

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

 INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE

 **SBF**
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Sociedade Brasileira de Física

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Adriana Azeredo de Souza Ribeiro

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) SOBRE
CAMPO E CAMPO MAGNÉTICO NO ENSINO MÉDIO

Campos dos Goytacazes/RJ
2020, 1



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Sociedade Brasileira de Física

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) SOBRE
CAMPO E CAMPO MAGNÉTICO NO ENSINO MÉDIO

Adriana Azeredo de Souza Ribeiro

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

Orientadora: Prof^a Dr^a Renata Lacerda Caldas

Coorientadora: Prof^a Dr^a Suzana da Hora Macedo

FICHA CATALOGRÁFICA

Biblioteca Anton Dakitsch CIP - Catalogação na Publicação

R484u Ribeiro, Adriana Azeredo de Souza
Unidade de ensino potencialmente significativa (ueps) sobre campo e campo magnético no ensino médio

/ Adriana Azeredo de Souza Ribeiro - 2020.
230 f.: il. color.

Orientador: Renata Lacerda Caldas
Coorientador: Suzana da Hora Macedo

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, 2020.
Referências: f. 150 a 154.

1. UEPS. 2. Campo Magnético. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Modelos Mentais. I. Caldas, Renata Lacerda, orient. II. Macedo, Suzana da Hora, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca Anton Dakitsch do IFF com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

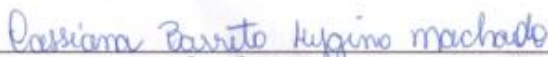
UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) SOBRE
CAMPO E CAMPO MAGNÉTICO NO ENSINO MÉDIO

Adriana Azeredo de Souza Ribeiro


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

Aprovado em _____ de _____ de 202_____


Banca Examinadora:



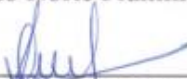
Prof.^a Dr.^a Cassiana Barreto Hygino Machado
Doutora em Física – UENF
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – *campus* Campos-Centro



Prof. Dr. Adelson Siqueira Carvalho
Doutor em Informática na Educação– UFRGS
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – *campus* Campos-Centro



Prof. Dr. Roberto da Trindade Faria Júnior
Doutor em Física – UNICAMP
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro



Prof.^a Dr.^a Renata Lacerda Caldas
Doutora em Ciências Naturais – UENF
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – *campus* Campos-Centro

DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação de Mestrado a Deus por me capacitar em todos os momentos e aos meus familiares, aos meus amigos e a minha Valentina por estarem sempre comigo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo seu cuidado, fidelidade e por me fazer persevera a vencer todas as dificuldades. A ele toda a honra e toda a Glória.

A minha mãe, a minha irmã Andreia, a minha sobrinha Leticia, ao meu cunhado João, por sempre estar dispostos a me ajudar.

Ao meu marido Júnior e a minha filha Valentina em ser razão do meu viver.

Agradeço especialmente a professora Renata Lacerda Caldas e à professora Suzana da Hora Macedo pelo apoio, pela paciência, pela competência, pela confiança depositada e por ter auxiliado enormemente para a realização desta pesquisa.

Aos professores Pierre Schwartz, Cristine Nunes, Wander Gomes Ney e Cassiana Hygino que me ensinaram tantas coisas, e por terem me dado condições e suporte para que eu conseguisse finalizar o curso.

Às amigas Aline, Malu, Luciana pela amizade, carinho, apoio em todos os momentos.

Especialmente a minha turma de excelência do MNPEF 2017/1 (Priscila, Jackson, Leomir, Thiago, Elisa, Gedmar, Davson e Janaína), que me incentivaram e me apoiaram durante realização deste curso.

Mas quero enfatizar o meu agradecimento a Rafaella e ao Davson, por me ajudarem a finalizar este trabalho.

Enfim, sou grata à Escola Kissila Neves e a turma 301 por contribuíram diretamente na realização deste trabalho.

RESUMO

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS) SOBRE CAMPO E CAMPO MAGNÉTICO NO ENSINO MÉDIO

Adriana Azeredo de Souza Ribeiro

Orientador(es):

Prof^ª. Dr^ª. Renata Lacerda Caldas

Prof^ª. Dr^ª. Suzana da Hora Macedo

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

A presente pesquisa com foco qualitativo teve como objetivo investigar as potencialidades de uma sequência didática para a aprendizagem dos conceitos sobre campo e campo magnético por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino Médio. A sequência foi aplicada em turma do 3^o ano com atividades diferenciadas progressivamente e com o suporte tecnológico da realidade aumentada, experimentos, vídeos e mapas conceituais. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a Teoria dos Modelos Mentais na visão de Johnson-Laird foram os referenciais teóricos utilizados para o planejamento e análise dos dados da pesquisa. Foram implementados oito momentos na forma da UEPS elaborada. Como resultado da pesquisa foi desenvolvido um produto educacional para auxiliar os professores na preparação de suas aulas no ensino do Eletromagnetismo em nível médio. A análise dos resultados mostrou que a UEPS contribuiu para a aprendizagem dos alunos, uma vez que partindo de um conceito mais geral, campo e especificando para o conceito de campo magnético, funcionou de acordo com o processo cognitivo do sujeito, definido por Ausubel. Os modelos mentais de J-L, explicitados pelos alunos durante a resolução das atividades propostas, foram sofrendo modificações e apontando para indícios de uma aprendizagem mais significativa. A UEPS resultante mostrou-se eficaz no que se refere à apresentação da temática de forma progressiva e recursiva, mediante as respostas e comentários positivos dos alunos.

Palavras-chave: UEPS. Campo Magnético. Aprendizagem Significativa. Modelos Mentais.

ABSTRACT

POTENTIALLY SIGNIFICANT TEACHING UNIT (LIFO) ON FIELD AND MAGNETIC FIELD IN MIDDLE SCHOOL

Adriana Azeredo de Souza Ribeiro

Supervisor(s):

Prof^a. Dr^a. Renata Lacerda Caldas

Prof^a. Dr^a. Suzana da Hora Macedo

Master's Degree submitted to the Graduate Program of the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense campus Campos-Centro, in the Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master in Physics teaching.

The present research with a qualitative focus aimed to investigate the potential of a didactic sequence for learning the concepts about field and magnetic field through a Potentially Meaningful Teaching Unit (UEPS) for High School. The sequence was applied in a class of 30 years with differentiated activities progressively and with the technological support of augmented reality, experiments, videos and concept maps. David Ausubel's Theory of Meaningful Learning and the Theory of Mental Models in Johnson-Laird's view were the theoretical frameworks used for planning and analyzing research data. Eight moments were implemented in the form of the elaborated UEPS. As a result of the research, an educational product was developed to assist teachers in the preparation of their classes in teaching Electromagnetism at a high level. The analysis of the results showed that the UEPS contributed to the students' learning, since starting from a more general concept, field and specifying for the concept of magnetic field, it worked according to the subject's cognitive process, defined by Ausubel. The mental models of J-L, explained by the students during the resolution of the proposed activities, have undergone changes and pointing to signs of more meaningful learning. The resulting UEPS proved to be effective with regard to the presentation of the theme in a progressive and recursive way, through the positive responses and comments of the students.

Keywords: PSTU. Magnetic Field. Meaningful learning. Mental Models.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo hierárquico de um mapa conceitual.....	30
Figura 2 - Marcador fiducial.....	32
Figura 3 - Funcionamento da Realidade Aumentada.....	32
Figura 4 - Funcionamento da Realidade Aumentada em dispositivos móveis.....	33
Figura 5 - Funcionamento básico de uma biblioteca de programação.....	35
Figura 6 - Coração Virtual.....	36
Figura 7 - Campo magnético criado por um solenoide.....	36
Figura 8 - Ímã e as linhas de campo magnético.....	37
Figura 9 - Ímã e as linhas de campo magnético uniforme.....	37
Figura 10 - M Exemplos de campo.....	38
Figura 11 - Âmbar.....	39
Figura 12 - Magnetita.....	40
Figura 13 - Experiência de Oersted: Agulha Magnética de Oersted.....	42
Figura 14 - Modelo de Ampère para observar a interação entre correntes e condutores lineares e em espiral (solenóide).....	43
Figura 15 - Campo magnético em torno de um fio onde passa corrente elétrica.....	43
Figura 16 - Esquema da montagem que Faraday construiu para descobrir a indução eletromagnética.....	44
Figura 17 - Magnetização de uma barra de ferro.....	48
Figura 18 - Direção Norte-Sul geográfica.....	48
Figura 19 - Polos Magnéticos da Terra.....	49
Figura 20 - Atrações e repulsões.....	49
Figura 21 - Inseparabilidade dos polos magnéticos.....	50
Figura 22 - Representação das linhas de campo magnético de um ímã com limalha de ferro em forma de barra.....	50
Figura 23 - Representação das linhas de campo magnético de um ímã com limalha de ferro em forma de ferradura	50
Figura 24 - Representação das linhas imaginárias de campo magnético de um ímã em forma de barra.....	51
Figura 25 - Representação das linhas imaginárias de campo magnético de um ímã em forma de ferradura.....	51
Figura 26 - Representação das linhas de campo magnético de um ímã com limalha de ferro em fio condutor retilíneo.....	51
Figura 27 - Representação das linhas de indução campo magnético em fio retilíneo	51
Figura 28 - Representação das linhas de campo magnético de em uma espira por limalha de ferro.....	52
Figura 29 - Representação das linhas campo magnético em uma espira pela regra da mão direita.....	52
Figura 30 - Representação das linhas de campo magnético de em uma bobina por limalha de ferro.....	53
Figura 31 - Representação das linhas campo magnético em uma bobina.....	53
Figura 32 - Regra da mão esquerda.....	55
Figura 33 - Indução Magnética- Corrente induzida em uma espira.....	56
Figura 34 - Centro Educacional Kíssila Neves.....	57
Figura 35 - Kit experimental elaborado pela autora.....	65
Figura 36 - Print do documentário sobre Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra utilizado.....	68

