenzveig, 1997].

Em 1263, Pierre de Maricourt, na *Epístola do Magneto* [Martins, 2017], realizou experimentos sobre magnetismo e escreveu o primeiro tratado existente sobre as propriedades dos ímãs, explicando como identificar os polos de uma bússola através de experimentos. Também descobriu que ao utilizar uma agulha ou um pedaço de ferro colocado em dois pontos ou mais pontos sobre a superfície da esfera magnética, ao traçar os círculos que indicavam a direção tomada por esses indicadores, a intersecção desses círculos indicavam a localização dos dois polos magnéticos. Portanto, as várias posições e direções do equilíbrio da agulha são

semelhantes da bússola, e as linhas que envolviam o ímã eram da mesma forma que os meridianos que envolviam a Terra [Martins, 2017]. A figura 1 representa melhor como seriam traçado tais círculos.

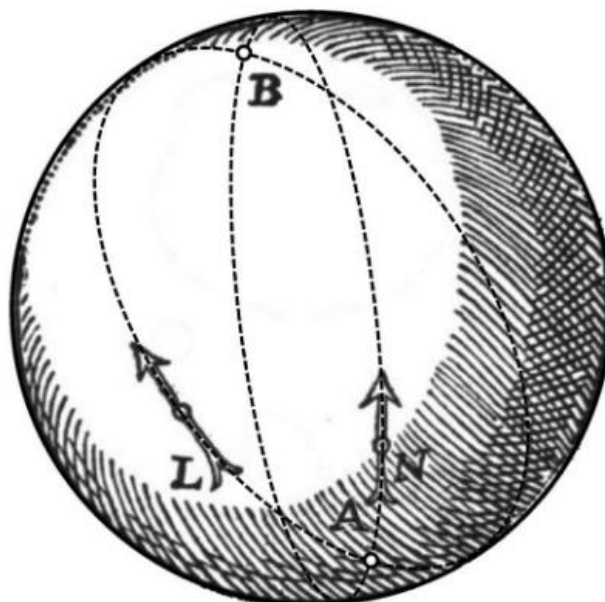


Figura 1: Ilustração criada a partir de uma figura de Willian Gilbert, onde as setas indicam as agulhas em equilíbrio [Martins, 2017].

Muitos verificaram que, independente da forma geométrica do ímã, sempre havia a existência de dois polos, denominados de polo norte e polo sul, e que próximo a essas regiões a força do ímã seria mais intensa. Em 1600, William Gilbert, um contemporâneo de Galileu e influenciado pelas ideias de Copérnico acerca do sistema solar, elaborou uma obra em seis volumes intitulada “*De Magnete*”, na qual descreve inúmeros fenômenos magnéticos. No último volume, Gilbert propõe um modelo para compreensão do alinhamento da agulha magnética de uma bússola, ou seja, do fato dela se orientar sempre na mesma direção. Em sua explicação ele propõe que a Terra é um ímã permanente. O fato do polo norte da agulha ser atraído pelo polo norte geográfico da Terra implica que este polo é, na realidade, o polo sul magnético. Isso é verificado quando se aproximam polos idênticos, sendo observada uma repulsão entre os mesmos, e polos distintos se atraem [Gonçalves Filho, 1997].

A atração e a repulsão dos polos magnéticos foram estudadas quantitativamente por John Michell em 1750 usando uma balança de torção, semelhante a esta da figura abaixo.

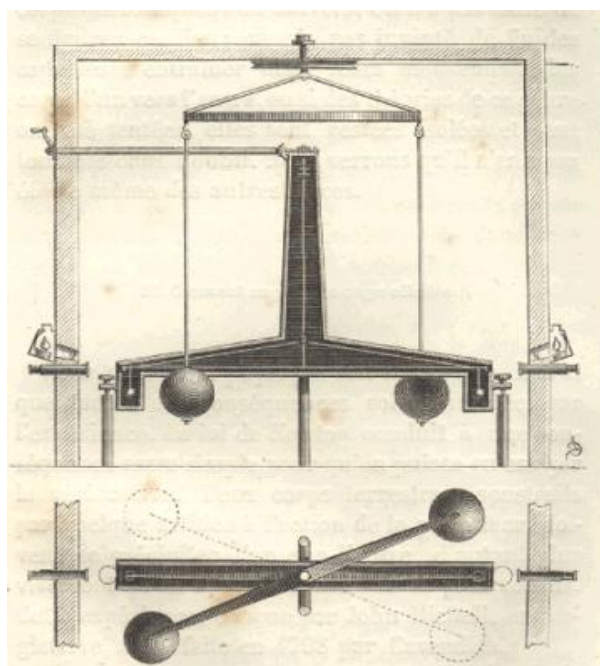


Figura 2: Imagem ilustrativa de uma Balança de Torção [Web-1].

Michell mostrou que a atração e a repulsão dos polos de dois ímãs tinham igual intensidade e variavam inversamente com o quadrado da distância entre os polos. Estes resultados foram confirmados logo após por *Coulomb*, admitindo que o magnetismo esteja contido em cada molécula do ímã, por isso, os polos sempre são aos pares. Mesmo dividindo-se um ímã em pedaços muito pequenos (infinitesimais), sempre teremos dois polos.

O físico Paul Dirac, no início do século XX, propôs uma teoria sobre os monopolos magnéticos, propondo a existência de uma hipotética partícula elementar que se comportaria como um ímã de um único polo, em termos mais gerais, o monopolo magnético teria carga magnética. Contudo, esta teoria não foi comprovada experimentalmente após inúmeras tentativas frustradas em detectar tais partículas elementares. Até o momento, não se tem evidência experimental concreta da existência de monopolos magnéticos. O interesse moderno se deve a física de altas energias, principalmente à teoria da grande unificação e a teoria das cordas que predizem sua existência [Preskil, 1984].

Acredito que com os avanços tecnológicos e os grandes aceleradores de partículas existentes, como o CERN (*European Organization for Nuclear Research*), em breve possamos ter uma resposta sobre a existência destas partículas, que se

realmente encontradas provocariam grandes mudanças no entendimento do eletromagnetismo.

2.1.2 Ímãs

São substâncias que possuem a maior parte ou todos os seus domínios magnéticos orientados em um único sentido, e tem ao seu redor um campo magnético, onde exercem ações magnéticas, como por exemplo a magnetita, representada na imagem a seguir, que é um ímã natural.

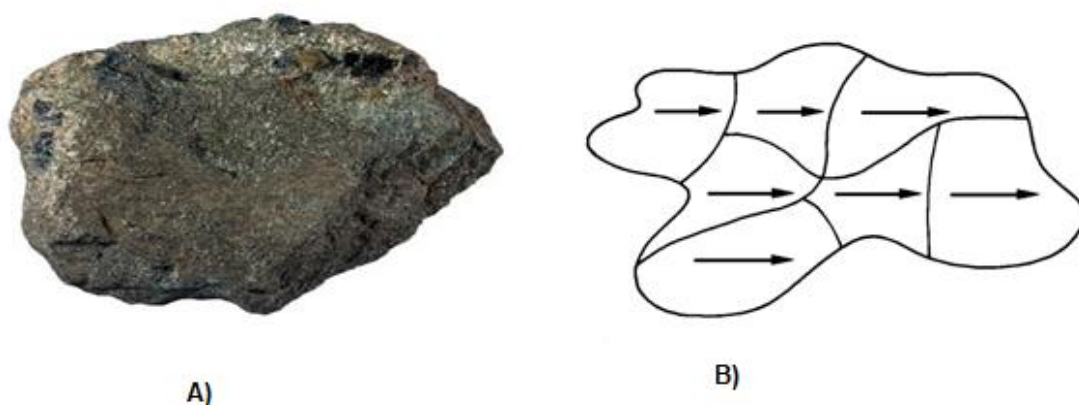


Figura 3: (A) Imagem de um fragmento de rocha de magnetita (Fe_3O_4). (B) Caracterização das estruturas de domínios ferromagnéticos. As setas representam a direção e o sentido da magnetização [web-2].

Todo ímã possui duas regiões denominadas **polos** (são os extremos de cada ímã onde este exerce de forma mais intensa ações magnéticas), o Polo Norte e o Polo Sul. Estes nomes são dados como consequência ao fato de que quando um ímã é suspenso, “sem atrito algum”, ele se orienta de acordo com os polos geográficos da Terra. Como exemplos, mostramos duas imagens caracterizando a linhas de indução de campo magnético, em analogia a esfera de isopor com enxerto de uma barra de ímã.

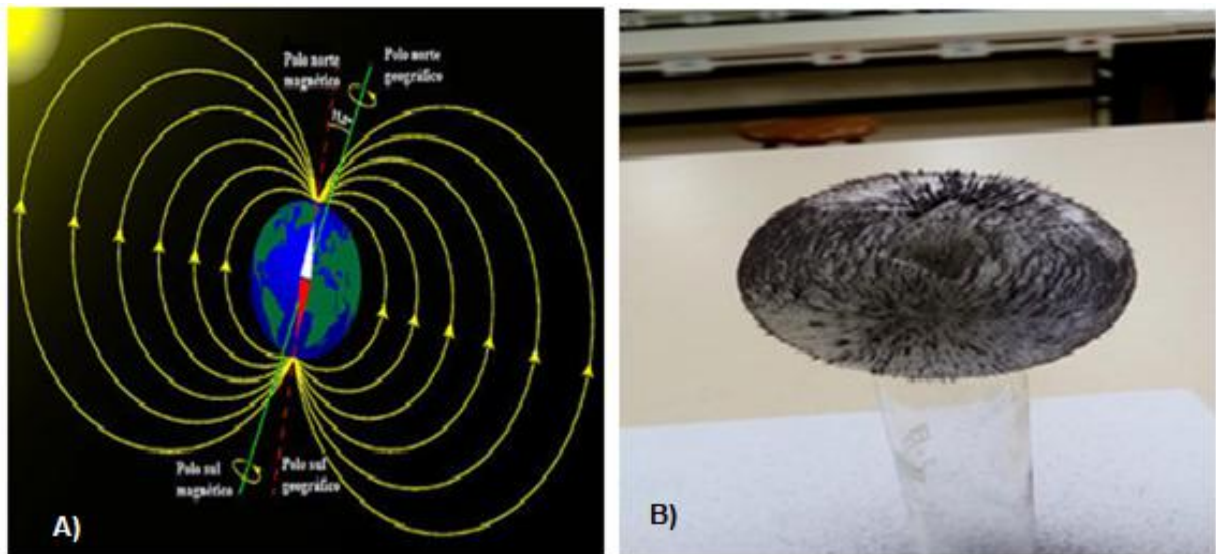


Figura 4: **A)** Linhas de campo magnético da Terra e polos magnéticos e geográficos separados um do outro em $11,5^\circ$ [Web-3]; **B)** Linhas de indução de campo magnético em uma esfera de isopor com uma barra de ímã em seu interior [Fonte: autoria própria].

2.1.3 O Magnetismo e o Elétron

Embora as forças elétricas e magnéticas estejam relacionadas, são de natureza diferente. As interações entre forças elétricas e magnéticas não existem na ausência de movimento. Ainda é completamente desconhecida a natureza das forças magnéticas de atração e repulsão, embora conheçamos as leis que orientam suas ações e como utilizá-las. Assim, como qualquer forma de energia, o magnetismo é originado na estrutura física da matéria, ou seja, no átomo. O elétron gira sobre seu eixo (spin eletrônico) e ao redor do núcleo de um átomo com uma rotação orbital.

Na maioria dos materiais, as combinações entre direção e sentido dos movimentos orbitais e rotacionais dos elétrons no núcleo do átomo acabam por anular os efeitos magnéticos, originando uma compensação e produzindo um átomo magneticamente neutro. Porém, pode acontecer uma resultante magnética quando um número de elétrons gira em um sentido e um número menor de elétrons gira em

outro. É o caso do átomo de ferro. Embora exista, de fato, um movimento de cargas elétricas em nível atômico, a corrente elétrica não está presente nos ímãs. Não devemos confundir esses dois fenômenos. Vejamos a figura 5 que ilustra o momento de dipolo magnético a nível atômico.

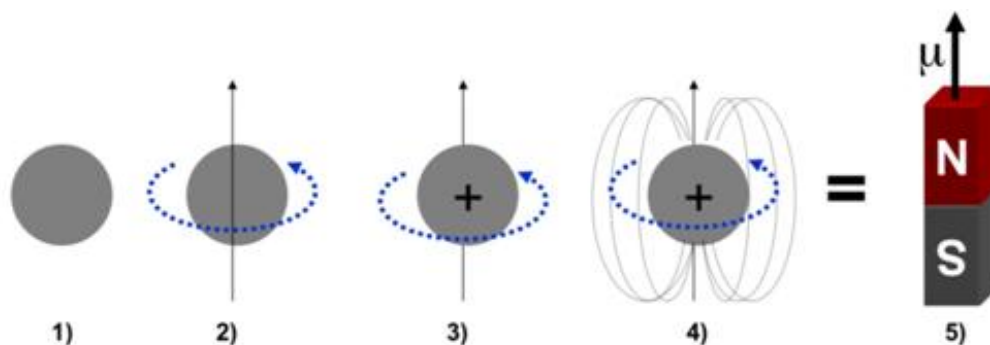


Figura 5: O próton do hidrogênio pode ser representado como uma pequena esfera (1) que possui um movimento de giro (spin) em torno do seu próprio eixo (2). Por ser uma partícula carregada positivamente (3) irá gerar um campo magnético próprio ao seu redor. (4) o átomo se comporta como um pequeno dipolo magnético e (5) forma um ímã com momento magnético (μ) associado [Web-4].

Assim, muitos dos elétrons dos átomos dos ímãs, girando ao redor dos seus núcleos em direções determinadas e em torno de seus próprios eixos, produzem um efeito magnético em uma mesma direção. Resulta, então, em um efeito magnético externo ao ímã. Este efeito é conhecido como Campo Magnético permanente e é representado pelas Linhas de indução de Campo Magnético, como será estudado adiante. As combinações dos campos elétrico e magnético compõem a denominada teoria do eletromagnetismo. [Assis, 2011]

Mais do que uma coletânea de textos, procurou-se neste momento propor ao leitor uma contextualização histórica, e em alguns momentos de reflexão, buscando a formação de conceitos sem inibir ou dificultar o fluxo espontâneo de conhecimentos prévios que vivência cotidiana ministra. As informações apreendidas pelo aluno por meio da observação e da interpretação dos fenômenos vivenciados ou reproduzidos em sala de aula, não são definitivas nem inquestionáveis, representando apenas algumas das possibilidades para a solução de problemas, sempre sujeitas à revisão e complementação.

2.2. ELETROMAGNETISMO

Pensar que eletricidade e magnetismo são coisas completamente separadas é um engano. A seguir veremos mais alguns efeitos produzidos pela corrente elétrica, além dos já conhecidos luz e calor, onde será constatada a relação entre a energia elétrica e magnética, dando origem aos fenômenos eletromagnéticos.



Figura 6: Imagem de Hans Christian Oersted [Web-5].

Oersted viveu em uma época em que o eletromagnetismo ainda estava engatinhando, nessa época nem existia tal termo. Desde os gregos a eletricidade e o magnetismo vinham se desenvolvendo ao longo da história por estradas distintas.

Tudo indica que pelo menos três séculos antes de Oersted já se sabia, por observações, que as bússolas eram perturbadas durante tempestades, e que, por ação de raios, sua polaridade podia ser invertida [Rocha, 2002].

Nessa época Hans Christian Oersted lecionava Eletricidade, Galvanismo e Magnetismo na universidade de Copenhague. Eletricidade significava eletrostática. Galvanismo referia-se aos efeitos produzidos pela corrente elétrica. Magnetismo tratava da antiga ciência dos ímãs, das agulhas magnéticas e do magnetismo terrestre.

Com a invenção da pilha eletroquímica de Alessandro Volta, esta possibilitou a realização de estudos mais detalhados sobre os efeitos produzidos pela corrente

elétrica. A sociedade científica buscava compreender os fenômenos elétricos e magnéticos, e já existia a ideia ou, pelo menos, a semente das ideias sobre a relação entre essas duas ciências, mas até então não havia sido realizado experimentos que mostrassem sem sombra de dúvida tal interação [Rocha, 2002].

A descoberta de Oersted divulgada em 21 de julho de 1820 marcou a evolução das ideias sobre eletricidade e magnetismo, vindo a desembocar na união de dois fenômenos. Oersted, ao preparar uma conferência sobre eletricidade e magnetismo, falaria sobre as possibilidades de se produzir fenômenos magnéticos a partir da eletricidade, [Rocha, 2002]. As experiências de Oersted mostraram que um condutor metálico percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor cujas configurações têm características especiais, como mostrado na Figura 7.



Figura 7: Foto de um condutor metálico percorrido por uma corrente elétrica, realizado durante aplicação experimentos [Fonte: autoria própria].

Ao posicionar uma bússola próxima a um fio percorrido por uma pequena corrente elétrica a agulha da bússola sofre uma pequena perturbação. Observe que as agulhas das bússolas mostram que as linhas de indução de campo magnético geradas por um condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica são circunferências concêntricas, contidas em um plano perpendicular ao condutor e com o centro no condutor. Em julho de 1820, Oersted, ao utilizar um aparelho galvânico muito mais poderoso, percebeu o mesmo fenômeno com muito mais clareza. Após várias repetições do experimento de forma controlada e cuidadosa acabou por conduzi-lo a ideia de um campo circular, assim, estabeleceu a lei

fundamental do eletromagnetismo que o campo magnético criado pela corrente elétrica se posiciona ao redor do fio condutor. A partir dessa descoberta surge uma nova ciência nascida da união entre a eletricidade e o magnetismo, o eletromagnetismo.

Embora Oersted tenha descoberto que um fio percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético a sua volta, foi André-Marie Ampère quem, matematicamente, deduziu esse campo. Podemos dizer que este foi o grande feito de Ampère, cuja lei desenvolvida recebeu seu nome como homenagem e detalharemos mais adiante.



Figura 8: Andre-Marie Ampère [Web-6].

Mais tarde em 1823, André-Marie Ampère apresentou à Academia de Ciências de Paris, o resultado de suas primeiras pesquisas sobre eletricidade e magnetismo. Ele realizou uma experiência na qual colocou paralelamente dois fios condutores.

Como Ampère relatou: Era preciso isolar o aparelho para evitar que durante a realização do experimento as pequenas perturbações provocadas pelo ar fossem evitadas. Desta forma foi projetada uma caixa de vidro, dentro desta eram colocados os condutores móveis na posição horizontal, apoiados em um pedestal com pontas de aço muito finas para reduzir ao mínimo os atritos que apoiava os dois condutores que deveriam ficar imóveis, e tinham suas extremidades ligadas a pilha para iniciar a

experiência [Assis, Chaib, 2011]. Segue a imagem do experimento realizado por Ampère.

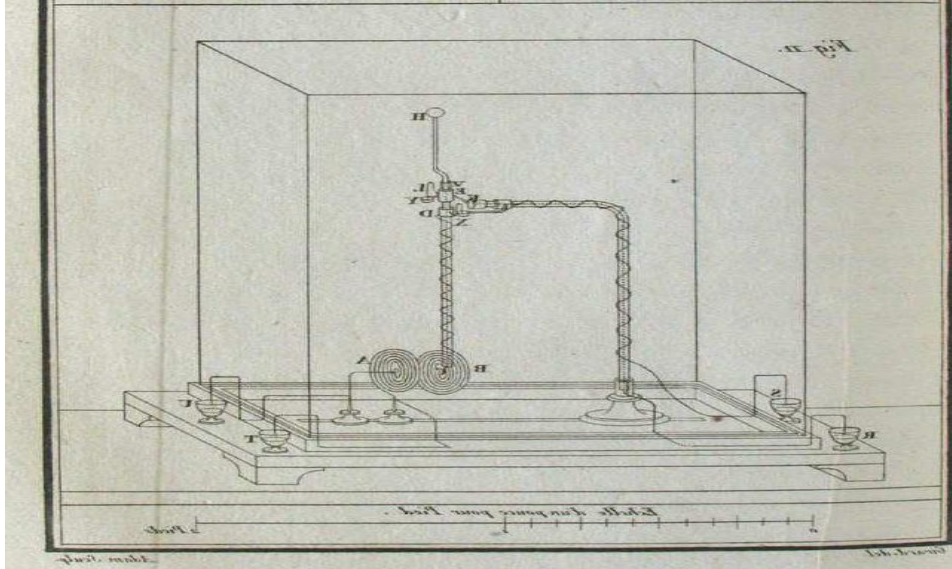


Figura 9: Experiência original de Ampère com a qual observou pela primeira vez a interação entre dois condutores conduzindo correntes elétricas constantes [Web-7].