Figura 37 - Mito ou Verdade do Eletromagnetismo.....	70
Figura 38 - Os objetos em RA com as respectivas linhas de campo magnético e os marcadores fiduciais.....	71
Figura 39 - Exemplo de esquema experimental sobre a Lei de Faraday.....	72
Figura 40 - Mapa conceitual de referência elaborado pela autora.....	74
Figura 41 - Atividade inicial para o levantamento de concepções prévias.....	77
Figura 42 - A primeira questão do questionário pré-diagnóstico.....	78
Figura 43 - Representações das unidades significativas do campo de temperatura.....	79
Figura 44 - A segunda questão do questionário pré-diagnóstico.....	80
Figura 45 - Representações das unidades significativas do Campo eletrostático.....	81
Figura 46 - A terceira questão do questionário pré-diagnóstico.....	82
Figura 47 - Representações das unidades significativas sobre influência da corrente elétrica em Campo magnético.....	83
Figura 48 - A quarta questão do questionário pré-diagnóstico.....	84
Figura 49 - Representações das unidades significativas do Campo gravitacional.....	85
Figura 50 - A quinta questão do questionário pré-diagnóstico.....	85
Figura 51 - Representações das unidades significativas do campo magnético terrestre.....	86
Figura 52 - A sexta questão do questionário pré-diagnóstico.....	87
Figura 53 - Representações das unidades significativas do campo eletromagnético.....	88
Figura 54 - Alunos realizando a atividade experimental.....	90
Figura 55 - Representações das unidades significativas.....	92
Figura 56 - Representações das unidades significativas.....	94
Figura 57 - Representações das unidades significativas.....	95
Figura 58 - Representações das unidades significativas.....	97
Figura 59 - Representações das unidades significativas.....	98
Figura 60 - A sexta questão do roteiro experimental.....	98
Figura 61 - Representações das unidades significativas.....	100
Figura 62 - Representações das unidades significativas.....	101
Figura 63 - Alunos se preparando para responder a atividade sobre Auroras.....	103
Figura 64 - Alunos respondendo a Atividade Mito e Verdade (Eletromagnetismo em Nossas Vidas).....	109
Figura 65 - Respostas das perguntas no início do quarto momento.....	110
Figura 66 - As respostas dadas no final do quarto momento.....	111
Figura 67 - Os quatro casos da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético...112	112
Figura 68 - Primeiro caso da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético.....113	113
Figura 69 - Segundo caso da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético.....114	114
Figura 70 - Terceiro caso da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético.....115	115
Figura 71 - Quarto caso da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético.....116	116
Figura 72 - Objetos em RA com as respectivas linhas de campo.....118	118
Figura 73 - Respostas dos alunos a segunda etapa do primeiro.....119	119
Figura 74 - Respostas dos alunos a segunda etapa do segundo conceito.....120	120
Figura 75 - Respostas dos alunos a segunda etapa do terceiro conceito121	121
Figura 76 - Respostas dos alunos a segunda etapa do quarto conceito122	122
Figura 77 - Respostas dos alunos a segunda etapa do quinto conceito.....123	123
Figura 78 - Respostas dos alunos a segunda etapa do sexto conceito.....124	124
Figura 79 - Respostas dos alunos sobre o uso da RA no estudo do campo magnético.....125	125
Figura 80 - As duplas (A, B e C) realizando e respondendo a atividade sobre Lei de Faraday.....127	127
Figura 81 - Nuvem de Palavras dos seis mapas elaborados135	135
Figura 82 - MCR com os conceitos expostos pelos alunos136	136

Figura 83 - Mapa Conceitual elaborado pelo aluno B.....	137
Figura 84 - Mapa Conceitual elaborado pelo aluno C.....	138
Figura 85 - Mapa Conceitual elaborado pelo aluno F.....	139
Figura 86 - Perguntas sobre avaliação da UEPS.....	143
Figura 87 - Os alunos durante a avaliação oral sobre a UEPS.....	144
Figura 88 - Respostas dos alunos às seis perguntas sobre aplicação da UEPS.....	144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os princípios para a elaboração da UEPS.....	23
Quadro 2 - Conjunto das equações de Maxwell.....	46
Quadro 3 - Instrumento de coleta de dados.....	58
Quadro 4 - Pontuação dos mapas conceituais de acordo com Novak e Gowin.....	61
Quadro 5 - Resumo dos oito momentos de ensino da UEPS sobre Campo e Campo Magnético.....	62
Quadro 6 - Resumo das seis questões com os seus respectivos objetivos e ideias de campo.....	64
Quadro 7 - Conteúdos e competências da interação da matéria com o ímã.....	65
Quadro 8 - Resumo das sete questões da atividade experimental com os respectivos objetivos e as expectativas.....	66
Quadro 9 - Conteúdos a ministrar na aula expositiva.....	68
Quadro 10 - As três perguntas da atividade sobre as Auroras Boreais e Austrais e os respectivos objetivos.....	69
Quadro 11 - Conteúdos a ministrar na aula expositiva.....	70
Quadro 12 - Resumo das questões da atividade experimental Lei de Faraday e Lenz e seus respectivos objetivos.....	73
Quadro 13 - Exemplos de US referentes à primeira questão a categoria criada.....	79
Quadro 14 - Exemplos de US referentes à segunda questão a categoria criada.....	80
Quadro 15 - Exemplos de US referentes à terceira questão a categoria criada.....	82
Quadro 16 - Exemplos de US referentes à quarta questão a categoria criada.....	84
Quadro 17 - Exemplos de US referentes à quinta questão a categoria criada.....	86
Quadro 18 - Exemplos de US referentes à sexta questão a categoria criada.....	88
Quadro 19 - Análise percentual quanto à categorização das US do primeiro momento.....	89
Quadro 20 - Exemplos de US referentes à primeira questão a categoria criada.....	91
Quadro 21 - Exemplos de US referentes à segunda questão a categoria criada.....	93
Quadro 22 - Exemplos de US referentes à terceira questão a categoria criada.....	94
Quadro 23 - Exemplos de US referentes à quarta questão a categoria criada.....	96
Quadro 24 - Exemplos de US referentes à quinta questão a categoria criada.....	97
Quadro 25 - Exemplos de US referentes à sexta questão a categoria criada.....	99
Quadro 26 - Exemplos de US referentes à sétima questão a categoria criada.....	100
Quadro 27 - Análise percentual quanto à categorização das US do segundo momento.....	101
Quadro 28 - Exemplos de US referentes à primeira questão a categoria criada.....	104
Quadro 29 - Exemplos de US referentes à segunda questão a categoria criada.....	105
Quadro 30 - Exemplos de US referentes à terceira questão a categoria criada.....	107
Quadro 31 - Análise percentual da categorização das US terceiro momento.....	107
Quadro 32 - As perguntas propostas da atividade Mito ou Verdade (Eletromagnetismo em Nossas Vidas).....	109

Quadro 33 - As perguntas propostas sobre o uso do recurso tecnológico RA no estudo do campo magnético.....	125
Quadro 34 - Exemplos de US referentes à primeira categoria criada.....	127
Quadro 35 - Exemplos de US referentes à segunda categoria criada.....	128
Quadro 36 - Exemplos de US referentes à terceira categoria criada.....	129
Quadro 37 - Exemplos de US referentes à quarta categoria criada.....	130
Quadro 38 - Exemplos de US referentes à segunda categoria criada.....	131
Quadro 39 - Exemplos de US referentes à segunda categoria criada.....	132
Quadro 40 - Análise percentual da categorização das US sexto momento.....	132
Quadro 41 - As categorias criadas e as respectivas unidades significativas.....	136
Quadro 42 - Pontuação do mapa de referência.....	140
Quadro 43 - Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo aluno B.....	141
Quadro 44 - Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo aluno C.....	141
Quadro 45 - Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo aluno F.....	142

LISTA DE SIGLAS

AS - Aprendizagem Significativa

CAD - Computer Aided Design

EM - Ensino Médio

ES - Ensino Superior

IHMC - Instituto da Flórida para Cognição Humana e de Máquinas

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MC - Mapas Conceituais

MM - Modelos Mentais

MNPEF- Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física

MMt - Modelos Mentais de Trabalho

OA - Objeto de Aprendizagem

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

RA - Realidade Aumentada

SI - Sistema Internacional

SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física

TAS - Teoria da Aprendizagem Significativa

UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

US - Unidades Significativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa	20
2.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa	22
2.3 A Teoria dos Modelos Mentais.....	25
2.4 Mapas Conceituais como Facilitadores da Aprendizagem Significativa	29
2.5 Ambiente de Desenvolvimento Realidade Aumentada.....	21
2.6 Campo e Campo Magnético.....	38
2.6.1 Desenvolvimento Histórico do Eletromagnetismo.....	39
2.6.2 Campo Magnético: Propriedades e Características	47
3 METODOLOGIA	57
3.1 Contexto da Pesquisa	57
3.2 Sujeitos da Pesquisa.....	57
3.3 Pesquisa Qualitativa.....	58
3.4 Instrumentos de Pesquisa.....	58
3.5 Técnica para Análise de Dados.....	59
4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	62
4.1 A Sequência Didática	63
5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	76
5.1 Discussão dos Resultados.....	145
6 CONCLUSÃO	147
REFERÊNCIAS	150
APÊNDICES – Produto Educacional	155
ANEXOS	224
ANEXO 1 – Mapas Conceituais elaborados pelos Alunos	225
Anexo A – Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno A.....	225
Anexo B – Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno B.....	226

Anexo C – Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno C.....	227
Anexo D – Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno D.....	228
Anexo E – Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno E.....	229
Anexo F – Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno F.....	230

1 INTRODUÇÃO

É possível perceber que os indivíduos possuem dificuldades de representar o que captam no mundo externo. No contexto escolar, os alunos elaboram representações pessoais para compreender as informações captadas nas aulas.

A teoria dos modelos mentais de Johnson Laird (1983) enfatiza que essa captação não cria um modelo físico a ser visualizado, isto é, que as representações mentais são maneiras de representar internamente o mundo externo. Segundo esse autor, as pessoas não captam o mundo exterior diretamente, mas constroem representações mentais desse mundo.

Na escola este contexto não é diferente quanto a conceitos a serem estudados de forma abstrata, oferecendo, portanto, dificuldades de compreensão devido à sua abstração. O conceito físico de campo é um exemplo claro desta dificuldade de representação.

As dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos no estudo do Eletromagnetismo estão relacionadas com a ideia/noção de campo eletromagnético, uma vez que este campo não é visível e dificilmente o aluno terá algum conhecimento prévio a respeito deste fenômeno e as formulações matemáticas que descrevem os fenômenos relacionados ao Eletromagnetismo são de difícil compreensão (TRES e SANTOS, 2016).

Paz afirma que (2007, p.15), “as dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de Eletromagnetismo se concentram no entendimento das interações e comportamento das variáveis eletromagnéticas no espaço tridimensional”. Pesquisas (RICARDO; FREIRE, 2007; FARIA, 1999) apontam que tais dificuldades são encontradas tanto em alunos do ensino médio (EM) quanto em alunos do ensino superior (ES), devido à abstração envolvida. E esses conceitos, embora presentes no nosso dia a dia estejam fora do domínio concreto dos alunos.

Portanto a importância do estudo do conceito de campo e campo magnético neste trabalho que será tratado em nível médio, por ser um tema de alto nível de abstração no que diz respeito à sua representação espacial e por oferecer relevante dificuldade na visualização dos fenômenos eletromagnéticos associados à influência do campo magnético.

O estudo deste conceito para os alunos da Educação Básica, em especial os do EM, principalmente para aqueles que querem ingressar nos cursos técnicos, é previsto no contexto do artigo 36 §1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que estabelece que ao final do curso o aluno deva ter o domínio dos princípios científicos e tecnológicos que norteiam a produção moderna (BRASIL, 2002).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's, 2002), os objetivos do ensino médio em cada área de conhecimento devem envolver, de forma combinada, o

desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo.

O processo de ensino que busca a consolidação do conhecimento de forma significativa deve visar uma aprendizagem significativa com a utilização de estratégias diversificadas/diferenciadas que são de extrema importância à medida que são exigidas revisões e repetições para que cada aluno construa as relações necessárias a sala de aula e suas vivências.

Para desenvolver esta pesquisa buscou-se fundamentação na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963), para que ocorra a aprendizagem do aluno é muito importante valorizar aquilo que o aluno já sabe, para que nele a informação se ancore, adquira significados e resulte na aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1963, p. 6).

No caso da Física, os PCN's recomendam que a mesma deva apresentar-se como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Embora nos PCN's seja reconhecido que não existem fórmulas prontas para traduzir suas diretrizes em práticas escolares concretas, nestes mesmos documentos são apontadas algumas estratégias que deveriam ser implementadas pelos professores ao se pensar no ensino de Física (BRASIL, 2002).

Moreira (2011) aponta a metodologia de ensino na forma de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), uma sequência didática fundamentada pela teoria da aprendizagem significativa (TAS) de David Ausubel. Constituída por etapas de ensino que obedecem aos princípios fundamentais da TAS, diferenciação progressiva (DP) e reconciliação integradora (RI), a sequência se utiliza de vários instrumentos para o ensino de um conteúdo (MOREIRA, 2011).

Seguindo nessa mesma visão ausubeliana, os mapas conceituais desenvolvidos por Novak (1991, 1997 apud Moreira, 2011) podem ser utilizados como estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa no desenvolvimento de uma UEPS, pois são representações hierárquicas das construções cognitivas e das relações estabelecidas entre os conceitos e refletem a compreensão dos alunos a respeito do assunto no momento que o construiu.

Sobre a representação de um conhecimento, Johnson-Laird¹ (1983) afirma em sua Teoria dos Modelos Mentais (TMM), que as pessoas não captam o mundo externo diretamente, mas elas constroem representações mentais. São representações de alto nível, comparadas às linguagens de programação de computadores, essenciais para o entendimento da cognição humana. Podem ser explicitadas por meio de modelos mentais de trabalho. O estudo dos modelos mentais pode auxiliar no conhecimento de quais conceitos foram adquiridos pelos alunos ao longo do processo de ensino.

A Lei de Diretrizes e Base (BRASIL, 2013) reforça a importância do avanço do estudo relacionando à ciência e suas tecnologias, o que justifica a relevância de um ensino focado na aplicação de recursos tecnológicos como auxílio do estudo sobre o eletromagnetismo.

Sobre as dificuldades dos alunos, Donzelli (2005) criou simulações para a aplicação de realidade aumentada com o foco no estudo tridimensional das linhas de indução de campo magnético. Essa pesquisa mostrou que o ambiente em Realidade Aumentada (RA) oferece uma alternativa que dê maior clareza no aprendizado deste tema, tanto de forma interativa (que a aplicação permita fazer experimentos práticos) como dinâmica (que a aplicação seja animada). Permitindo assim, que o aluno explore de forma prática alguns conceitos básicos envolvidos neste estudo. Dessa forma, tornou-se relevante o aprofundamento no conhecimento dessa questão.

De acordo com Kirner (2008, p. 4), o conceito de Realidade Aumentada (RA), começou a ser usado no início dos anos 1990. É definido pela inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais (KIRNER, 2008, p. 9).

Desde 2009, com formação no curso de Licenciatura em Física e atuação na área, esta autora tem despertado a busca por estratégias facilitadoras para a melhor compreensão de conceitos abstratos, da Física. No ano de 2011, a autora desenvolveu o estudo sobre o conceito de campo magnético em curso de pós-graduação *Lato Sensu - Docência do Século XXI*, culminando na elaboração e apresentação de dois trabalhos. Em ambos utilizou-se a estratégia intitulada *Realidade Aumentada* para o estudo do campo magnético em ímãs. Da

¹ Philip N. Johnson-Laird (nascido em 12 de outubro de 1936) é professor do Departamento de Psicologia da Universidade de Princeton e autor de vários livros notáveis sobre cognição humana e psicologia do raciocínio. Ele foi educado na Culford School e University College London, onde ganhou a Medalha Rosa Morison em 1964 e uma bolsa de estudos James Sully entre 1964-1966. Ele obteve BA lá em 1964 e PhD em 1967. É membro da Sociedade Filosófica Americana, membro da Royal Society, membro da Academia Britânica, membro de William James da Associação de Ciências Psicológicas e membro da Sociedade de Ciências Cognitivas (JOHNSON LAIRD, p.3, 2011a).

análise dos dados foram publicados dois artigos, sendo um, na revista RENOTE (Revista Novas Tecnologias na Educação), em 2014, intitulado: *Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino e Aprendizagem do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Ferradura*, e o outro na SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física), em 2015, com título *Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino e Aprendizagem do Campo Magnético*.

A partir desses estudos, concluiu-se que os alunos conseguiram entender um fenômeno que nunca tinham visto e foram esclarecidas dúvidas a respeito do comportamento das linhas de campo magnético em ímãs em forma de barra e ferradura com o subsídio da estratégia Realidade Aumentada. Mas o estudo das linhas de campo magnético não se limita apenas em ímãs, vasta é a sua aplicabilidade (NOLLE e KLINKER, 2006).