Um condutor ficava suspenso sobre pontas finas e equilibrado de maneira que se movia com muita facilidade. O outro condutor ficava rigidamente mantido em seu lugar. Quando ele ligava ambos os condutores às baterias voltaicas, o condutor móvel se aproximava do fixo, ou dele se afastava, conforme o sentido da corrente em cada um deles. Quando as correntes tinham o mesmo sentido, os condutores se atraíam mutuamente. Quando tinham sentidos opostos, os condutores se repeliam.

No mesmo ano, Ampère publicou sua obra mais relevante, intitulada “Teoria dos Fenômenos Eletrodinâmicos”, deduzida unicamente da experiência, sendo comparada por muitos autores com a obra-prima de Isaac Newton, o livro “Princípios Matemáticos de Filosofia Natural”. Nessa obra, Ampère inseriu, além de relatos experimentais, a explicação de que o magnetismo em um ímã permanente é devido à eletricidade molecular. Posteriormente, os cientistas denominaram a unidade de intensidade da corrente como Ampère, em homenagem a relevância dos trabalhos de André-Marie Ampère.

2.2.1 A Lei de Ampère e sua formulação matemática

A Lei de Ampère afirma que o sentido do campo magnético é determinado pelo sentido da corrente. Dessa forma, invertendo o sentido da corrente, invertemos também o sentido do campo.

A pergunta é: Qual a direção e o sentido de desvio dessa agulha?

A forma mais fácil para se determinar essa direção e sentido é a utilização da regra da mão direita. Observe a figura 10:

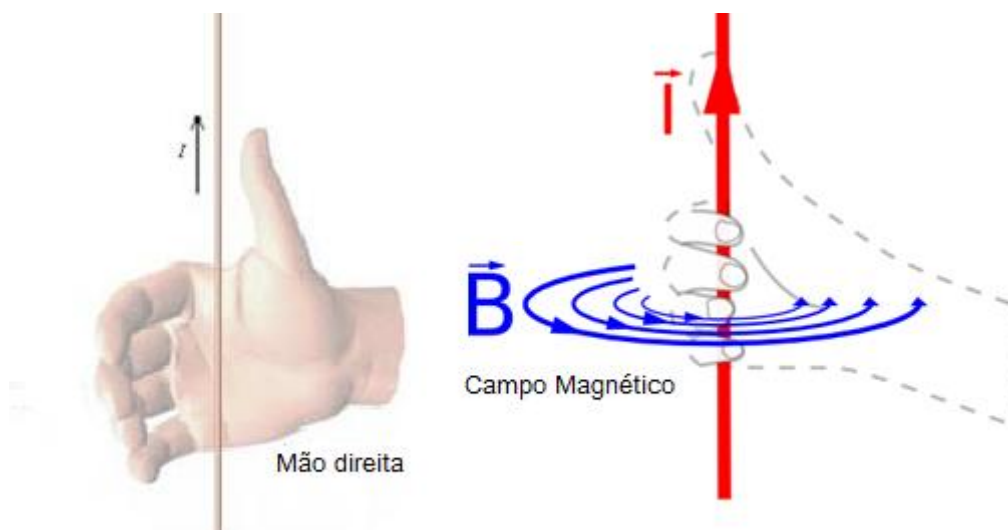


Figura 10: A regra de Fleming, mão do experimentador indica o sentido da corrente elétrica e campo magnético [Web-8].

O polegar está indicando o sentido convencional da corrente elétrica que está atravessando o fio, enquanto os demais dedos estão dobrados envolvendo o condutor em uma região onde seria colocada a bússola. Observamos aqui que os dedos indicam o giro do polo norte da agulha da bússola.

A descrição matemática dos fenômenos eletromagnéticos foi deduzida experimentalmente pelos físicos Jean Baptiste Biot (1774-1862) e Felix Savart (1791-1841) e não por Ampère como é descrito em alguns livros. A partir daí, Pierre Simon Laplace (1749-1827) encontrou o resultado teórico da ação infinitesimal de

um elemento de corrente sobre os polos de uma agulha imantada ou de um imã. Em um trabalho de 1824, Biot escreve:

“A ação de um fio conjuntivo e retilíneo sobre um elemento magnético, tal como acabamos de obter pelas experiências precedentes, é apenas um resultado composto; pois, ao dividir em pensamento todo o comprimento do fio em uma infinidade de 6 pedaços de um comprimento muito pequeno, vê-se que cada pedaço deve agir sobre a agulha com uma energia diferente, de acordo com a distância e de acordo com a direção segundo a qual sua ação é exercida. Ora, essas forças elementares são precisamente o resultado simples que é sobre tudo importante de conhecer, pois a força total exercida pelo fio é apenas a soma aritmética de seus efeitos. Mas basta usar o cálculo para ir desta resultante à ação simples: é o que fez o Sr. Laplace. Ele deduziu matematicamente de nossas observações a lei de força exercida individualmente por cada pedaço do fio sobre cada molécula magnética que apresentamos a ele. Essa força está dirigida, como a ação total, perpendicularmente ao plano obtido pelo elemento longitudinal do fio, e pela distância mais curta desse elemento até a molécula magnética solicitada. Sua intensidade, como nas outras ações magnéticas, é inversamente proporcional ao quadrado dessa mesma distância” [Assis, 2011].

Em linguagem matemática atual e no Sistema Internacional de Unidades (SI), a ação magnética descrita nas proximidades de um fio é dada por:

$$d\vec{B} = \frac{\mu}{4\pi} \cdot \frac{(id\vec{l}) \times \vec{u}_r}{r^2} \quad (2-1)$$

Observe que nesta equação, $id\vec{l}$ é um elemento de corrente do fio, um conceito inventado por Ampère para representar um comprimento infinitesimal do fio condutor no sentido da corrente elétrica, e que, de acordo com Laplace, Biot e Savart, é responsável pelo surgimento de uma ação magnética infinitesimal em um ponto do espaço a uma distância r do elemento de corrente. O sentido da ação magnética é dado pelo produto vetorial entre o elemento de corrente e o vetor unitário \vec{u}_r que aponta do elemento para o ponto onde se pretende calcular o campo e μ ($4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m/A) é a permeabilidade magnética do meio¹. Ao integrar-se a

¹A constante μ é também chamada de Permeabilidade do espaço livre. Este é um número exato e não uma constante empírica. Ela serve para definir o ampère, e o ampère, por sua vez, define o Coulomb. Um ampère é a corrente estacionária que quando presente em cada um de dois longos condutores paralelos separados por uma distância de um metro dá origem a uma força por metro de comprimento, entre eles, numericamente igual a 2×10^{-7} N/m [Griffiths, 2011].

equação de Laplace para o caso de um fio condutor retilíneo infinito de corrente elétrica agindo sobre os polos da agulha imantada de uma bússola encontra-se a ação total do fio como um todo sobre um elemento magnético qualquer (polo norte ou polo sul), que é inversamente proporcional à distância deste elemento ao fio.

Pode-se escrever a equação de campo magnético de forma simples, onde a direção é tangente à circunferência traçada no plano perpendicular ao condutor, com o centro no mesmo, conforme vemos a seguir:

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot r} \quad (2-2)$$

A direção e o sentido do vetor campo magnético são dados pela regra da mão direita. r é a menor distância do fio condutor em relação ao ponto onde se quer definir o módulo do campo magnético.

Outras situações podem ser analisadas onde um fio não é retilíneo, como veremos a seguir.

2.2.2 Espira Circular

Para este caso, pode-se calcular o valor do campo magnético no centro da espira, que depende do raio do círculo e da intensidade da corrente elétrica. Quanto maior a corrente elétrica, maior o valor do campo. Quanto maior o raio do círculo, menor o valor do campo, a expressão matemática que nos permite seu cálculo é a seguinte:

$B = \text{constante} \cdot \frac{i}{R}$, onde B é o valor do campo magnético, i é o valor da corrente elétrica e R o raio da espira.

A constante de proporcionalidade também depende do meio material que envolve o fio, como na situação de um fio retilíneo, vale $\frac{\mu}{2}$ (novamente, μ é a permeabilidade magnética do meio). A expressão final para o campo no centro da espira circular é:

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot R} \quad (2-3)$$

2.2.3 Solenoide

No caso do solenoide, pode-se calcular a intensidade do campo magnético em seu interior, ao longo do eixo central, o mais próximo do centro da circunferência. Seu valor depende da intensidade da corrente elétrica, do número de voltas N do solenoide e de seu comprimento L .

$B = \text{constante} \cdot \frac{N}{L} \cdot i$, onde B é o valor do módulo do campo magnético, i é o valor da corrente no fio, N é o número de voltas do fio no solenoide, e L é o comprimento do solenoide.

Vale ressaltar que quanto mais juntas às voltas estão umas das outras, maior o valor do campo magnético. A constante de proporcionalidade também depende do meio material que circunda o solenoide, e nesse caso vale μ . A expressão final fica:

$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} \cdot i \quad (2-4)$$

2.2.4 Força Magnética e a interação entre fios de corrente

Ampère imaginou que a presença de ímãs permanentes ou limalhas de ferro não era necessária para se observar a atração ou repulsão magnética. A partir daí ele posicionou dois fios retos e paralelos, próximos um do outro conforme foi apresentado na **figura 11**, quando o sentido das correntes elétricas era o mesmo nos dois fios, surgia uma atração entre eles, e quando os sentidos dessas correntes eram opostos, havia uma repulsão entre eles.

Ampère divulgou esses resultados logo após a descoberta de Oersted. Numa linguagem mais próxima dos físicos de hoje, podemos interpretar o experimento de Ampère da seguinte maneira: a corrente elétrica em um fio (1) cria um campo magnético B_1 na região ao seu redor. A corrente elétrica no outro fio (2) sente este campo e fica sujeita a ação de uma força magnética.

Representando o campo magnético nas vizinhanças dos fios 1 e 2 na **figura 11**, é observado que o campo magnético criado pela corrente no fio 1, no local onde está o fio 2, tem direção e sentido tal que está entrando no plano do papel. No local onde se encontra o fio 1, o campo magnético criado pela corrente no fio 2 tem direção e sentido tal que também está saindo do plano do papel. Para este caso a força magnética é perpendicular à corrente elétrica e de atração entre os fios 1 e 2.

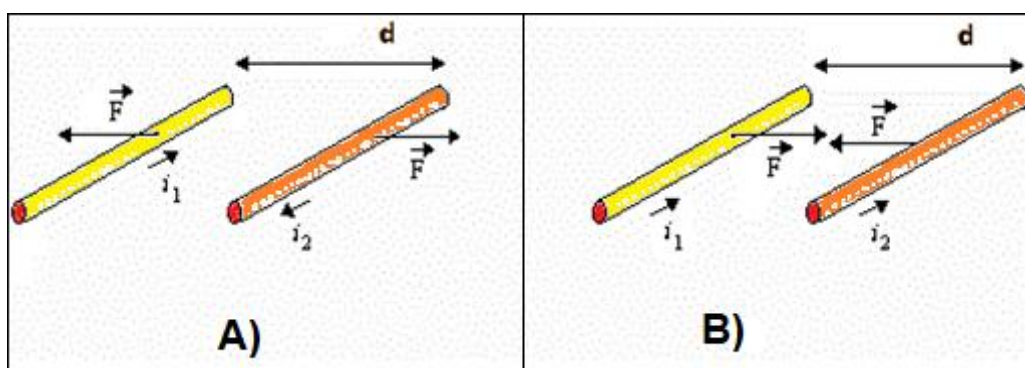


Figura 11: Representação da direção e sentido da força magnética. A) i_1 e i_2 têm sentidos contrários à força de repulsão entre os fios, B) i_1 e i_2 mesmo sentido força de atração [Fonte: autoria própria].

A experiência de Ampère mostra que há uma interação entre duas correntes elétricas existentes nos dois fios. Essa interação se manifesta através da ação da força magnética entre eles, e o campo magnético é o mediador dessa interação.

A intensidade da força magnética entre as correntes nos dois fios depende do valor das correntes, da distância entre os fios, do meio material que os envolve e de sua disposição. No caso particular de dois fios retos e paralelos, com corrente elétrica constante, a intensidade da força magnética é calculada pela expressão:

$$F = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2}{d} \quad (2-5)$$

Onde:

- ✓ **F** é o valor da força magnética medida em Newton (N);
- ✓ **μ** é a permeabilidade magnética do meio, medida em $\left(\frac{T \cdot m}{A}\right)$;
- ✓ **i_1 e i_2** são as correntes elétricas nos fios 1 e 2, medidas em Ampère (A);
- ✓ **d** é a distância entre os fios, medida em metro (m);
- ✓ **L** é o comprimento do trecho dos fios que está sendo considerado, medido em metro (m).

Ainda podemos calcular a intensidade da força magnética que age sobre um único fio, sujeito a um campo magnético externo. Para um campo uniforme, a intensidade da força dependerá das intensidades do campo externo e da corrente elétrica no fio, do comprimento do trecho desse fio inserido no campo magnético e também do ângulo entre o campo e a corrente elétrica.

Essa força tem características descritas a seguir:

- **Direção:** perpendicular a **B** e a **i**;
- **Sentido:** dado pela regra da mão direita;
- **Intensidade:** representado pela equação a seguir.

$$F = B \cdot i \cdot L \cdot \text{sen}\Theta \quad (2-6)$$

Para definir qual é a direção e o sentido dessa força vamos adotar a regra do tapa ou empurrão.

A regra da mão direita utilizada para determinar a direção e sentido da força magnética que atua sobre um condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica que se movimenta em um campo magnético é definida da seguinte maneira: os quatro dedos da mão indicam o sentido do campo magnético, o polegar é direcionado no sentido da corrente elétrica, ou seja, do polo positivo para o negativo da fonte, e o sentido do tapa (palma da mão) indica o sentido da força magnética, conforme é representado na **figura 12**.

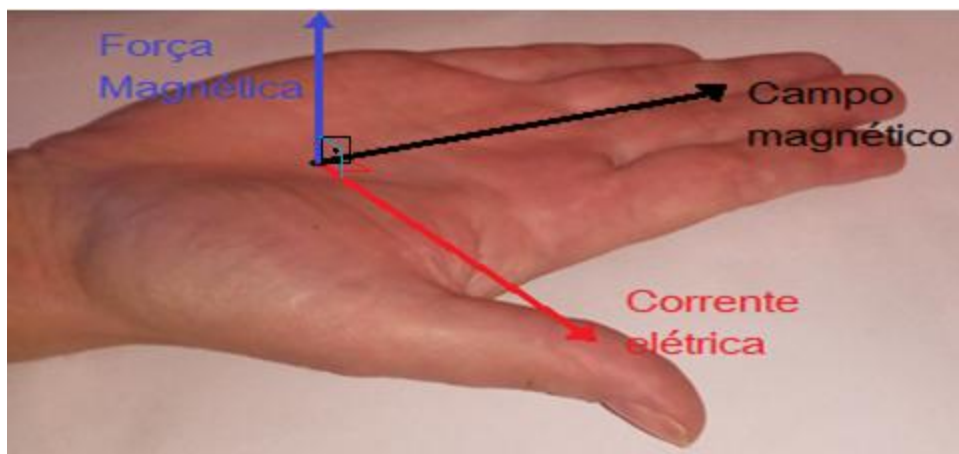


Figura 12: Vetores indicando a direção da Corrente elétrica (I), do Campo Magnético (B) e da Força Magnética (F) [Fonte: autoria própria].

Situações particulares para a força magnética atuando sobre condutores:

- **i e B têm direções paralelas (B paralelo a i).**

$$F = B \cdot i \cdot L \cdot \text{sen}\Theta, \quad \text{sen}\Theta = 0^\circ \quad \text{então } F_m = 0$$

- **i e B têm direções ortogonais (B perpendicular a i).**

$$F = B \cdot i \cdot L \cdot \text{sen}\Theta, \quad \text{sen}\Theta = 90^\circ \quad \text{então } F_m = B \cdot i \cdot L \quad (2-7)$$

Houve um grande avanço nas aplicações tecnológicas, graças a notável descoberta do efeito magnético da corrente elétrica, por Oersted, em 1820, mas

principalmente, o enorme avanço conceitual que ele significou. Neste mesmo ano, os franceses Dominique F. Arago e Joseph L. Gay-Lussac inventaram o eletroímã, que nada mais é do que uma aplicação tecnológica dos resultados obtidos por Oersted e que hoje é usado em alto-falantes, campainhas, guindastes, etc.

Ainda em 1820, foi descoberto outro fenômeno básico relacionado ao Eletromagnetismo, o qual hoje pode ser enunciado da seguinte forma: surgirá uma força sobre um condutor imerso num campo magnético, toda vez que por ele passar uma corrente elétrica. Este fenômeno é à base de funcionamento do motor elétrico, inventado pelo físico inglês Michael Faraday.

O motor elétrico é usado em qualquer dispositivo que transforme energia elétrica em energia mecânica, como é o caso do ventilador, furadeira e outros motores em geral. Na próxima seção explicaremos mais detalhadamente os princípios de funcionamento desses motores.

2.2.5 Princípio básico de funcionamento de um motor elétrico

Ao examinar os componentes básicos dos motores elétricos, vamos observar o que faz um motor girar. Para fazer isso iremos nos aproveitar de conceitos já conhecidos sobre os ímãs, forças magnéticas entre ímãs, ação dos campos magnéticos sobre as correntes etc., e, quando se fizer necessário, revisaremos algumas dessas importantes relações que existem entre eletricidade e magnetismo.

Para entender esta parte, de forma mais simples, usaremos apenas os conceitos de repulsão e atração entre polos magnéticos, em outros estudos, mais detalhados, faremos uso dos conceitos da ação dos campos magnéticos sobre as correntes.

O rotor do motor elétrico é um eixo com uma bobina, esta para iniciar seu movimento de rotação precisa de um empurrãozinho que normalmente é produzido

por forças de origem magnéticas, que são realizados por um estator, os estatores são bobinas fixas que ficam localizados na carcaça do motor e não se movimentam.

Assim, as forças de atração e repulsão, desenvolvidas entre os polos do estator e os polos do rotor, fazem o eixo do motor começar a girar.

Ao utilizar ímãs permanentes, mesmo para pequenos motores, pelo menos alguns dos ímãs do motor devem ser eletroímãs. Portanto, um motor não poderia funcionar sendo construído exclusivamente por ímãs permanentes. Pois é fácil perceber, que só existiria uma força magnética contrária para iniciar o movimento e logo estes ímãs permanentes entrariam em equilíbrio cessando o movimento.

Observe que é necessário que o estator ou rotor altere sua polaridade para garantir a rotação do eixo. **A figura 13** ilustra bem como tudo isso ocorre.