A constatação desse estudo preliminar instigou a autora da presente pesquisa a dar continuidade ao estudo do tema Campo Magnético com uso da estratégia Realidade Aumentada em um nível maior de profundidade.

Dessa forma, ao ingressar no Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física (MNPEF), optou-se por dar ênfase ao estudo das representações mentais dos alunos, por meio da elaboração de sequências didáticas que facilitassem a compreensão dos conceitos de campo e campo magnético e, apoiadas no uso de recursos tecnológicos que privilegiassem a representação tridimensional do conceito.

Assim, a questão norteadora da presente pesquisa pode ser expressa da seguinte forma: *Em que medida uma intervenção didática na perspectiva das UEPS, com o apoio da Realidade Aumentada pode contribuir para explicitação dos Modelos Mentais envolvendo o Campo Magnético, em nível médio?*

Concretiza-se então como objetivo geral da pesquisa a investigar a potencialidade de uma sequência didática, ancorada em uma UEPS, a fim de contribuir para uma melhor representação mental dos conceitos relativos ao tema campo e campo magnético para o ensino médio. A externalização das representações das linhas de campo magnético pelos alunos será analisada do ponto de vista da Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird (1983), na qual se tem que modelos mentais são:

representações analógicas., um tanto quanto abstraídas, de conceitos, objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo (e aí temos imagens!) e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou evento (STEMBERG, 1996², p. 10, apud MOREIRA, 2011, p. 33).

² STERNBERG, RJ. Cognitive Psychology. Forth Worth, TX, Harcourt Brace College Publishers, 1996, p. 10 apud MOREIRA, 2011, p. 33.

Mais especificamente objetiva-se construir e aplicar um produto educacional para uso de professores do EM no ensino da temática. Um material didático auxiliar segundo a proposta de Moreira (2011), Unidades de Ensino Potencialmente Significativas que estão baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (MOREIRA, 1999), sendo, portanto, voltadas para uma aprendizagem significativa e não mecânica. Se fundamentam em dois princípios da TAS, a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (MOREIRA, 1997) e na Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird (1983).

Propor atividades a comparar as representações mentais dos alunos com o modelo científico, bem como acompanhar as esperadas evoluções de tais modelos. Evidenciar e analisar os dados coletados ao longo da aplicação da UEPS a encontrar indícios que apontem para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Acredita-se que o estudo do campo magnético na perspectiva das UEPS e com o auxílio da RA poderá facilitar a modelagem mental do aluno acerca deste conceito tridimensional.

No ano de 2017, com base para esta pesquisa foram ministrados dois minicursos pela autora da presente pesquisa e sua orientadora, sendo o primeiro *no evento Conexões Eixo II, intitulado “Metodologias de Ensino: UEPS no Ensino de Física-eletromagnetismo”* e o segundo no 8º Encontro da Licenciatura em Ciências da Natureza. Ambos os eventos foram realizados no Instituto Federal Fluminense, *campus* Campos Centro com o objetivo de apresentar uma prévia da sequência didática da pesquisa de mestrado sobre a temática Campo Magnético com o uso da RA.

Uma apresentação preliminar da proposta de trabalho desta pesquisa foi realizada *na 24ª Semana do Saber, Fazer e Saber* do Instituto Federal Fluminense, *campus* Campos Centro. Nesta oportunidade foi apresentada uma proposta de sequência didática no contexto de uma UEPS sobre Campo Magnético, na qual enfatizava o estudo das linhas de campo magnético visualizada por meio de três objetos virtuais, sendo um ímã em forma de barra, outro em forma de U e além das interações entre dois ímãs em Realidade Aumentada. Nessa oportunidade, fez-se um levantamento dos conhecimentos prévios dos participantes a cerca da percepção dessas linhas na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999).

A presente pesquisa tem foco qualitativo, no qual o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. O desenvolvimento é imprevisível e o conhecimento do pesquisador é parcial e limitado. O objetivo da amostra é de produzir informações

aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações (DESLAURIERS, 1991, p. 58).

Estrutura-se o trabalho no Capítulo 2 com uma discussão sobre a Fundamentação Teórica utilizada na pesquisa e, no Capítulo 3 discorrendo-se sobre a Metodologia da Pesquisa. Posteriormente, o Capítulo 4 trará a Descrição do Produto Didático desenvolvido. A Descrição da Aplicação do Produto Didático e a Análise dos Resultados será apresentada no capítulo 5, seguido pelas Considerações Finais no Capítulo 6, Referências, Apêndices e Anexos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo serão apresentadas as teorias que foram utilizadas como base para o desenvolvimento deste trabalho. Primeiramente, será abordada a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963), de acordo com a visão de Moreira (1999). A seguir serão feitas explanações sobre o conceito de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) (MOREIRA, 2011) e sobre a teoria dos Modelos mentais de Johnson-Laird (1983). Além disso, será apresentado o conceito de Mapa Conceitual, desenvolvido por Novak (1981). Por fim, tratar-se-á do conceito de Realidade Aumentada (KINER, 2008) e de Campo Magnético, essenciais para o estudo em questão.

2.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa

Moreira (1999, p.151-165), em seu trabalho, apresenta uma visão geral da teoria da Aprendizagem Significativa, teoria cognitivista de aprendizagem desenvolvida em meados da década de 60 por David Ausubel³. Para Ausubel, a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, é muito influenciada por aquilo que o indivíduo já sabe e a denomina como um processo por meio do qual uma nova informação (ideia, conceito, proposição) adquire significado para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva pré-existentes do indivíduo. Esta estrutura pré-existente é definida Ausubel como subsunçor⁴. No entanto, o processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do subsunçor.

Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco desenvolvidos. À medida que novos significados mais diferenciados vão interagindo na estrutura cognitiva do indivíduo, estes se tornam mais estáveis e o conhecimento vai sendo adquirido constantemente, reestruturando-se durante a aprendizagem que se torna significativa (MOREIRA, 1999).

Aprendizagem Significativa é, portanto, um processo dinâmico que se dá a partir de uma interação não-arbitrária e substantiva (não-literal). Essa interação não acontece aleatoriamente entre conhecimentos específicos e, sim, conforme a não arbitrariedade, quando o novo conhecimento relaciona-se com subsunçores específicos relevantes, e a

³ Graduado em Psicologia e Medicina, David Ausubel (1918-2008) doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde lecionou no Teacher's College por vários anos, dedicando sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional (MOREIRA, 2002).

⁴ A palavra subsunçor não existe em português, tratando-se de uma tentativa de traduzir a palavra de origem inglesa subsumer, que seria algo equivalente a inseridor ou subordinador (Nota de Tradução de Marco Antônio Moreira in: NOVAK, 1981, p. 9).

substantividade (não literal), quando se incorpora à estrutura cognitiva a essência do novo conhecimento, sem necessidade de anexá-lo ao pé da letra (MOREIRA, 2002).

Segundo Ausubel (1963), a interação não-arbitrária quer dizer que o material potencialmente significativo se relaciona de maneira não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou seja, o relacionamento não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel chama subsunçores. O conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes “se ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011).

A interação substantiva significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las. O mesmo conceito ou a mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos de significados. Assim, uma aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de determinados signos em particular (MOREIRA, 2011).

Nessa linha de pensamento, encontra-se Joseph David Novak⁵, o qual trata a aprendizagem no seu sentido humanista, afirmando que, para que a aprendizagem ocorra, é necessário que o indivíduo esteja predisposto a isso. A aprendizagem está dessa forma

intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo. Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, gera este tipo de experiência afetiva. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam (NOVAK, 1981⁶, apud MOREIRA, 1997, p. 13).

Na aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel, o processo de assimilação na aquisição, retenção e organização de conhecimentos pode ocorrer de duas formas, denominadas diferenciação progressiva e reconciliação integradora (MOREIRA, 1997, p.56).

⁵“Norte-americano nascido em 1930, com formação inicial em Biologia, fez seu doutorado em resolução de problemas nesta área. Na busca de um referencial teórico para fundamentar suas pesquisas chegou à teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e logo passou a ser um grande divulgador desta teoria, inclusive dando-lhe uma visão humanista. Foi professor na Cornell University durante muitos anos. É considerado o criador da técnica dos mapas conceituais e hoje dedica-se a ela. Atualmente é pesquisador sênior no Institute of Human and Machine Cognition, em Pensacola, Flórida” (MOREIRA, 2013, p. 17).

⁶ NOVAK, J. D. Uma teoria de educação. Tradução de Marco Antônio Moreira e apresentação de Ralph Tyler. São Paulo: Pioneira, 1981, apud MOREIRA, 1997, p.13).

A diferenciação progressiva ocorre quando o indivíduo interage com o novo conhecimento e o incorpora progressivamente em sua estrutura cognitiva, servindo de base para que conceitos mais específicos sejam relacionados e assimilados a conceitos mais gerais. Já a reconciliação integradora ocorre quando os elementos já presentes na estrutura cognitiva se relacionam com um novo significado e passam por uma recombinação.

A aprendizagem que permanece fortemente no cotidiano das escolas é a aprendizagem mecânica ou automática, uma aprendizagem sem significado, puramente memorística, ou seja, na qual as informações são primeiramente memorizadas, depois reproduzidas e, logo após as provas, esquecidas pelo indivíduo.

As informações são apresentadas sem nenhuma abordagem prévia, em contraste ao que propõe a aprendizagem significativa de Ausubel. Para o autor, a aprendizagem mecânica não deve ser totalmente descartada, uma vez que pode propiciar alguns conhecimentos relevantes às novas informações adquiridas e, mesmo quando pouco elaborados, podem servir como facilitadores.

À medida que a aprendizagem começa ser significativa, esses facilitadores vão sendo elaborados, tornando-se, pois, mais capazes de facilitar ou ancorar a nova informação (MOREIRA, 1999, p. 154).

Tanto a Aprendizagem Significativa como a Aprendizagem Mecânica podem coexistir e, em algumas situações, a Aprendizagem Mecânica é inevitável e necessária, como no caso de conceitos inteiramente novos. Nestes casos, os novos conceitos não interagem significativamente com a estrutura cognitiva do estudante, mas podem servir de base para a formação de novos subsunçores.

De modo a superar a aprendizagem mecânica, que tem sido duramente criticada nas últimas décadas, e contribuir para a construção de uma aprendizagem não-arbitrária e não-litera, como já mencionado, foi proposto um modelo de sequência didática baseado na teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, o qual será apresentado na seção a seguir.

2.2. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

A UEPS é uma sequência didática fundamentada na teoria de Aprendizagem Significativa e foi proposta por Moreira (2011) a fim de desenvolver unidades potencialmente facilitadoras, voltadas à aprendizagem significativa e não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada ao ensino em sala de aula. O Quadro 1 apresenta os princípios norteadores que fundamentam a elaboração de uma UEPS:

Quadro 1 – Os princípios para a elaboração da UEPS

O conhecimento prévio, ou subsunçor, é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa;
São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos;
Organizadores prévios apontam para como é possível relacionar novos conhecimentos aos subsunçores;
Situações-problema também podem funcionar como organizadores prévios;
As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser consideradas na organização do ensino, na proposição de situações-problema e na avaliação;
A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências;
O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;
Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, professor e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
A aprendizagem crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés de memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais e pelo abandono de narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Fonte: MOREIRA (2011)

Com base nesses princípios, foi construída uma UEPS para o ensino do campo magnético, conforme os oito passos propostos por Moreira (2011): a escolha do tema, criação de situações iniciais que auxiliem a externalizar os *subsunçores*, a proposição de situações-problema que considerem (introduzir o conteúdo) de acordo com conhecimento prévio do aluno, a introdução de conhecimento fundamentais de acordo com o princípio da diferenciação progressiva, a retomada dos conceitos mais gerais com nova apresentação em nível mais alto de complexidade (reconciliação integradora), a conclusão dando continuidade ao processo de diferenciação progressiva numa perspectiva global (reconciliação integradora), a avaliação da aprendizagem por meio de uma avaliação individual somativa e a verificar indícios da aprendizagem significativa, e finalmente a avaliação da UEPS. Se tiver indícios de aprendizagem significativa a UEPS é considerada exitosa.

Primeiramente foi preciso definir o tópico específico a ser trabalhado identificando aspectos declarativos e procedimentais.

Em seguida, propor ou criar situações que leve o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, mesmo que seja aceito ou não no conteúdo escolhido de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico escolhido. O

conhecimento prévio auxilia o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar. Podem ser utilizados mapas mentais, mapas conceituais Novak (1981), questionários, etc.

Num terceiro momento, em nível bem introdutório, deve propor situações problemas levando em conta o conhecimento prévio do aluno. Estas situações-problema podem ser apresentadas por simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre buscando ser compreensível e problemático, mas não na forma de exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo, e sim com problemas que leve aos alunos modelar mentalmente as novas informações através da percepção e identificação dos conhecimentos prévios.

As situações iniciais, uma vez trabalhadas, o conhecimento a ser ensinado/aprendido, foram levadas em conta à diferenciação progressiva, isto é, iniciando com os aspectos mais gerais e inclusivos proporcionando uma visão inicial do todo e do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos.

Neste instante a estratégia de ensino adotada pode ser em uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos e em seguida, uma atividade de apresentação ou discussão em grande grupo, sendo que o foco deste momento é de conduzir a diferenciação progressiva na estratégia. Deve-se retomar os aspectos mais gerais e estruturantes do conteúdo de ensino, propor situações-problema em nível mais alto de complexidade, podendo ser com uma nova apresentação, exposição oral, com recurso computacional, um texto etc). Porém, em nível mais alto de complexidade, em relação à primeira apresentação e sempre destacando semelhanças e diferenças relativas às situações e exemplos já trabalhados, promovendo assim, a reconciliação integradora.

No final desta segunda etapa da apresentação, propor uma atividade colaborativa que leve os alunos à interagir socialmente e negociando significados com a mediação. Esta atividade pode ser construção de um mapa conceitual, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc.

E para concluir o estudo é recomendado dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, mas numa perspectiva corporativa, buscando a reconciliação integradora. Isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc. Destacando que as novas situações-problemas devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade

em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do professor.

Durante toda prática terá que ocorrer a avaliação tanto da proposta quanto da aprendizagem através da UEPS e deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo estudado e trabalhado. Também, deve haver uma avaliação somativa à apresentação do conteúdo e deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência.

A avaliação do aluno na UEPS precisará estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa sejam validadas por professor experiente na área da disciplina optada.

A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. Como a aprendizagem significativa é um domínio de um campo conceitual e é progressiva, a evidência da aprendizagem se dá ao longo do processo e não em comportamentos finais (MOREIRA, 2011, p. 3- 4).

Além desses oito passos sequenciais, o autor apresenta alguns aspectos transversais que poderão ser aplicados na UEPS:

Em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados; Como tarefa de aprendizagem, em atividades proponham, eles mesmos, situações-problemas relativas ao tópico em questão; Embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais (MOREIRA, 2011, p. 5).

Segundo a proposta das UEPS, as avaliações, para que se obtenham indícios da aprendizagem, devem ser realizadas diariamente, para tanto, tratando-se do estudo de conceitos abstratos, utilizaremos, como referência, a visão de modelos mentais presentes na teoria de Johnson- Laird.

2.3. A Teoria dos Modelos Mentais

O Modelo Mental é o mecanismo de pensamento que representa a realidade externa, ou seja, maneiras de representar internamente o mundo externo (MOREIRA, 1996). Este conceito tem sido empregado em várias áreas do conhecimento, tais como: Psicologia,

Filosofia, Sistemas Máquina-Homem, Interação Humano-Computador, Compreensão da Linguagem e Educação (BORGES, 1997).

O conceito de modelo mental se expandiu a partir da publicação de dois livros, ambos com o título “Mental Models”, em 1983. O primeiro livro, editado por Genter e Stevens (1983), é uma coleção de contribuições sobre o assunto, apresentando várias visões do conceito de maneira mais ou menos implícita. O segundo livro, editado por Johnson-Laird (1983), é um trabalho em que o autor procura explicar o raciocínio dedutivo e a compreensão do texto. Sendo esta visão de modelo mental a que embasa este capítulo.

Na visão de Johnson-Laird⁷ (1983), as pessoas não captam o mundo externo diretamente, elas constroem representações mentais. E representam internamente o mundo externo de duas maneiras: por representações internas ou representações mentais (MOREIRA, 2011). Podendo estas ser feitas de duas formas: analógica e proposicionais.

As representações analógicas são não-discretas (não-individuais), as combinações ocorrem por meio visual do mundo concreto, mas há outras como as auditivas, as olfativas, e as tácteis.

Já as representações proposicionais são discretas (individuais), a mente capta uma ideia e a fórmula independentemente da informação que foi encontrada. A forma em que a mente capta uma ideia é conhecida também como uma representação tipo-linguagem, ou seja, uma linguagem própria da mente, que poderíamos chamar de “mentalês”.

Na visão de Johnson-Laird, os modelos mentais podem ser conceituados como:

Representações analógicas, um tanto quanto abstraídas, de conceitos, objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo (e aí temos imagens!) e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou evento”. (MOREIRA, 2011, p. 33).