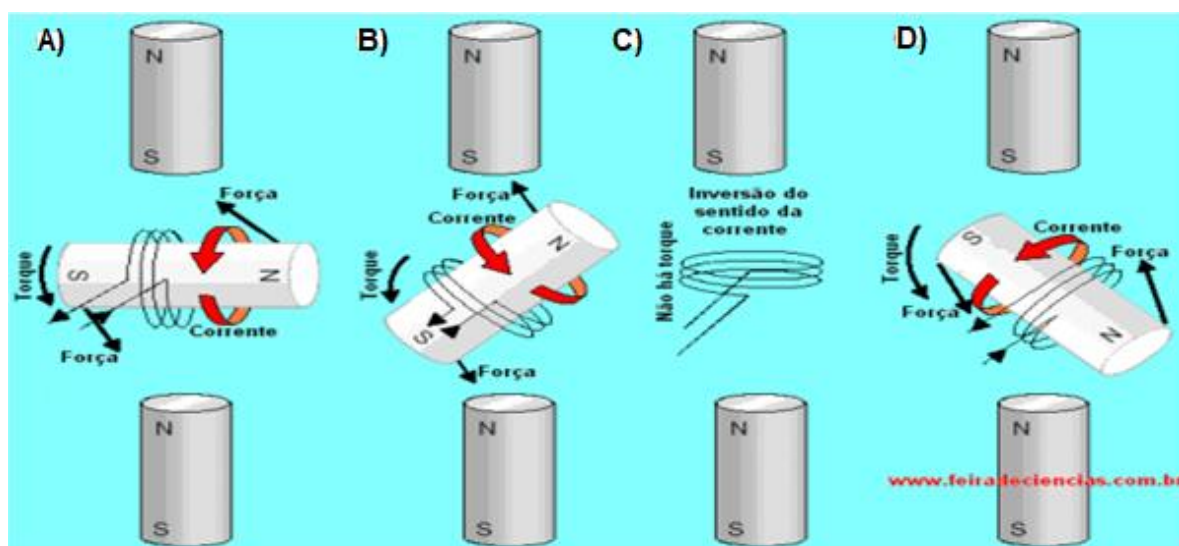


Figura 13: Um motor simples consiste de uma bobina que gira entre dois ímãs permanentes. **A)** Os polos magnéticos da bobina (representados como ímã) são atraídos pelos polos opostos dos ímãs fixos. **B)** A bobina gira para levar esses polos magnéticos o mais perto possível um do outro, mas, **C)** ao chegar nessa posição o sentido da corrente é invertido e **D)** agora os polos que se defrontam se repelem, continuando a impulsionar o rotor [Web-9].

Acima foi apresentado o princípio de funcionamento de um motor simples onde o estator é constituído por ímãs permanentes e o rotor é uma bobina por onde circula a corrente elétrica. Uma vez que as correntes elétricas produzem campo magnético a bobina se comporta como um ímã permanente, com seus polos Norte e Sul, como mostrados na **figura 13**.

Desta maneira um motor converte energia elétrica em mecânica ou em trabalho, portanto é necessário um fornecimento de energia elétrica.

A descoberta do fenômeno de indução eletromagnética, isto é, da produção de corrente elétrica em um circuito, a partir de efeitos magnéticos é outra contribuição importante para o avanço do conhecimento científico e tecnológico. O gerador mecânico de eletricidade inventado por Faraday, em 1831, é a aplicação mais conhecida deste fenômeno. Ele é usado nas usinas hidrelétricas para gerar energia, a qual é utilizada, por exemplo, no consumo doméstico. Este transforma energia mecânica em energia elétrica.

Enfim, podemos dizer que a ciência e a tecnologia revolucionaram nossas vidas. Mudanças estas que vem ocorrendo no cenário social mundial nas últimas décadas atribuídas a esses avanços científicos e tecnológicos tem desencadeado transformações em todas as áreas do conhecimento. Histórias de ficção passaram a ser realidade e muitas pessoas, ainda hoje questionam que sejam verdadeiras as imagens dos astronautas passeando na lua, ou então que um simples aparelho como o celular consiga transmitir imagens em tempo real de alguém do outro lado do planeta. A ciência e a tecnologia estão reservando papéis decisivos no futuro, especialmente considerando que os recursos naturais do nosso planeta são finitos e se encontram num acelerado processo de exploração e destruição.

2.3. FUNDAMENTANDO O PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

Neste trabalho a Sequência Didática (SD) foi elaborada visando aprimorar o processo de ensino e aprendizagem sobre o conteúdo de eletromagnetismo. O objetivo é o de contribuir com sugestões para que o professor disponha de atividades investigativas para o ensino de Física. A sequência didática aqui proposta evidencia a importância do estudo sobre o eletromagnetismo, bem como o papel da ciência e da tecnologia aplicado ao bem da sociedade.

Ao elaborar as atividades envolvendo o conteúdo de eletromagnetismo, optamos em seguir os pressupostos de uma sequência didática organizada com base em procedimentos investigativos contidos nos experimentos propostos. Seguiremos como referência os modelos teóricos de Piaget, Vygotsky e Ausubel por acreditar que uma teoria acaba por complementar a outra. Escolhemos este assunto em Física, por ser muito amplo, e acreditarmos que um trabalho bem feito com o conteúdo de eletromagnetismo possa estimular a curiosidade, o entusiasmo e a concentração na realização das atividades.

Acreditamos que aulas experimentais e atividades investigativas envolvendo eletromagnetismo podem resultar num trabalho bastante significativo. Para tanto os alunos devem ser estimulados a interagir, pensar, estruturar ideias, elaborar hipóteses, para enfim, chegar ao objetivo pretendido. Também considerando o auxílio dos colegas mais capazes e o confronto de ideias entre os do mesmo grupo, também a mediação do professor, nos permite assim referenciar de modo geral o processo de ensino-aprendizagem pautada na teoria de Vygotsky – o sociointeracionismo.

“A visão sociointeracionista apresenta a importância, em um processo de aprendizagem, da interação social com outros mais experientes nos usos das ferramentas intelectuais. A implicação desse fato para o ensino de Ciências é que as interações entre os alunos e principalmente entre o professor e alunos devem levá-los à argumentação científica e à alfabetização científica” [Carvalho, 2013, p 07].

Em vista dessa perspectiva que as atividades propostas aqui com os alunos realizando tarefas em grupo se enquadram nas abordagens dos teóricos citados.

Piaget organiza a construção do conhecimento da seguinte forma: a organização e a adaptação, em esquemas, assimilação e acomodação, teoria da Equilibração e estágios cognitivos. A aprendizagem está ligada com a aquisição de uma resposta particular, aprendida em função de uma experiência, obtida de forma sistemática ou não. Enquanto que o desenvolvimento seria uma aprendizagem de fato, sendo este o responsável pela construção dos conhecimentos.

Segundo Vygostky, o papel do professor é muito importante na construção do novo conhecimento, uma proposta sociointeracionista, o professor é quem elabora questões que orientará seus alunos potencializando a construção de novos conhecimentos, desta maneira o desenvolvimento cognitivo se dá através da conversão de relações sociais em funções mentais. Na perspectiva de Vygostky, o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. “Não é através do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo torna-se capaz de socializar, mas sim através da socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores” [Moreira, 2011].

A teoria de Ausubel tem como conceito central a aprendizagem significativa, um processo que a medida com a que o novo conteúdo é incorporado aos conhecimentos prévios do aluno, ocorre uma aprendizagem com significado. Neste processo, a nova informação se relaciona de maneira não substantiva e arbitrária a um aspecto relevante no conjunto de conhecimentos do sujeito.

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa pode acontecer de duas maneiras, as quais são:

Por recepção – O aluno recebe a informação pronta e o seu trabalho consiste em atuar ativamente sobre esse material, com o objetivo de relacioná-lo a conceitos relevantes em sua estrutura cognitiva.

Por descoberta – O aluno deve aprender sozinho. Deve descobrir algum princípio relação, lei etc. Depois da descoberta, se o conteúdo correlacionar-se aos subsunçores relevantes existentes na estrutura cognitiva, a aprendizagem será caracterizada como significativa. [Moreira, 2014]

Duas condições são necessárias para o efeito de uma aprendizagem com significado: uma remete à disposição para aprender do indivíduo, caso contrário à aprendizagem se houver se torna mecânica. A outra condição refere-se ao conteúdo escolar, este dever ser potencialmente significativo, ou seja, a pessoa deve ter em

sua estrutura cognitiva subsunções correlacionados com a nova informação de forma substantiva e não arbitrária tal qual o conteúdo a ser aprendido também deve ter significado lógico para o estudante.

Dentro desta perspectiva, é possível inserir uma metodologia a qual propõe atividades em que se possa reconhecer a socialização, o saber dividir, por intermédio da divisão de tarefas e a ausência do medo de errar, pois este oferece a oportunidade para o aluno entender o motivo do erro e busque uma nova forma de resolução para a questão, investigando e explorando por experimentos, ou seja, descobrindo por conta própria. Em poucas palavras, a construção de um conhecimento por intermédio da aprendizagem por descoberta de forma significativa e colaborativa.

Deixamos evidente a importância que o professor e o ambiente de ensino têm, devem ser estimulador e favorável. Portanto é dentro da visão cognitivista que fundamentamos nossa pesquisa, pois é de extrema importância que o professor trabalhe dentro de um contexto social, assim é incontestável que o ensino tem que ajudar a estabelecer tantos vínculos essenciais e não arbitrários entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios quanto permita a situação de aprendizagem. Dessa forma, a aprendizagem poderá ser significativa e satisfatória, completando o ciclo de desenvolvimento do aluno.

2.4. A INVESTIGAÇÃO POR MEIO DE EXPERIMENTOS

As aulas experimentais aplicadas para o ensino da Física podem ajudar no ensino e na aprendizagem como uma ferramenta na construção do conhecimento. Esta não tem como papel apenas demonstrar teorias e comprovar fenômenos, mas sim desenvolver competências e habilidades de investigação, nas quais o aluno desenvolve a observação, elabora hipóteses e modelos, pode medir avaliar e interpretar dados e resultados e são estes que ao serem discutidos, servem como apropriação de conhecimento e procedimentos científicos. Para Carvalho (2013), alguns pontos são importantes para a construção de conhecimentos do aluno que devem ser considerados durante o planejamento e a execução de atividades que envolvam a investigação por meio de experimentos:

- 1- A relevância de um problema para um início da construção do conhecimento.
- 2- A passagem da ação manipulativa para a ação intelectual.
- 3- A importância da tomada de consciência dos próprios atos para a construção do conhecimento.
- 4- As diferentes etapas das explicações científicas.

Levando em conta as propostas a serem desenvolvidas no campo de competências dos PCNs, a nossa preocupação está no campo de investigar e compreender, e os PCNs apresentam seguinte:

“É indispensável que a experimentação esteja 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 habilidade de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável” [PCNs, 2008].

Com base nos PCNs, os experimentos em Física devem ser vistos como uma estratégia entre os educadores dado o seu potencial em demonstrar ou reproduzir fenômenos em ambiente de sala de aula, além de facilitar a visualização e o entendimento de conceitos muitas vezes complexos ou abstratos. Estes experimentos têm como objetivo possibilitar que os alunos ampliem habilidades

necessárias para o se fazer ciência, desenvolvendo a argumentação e o raciocínio científico.

É com base nisso que a proposta aqui apresentada permite que tais atividades possam ser aplicadas em sala de aula ou em um laboratório com materiais de baixo custo. Esta sequência didática em eletromagnetismo propõem experimentos de simples demonstração, porém expressa um alto grau de hierarquia no campo das competências, por ser um material concreto onde o aluno vai manipular e trabalhar de uma forma diferente da maneira tradicional deixando de ser apenas um ouvinte. São experimentos qualitativos que apresentamos na tentativa de tornar o ensino de física mais agradável, mais dinâmico e mais adequado ao processo de construção do conhecimento científico.

2.5. O QUE É UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Ao tratarmos de uma sequência didática (SD) esta corresponde a um conjunto de atividades planejadas e interligadas entre si com a intenção de atingir determinado objetivo didático, ou seja, tornar mais eficaz o processo de ensino aprendizagem.

Uma SD pode ser organizada em torno de um conteúdo específico, podendo envolver diferentes componentes curriculares. No caso do ensino da Física é importante que o professor contemple aspectos da ciência e da linguagem e esteja atento para a fala, a leitura e a escrita dos alunos, ele é um mediador de todas as produções presentes na sequência didática, o professor de Física deve ser entendido também como professor de linguagem, uma vez que ensina os alunos a compreenderem e reproduzirem o modo como os cientistas falam e escrevem sobre o mundo que os rodeia.

O modelo de sequência didática a ser planejada está diretamente ligado com os objetivos que o professor pretende alcançar diante das necessidades dos seus alunos. Independentemente do modelo escolhido, em uma perspectiva sociointeracionista, os objetivos e necessidades devem estar baseados nos seguintes princípios didáticos: valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, ensino centrado na problematização, ensino reflexivo, com ênfase na explicitação verbal, ensino baseado na interação e na sistematização dos conhecimentos agregados, utilização de atividades diversificadas, desafiadoras e com possibilidade de progressão, lembrando que uma única atividade pode possibilitar diferentes conhecimentos e estimular diferentes habilidades. Nesta perspectiva, o aluno é o sujeito ativo na construção do seu conhecimento.

Ao pensar nos conteúdos de aprendizagem, e determinar as finalidades ou objetivos da educação, logo quais são os propósitos a serem alcançados nas aulas, nos deparamos com a seguinte pergunta. “Por que ensinar?”, logo devemos acrescentar a resposta. “O que ensinamos.” Para Zabala [Zabala, 2014, p. 31], este discurso deve ser mudado e pensado na forma que estes conteúdos devam ser apresentados para que o aluno consiga aprender, e assim, iniciamos com os

seguintes questionamentos: “O que se deve saber?”, “O que se deve saber fazer?” e “Como se deve ser?”.

As sequências didáticas são planejadas e desenvolvidas para a realização de determinados objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos professores, quanto pelos estudantes. Desta forma a organização articulada das atividades propostas em uma sequência didática é o elemento diferenciador dessa proposta, pois permitiu a elaboração de contextos de aprendizagem com a utilização de variadas estratégias didática. Vale ressaltar que na elaboração de tais atividades consideramos as características cognitivas dos alunos, a dimensão didática, a motivação para a aprendizagem, mas principalmente a significância do conhecimento a ser ensinado, segundo Zabala [Zabala, 2014, p. 38] a concepção construtivista permite compreender a complexidade dos processos de ensino/aprendizagem. Para esta concepção “o ensino tem que ajudar a estabelecer tantos vínculos essenciais e não arbitrários entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios quanto permita a situação”. Zabala, além de elucidar sobre as abordagens construtivistas e sociointeracionista ainda expõe sobre a aprendizagem dos conteúdos segundo sua tipologia [Zabala, 2014].

2.5.1 Os conteúdos conceituais

Abrangem os conceitos e princípios. Os conceitos se referem ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns, e os princípios se referem às mudanças que se produzem em determinado fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações e que, normalmente, descrevem relações de causa/efeito ou de correlação. Considera-se que o aluno aprendeu quando é capaz não apenas de repetir sua definição, mas também utilizá-la para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação, quando é capaz de organizar os fatos, objetos ou situações concretas naquele conceito que os inclui. [Zabala, 2014]

2.5.2 Os conteúdos procedimentais

É um conjunto de ações coordenadas dirigidas para a realização de um objetivo. São conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, espetar, etc. Em termos gerais aprendem-se os conteúdos procedimentais a partir de modelos especializados. A realização das ações que compõem o procedimento ou a estratégia é o ponto de partida. O segundo passo é que a exercitação múltipla fazê-lo tantas vezes quantas for necessário é o elemento imprescindível para o domínio competente do conteúdo. A reflexão sobre a própria atividade é o terceiro passo e permite que se tome consciência da atuação. O quarto e último passo é a aplicação em contextos diferenciados que se baseia no fato de que aquilo que se aprende será mais útil na medida em que se pode utilizá-lo em situações nem sempre previsíveis [Zabala, 2014].

2.5.3 Os conteúdos atitudinais

Englobam valores, atitudes e normas. Considera-se que o aluno adquiriu **valor** quando este foi interiorizado e foram elaborados critérios para tomar posição frente àquilo que deve se considerar positivo ou negativo. Que aprendeu uma **atitude** quando pensa, sente e atua de uma forma mais ou menos constante frente ao objeto concreto para quem dirige esta atitude. E que aprendeu uma **norma**, considerando três graus: o primeiro quando se trata de uma simples aceitação, o segundo quando existe uma conformidade que implica certa reflexão sobre o que significa a norma, e o último grau quando interioriza a norma e aceita como regra básica de funcionamento da atividade em grupo [Zabala, 2014].

2.6. O PROCESSO DE AVALIAÇÃO E O ENSINO DA FÍSICA

Para iniciar uma discussão sobre as formas de avaliação, é importante ressaltar que ela se faz presente no cotidiano escolar, é parte do trabalho dos professores. Tem por objetivo proporcionar subsídios para as decisões a serem tomadas a respeito dos processos de ensino/aprendizagem, que envolve a relação professor e aluno no acesso ao conhecimento.

É importante deixar claro que a avaliação se concretiza de acordo com o que se estabelece nos documentos escolares tais como: o Projeto Político Pedagógico da escola, a Proposta Pedagógica Curricular e o Plano de Trabalho Docente, documentos fundamentados nas Diretrizes Curriculares.

As Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCNEs 2008, p.32) apresentam de maneira ampla como avaliação deve ser pensada.

“Avaliação do processo ensino-aprendizagem, entendida como questão metodológica, de responsabilidade do professor, é determinada pela perspectiva de investigar para intervir. A seleção de conteúdos, os encaminhamentos metodológicos e a clareza dos critérios de avaliação elucidam a intencionalidade do ensino, enquanto a diversidade de instrumentos e técnicas de avaliação possibilita aos estudantes variadas oportunidades e maneiras de expressar seu conhecimento. Ao professor, cabe acompanhar a aprendizagem dos seus alunos e o desenvolvimento dos processos cognitivos” [PCNs, 2008].

É de conhecimento que a forma de registro da vida escolar de nossos alunos esteja atrelada a uma nota para sua aprovação, a avaliação será uma ferramenta para auxiliar no processo da aprendizagem, que possui como objetivo o crescimento e a formação do discente.

A LDB n°. 9.394/1996, estabelece o seguinte:

“Art. 12. Os estabelecimentos de ensino, respeitadas as normas comuns e as de seu sistema de ensino, terão a incumbência de:
V – prover meios para a recuperação dos alunos de menor rendimento;
(...)
Art. 13. Os docentes incumbir-se-ão de:
III – zelar pela aprendizagem dos alunos;
IV – estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento;
(...)” [LDB, 2017].

É com referência a estes documentos que propomos uma forma de avaliação que dê liberdade ao professor de avaliar seus alunos, fazendo uso de instrumentos diferenciados, sem se prender a forma tradicional de avaliação individual escrita, “**A prova**”. Assim, o processo de avaliação torna-se mais significativo contribuindo para professores e alunos no desenvolvimento da aprendizagem. Partindo da concepção de uma aprendizagem mais significativa, iniciamos a discussão sobre avaliação por meio de mapas mentais.

Para começar um trabalho com mapas mentais é importante diferenciar dois conceitos importantes, o de “estrutura cognitiva”, o principal, e o de “aprendizagem significativa”.

De acordo com Ausubel, a estrutura cognitiva é o principal fator que influencia na aprendizagem, pois é o conjunto de ideias presentes no indivíduo, bem como as suas organizações mentais, para um determinado assunto específico a ser usado. Assim, uma pessoa que possuir uma estrutura cognitiva terá facilidade em aprender um novo assunto [Moreira, 2014].

Isso acontece porque uma estrutura hierarquicamente organizada, ou seja, os conceitos e proposições mais inclusivos, e com maior poder de generalização, estão no topo da hierarquia e abrangem conceitos e proposições menos inclusivos, com menor poder de generalizações.

Para entender melhor vamos imaginar uma pirâmide. Agora inverta essa pirâmide, fazendo com que a base fique para cima e isso que deve ocorrer com os conceitos que o aluno deve aprender. Na base dessa pirâmide estão os conceitos mais abrangentes que possuem mais poder de inclusividade, logo aqueles que sejam mais amplos e que facilitem para que os alunos aprendam significativamente.

Segundo Tony Buzan (2009, p.10), mapa mental é uma ferramenta que mostra externamente o que está acontecendo dentro da sua cabeça, é uma ferramenta para o cérebro, para qualquer coisa que queira fazer em termos de pensamento, contemplação, cognição, criar, lembrar, etc. Partindo desse conceito, podemos fazer uso dos mapas mentais como uma ferramenta pedagógica eficiente e muito útil na revisão de conteúdo, perfeita para organização de ideias por meio de palavras chaves, cores e imagens em estruturas que se ramificam a partir de um conceito mais geral [Buzan, 2009].