O autor sugere ainda que as pessoas raciocinam como modelos mentais. Modelos mentais são como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinados conforme necessário. Uma das características mais importantes deste modelo é

⁷ Philip N. Johnson-Laird (nascido em 12 de outubro de 1936) é professor do Departamento de Psicologia da Universidade de Princeton e autor de vários livros notáveis sobre cognição humana e psicologia do raciocínio. Ele foi educado na Culford School e University College London, onde ganhou a Medalha Rosa Morison em 1964 e uma bolsa de estudos James Sully entre 1964-1966. Ele obteve BA lá em 1964 e PhD em 1967. É membro da Sociedade Filosófica Americana, membro da Royal Society, membro da Academia Britânica, membro de William James da Associação de Ciências Psicológicas e membro da Sociedade de Ciências Cognitivas (JOHNSON LAIRD, p.3, 2011a).

que sua estrutura capta a essência de uma determinada situação ou objeto (HAMPSON e MORRIS, 1996, p. 243). Assim sendo, na visão de Ausubel,

A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não-arbitrário e substantivo de ideias, simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. É desta interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira não-arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva). É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados (MOREIRA, 1997, p. 2).

Segundo Johnson-Laird (1983), os modelos mentais e as imagens são representações de alto nível, essenciais para o entendimento da cognição humana. E estas representações de alto nível podem ser comparadas às linguagens de programação dos computadores. No entanto a mente tem um código próprio, o “mentalês”, que não é consciente, ao qual não temos acesso e nem precisamos ter, pois operamos muito bem com proposições, imagens e modelos mentais.

O modelo mental é composto de elementos e relações que representam um estado de coisas específico. Não existe um único modelo mental para um determinado estado de coisas. Ao contrário, podem existir vários. Estados de coisas muitas vezes são descritos por conceitos. O modelo mental de um conceito deve ser capaz de representar tanto o essencial como a amplitude de um conceito (MOREIRA, 1997, p. 196).

Para Johnson-Laird, as pessoas usam o modelo mental para raciocinar ao invés de uma lógica mental. Quanto mais complicadas as proposições originais, mais difícil será a construção e a manutenção de um modelo integrado. Igualmente, as combinações de um enunciado podem admitir mais de uma interpretação. Ressaltando tais dificuldades, Moreira, em um de seus trabalhos, aponta que

a ideia de que as pessoas, ou os alunos no caso, constroem modelos mentais do mundo, i.e., 're-presentam' internamente o mundo exterior, é atraente. O problema é que é difícil investigar tais modelos. Os modelos mentais das pessoas, ao invés de serem precisos, consistentes e completos, como os modelos científicos, são, simplesmente, funcionais. Ao invés de buscar modelos mentais claros e elegantes, teremos que procurar entender modelos 'confusos', poluídos, incompletos, instáveis que os alunos realmente têm. E isso é muito difícil! (KRAPAS, 2017, p. 17).

Assim sendo, a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird dá conta de alguns procedimentos para elaboração de inferências, que, segundo de Vega (1984, p. 454), envolvem três etapas: construir um modelo mental da primeira premissa; agregar a

informação da segunda premissa ao modelo mental da primeira, tendo em conta os modos alternativos em que isso pode ser feito; e inferir uma conclusão que expresse a relação, se existir, entre os termos extremos, que seja comum a todos os modelos das premissas construídos nas etapas prévias (MOREIRA, 1996, p. 199).

Sendo assim, Norman (1983) sugere que os modelos mentais apresentem as seguintes características gerais:

Os modelos mentais são incompletos; a habilidade das pessoas em “rodar” seus modelos mentais é muito limitada; modelos mentais são instáveis: as pessoas esquecem detalhes do sistema modelado, particularmente quando esses detalhes não são utilizados por certo período de tempo. Modelos mentais não têm fronteiras bem definidas: dispositivos e operações similares são confundidos uns com os outros; modelos mentais são “não-científicos”: as pessoas mantêm padrões de comportamento “supersticiosos”, mesmo quando sabem que não são necessários; os modelos mentais de uma pessoa refletem suas crenças sobre o sistema físico. E finalizando: modelos mentais são parcimoniosos: frequentemente as pessoas optam por operações físicas adicionais ao invés de um planejamento mental que evitaria tais operações; as pessoas preferem gastar mais energia física em troca de menor complexidade mental (MOREIRA, 1996, p. 200).

Os modelos mentais não têm uma estrutura sintética, a sua estrutura é análoga à estrutura dos estados de coisas do mundo; tal como os percebemos ou concebemos. Contudo, a estrutura dos modelos mentais pode variar bastante. Podendo ter os modelos mentais apenas um mínimo de estrutura analógica ou uma grande analogia estrutural em duas, três ou mais dimensões (MOREIRA, 1996, p. 204).

Ainda nesse âmbito, Moreira (1996) destaca alguns autores relacionados à pesquisa da verificação da natureza e conteúdo dos modelos mentais aplicadas ao ensino de ciências, dentre os quais se destacam:

- Gentner e Gentner (1983): estudam dois modelos usados por estudantes para problemas de circuitos elétricos;
- Willians, Hollan e Stevens (1983): os quais estudam modelos mentais de um sistema de resfriamento, a partir do referencial de De Kleer e Brown (1983) e Gutierrez e Ogborn (1992), que usam também o conceito de modelo mental mecanístico de De Kleer e Brown para estudar o tema: força e movimento, conseguindo dar conta das frequentes mudanças de modelo causal que aparecem nos protocolos de seus entrevistados;
- Greca e Moreira (1997): realizaram pesquisa para investigar o tipo de representação mental com relação ao conceito de campo no estudo do

Eletromagnetismo, cujo tema relaciona-se diretamente ao tema da presente pesquisa.

A partir dos trabalhos dos autores citados, observou-se que para investigar os modelos mentais, foi feito uso de análise qualitativa e quantitativa de protocolos verbais (sujeitos, entrevistador e entrevistado vice-versa) e documentos como: desenhos, esquemas, soluções de problemas, mapas conceituais), além de tarefas instrucionais. Considerando assim que a melhor forma de se investigar os modelos mentais que as pessoas representam é de forma indireta por meio das análises coletadas verbalmente, simbolicamente ou pictoricamente.

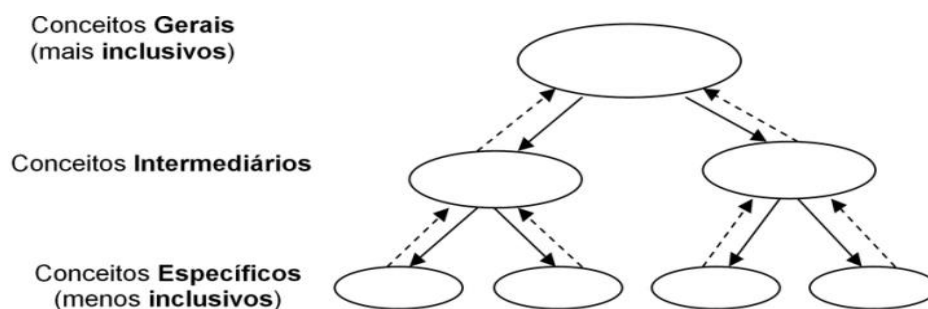
Como estratégias representadoras dos modelos mentais dos alunos os mapas conceituais (NOVAK, 1981) foram utilizados como estratégia facilitadora da aprendizagem significativa.

2.4. Mapas Conceituais como Facilitadores da Aprendizagem Significativa

Existem estratégias e instrumentos facilitadores da aprendizagem significativa, um deles são os mapas conceituais. O mapa conceitual é uma ferramenta que permite organizar e representar, graficamente e através de um esquema, o conhecimento. Portanto, visa representar relações entre conceitos através de proposições. Os conceitos aparecem dentro de caixas de texto ou círculos, ao passo que as relações entre eles são representadas por linhas que unem as respectivas caixas ou círculos. As linhas, quanto a elas, apresentam palavras associadas (de ligação) que descreve qual é a natureza da relação que vincula os conceitos. Posto isto, um mapa conceitual permite resumir os principais conteúdos de um texto (TAVARES, 2000).

Portanto, a organização hierárquica dos mapas conceituais leva em conta os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora. No modelo hierárquico, mostrado na Figura 1, conceitos mais gerais, mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior), indicando a diferenciação progressiva. Quando estes conceitos menos inclusivos são relacionados a outros localizados num patamar mais elevado na hierarquia organizacional (setas pontilhadas na figura), ocorre à reconciliação integradora (MOREIRA; MASINI, 2001).

Figura 1 - Modelo hierárquico de um mapa conceitual



Fonte: MOREIRA e MASINI (2001)

O mapa conceitual segundo Novak (1981), o criador dos primeiros mapas conceituais, é conhecido de uma forma geral como diagramas que indicam relações entre conceitos normalmente de forma hierárquica. Não é usado apenas como princípio hierárquico conceitual e sim, segundo Ausubel (1963) como uma técnica que busca classificar e relacionar conceitos para promover a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1993).

Nesse sentido, Moreira entende que os mapas conceituais podem ser usados como recursos didáticos de avaliação e análise de currículo (MOREIRA 1993; MOREIRA e BUCHWEITZ, 1993). Podem servir também como instrumento de metacognição, de aprender a aprender (NOVAK; GOWIN, 1984, 1988, 1996).