O mapa mental ou imagem mental de cada indivíduo ou grupo de indivíduos, podem ser explicados por Piaget, conforme esclarece Moreira (p-100, 2014), da seguinte forma:

“Muitas vezes os esquemas de ação do aluno não conseguem assimilar determinada situação. Neste caso, o organismo (mente) desiste ou se modifica. No caso de modificação, ocorre o que Piaget chama de “acomodação”. É através das acomodações que se dá o desenvolvimento cognitivo. Se o meio não apresenta problemas, dificuldades, a atividade da mente é apenas, de assimilação, porém diante deles, ela se reestrutura e se desenvolve” [Moreira, 2014].

Assim, quando pensamos na palavra magnetismo, as várias memórias relacionadas a esta palavra, como uma rede, são importante você saber como sua memória funciona, você poderá utilizar o mesmo princípio para organizar suas ideias de uma forma mais eficiente para seu cérebro aceitá-las. Isto é importante, pois as informações se fixam em sua memória de longo prazo mais facilmente, facilitando o aprendizado.

Acreditamos que o uso desta ferramenta de ensino aprendizagem fará diferença na sala de aula, com uma forma eficaz no processo de desenvolvimento cognitivo. Deixaremos como sugestão aos professores o uso de mapas mentais em suas aulas como ferramenta pedagógica de avaliação para melhor assimilar e consolidar novos conceitos, tenho certeza, que, com esta experiência será verificado um melhor desempenho dos alunos através de estratégias que possibilitem uma maior interação entre os estudantes e o desenvolvimento cooperativo dos conteúdos com a confecção dos mapas mentais.

Portanto mapa mental será o instrumento de análise da aprendizagem utilizada nesta pesquisa, permitindo avaliar o nível de conhecimento dos conceitos investigados de eletromagnetismo.

3. ORGANIZAÇÃO DAS AULAS

A aplicação desta sequência didática foi organizada em quatro momentos, sendo aplicado nas seguintes datas:

- 26/10 → 1º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 1,2 e 3.
- 09/11 → 2º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 4, 5 e 6.
- 23/11 → 3º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 7 e 8.
- 07/12 → 4º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 9, 10 e 11.

A Sequência didática com atividades investigativas desenvolvidas durante as aulas possui um roteiro para cada atividade contendo um procedimento didático investigativo no qual o grupo de estudante deveria seguir para realizar as atividades.

Ao final de cada uma destas etapas era feito um fechamento com a classe para suprir eventuais dúvidas que surgiram durante a realização das tarefas. Os roteiros respondidos pelos alunos eram entregues ao professor no final de cada etapa para servir de material de análise para essa pesquisa, além desse material as atividades 6 e 11 eram avaliações de fechamento de cada grupo de atividades, estes por sua vez também serviam de material para análise aprendizagem.

Os materiais e Kits utilizados nas atividades foram desenvolvidos pelo professor durante as horas atividades, momentos estes que são disponibilizados para preparação da prática docente nas escolas estaduais. Outras informações e maiores detalhes dessa sequência didática podem ser obtidas no produto educacional que resultou esta pesquisa.

Nas próximas páginas seguem os roteiros utilizados durante as atividades investigativas, conforme as datas definidas no início deste capítulo:

3.1. 1º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 1,2 e 3.

ATIVIDADE 1: Buscando os conhecimentos prévios sobre Magnetismo

GRUPO:

Procedimento didático investigativo:

A aula será iniciada organizando a turma em grupos compostos de 5 alunos ou mais, dependendo do tamanho da turma estes grupos devem permanecer na mesma formação até o final da aplicação sequência didática, ou seja, até atividade 11 da 4º Etapa.

Após organização dos grupos, questionamos os alunos sobre seus conhecimentos prévios a respeito de ímãs. Para este objetivo, foi utilizada a aplicação de um questionário, usando as seguintes perguntas:

1. O que é um ímã?
2. Para que serve um ímã?
3. Você já utilizou um ímã? Dê exemplos.

ATIVIDADE 2: Caracterizar os materiais magnéticos e não magnéticos.

GRUPO:

Procedimento didático investigativo:

1. O que podemos dizer a respeito do comportamento dos materiais quando aproximados do ímã?
2. Elabore uma tabela, classificando os materiais que são atraídos pelo ímã e os que não são atraídos.
3. Faça novamente o procedimento anterior colocando uma folha de papel entre o ímã e os objetos e analise o resultado.
4. Em analogia com o campo gravitacional terrestre sabemos que ele diminui com a distância, ou seja, quanto mais longe da Terra estivermos menor será a força de atração. Agora você deve colocar um prego próximo do ímã e ao lentamente afastar o mesmo, o que será observado? Descreva.

ATIVIDADE 3: Identificando os polos magnéticos do ímã

GRUPO:

Procedimento Didático investigativo:

1. Com um ímã de polos não identificados, vamos deixá-lo suspenso por um fio de linha. Vale lembrar que essa montagem não deve ficar perto de objetos que contém objetos ou parte metálicos. (Exemplos: cadeiras, base de mesa, etc), segue imagens do suporte com ímã.

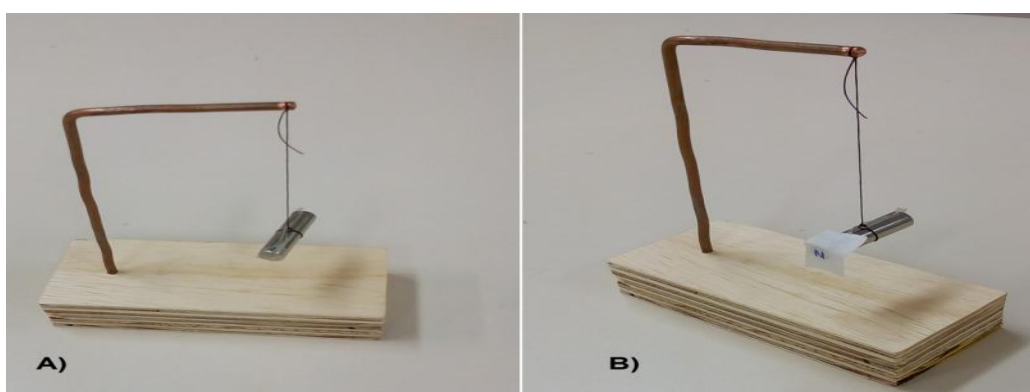


Figura 14: Suporte com ímã suspenso [Fonte: autoria própria].

2. Deixe o ímã entrar em equilíbrio, ou seja, parar de girar, nesse momento é só marcar com uma fita adesiva a extremidade que ficou voltada para a direção norte geográfica da Terra. Dessa maneira, será identificado o polo norte do ímã ou o polo convencional. A extremidade oposta representa o polo sul do ímã, para certifica-se desta observação, gire o ímã novamente quando o mesmo parar observe a sua orientação. (Para identificar os pontos cardeais, pode-se utilizar uma bússola, caso não tenha a bússola tradicional, utilize um aplicativo de celular ou smartphone, uma sugestão de aplicativo é o: **App Bússola Estabilizada** disponível gratuitamente no **Play Store**).

3. Pelo mesmo procedimento descrito acima, identifique os polos norte e sul de outro ímã.

4. Observe e descreva o que acontece quando:

a) O polo norte de um dos ímãs é aproximado do polo norte de outro ímã.

b) O polo sul do ímã é aproximado do polo sul do outro ímã.

- c) O polo norte do ímã é aproximado do polo sul de outro ímã.

- d) Com base nas observações anteriores, escreva a sua conclusão sobre a interação entre os polos de dois ímãs.

- e) Diante das observações que relação existe entre as forças de interação entre cargas elétricas e a força entre os polos magnéticos dos ímãs.

3.2. 2º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 4, 5 e 6.

ATIVIDADE 4: Simulação das linhas de campo magnético terrestre

GRUPO:

Procedimento Didático investigativo:

1. Abrir a esfera de isopor ao meio de maneira simétrica, algumas já possuem uma marca que serve de referência, inserir o ímã em seu interior e colar as partes para formar a esfera novamente.

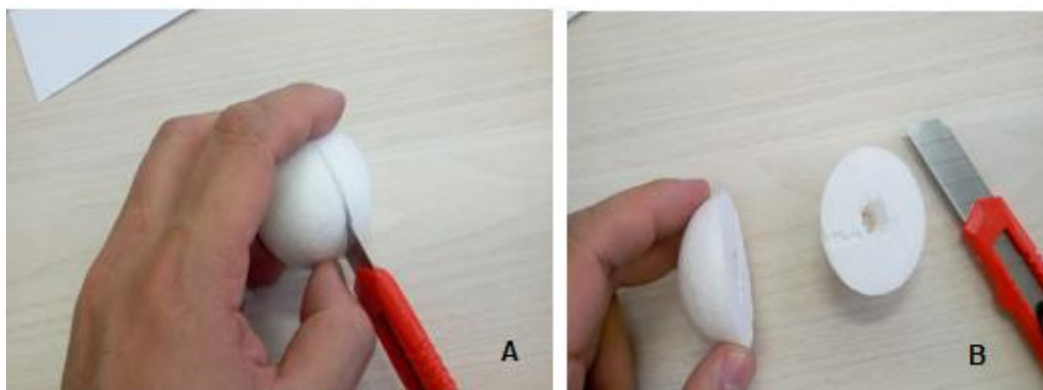


Figura 15: A) esfera sendo cortada, B) Esfera já cortada com orifício para encaixar o ímã [Fonte: autoria própria].

2. Cobrir com fita adesiva e polvilhar limalha de ferro sobre a esfera. Observe o que acontece e quais conclusões podem chegar?

3. Qual é o padrão formado pela limalha de ferro na superfície da esfera? Escreva e desenhe as formas representadas.

4. Qual a relação entre os polos do ímã no interior da esfera com os polos magnético terrestre?

5. Diante de todas estas observações, quais conclusões podem fazer sobre a relação do polo norte geográfico da Terra e o polo norte ou polo sul magnético? Justifique.

ATIVIDADE 5: As linhas de indução magnéticas nas proximidades do ímã

GRUPO:

Procedimento Didático Investigativo:

Passo a passo: *Recorte a chapa de isopor conforme o formato dos ímãs encaixe-os nos recortes, cubra os ímãs com a folha de papel A4 para evitar que a limalha de ferro suje o mesmo, posteriormente salpique sobre a folha a limalha de ferro, responda as questões a seguir.*

1. Utilizando apenas um ímã cubra com a folha A4, salpique limalha de ferro sobre o papel, desenhe as configurações formadas nas proximidades do ímã. Repita este procedimento usando outra face do ímã.

2. Utilizando dois ímãs, organize os ímãs de modo que eles sejam atraídos encaixe no recorte de isopor, cubra com folha A4, salpique limalha de ferro e desenhe as configurações representadas.

3. Novamente organize os ímãs de forma que um seja repelido pelo outro, salpique limalha de ferro e desenhe as configurações formadas.

4. Neste momento organize os ímãs da maneira que você achar conveniente, cubra com folha A4, salpique limalhas de ferro, observe, discuta em grupo e descreva as conclusões.

3.3. 3º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 7 e 8.

ATIVIDADE 7: Experiência de Oersted

GRUPO:

Procedimento Didático investigativo

Colocamos a bússola abaixo do fio de comprimento em torno de 25 cm, na direção Norte/Sul (ver figura). Ligamos as extremidades dos cabos com os polos das pilhas associadas em série ou com os terminais de uma fonte ajustada entre 1,5 á 9 Volts. Cuidado: não deixe o sistema ligado durante muito tempo, porque estamos fazendo um curto circuito nas pilhas ou fonte.

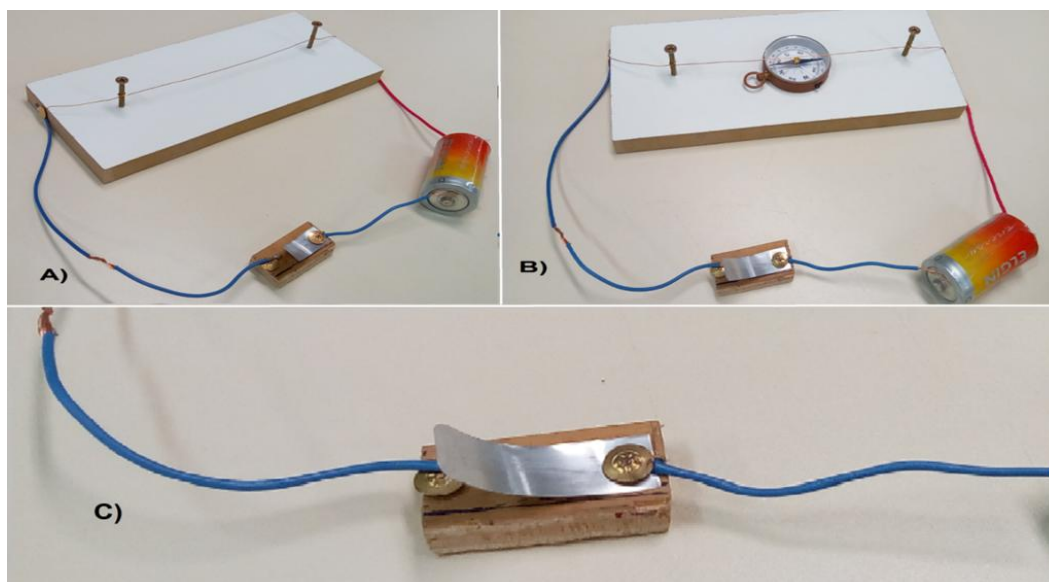


Figura 16: Varias imagens da base para o experimento de Oersted [Fonte: autoria própria].

Algumas observações devem ser efetuadas durante o experimento:

1. Ligando os fios das extremidades da base nas pilhas (9v), a agulha da bússola se desvia, continua desviada até desligarmos a corrente, repetindo o desvio é sempre para o mesmo lado?
2. O que aconteceria ao reduzir para uma pilha (reduzir para 1,5V) a ligação do experimento? O desvio é proporcional a tensão e corrente?

3. Invertendo o sentido da corrente elétrica (trocar as extremidades do fio com os polos das pilhas), que esta sobre a bússola, o desvio é em direção oposta?

4. Colocando a bússola um pouco acima do fio, o desvio é oposto? Como você explicaria isso?

5. Com base em suas observações, o que pode dizer sobre o comportamento de um fio condutor quando ele é percorrido por uma corrente elétrica?

ATIVIDADE 8: Caracterização das linhas de indução magnética em um fio

GRUPO:

Procedimento didático investigativo:

Para demonstrar as linhas de indução magnético ao redor de um único fio, seria necessário passar por este uma corrente elétrica de em torno de uns 100 Ampères, o que é difícil de obter-se. Portanto, optamos por trabalhar com uma corrente elétrica menor, mas deixando a corrente fazer o mesmo caminho por várias vezes, são 25 vezes, ou seja, 25 espiras, esta é a razão dos fios agrupados. Efetuamos a ligação em uma tensão de 2 ou 3volts.

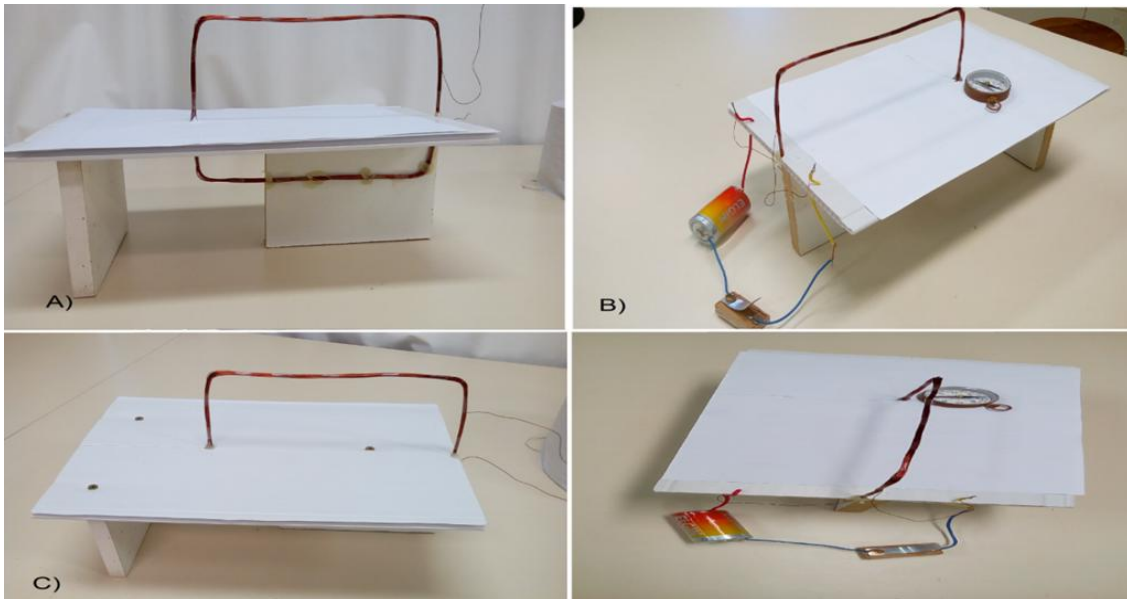


Figura 17: Varias ângulos da base utilizada no experimento das configurações do campo magnético em um fio [Fonte: autoria própria].

Questões que devem ser respondidas durante a realização do experimento:

1. Efetuado a montagem conforme proposto nas imagens acima, espalhamos limalha de ferro sobre as chapas de PVC na região central conforme a imagem B e por fim ligamos a corrente elétrica apertando o interruptor, convém bater levemente nas chapas enquanto a corrente estiver ligada, com isso é possível observar figura que é formada pela limalha de ferro.
2. Observamos que ao redor do fio formam-se círculos concêntricos. As linhas magnéticas não partem do fio elétrico, como os ímãs, mas envolvem o fio em círculos, ou melhor, em círculos fechados, com base nessas informações experimentais observadas é possível obter uma regra para o comportamento do campo magnético gerado ao longo do fio?
3. Recolhendo as limalhas de ferro, e Invertendo a polaridade dos fios e aproximando uma bússola no local onde estavam as limalhas de ferro o que podemos observar? A bússola sofre interferência?
4. Novamente invertendo a polaridade dos fios da bobina o que acontece com a agulha da bussola? Explique.
5. Como poderíamos representar estas linhas de indução magnética em um plano tridimensional? Faça um desenho representando estas linhas.

3.4. 4º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 9, 10 e 11.

ATIVIDADE 9: Comportamento das linhas de indução magnética em um solenoide.

GRUPO:

Procedimento Didático investigativo:

Passo a Passo: Construir um solenoide, conforme é apresentado nas imagens abaixo, nesta espalhe limalha de ferro e ligue as extremidades dos fios, a uma fonte ou pilhas com tensão em torno de alguns Volts, convém bater levemente no suporte do solenoide para melhor visualizar a formação das configurações da limalha de ferro.

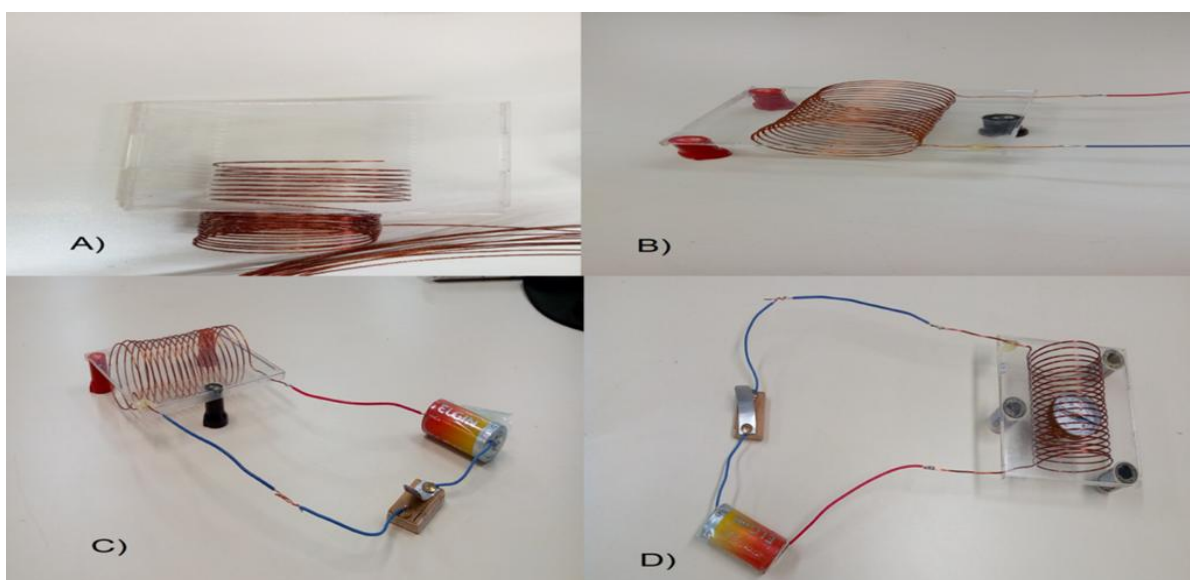


Figura 18: Imagens dos vários ângulos do experimento investigativo com solenoides [Fonte: autoria própria].