Como a aprendizagem nas escolas é essencialmente receptiva, os alunos decoram definições, mas falham na hora de se manifestar quanto ao verdadeiro significado dos conceitos. O mapa conceitual, por sua vez, gera uma aprendizagem ativa graças à qual se pode organizar as ideias. A criação de um mapa conceitual obriga a relacionar conceitos: não se trata de uma mera memorização, mas sim de todo um processo ativo.

Os mapas conceituais têm se mostrado úteis tanto no ponto de vista substantivo como programático por ser uma técnica muito flexível podendo ser usada em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993).

Para verificar a realização da aprendizagem significativa segundo Moreira (1997), deve-se analisar um mapa conceitual a partir da aplicação da sequência a seguir:

Primeiramente identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; Em seguida identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; posteriormente identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; e assim organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; e por fim ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os

significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem (MOREIRA, 1997, p. 6).

Estas etapas são utilizadas como a obtenção de evidências de aprendizagem significativa e, ainda que os mapas sejam feitos por estudantes de uma mesma classe, serão diferentes uns dos outros, uma vez que cada indivíduo atribui diferentes valores aos conceitos ora adquiridos.

Outra ferramenta que oferece suporte à representação de ideias e conceitos é a tecnologia Realidade Aumentada, que contribuirá para uma visão tridimensional da ideia de campo magnético, destacada na seção a seguir.

2.5. Ambiente de Desenvolvimento Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) é um ambiente que envolve tanto realidade virtual como elementos do mundo real, criando um ambiente misto em tempo real. Azuma (1997) define a realidade aumentada como um sistema que: combina elementos virtuais com o ambiente real; é interativa e tem processamento em tempo real; é concebida em três dimensões (AZUMA, 1997, p. 2).

A RA mantém referências para o entorno real, transportando elementos virtuais para o espaço do usuário. O objetivo é que o usuário possa interagir com o mundo e os elementos virtuais, de maneira mais natural e intuitiva sem necessidade de treinamento ou adaptação. Esta interação pode ser feita de maneira direta (com a mão ou com o corpo do usuário) ou indireta (auxiliada por algum dispositivo de interação). A possibilidade de usar uma interação natural e, principalmente, as próprias mãos para segurar instrumentos físicos reais ao mesmo tempo em que se pode interagir com informações e modelos virtuais, é um dos maiores benefícios da RA (HOUNSELL, TORI, KIRNER, 2018).

O conceito de RA de acordo com Kirner (2008, p.4) deu-se no início dos anos 1990. Segundo o autor, é definida pela inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais (KIRNER, 2008, p. 9). Destaca dois tipos de RA: baseada em visão e baseada em sensores.

A *RA baseada em visão* é robusta, precisa, flexível, fácil de usar e, por conseguinte, mais amplamente usada, mas tem problemas com a iluminação do ambiente e oclusão de informações. Dentro desta classe de aplicações encontra-se o recurso mais utilizado, e pelo qual muitos associam a própria RA, que são os marcadores. A RA baseada em visão é a qual

foi utilizada nesta pesquisa. A *RA baseada em sensores* é mais precisa de menor latência (atraso para processar e exibir), menor *jitter* e robusta para uma série de limitações dos ambientes (sujeira, baixa/variação brusca de iluminação, cenas com objetos muito assemelhados ao resto do ambiente, etc.).

Os marcadores mais comuns (os fiduciais) são cartões com uma moldura retangular e com um símbolo em seu interior, funcionando como um código de barras 2D, que permite o uso de técnicas de visão computacional para calcular a posição da câmera real e sua orientação em relação aos marcadores, de forma a fazer com que o sistema possa sobrepor objetos virtuais sobre os marcadores. Na Figura 2 tem-se a exemplificação de um marcador e ele pode conter os símbolos mais variados possíveis.

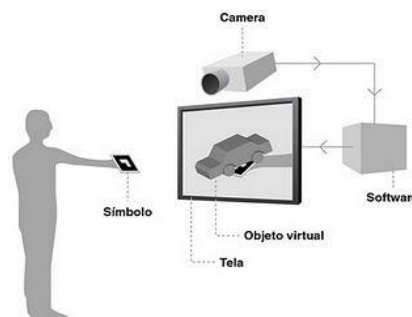
Figura 2 - Marcador fiducial



Disponível em: <<http://www.unimep.br>>. (Acesso em: 12 jun. 2017)

As características da tecnologia de RA permitem a construção de sistemas que utilizam dispositivos mais comuns, como um *webcam* e marcadores fiduciais impressos em papel comum. Para funcionar, você executa o *software* e, com o marcador apontado para a câmera, o *software* irá reconhecê-lo e identificar seu posicionamento no ambiente, em seguida, o *software* disponibiliza um objeto virtual com base no posicionamento desse marcador. A Figura 3 mostra um diagrama bem simples de como funciona.

Figura 3 - Funcionamento da Realidade Aumentada



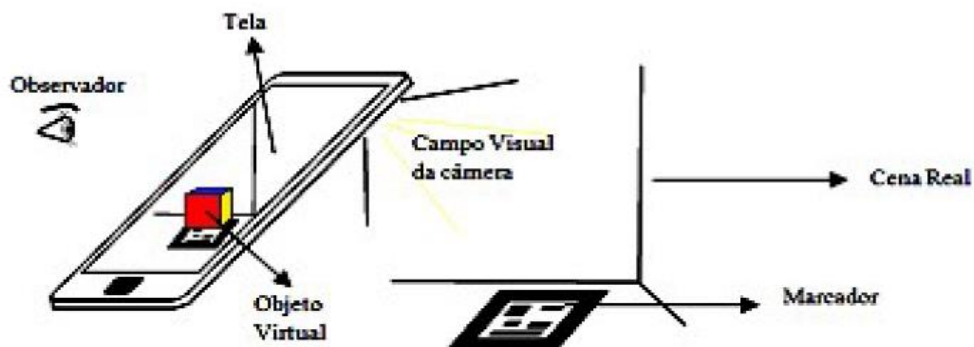
Fonte: LIMA (2011)

Nesta expectativa a tecnologia de RA, ao misturar objetos virtuais ao mundo real, conta além de (câmera) computadores também com (câmera) dos dispositivos móveis, como *tablets* e *smartphones*, para capturar e mostrar a interação, permitindo ao usuário visualizar e interagir com um objeto tridimensional (HOUNSELL, TORI, KIRNER, 2018).

Acompanhando a tendência do desenvolvimento tecnológica ao que se refere aos dispositivos móveis, em especial para celulares, aliado ao aumento da capacidade de processamento desses dispositivos, os *smartphones*, a RA tende a acompanhar tal evolução ficando cada vez mais popular nesses dispositivos.

A Figura 4 ilustra o funcionamento da RA a partir do *smartphone*, no qual se tem: um marcador impresso (que “contém” objeto virtual) que é capturado pela câmera do *smartphone*, que por meio de um aplicativo percebe e rastreia o marcador, projetando o objeto virtual tridimensional, podendo assim ser visualizado pelo usuário pela tela do dispositivo (MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016).

Figura 4 - Funcionamento da Realidade Aumentada em dispositivos móveis



Fonte: MACEDO, SILVA e BURIOL (2016)

Existem vários sistemas de manipulação da RA, disponíveis gratuitamente. Observe, portanto, diversas aplicações desenvolvidas em diversas áreas do conhecimento, como aplicações educacionais, jogos e aplicações nas mais variadas áreas, como: bioengenharia, física, geologia, medicina e outros (KIRNER, 2008, p. 9).

Ao mesmo tempo em que a RA demanda recursos de *hardware*, ela também impõe desafios de *software*, na medida em que são desenvolvidas aplicações mais complexas e potentes.

O *software* de RA é usado na fase de preparação do sistema, através de ferramentas de autoria de ambientes misturados, e na fase de execução, como um suporte à interação em tempo real. Dentre as variadas ferramentas de autoria de RA, temos o *ARToolKit* (Billinghurst

et al., 2001), *FLARToolKit* (Kirner, 2011), o SACRA (KIRNER, 2008), VUforia (VUFORIA, 2017), as referenciadas nesta pesquisa.

O *ARToolKit* é uma biblioteca desenvolvida em linguagem C, que permite o desenvolvimento de aplicações em realidade aumentada de uma maneira mais fácil, utilizando técnicas de visão computacional para identificar marcadores capturados pela câmera, devidamente cadastrados no sistema, e, assim, conseguir ajustar a sua posição e orientação para criar objetos virtuais de forma que pareçam estar anexados a esses marcadores. O *ARToolKit* não permite desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada para web. Desde o seu lançamento, o *ARToolKit* recebeu várias atualizações, sendo hoje multiplataforma e com um melhor algoritmo de rastreamento desde a sua primeira versão. (HOUNSELL *et al.*, 2014).

O *FLARToolKit* foi desenvolvido pelo japonês *Saquoosha* em 2008, foi portada por meio da biblioteca *NyARToolKit* (Java) para a linguagem *ActionScript* 3.0 (Flash). Essa biblioteca, diferentemente das outras, permite o desenvolvimento de aplicações de RA para web, e pode ser executada na maioria dos *browsers* com suporte ao *Flash Player*. Para seu desenvolvimento, é necessário ter objetos *Collada* ou *Papervision* 3D, uma biblioteca 3D para o *Flash* (KIRNER, 2011).