1. O que acontece com as limalhas de ferro no interior do solenoide?
2. As linhas formadas no interior do solenoide são semelhantes às linhas de um ímã permanente com os dois polos? Justifique ou faça um desenho representando estas linhas de indução magnética.
3. Acrescentar uma bússola ou celular com APP (GaussMeter) no interior do solenoide, observar o que acontece com a indicação da agulha da bússola em seu

interior? E na parte externa do solenoide?

4. Acrescentar um pedaço de ferro (prego) no interior do solenoide, neste momento repita a experiência?

5. Foi observado que o campo magnético fica muito mais forte, por que a bobina imanta o ferro em seu interior e este por sua vez, o atrai, por que isso ocorre?

6. Vamos calcular o campo magnético gerado nessa bobina? No caso desta um solenoide, pode-se calcular a intensidade do campo magnético em seu interior, ao longo do eixo central, o mais próximo do centro da circunferência. Seu valor depende da intensidade da corrente elétrica i , do número de voltas N do solenoide e de seu comprimento L :

($\mu=4\pi\cdot 10^{-7}\text{T}\cdot\text{m/A}$)

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

A corrente elétrica i pode ser calculado pela lei de Ohm e a relação entre resistência elétrica e a tensão aplicada à bobina. $R = \frac{U}{i}$, trabalhando algebricamente tem-se finalmente, $i = \frac{U}{R}$.

ATIVIDADE 10: Balanço magnético

GRUPO:

Procedimento Didático investigativo:

Passo a passo: A montagem deve ser baseada nas imagens que seguem abaixo. O fio que serve de balanço precisar ser flexível e passar no interior do objeto em formato de U (ímãs), este fio fica pendurado na entrada do ímã, com a montagem pronta conforme esta apresentada nas imagens é só iniciar o roteiro a seguir:

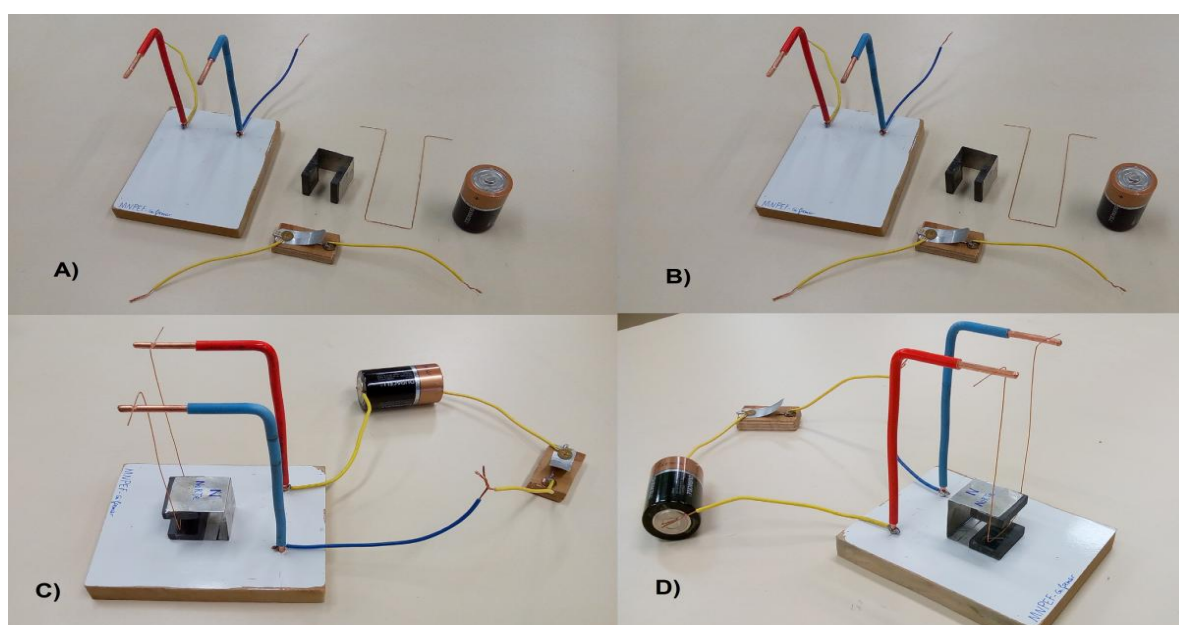


Figura 19: Imagens do conjunto que forma o balanço magnético [Fonte: autoria própria].

1. Ligando os fios conectados ao suporte de arame nos polos das pilhas que devem estar associadas em série, o fio de cobre é jogado para fora do suporte de ímãs em U, ou é atraído para dentro?
2. Invertendo a ligação elétrica do suporte, o que acontece com o fio suspenso? Afasta ou atrai? Por quê?
3. O magnetismo do ímã em forma de U e o magnetismo ao redor do fio são opostos, atraindo-se, ou são iguais, repelindo-se?

4. Utilizando dos conceitos trabalhados até agora, você deve definir a **regra dos três dedos da mão direita**, com o dedo polegar você indica o sentido da corrente elétrica, o dedo indicador a direção do campo magnético no interior do ímã em U e com o dedo médio ou a palma da mão a direção do movimento do fio ou a força magnética.

5. Um ímã pode movimentar um fio atravessado por uma corrente elétrica, como foi demonstrado experimentalmente isso serve para a base de funcionamento de quais aparelhos ou equipamentos elétricos?

4. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

A proposta de sequência didática que fundamentou este trabalho, descrito nos capítulos anteriores, está em acordo com os propósitos educacionais de que o ensino de Física deve estar o mais próximo e contextualizado com cotidiano do aluno. Assim deram fundamentação e nortearam uma intervenção realizada em sala de aula, no 3º trimestre de 2017, entre os meses de novembro e dezembro, com estudantes do 3º ano do ensino médio noturno de uma escola pública estadual com ensino fundamental e Médio, na cidade de Foz do Iguaçu-PR.

A seguir, apresentemos a proposta que foi construída e o contexto em que a mesma se desenvolveu. Tendo como pressuposto o que foi abordado nos capítulos anteriores, foi proposta uma sequência didática para abordar os conteúdos de eletromagnetismo no ensino médio.

A sequência didática utilizada como instrumento de ensino e aprendizagem, tem a função de ser mediadora do dialogo construtivista e sociointeracionista, entre professor/aluno e o conhecimento científico.

Os conteúdos da Sequência Didática aplicada faz parte das Diretrizes Curriculares, e encontram-se presentes em alguns livros didáticos referentes a esta série.

Apresentamos a seguir a Sequência Didática aplicada e elaborada com base nas Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual de Ensino [DCNEs, 2008].

- História do Magnetismo;
- Terra, Bússola e ímã: campo magnético, Interação entre materiais magnéticos e não magnéticos.
- Eletromagnetismo (Experiência de Oersted)
- O Campo Magnético num fio retilíneo, numa espira e num solenoide.
- Força Magnética sobre um condutor percorrido por corrente elétrica (Balanço magnético).

Das várias possibilidades para desenvolver estes conteúdos, aqui será apresentada uma delas, além da Sequência Didática estar próxima do processo de construção do conhecimento científico, pois estreita a forma tradicional das aulas,

apresentando uma situação problematizadora com questionamentos sobre ímãs e magnetismo de uma forma geral, e em meio a esta uma atividade experimental seguida da parte teórica, levando o educando a compreensão dos fenômenos em estudo relacionados com o seu cotidiano.

Assim, a elaboração e aplicação desta sequência didática aconteceram com objetivo de ser mais atrativa e facilitar o ensino-aprendizagem do nosso aluno, tendo como motivação atividades experimentais, que foram trabalhadas em grupos (formados com 5 alunos ou mais dependendo da turma). Nestas atividades experimentais o material para investigação, foi totalmente fornecido pelo professor, estas, por sua vez foram iniciadas através de diálogo didático e orientação do professor.

A atividade experimental em grupo foi escolhida, pois ela proporciona ao professor a capacidade de induzir os alunos a usarem a mesma linguagem, sendo que muita das dificuldades que ocorrem durante o processo de apropriação do conhecimento científico mais elaborado, são decorrentes das diferentes interpretações que os estudantes trazem para a sala de aula.

A opção pela atividade experimental histórica (Experiência de Oersted) dá oportunidade ao professor de resgatar o contexto histórico original em que o respectivo saber foi elaborado, e que muitas vezes não é encontrado nos livros de ensino médio ou então, não são abordados de forma correta uma vez que possuem relatos distorcidos.

As atividades experimentais foram desenvolvidas pelos estudantes em grupos e ao professor coube mediar a sequência das atividades através de diálogo para o auxílio da elaboração das hipóteses onde, ao final da atividade, pudessem construir concepções que se aproximassem mais do conhecimento científico.

As observações e relatos que foram alvo para registros durante a aplicação da sequência didática foram: opiniões, críticas, hipóteses, através da participação dos alunos durante as aulas. Para a coleta das informações foram utilizados os relatórios dos procedimentos didáticos investigativos elaborados pelos alunos, durante as atividades experimentais recolhidos no final de cada aula.

Ainda no final de cada aula era feito pelo professor uma conversa para sanar as possíveis dúvidas existentes durante a aula para:

- Verificar se uma atividade experimental contribuiu para melhor compreensão do conhecimento físico por parte do estudante e instigá-los a apresentar suas ideias.
- Verificar se através da atividade experimental o estudante conseguiu relacionar o fenômeno físico com os fenômenos ligados ao seu cotidiano.
- Proporcionar condições para a construção e aprendizagem de conceitos científicos de uma forma mais significativa e atrativa.

1º Etapa: 02 aulas de 50 minutos cada, aplicado no dia 26/10/2017.

Atividade 1: Buscando os conhecimentos prévios sobre magnetismo

Este primeiro momento aconteceu dentro da própria sala de aula, foram apresentadas as atividades que seriam propostas para iniciar a sequência didática e que esta etapa faria parte de um projeto de pesquisa e que as aulas teriam um encaminhamento diferente das aulas trabalhadas até o momento.

Os alunos demonstraram-se ansiosos, pois trabalhariam com atividades experimentais, e em alguns momentos poderia ser também utilizado o laboratório de ciências, alguns nunca tinham entrado no laboratório da escola. O objetivo das aulas era o de fazer com que os alunos conhecessem um ímã e caracterizassem materiais magnéticos e não magnéticos. Os alunos reuniram-se em cinco grupos com 6 integrantes cada. Organizados os grupos fomos instigando os alunos para que pudessem expressar seus conhecimentos prévios acerca do que sabiam sobre ímãs.

Para isso foram lançados questionários no quadro, impresso ou dialogado, usando como exemplo as seguintes perguntas: O que é um ímã? Para que serve um ímã? O que você pode fazer com um ímã? Você já utilizou um ímã? Dê exemplos. Combinei um tempo em torno de uns 15 minutos para discutirem e responderem as questões. Orientei para que respondessem sem copiar de livros ou celulares, pois gostaria de saber o que realmente eles sabiam sobre ímãs.

Seguem as respostas obtidas:

G1- “É um mineral com força de atração que atrai ou repele alguns tipos de metais”.

“É usado em alto falantes e fones de ouvido”.

“Pode ser usado em bússolas e até nos trilhos dos modernos trens-bala”.

G2- “Ímã é um objeto que possui uma aura de magnetismo, tendo assim um polo de atração e outro de repulsão”.

“Ele pode atrair certos materiais como ferro e aço”.

“Vários aparelhos de som usam o ímã para conduzir a corrente elétrica e assim formar o som”.

G3- “Ímã é um objeto capaz de reproduzir um campo magnético ao seu redor, possuindo dois polos principais: um de atração e outro de repulsão”.

“utilizando os ímãs no dia a dia, por exemplo, nos alto falantes dos aparelhos de som, são compostos por um conjunto formado por ímã”.

“Gerador de energia, motores pequenos elétricos, eletroímãs”.

G4- “É um objeto capaz de provocar um campo magnético a sua volta e pode ser natural ou artificial”.

“Os ímãs são corpos de materiais ferromagnéticos e atrai vários materiais. Ex. serve para grudar na geladeira para enfeitar”.

“Serve como um sensor para fazer o portão eletrônico parar, é usado em alto-falantes e muitos outros objetos”.

G5- “É um objeto que é atraído por ferro ou metal e atrai energia”.

“Para atrair objetos ou para grudar coisas”.

“Podemos pendurar coisas e a maioria dos objetos tem ímãs dentro deles”.

Atividade 2: Caracterizar os materiais magnéticos e não magnéticos.

Neste segundo momento da aula os grupos de alunos receberam um kit contendo ímãs e diversos materiais. Foi definido um tempo de uns 20 minutos para dar sequência realizando uma próxima atividade investigativa, caracterizando os materiais que são ou não atraídos por ímãs. Esta atividade possui um pequeno roteiro, que foi apresentado no capítulo anterior para que durante as investigações o

aluno conseguisse montar o experimento e organizar suas ideias e concepções através de um questionário proposto. Aqui seguem as repostas discutidas pelos grupos:

Para a primeira questão, todos os grupos observaram que alguns materiais eram atraídos pelo ímã e outros não, isso já fez mudar sua opinião sobre as atividades 1 onde todos afirmavam que o ímã atraia outros objetos.

Na segunda todos os grupos conseguiram elaborar o quadro sem muita dificuldade, ficando semelhante ao apresentado a seguir.

Quadro 1: Quadro construído pelos alunos.

Atrai	Não atrai
Clipe de aço	Borracha
Prego	Plástico
	Latão
	Cobre
	Fio de Níquel/ prata
	Palito de Fósforo
	Alumínio

[fonte: Autoria própria]

Já na terceira questão foi respondido que não existiam grandes interferências com a folha de papel entre os objetos e o ímã, objetos que eram atraídos continuavam a serem atraídos, os que não eram atraídos continuavam sem ser atraídos.

Nesta última questão a resposta obtida entre os grupos foi que "assim como o campo gravitacional da terra, quanto mais longe o prego estiver do ímã, menos atração haverá", outros ainda, relatavam que "se for uma distância curta, o ímã, atrai o prego, mas se é longa à distância eles não são atraídos", é importante observar que os alunos conseguiram fazer analogia entre o campo magnético e o campo gravitacional terrestre, desenvolvendo conceitos de proporcionalidade, exemplificando muito bem que quando a distância vai aumentando a força vai diminuindo.

Atividade 3: Identificando os polos magnéticos do ímã

Para este terceiro momento iniciou-se questionando: Afinal o que é um ímã? Como deve ficar orientado um ímã equilibrado e suspenso por um barbante? Novamente foram entregues materiais para que os alunos efetuassem outra investigação conforme o roteiro descrito no capítulo anterior que compõem a sequência didática. Finalizando esta investigação o professor pode de maneira expositiva dialógica utilizar os modelos científicos aceitos, encaminhar um texto como leitura complementar, retornar a dinâmica feita no começo da aula para concluir a atividade e construir os conhecimentos novos adquiridos na aula com os alunos em uma forma integrativa a partir das principais características observadas durante a execução do roteiro. Nessa etapa o objetivo é o de observar o comportamento em um ímã quando aproximado de outro ímã. Inicia-se essa atividade com o seguinte problema: Você já tentou aproximar um ímã de outro? O que acontece? Os alunos seguiram o roteiro proposto efetuando as montagens.

Durante a execução das atividades notou-se grande envolvimento por parte dos alunos ao montar a prática deixando o ímã em equilíbrio, os alunos observaram que o ímã do suporte ficou sempre apontando na mesma direção independente da forma que o suporte era colocado.

Foi solicitado para que todos os grupos indicassem a direção a qual o ímã estava alinhado, este foi um dos momentos que deixou todos os alunos intrigados e despertou a curiosidade, alguns criaram teorias para explicá-la, todos concordavam que era a mesma direção, a partir daí alguns alunos chegaram à conclusão que este aparato serviria como uma bússola, e que com este poderíamos ter alguma influência com o planeta.

Tendo caracterizado os polos magnéticos dos ímãs, através da sequência de atividades, os alunos de um modo geral concluíram que, o “polo norte atrai o sul, e o sul atrai o norte e que sul repele sul e norte repele norte”, para encerrar os polos diferentes se atraem, enquanto polos iguais se repelem, é evidente que em alguns momentos existiu analogia com as cargas elétricas caracterizado com a ideia de forças de atração e repulsão.

2º Etapa: 02 aulas de 50 minutos cada, aplicado no dia 09/11/2017.

Atividade 4: Simulação das linhas de campo magnético terrestre

Esta aula aconteceu dentro do laboratório de ciências da escola, foram retomados os assuntos trabalhados na aula anterior devido ao intervalo de duas semanas entre uma aula e outra.

Nesta quarta atividade investigativa inicia-se a aula efetuando uma sondagem que leva em torno de uns 10 minutos, esta aconteceu de forma dialogada respondida no grande grupo, na qual os grupos deveriam responder oralmente para conhecer ou realizar um estudo comparativo utilizando os modelos didáticos como forma de instrumento de ensino para observar as características peculiares que existem entre o campo magnético formado ao contorno da esfera de isopor com analogia ao campo magnético terrestre.

Mantendo a mesma organização do grupo das aulas anteriores, foram distribuídos os materiais que compõem o kit para investigação e um texto que serviu como leitura de apoio, propondo que fosse discutido e respondido o procedimento didático investigativo explícito no roteiro, com o objetivo de representar as linhas de campo magnético terrestre na parte externa de uma esfera de isopor com um ímã na forma de barra inserido em seu interior.

Esta serviu para caracterizar de forma significativa e concreta as linhas de indução ao redor do nosso planeta, diante de todas as observações efetuadas os alunos puderam fazer a relação entre os polos magnéticos terrestres e os polos magnéticos de um ímã, em algumas repostas, eram informado que o campo magnético terrestres seria mais intenso próximo aos polos do planeta do que na parte próximo a linha do equador.

Outros questionamentos surgiram a fim de aprofundar os conceitos relacionados e o que gerava esse campo magnético terrestre foi abordado pelos estudantes, assim podemos concluir que o material concreto utilizado nestas atividades contribuiu para despertar a curiosidade dos estudantes e incentivou o discurso científico.

Atividade 5: As linhas de indução magnéticas nas proximidades do ímã

Na atividade anterior o aluno configurou as linhas de indução de campo magnético terrestre, e caracterizou o campo magnético terrestre. A partir de agora é importante que o nosso estudante saiba caracterizar as linhas de indução magnética como vetor campo magnético \vec{B} , nas proximidades de um ímã em barra, os alunos devem adquirir o conhecimento que as linhas de indução de campo magnético têm sempre sentido saindo do polo norte do ímã e chegando ao polo sul do ímã.

Durante a atividade experimental envolvendo as visualizações das linhas de indução de campo magnético, encontrou-se certa dificuldade para induzir os alunos através dos procedimentos investigativos a visualizarem o campo magnético. A grande maioria deteve seu maior interesse nas figuras que era formada do que no conceito em questão, mesmo com certa dificuldade ainda foi possível caracterizar as linhas de indução através da limalha de ferro utilizada, alguns alunos conseguiram identificar que as limalhas mais próximas da extremidade do ímã em barra estavam mais coesas caracterizando assim que nestes pontos o vetor campo magnético era mais intenso.

Acredito que esta atividade merecia um tempo a mais para se trabalhar, sendo exploradas as configurações em que um campo magnético acaba por anular outro mostrando o espaço sem as limalhas de ferro.

Atividade 6: Avaliação

Ao fim destas cinco atividades foi proposto aos grupos elaborar um mapa mental organizando e caracterizando o estudo sobre magnetismo, com base nas atividades investigativas realizadas e nos textos complementares. Esta atividade serviu como uma forma de avaliação, observando como o aluno conseguiu desenvolver ao máximo todas as suas capacidades e a sua organização cognitiva, expressando através de um mapa mental, no qual pretende relacionar/integrar os conhecimentos, evidentemente, aquelas necessárias para chegar ao entendimento do que é o magnetismo e suas aplicações no seu cotidiano.

Para Carvalho [2013, p-13], a avaliação ainda é o momento de aprendizagem.

“É importante o professor usar da imaginação para que não fique uma atividade monótona, sendo que se a atividade for interessante, os alunos nem sempre percebem que estão sendo avaliados. Podemos denominar estas atividades de “pense e resolva”, pois realmente é uma aplicação do conteúdo já ensinado em uma nova atividade investigativa” [Carvalho, 2013].

É fato, que uma avaliação, deve ser um conjunto de ações que podem ser utilizadas para melhorar a aprendizagem. Enfim, o que se pretendia com a construção do mapa mental era justamente observar como foi à participação nos estudos investigativos, e a compreensão de enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos, utilização de uma linguagem física adequada e a melhora do conhecimento científico. Talvez fosse necessário ter aplicado outros mapas mentais com os alunos, optamos por criar este modelo em que o aluno devia preencher as lacunas com palavras referentes às atividades realizadas e ligar através de setas conforme está estruturado mentalmente o conteúdo que aprendeu. Notamos que alguns grupos estavam meio perdidos quando à elaboração dos mapas mentais e acreditamos que com mais tempo esta dificuldade poderia ser suprida.

Na próxima página Segue o modelo de mapa mental utilizado para avaliação.

Mapas Mentais - Magnetismo

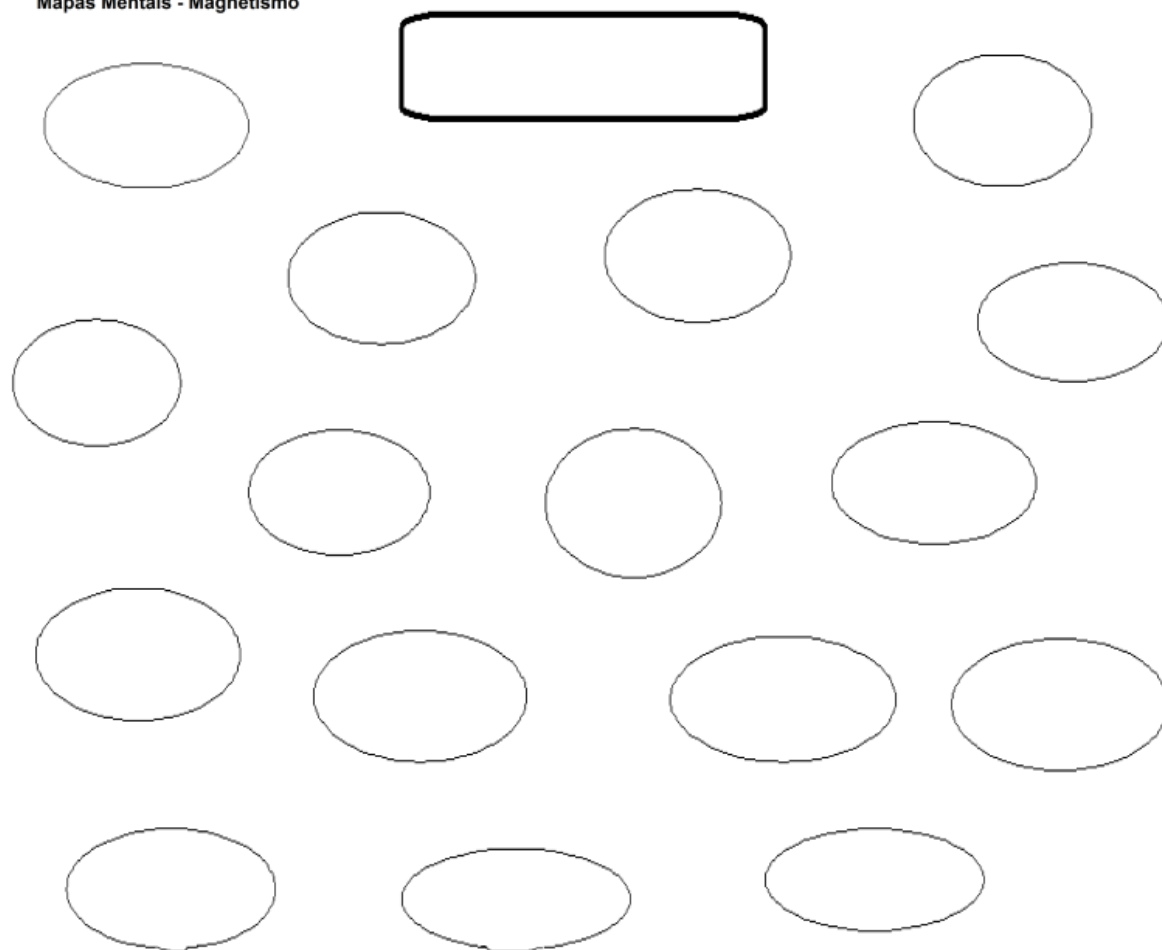


Figura 20: Modelo de Mapa Mental que foi utilizado nas aulas [Fonte: autoria própria].

A Seguir apresento as figuras de 21 á 25, dos mapas mentais elaborado durante as atividades investigativas como forma de avaliação.

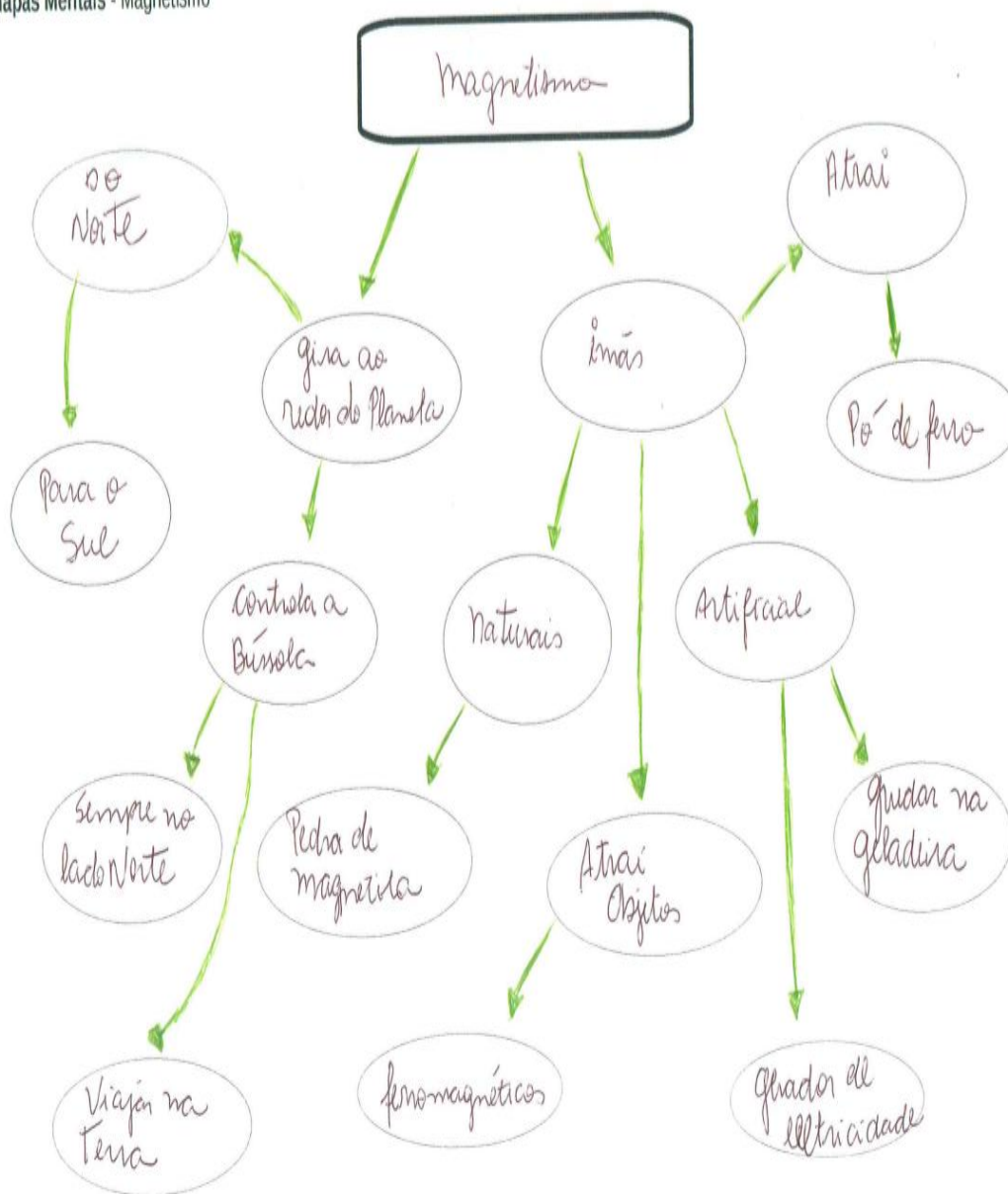


Figura 21: Avaliação grupo 01

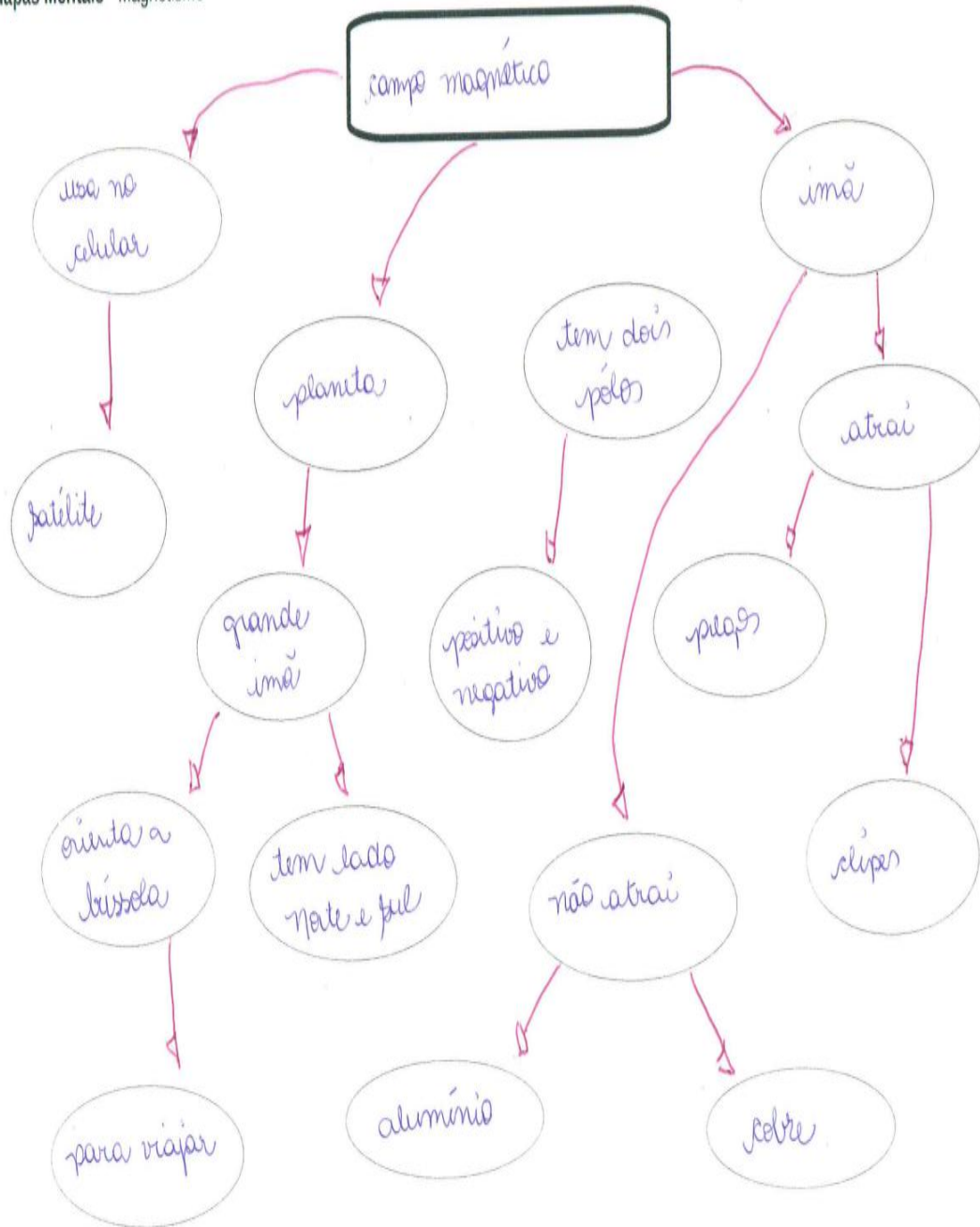


Figura 22: Avaliação grupo 02



Figura 23: Avaliação grupo 03

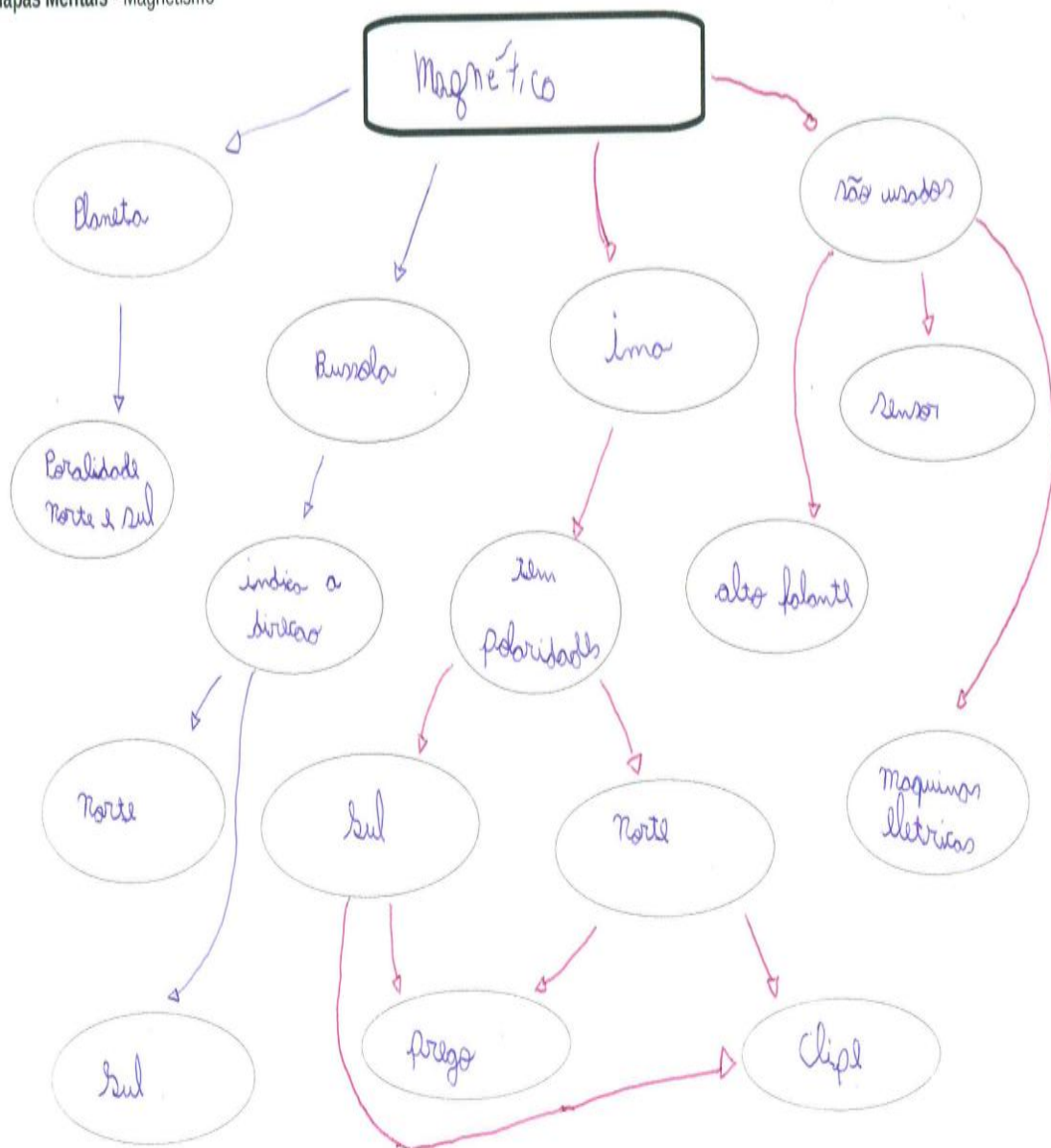


Figura 24: Avaliação grupo 04

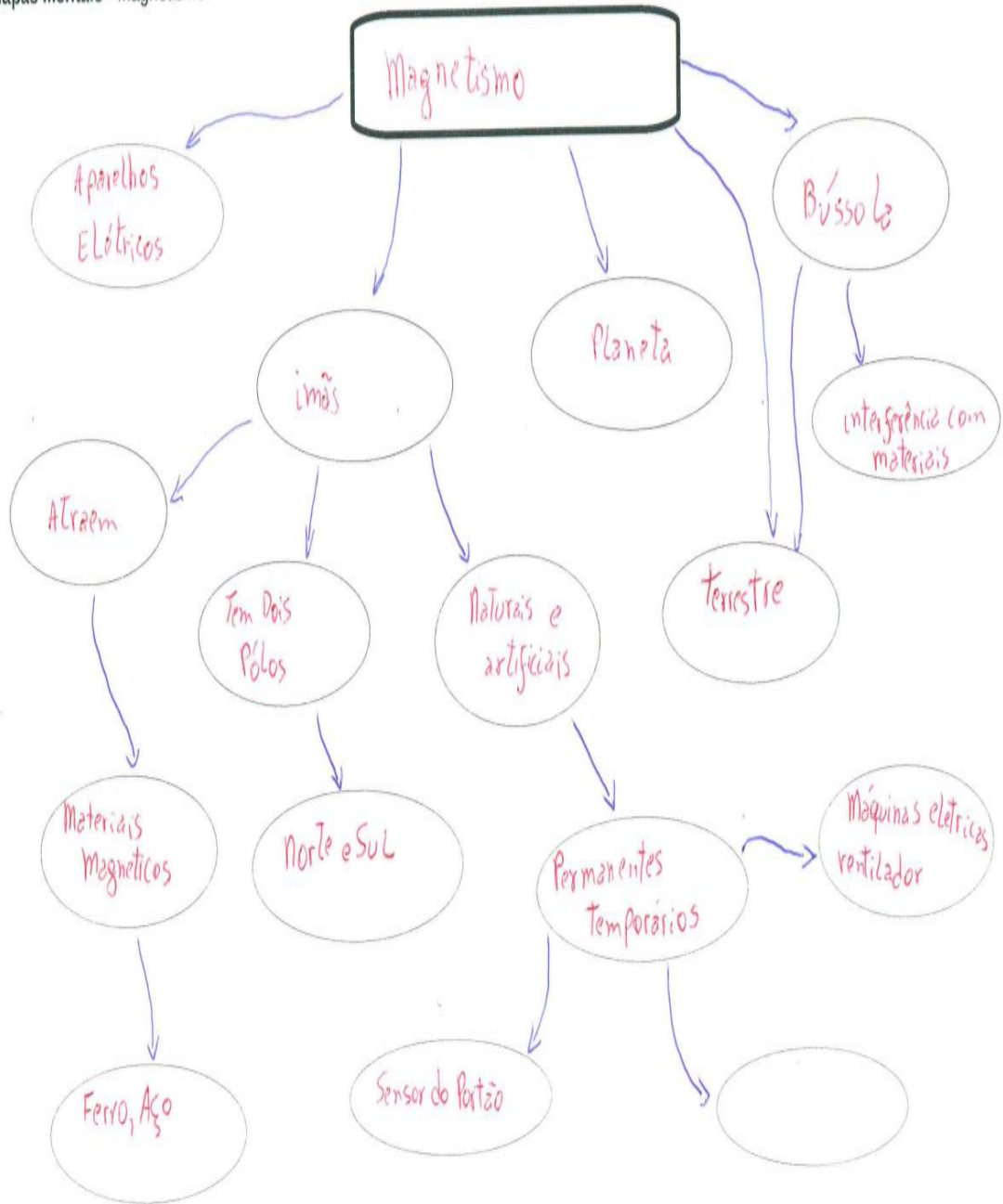


Figura 25: Avaliação grupo 05

3º Etapa: 02 aulas de 50 minutos cada, aplicado no dia 23/11/2017.

Atividade 7: Experiência de Oersted-1820

Iniciamos esta aula com o seguinte problema: **A eletricidade tem alguma influência sobre o magnetismo?** Para tanto, tomou-se como base aspectos filosóficos históricos da evolução da ciência, descrevendo a experiência de Oersted, explicando que esta descoberta não foi por acaso e que o próprio Oersted já havia realizado vários estudos relacionados à influência da eletricidade no magnetismo. Novamente se inicia a formação dos mesmos grupos das atividades anteriores, cinco grupos por classe, para realizar a próxima atividade com abordagem investigativa. Foi distribuído o procedimento investigativo juntamente com o material para investigação e ainda um texto complementar. Nesta atividade o objetivo foi que os alunos observassem a influência da eletricidade sobre o magnetismo, para isso os alunos montaram o experimento utilizando os seguintes materiais:

- 01 bússola e/ou celular com *App* de bússola e/ou uma agulha imantada flutuando em água sobre um pequeno pedaço de isopor.
- 50 cm de fio de cobre esmaltado fino com extremidades raspadas.
- Chave liga/desliga dos experimentos.
- 01 pilhas de 1,5 V, e uma bateria 9V.
- Base de madeira de aproximadamente 10 x 25 cm.

Tendo estes materiais em mãos, iniciou-se o procedimento didático investigativo, os grupos fizeram a montagem proposta conforme está no roteiro. Acreditamos que ao efetuar estas atividades todos os grupos puderam observar os mesmos fenômenos, discutir sobre as causas e efeitos, as dúvidas que foram surgidas já foram explicadas no decorrer do processo didático investigativo. Foi pedido para que os grupos investigassem o campo magnético nas mais diversas posições próximas ao fio a grande maioria dos grupos teve respostas muito semelhantes.

De forma resumida os grupos conseguiram responder sobre o comportamento de um fio condutor quando ele é percorrido por uma corrente elétrica. Vejamos algumas respostas obtidas.

G1 - "Ele acaba atraindo a agulha da bússola".

G2 - “Ele tem uma influência magnética”.

G3 - “Com base na corrente elétrica, ela acaba adquirindo magnetismo”.

G4 - “Ele transmite energia eletromagnética”.

G5 - “Quando está ligada a corrente elétrica, ele interfere no magnetismo da bússola”.

Nesta atividade os alunos conseguiram relacionar o conhecimento adquirido através das discussões e da realização das atividades investigativas, existiu certa dificuldade de se expressarem tanto de maneira verbal quanto escrita, tais dúvidas foram sanadas durante o fechamento da atividade com as explicações complementares do professor.

Portanto, podemos concluir que de maneira geral houve aprendizagem, do ponto de vista do conhecimento científico, todos relacionaram que há influência da eletricidade sobre o magnetismo, e ainda alguns complementaram que quando existe passagem da corrente elétrica existe campo magnético, sendo, assim fica claro que movimento de cargas elétricas geram campo magnético.

Atividade 8: Caracterização das linhas de indução magnética em um fio.

Para essa atividade foi necessário que o professor já tivesse confeccionado os kits antes da aula, conforme foi apresentado no capítulo anterior. Para essa atividade trabalhamos especificamente a regra da mão direita, caracterizando o vetor indução campo magnético formado ao redor do fio, quanto ao sentido da corrente elétrica, definindo equações e até mesmo medindo o valor do campo magnético nas proximidades do fio. Foi utilizado um Aplicativo para celular gratuito (**GaussMeter**) para efetuar apenas indicações das possíveis medidas propostas pelo professor.

Através desta atividade investigativa, podemos observar, quais eram a direção e sentido do campo magnético gerado pela corrente elétrica ao redor do fio, além de configurar estas linhas com limalha de ferro, mostrando as linhas concêntricas ao fio.

De modo geral os alunos conseguiram entender que a influência que existia ao redor do fio era um campo magnético e que o seu formato eram círculos formados ao redor do fio com o fio sendo o centro destes círculos, isso só foi possível visualizar utilizando a limalha de ferro. Os alunos ainda compreenderam que o sentido do campo magnético ao redor do fio depende do sentido em que estava ligado as pilhas ou a bateria, tudo isso foi investigado utilizando a bússola sobre o suporte, claro que antes de utilizar a bússola foi recolhido toda a limalha. Em seguida, com a bússola posta nas proximidades do fio, era ligado o circuito para passagem da corrente elétrica e nesse momento era observado um desvio da agulha no sentido horário, ao inverter a polaridade da ligação, invertia-se o sentido de movimento da corrente, conseqüentemente também se invertia o sentido do campo magnético.

Um dos pontos de grande dificuldade desta atividade é que nenhum dos grupos conseguiu definir diretamente a regra de Fleming, ou popularmente conhecida nos livros de ensino médio como “regra da mão direita” que serve para dar a direção e o sentido do campo magnético ao redor do fio.

Essa regra dita o seguinte: o polegar está indicando o sentido convencional da corrente elétrica que está atravessando o fio, enquanto os demais dedos estão dobrados envolvendo o condutor em uma região onde seria colocada a bússola. Observamos aqui que os dedos indicam o giro do polo norte da agulha da bússola.

A terceira etapa foi encerrada com a discussão envolvendo todos os grupos e sanando as dúvidas existentes através de explicações complementares.

4º Etapa - 02 aulas de 50 minutos cada, aplicado no dia 07/12/2017.

Atividade 9: Comportamento das linhas de indução magnética em um solenoide.

Nesta aula os alunos foram motivados a investigar o campo magnético gerado no interior de um eletroímã, estabelecendo a relação entre corrente elétrica, magnetismo e o número de voltas do solenoide. Para esta atividade, questionamos os alunos sobre como se forma as linhas de indução magnética no interior de um solenoide, alguns possivelmente já devem ter construídos outros exemplos similares

em séries anteriores, como exemplo: o “ímã elétrico” que é um solenoide representado através de um fio de cobre enrolado em um prego ou quaisquer exemplos de aplicação.

Como este kit demanda de tempo para sua construção, ele foi replicado em outro momento, não foi construído pelos alunos, logo os materiais (solenóide, chave liga/desliga, baterias e bússola), foram distribuídos para que os alunos explorassem o kit, efetuassem as ligações conforme é proposta na atividade investigativa, invertendo o sentido da corrente elétrica inserindo limalha de ferro para caracterizar e ilustrar o campo magnético no interior e nas proximidades do solenoide, retirar a limalha de ferro e posteriormente aproximar o celular ou uma bússola no seu interior, por fim, apresentar as equações que representam o campo magnético no interior do solenoide e simular alguns cálculos.

Ao seguir a atividade investigativa como proposta, os grupos foram caracterizando as configurações de campo magnético no interior do solenoide, que apresentava várias linhas retas no interior do comprimento do solenoide nas extremidades fora das bordas figuravam curvas. A partir desta análise parte dos alunos classificaram que o solenoide era muito semelhante a um ímã em barra e a diferença é que este ímã não era permanente e poderia ser acionado o seu campo magnético conforme a necessidade específica (relés, sensores, etc.).

Utilizando a bússola ou o celular no interior do solenoide o objetivo era o de investigar que ali o campo magnético era mais intenso e que a agulha da bússola sempre era alinhada de forma axial a solenoide. Alguns alunos questionaram que a agulha da bússola girava com mais “força”, este nos dá indicativo de aquisição do conhecimento científico relacionando que o número de espiras faz aumentar o campo magnético devido à soma que existe entre os campos magnéticos gerados por espira.

Questionados a colocar um pedaço de ferro no interior do solenoide, este se tornava também um ímã, segundo repostas dos alunos isso ocorria “por que as partículas do prego se atraíam na mesma direção”. É importante comentar que nesta resposta os alunos estão se referindo a caracterização das estruturas de domínios ferromagnéticos. Onde as limalhas de ferro seriam semelhantes as estruturas atômicas que poderiam bem ser representas por um modelo didático, dessa forma

representadas no quadro pelo professor como, setas representando a direção e o sentido da magnetização.

Para definir algumas características da bobina em estudo foi medido com um multímetro a resistência elétrica, e a tensão nos polos da pilha, com estes valores da resistência da bobina $R= 0,3 \Omega$ e a tensão $U= 1,5$ volts, assim foram estimadas o valor da corrente elétrica que deveria percorrer a bobina, o restante era contar o número de espiras e o comprimento da bobina.

Em continuidade da investigação, os alunos deveriam estimar o campo magnético no interior do solenoide, existiram grandes dificuldades em realizar os cálculos, sendo que a maioria dos grupos acabou não completando adequadamente a atividade, as dificuldades que apresentavam a maioria dos grupos estavam atreladas as unidades de medida e a notação científica envolvendo a permeabilidade magnética do meio. De forma geral os valores estimados indicavam proximidades aos valores esperados com erro referente a ordem de grandeza.

Quadro 2: Resultados obtidos por grupos.

Valores estimados do campo magnético no solenoide.	G1	G2	G3	G4	G5
$1,13 \times 10^{-3} \text{ T}$	11.304 T	11307 T	11.309 T	0,00113T	1.131 T

[Fonte: autoria própria]

Atividade 10: Balanço magnético

No início desta atividade colocou-se uma questão a ser investigada pelos alunos: “Será que um ímã colocado nas proximidades de um fio percorrido por corrente elétrica é capaz de provocar uma força neste fio?” Os alunos foram motivados a investigarem experimentalmente este fato.

Para a atividade investigativa desta aula foi distribuído mais itens que formam o kit do balanço magnético e o procedimento didático investigativo aos

grupos, com o objetivo de trabalhar caracterizando a Força magnética em um fio, a regra dos três dedos ou então a “regra do tapa”. Esta atividade iniciou-se com um passo a passo já feito nas atividades anteriores, onde o aluno deveria montar o aparato proposto para iniciar sua investigação.

Esta atividade foi uma das mais tranquilas aconteceu utilizando recursos e conceitos trabalhados nas atividades anteriores, portanto os ímãs que formavam a base em formato de U já tinha sido caracterizados os seu polos norte e sul na atividade 3 as linhas de indução de campo magnético entre os ímãs também foram estudadas e visualizadas na atividade 4, a parte de toda a ligação elétrica do balanço era bem semelhante ao experimento de Oersted e os alunos já conheciam o sentido convencional da corrente elétrica, em parte já era de conhecimento que existiria alguma influência sobre o fio de cobre quando percorrido por uma corrente elétrica e no interior de dois ímãs.

Observações realizadas pelos estudantes e respondidas na lista de procedimentos didáticos indicam o êxito desta atividade, pois houve a participação quase que integral da turma e os passos a serem executados e respondidos foram efetuados integralmente. De maneira geral os alunos foram caracterizando as direções e sentidos dos vetores, força magnética e campo magnético através da relação com a interação da corrente elétrica.

A regra da mão direita utilizada para determinar a direção e sentido da força magnética que atua sobre um condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica que se movimenta em um campo magnético foi definida da seguinte maneira: os quatro dedos da mão indicam o sentido do campo magnético, o polegar é direcionado no sentido da corrente elétrica, ou seja, do polo positivo para o negativo da fonte, e o sentido da tapa (palma da mão) indica o sentido da força magnética.

Para concluir essa atividade e apresentar uma aplicação ilustrando estes conceitos foi passado um pequeno filme que possui tempo de (06h37min) disponível no Youtube (<https://youtu.be/Cwe6swMCx6M>). Este vídeo é parte do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS. Produzido por: Adriano dos Santos, este filme apresenta de forma muito didática o princípio básico do funcionamento motores elétricos. Além das aplicações já estudadas, o eletroímã também foi utilizado na construção de outros dispositivos e equipamentos que funcionam baseados na interação entre dois campos magnéticos

o qual contribuiu ainda mais para que os alunos conseguissem assimilar sobre o funcionamento dos diversos aparelhos elétricos existentes em seu cotidiano, como liquidificador, máquina de lavar roupas, batedeiras, alto-falantes que vibram produzindo som, etc.

Atividade 11: Avaliação

Ao fim destas atividades foi proposto aos grupos que redigissem novamente um mapa mental organizando e caracterizando o estudo sobre eletromagnetismo, com base nas atividades investigativas realizadas e nos textos complementares indicados. Assim acreditamos que a troca de ideias e verbalização dos problemas propostos nas atividades entre os estudantes serve de interação entre o grupo na busca de soluções para as questões propostas, objetivando um confronto de diferentes ideias levantadas pelos integrantes do grupo. Evidenciam-se características do trabalho de investigação científica quando uma estudante busca convencer seus colegas sobre suas hipóteses.

Mantivemos o mesmo modelo de mapas mentais da avaliação concluída na **atividade 6**, portanto serviria para todos os grupos com o intuito apenas de que eles fossem organizando os conceitos, escrevessem nos espaços existentes, ligassem através de setas os conceitos conforme o que foi aprendido.

Na página seguinte encontra-se o modelo de mapa mental utilizado.

Mapas Mentais - Eletromagnetismo

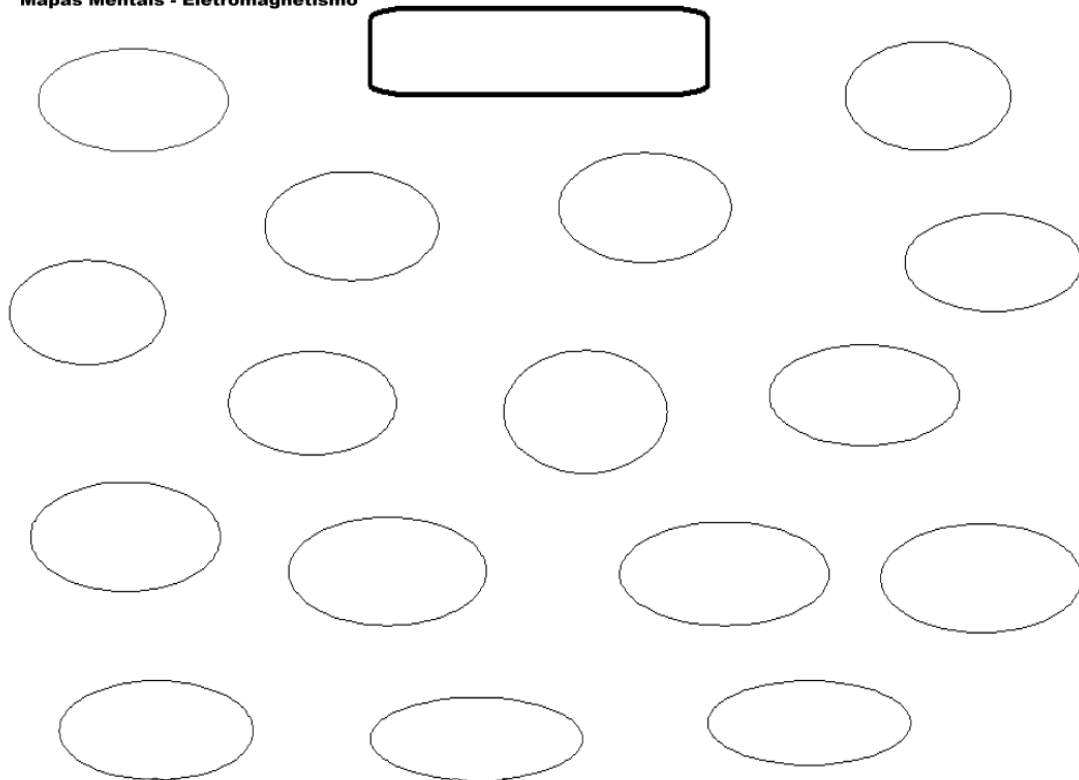


Figura 26: Modelo de Mapa Mental que foi utilizado nas aulas [Fonte: autoria própria].

Seguem as figuras 27 á 31, são atividades que aconteceram durante aplicação do produto educacional, para observar qualitativamente o nível de competências dos alunos durante as investigações sobre eletromagnetismo.

Estas avaliações são semelhantes às anteriores também com o uso de mapas mentais elaborados pelos alunos a partir dos estudos realizados, com referência as atividades investigativas de 7 a 10.

Mapas Mentais - Eletromagnetismo



Figura 27: Avaliação grupo 01

Mapas Mentais - Eletromagnetismo

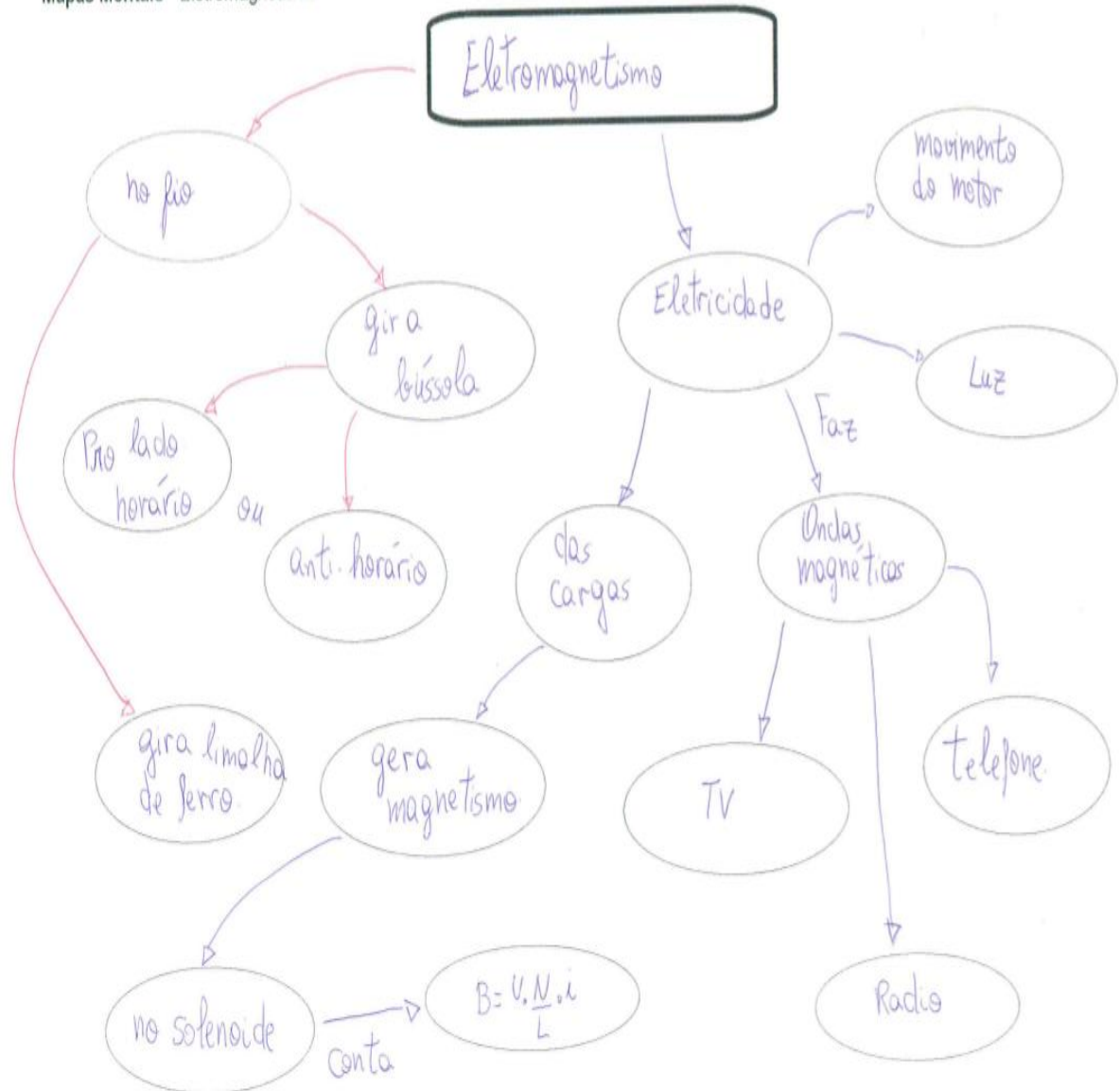


Figura 28: Avaliação grupo 02



Figura 29: Avaliação grupo 03

Mapas Mentais - Eletromagnetismo

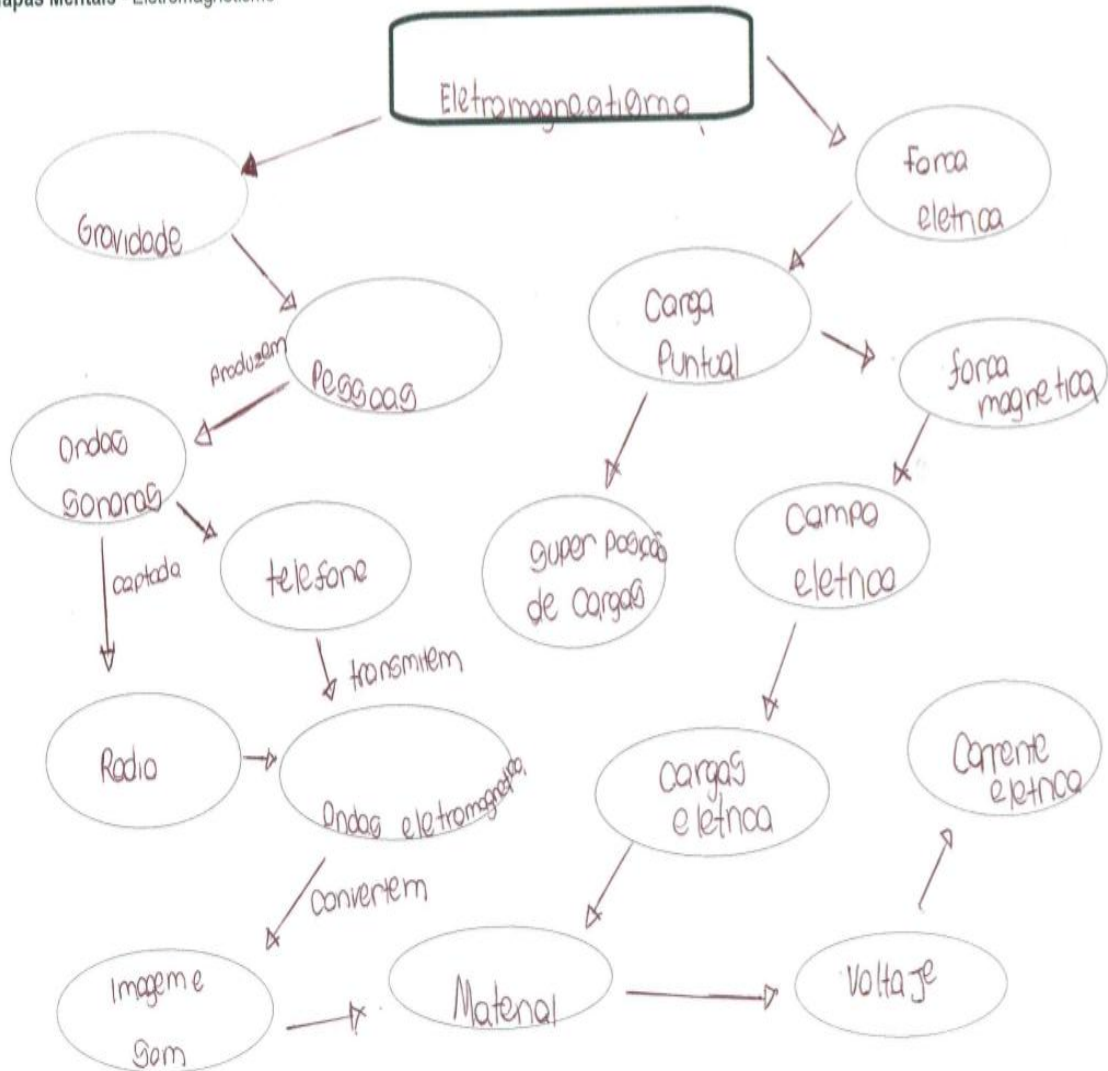


Figura 30: Avaliação grupo 04

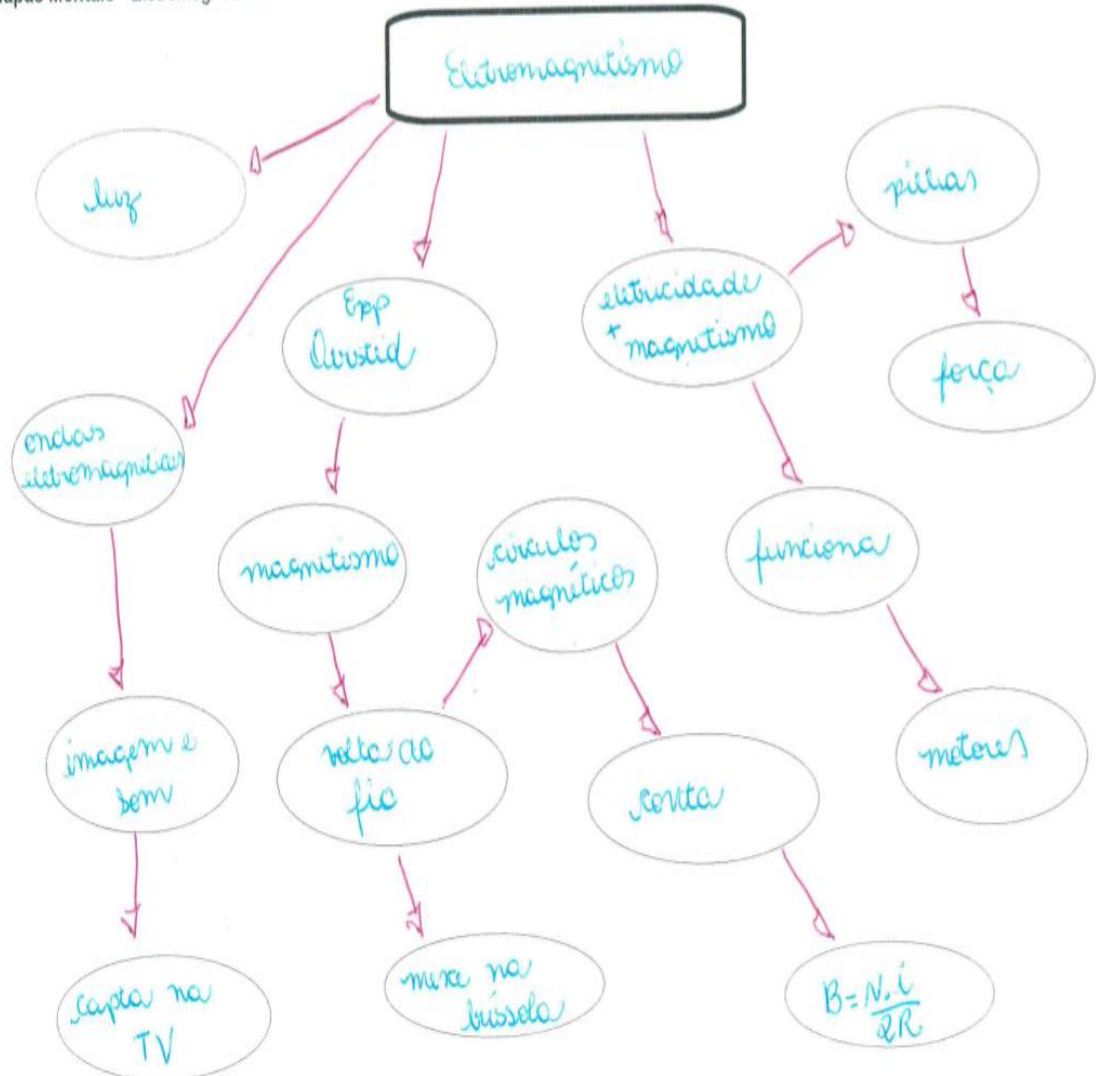


Figura 31: Avaliação grupo 05

4.1. ANÁLISES DA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

Foram utilizadas como instrumento de ensino e aprendizagem, atividades investigativas organizadas em uma sequência didática para o conteúdo de Eletromagnetismo, a fim de verificar de que forma pode-se contribuir para uma aprendizagem significativa por parte dos alunos, e se os mesmos conseguiriam relacionar o conhecimento científico com o seu meio social.

A Sequência Didática foi aplicada em uma turma da 3^o série do Ensino Médio noturno, sendo esta considerada pela escola muito agitada e numerosa, com problemas de alunos que eram dispersos, mostravam pouco interesse devido às atividades laborais que exerciam também durante o dia e não permaneciam em sala durante as aulas. Alguns alunos nunca efetuavam as atividades propostas em sala de aula muito menos assistiam às aulas.

Como foi adotado um enfoque cognitivista, optou-se por não fazer provas em seu modelo formal, e assim pensar em uma maneira inovadora para que os alunos fossem avaliados, então, pelos exercícios, participação, interesse, desempenho durante as atividades investigativas, ou seja, “era necessário colocar a mão na massa e mostrar trabalho”.

Observaram-se durante a aplicação, alguns aspectos que direta ou indiretamente, influenciaram positiva e negativamente no sucesso desse trabalho. Podemos destacar vários pontos positivos como: a grande receptividade que as atividades investigativas tiveram por grande parte dos alunos, através do interesse e participação manifestada durante as aulas.

Os alunos, principalmente alguns que nunca se manifestavam, passaram a questionar, interagindo com o grupo e o professor durante as atividades experimentais, buscando ampliar, relatar situações cotidianas com o que foi visto em sala de aula. Houve interesse dos alunos pelos resultados obtidos nos outros grupos das atividades experimentais. Um exemplo foi durante a atividade 2, o experimento com ímã suspenso, e a atividade 10, o experimento com o balanço magnético, quanto à inversão do sentido da corrente elétrica.

As discussões que surgiram durante algumas atividades investigativas, especialmente a Experiência de Oersted. Exemplo: Por que no livro didático que

utilizavam a experiência de Oersted aparecia de forma tão resumida? E a descoberta das relações entre magnetismo e eletricidade é por acaso?

Foram diagnosticados alguns pontos negativos durante a aplicação da sequência didática, como: o completo êxito da aplicação da Sequência Didática no final do ano letivo foi afetado devido ao cansaço dos alunos, a preocupação com o Enem e vestibular por parte de alguns alunos, pois para os mesmos a disciplina de Física não tinha importância relevante, com o curso futuro ou a vida profissional. Outro fator que teve influência negativa foi o final das aulas e a formatura dos alunos.

Os resultados indicam que a utilização de atividades investigativas, dentro de uma abordagem construtivista/sociointeracionista, apresenta-se, como uma abordagem mais eficaz que a tradicional, no sentido de proporcionar a aprendizagem de conceitos mais elaborados. Analisando a proposta, podemos considerar viável a sua aplicação, porém é necessário observar alguns critérios, tais como:

- O professor deve ter confiança e clareza da proposta metodológica numa perspectiva construtivista e sociointeracionista.

- Ter observado o nível de desenvolvimento e dos conhecimentos prévios, dos alunos, para que seja possível, criar esquemas comparando com o que é novo, identificando semelhanças, diferenças e integra-los em seus esquemas de conhecimento para produzir uma aprendizagem significativa.

- Estar preparado para eventuais mudanças nas abordagens metodológicas das aulas, pois é impossível prever todos os questionamentos dos alunos, e alguns vão muito além do planejamento que o professor espera.

- Que o período de aplicação da sequência didática não seja muito próximo ao final do ano letivo, ou seja, que não se estenda até o mês de dezembro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme é discutido nesta pesquisa, foi buscado interpretar e compreender uma melhor forma de ensino aprendizagem, utilizando como ferramenta uma sequência didática envolvendo atividades investigativas acerca do conteúdo de eletromagnetismo.

É somente conhecendo o real interesse e as necessidades de nossos alunos, ou seja, o que realmente o aluno já sabe? É que podem ser criadas situações que possibilitem uma aprendizagem de conhecimento científico de resultado e com qualidade que garanta o papel desses como agentes transformadores no meio educacional.

No processo de ensino aprendizagem, em especial na construção ou renovação de ferramentas pedagógicas já existentes, podemos tomar decisões buscando melhores resultados na busca de conhecimento mais significativo.

Assim, o uso de roteiros com atividades investigativas dentro do contexto de ensino de eletromagnetismo, proporcionou uma melhor compreensão dos conceitos de uma maneira geral. Houve um maior alcance dos objetivos, tais como: uma participação mais efetiva por parte dos alunos, capacidade de investigar, analisar e sistematizar informações, estabelecendo relações definindo implicações de causa entre conceitos e ideias, viabilizando a construção de conhecimento científico mais sólido.

Os mapas mentais como ferramentas pedagógicas de avaliação, foram utilizados para organizar a parte cognitiva, melhorar o ensino aprendizagem, acredito que esta forma de estudar ainda seja novidade para grande parte dos professores e principalmente alunos. Assim, é um apoio eficiente e muito útil nos estudos, se bem trabalhados são ferramentas de revisão e consolidação de conteúdo, pois permite que o aluno usando organizadores prévios para fazer pontes e estabelecer relações entre novos conhecimentos e os existentes, concentre tudo que estudou e tudo que precisa saber em uma única referência visual.

Portanto, acreditamos que o produto educacional elaborado nesta pesquisa evidencia em partes um grande potencial para ensino aprendido dos conceitos, procedimento e atitudes, envolvendo o magnetismo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Assis, 2011] Assis, Andre K. T.; Chaib, João P. M. C.; “*Eletrodinâmica de Ampère.*” Editora Unicamp, Campinas, ISBN 9-788-526-809-383, 2011.

[Bonadinann, 1997] Bonadimann, Helio, *eletricidade: um ensino experimental*. Helio Bonadimann; col. Luiz Antonio Rasia. - Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997.

[Bonadinann, Nonenmacher, 2007] Bonadimann, Hélio; Nonenmacher, Sandra E. B. *O gostar e o aprender no ensino da física: uma proposta metodológica*. Cad.Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.

[Buzan, 2009] Buzan, Tony, *Mapas Mentais*. Rio de Janeiro: Sextante, 2009.

[Cavalcante, 2016] Cavalcante, Kleber G. "A História do Eletromagnetismo"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-historia-eletromagnetismo.htm>>. Acesso em 02 de dezembro de 2016.

[Carvalho, 2013] Carvalho, A. M. P. *O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas*. In: -. (org.) *Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. Editora: Cengage Learning, 2013.

[DCNEs, 2008] Governo do Paraná Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Departamento de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica Física*. 2008.

[Estudiosdelafisica, 2016] Disponível em: <https://estudiosdelafisica.wordpress.com/2015/04/02/john-mitchell/>; Acesso em 12 de agosto de 2016.

[Gonçalves Filho, 1997] Gonçalves Filho, Aurélio; Toscano, Carlos; “*Física e Realidade*”, Vol. Único, Editora Scipione, São Paulo, 1997.

[Griffiths, 2011] Griffiths, David J. *Eletrodinâmica*, 3. Ed., Pearson (2011), p. 150-156.

[Hewitt, 2002] Hewitt, P G. *Física conceitual*. Trad. Trieste Freie Ricci e Maria Helena Gravina. Porto Alegre: Bookman, 2002.

[Krapas e Corrêa, 2008] Krapas, Sonia; Corrêa da Silva, Marcos. *O conceito de campo: polissemia nos manuais, significados na física do passado e da atualidade* *Ciência & Educação*. (Bauru), vol. 14, núm. 1, 2008, pp. 15-33. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho São Paulo, Brasil.

[LDB, 2017] Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm: acesso em 15 de novembro de 2017.

[Martins, 2017] Martins, Roberto de Andrade. A.; “*O estudo experimental sobre o magnetismo na Idade Média, com uma tradução da carta sobre o magneto de Petrus Peregrinus*”, *Rev. Bras. Ensino Fís.*, vol.39, n.1, p. 1601-1 – 1601-30 2017.

[Moreira, 2011] Moreira, Marco A.; “*Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS*” (Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU); *Aprendizagem Significativa em Revista*, Vol. 1(2), p. 43-63, 2011.

[Moreira, 2014] Moreira, Marco Antônio. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: 2 ed. EPU; 2014.

[Moreira e Ostermann, 1993] Moreira, M. A.; Ostermann, F. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993.

[Moura, 2009] Moura Rocha, J.F., *O conceito de "campo" em sala de aula uma abordagem historico-conceitual*, *Revista Brasileira de Física*, v. 31, n.1, 1604 (2009).

[Novak, 1999] Novak, Miguel A.; “*Introdução ao Magnetismo*”, II Escola Brasileira de Magnetismo. Disponível em: <http://www.cbpf.br/~labmag/miguel.pdf>. Acesso em 06 de março de 2017.

[Nussenzveig, 1997] Nussenzveig, Moysés H.; “*Curso de Física Básica 3: Eletromagnetismo*”, 2 Edição, Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1997.

[Oliveira, 2010] Oliveira, Jane Raquel Silva de. *Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente*, *Acta Scientiae*, Canoas/RS - Brasil, v.12, n.1, P. 139-153 jan./jun. 2010.

[PCN+, 2008] Brasil, *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Aplicações. Brasília: MEC, 2008.

[Preskil, 1984] Preskil, John; “*Magnetic Monopoles*”, *Ann. Rev. Nucl. Part. Sci.*, Vol. 34, p. 461-530, 1984.

[Reitz, 1982] Reitz, John R; Milford, Frederick J; Christy, Robert W. *Fundamentos da teoria eletromagnética*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1982. 516 p. ISBN: 8570011032

[Rocha, 2002] Rocha, José Fernando (org.). *Origens e Evolução das ideias da Física*. — 1. Ed. — UFBA, 2002

[Sears, Zemanski, 1985] Sears e Zemanski. *Física*. Vol. 3, 4. São Paulo: Livros técnicos e Científicos. S.A, 1985.

[www.ufrj.br 2017] Disponível em: <http://www.ufjf.br/fisicaecidadania/fisica-cidadada/ciencia-uma-construcao-humana/hans-christian-oersted/>. Acesso em 19 de março de 2017

[Zabala, 2014] Zabala, Antoni. *A Prática Educativa: Como ensinar*. Porto Alegre, 2014

REFERENCIAS IMAGENS

[Web-1] Disponível em: http://historiadafisicauc.blogspot.com.br/2011/06/experiencia-de-cavendish_15.html; Acesso em 02 de fevereiro de 2017.

[Web-2] Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/upload/conteudo/images/foi-partir-magnetita-um-ima-natural-que-foram-feitas-as-primeiras-observacoes-dos-fenomenos-magneticos-564e00d747c52.jpg>; Acesso em 10 de fevereiro de 2017.

[Web-3] Disponível em: <http://s3.static.brasilescola.com/img/2015/11/campo-magnetico-terrestre.jpg>; Acesso em 15 de fevereiro de 2017.

[Web-4] Disponível em: <http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/index.php/ressonancia-magnetica/principios-fisicos-resso/spin-e-o-momento-magnetico>; Acesso em 15 de fevereiro de 2017.

[Web-5] Disponível em: <http://www.explicatorium.com/images/biografias/hans-christian-oersted.jpg>; Acesso em 19 de março de 2017.

[Web-6] Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4f/Andre-Marie_Ampere.jpg/200px-Andre-Marie_Ampere.jpg; Acesso em 19 de março de 2017.

[Web-7] Ampère, Andre M.; “Mémoire sur l'action mutuelle entre deux courants électriques, un courant électrique et un aimant ou le globe terrestre, et entre deux aimants.”, Annales de Chimie et de Physique, Vol. 15, p. 59-75, p. 170-218, 1820.

[Web-8] Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Right_hand_rule.png; Acesso em 19 de março de 2017.

[Web-9] Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/image22/teoria22_02.gif; Acesso em 19 de março de 2017.