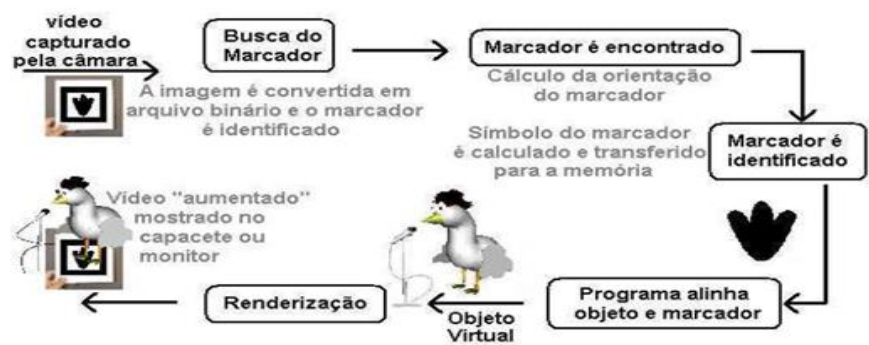
O SACRA foi desenvolvido em 2008 pelo aluno Rafael Santin, em seu mestrado, e orientado pelo prof. Claudio Kirner, o SACRA, Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada, surgiu da necessidade de desenvolvimento de aplicações utilizando realidade aumentada facilitar o desenvolvimento de aplicações em Realidade Aumentada por pessoas leigas em computação, necessitando apenas de configurações através de pastas e arquivos-texto (KIRNER, 2008).

O *VUforia* é uma plataforma mais amplamente usada para o desenvolvimento de RA, com suporte para os principais telefones, tablets e óculos. Os desenvolvedores podem facilmente adicionar funcionalidade avançada de visão computacional aos aplicativos *Android*, *iOS* e *UWP*, para criar experiências de recuperação da realidade virtual que interagem realisticamente com objetos e o ambiente (VUFORIA, 2017).

Desta forma, a Figura tem-se o esquema do funcionamento básico de uma biblioteca de programação.

Na Figura 5, o funcionamento básico de uma biblioteca de programação.

Figura 5 - Funcionamento básico de uma biblioteca de programação



Fonte: SOUZA e KIRNER (2011)

Portanto, trata-se do mundo real como ponto de partida para uma experiência que leva o usuário a experimentar o mundo virtual. A RA prevê que não seja retirada do usuário a consciência de que ele está em seu ambiente real, mas traz para ali (o ambiente real) os objetos tridimensionais necessários para que a interação ocorra.

Essa tecnologia vem sendo utilizada de maneira crescente em diferentes áreas. Há diversos estudos e aplicações desenvolvidas sobre ela, que tem colaborado como ferramenta de apoio a educadores e estudantes no desenvolvimento dos processos de ensino e da aprendizagem (FRANKLIN *et al.*, 2011).

Nesse sentido, Johnson e colaboradores (2011) afirmam que a RA deverá causar grande impacto na educação superior nos próximos anos. Esta tecnologia caracteriza-se como uma técnica que, utilizando de algoritmos de visão computacional, tem por finalidade sobrepor informações virtuais – textuais ou gráficas – em reais em tempo real, permitindo que haja uma melhor percepção e interação do usuário com esse ambiente (JOHNSON *et al.*, 2011).

Partindo do benefício que se obtém no tratamento e na compreensão de elementos por meio das suas representações computacionais é possível fazer ligação direta de aplicações de RA ao ensino da medicina (GOMES; KIRNER, 2006), na educação (BUCHAU *et al.*, 2009), em ambientes industriais (NOLLE; KLINKER, 2006), dentre outros. Isto pelo fato de oferecer uma interação diferenciada do observador com o objeto observado. Além disso, devido ao fato dos objetos serem projetados em 3D, possui grande poder de ilustração e detalhes (JOHNSON *et al.*, 2011; BUCHAU *et al.*, 2011; NOLLE e KLINKER, 2006).

Gomes e Kirner (2006) descreveram o desenvolvimento de aplicações educacionais aplicadas à medicina utilizando RA com uso da biblioteca *Artoolkit*, no qual eles apresentaram exemplos de sobreposição de órgãos sobre os marcadores. Estas aplicações

permitiam visualização e manipulação do respectivo órgão com aspectos diferenciados tornando o aprendizado mais dinâmico e realista, como demonstrado na Figura 6.

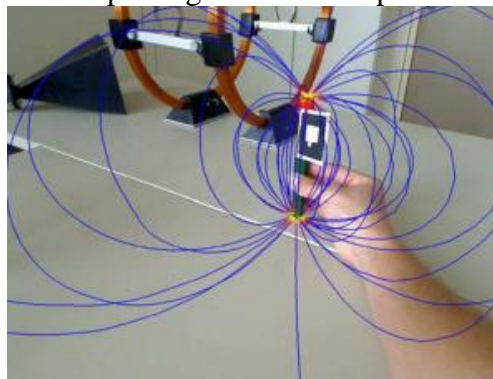
Figura 6 - Coração Virtual



Fonte: GOMES e KIRNER (2006)

Buchau *et al.* (2011) criaram três aplicações baseadas em RA para serem utilizadas no ensino do campo magnético de um ímã, do campo magnético de um solenoide e do campo magnético de uma antena. Estas aplicações permitem que o aluno visualize os campos magnéticos em três dimensões. Na Figura 7, é possível ver o campo magnético de um solenoide, resultado desse trabalho.

Figura 7 - Campo magnético criado por um solenoide.



Fonte: BUCHAU *et al.* (2011)

Nolle e Klinker (2006) afirmam que a RA pode ser utilizada na indústria automotiva para comparar as peças reais de um carro com os seus dados de projeto. É preciso verificar se as peças reais correspondem à última versão do projeto e se foram fabricadas com a precisão adequada. Com a RA, os dados do projeto CAD (*Computer Aided Design*) podem ser sobrepostos sobre as peças reais numa tentativa de se obter o máximo de precisão. Ambas as peças, real e virtual, devem ser visíveis ao mesmo tempo e no mesmo local.

O papel da aplicação da RA nesta pesquisa tem a finalidade de contribuir na visualização das linhas de campo magnético, por ser um conceito de alto nível de abstração, ou seja, uma ferramenta de apoio com subsídios de trazer a representação das linhas de campo magnético em 3D. De acordo com o tema escolhido para a realização deste trabalho, há na literatura trabalhos realizados que tomam como base o conceito de Realidade Aumentada.

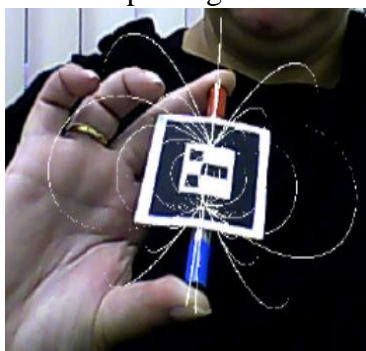
Um desses trabalhos, “Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino e Aprendizagem do Campo Magnético”, foi o artigo de conclusão de curso da Pós-graduação Lato Sensu em Docência no século XXI, publicado nos periódicos na Biblioteca Anton Dakitsch- Biblioteca - Digital de Trabalhos Acadêmicos (IFFluminense campus Campos-Centro).

Este trabalho de conclusão de curso apresentou uma proposta de ensino e aprendizagem de campo magnético apoiada por objetos de aprendizagem desenvolvidos em ambiente de Realidade Aumentada. Para isso, foram realizados experimentos com dois tipos de ímã, um em forma de barra e outro em forma de ferradura, nos quais foi visualizada a simulação das linhas de campo magnético em três dimensões usando Realidade Aumentada.

Foram utilizados dois objetos de aprendizagem. O primeiro OA foi utilizado na tese de Macedo (2011). O segundo OA foi desenvolvido com o propósito de ser utilizado nesta pesquisa. Para a criação do ambiente em RA do primeiro objeto foi utilizado o *Artoolkit* (*Augmented Reality Toolkit*), biblioteca com código aberto e gratuita, apropriada para desenvolver aplicações de RA. Para a criação do segundo objeto foi utilizado o *Nyartoolkit* que é baseado no *Artoolkit* e funciona em qualquer dispositivo *Android*, sistema operacional de código aberto baseado em Java.

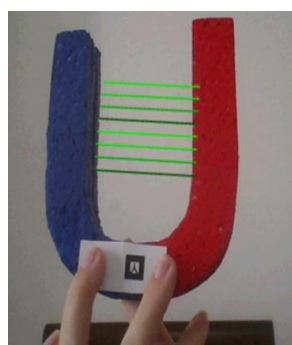
Com isso, foram utilizados dois objetos reais: um ímã em forma de barra e um ímã em forma de ferradura, com os seus marcadores utilizados para os respectivos objetos, representados na Figura 8 e 9, unindo assim o mundo real com o virtual que pode ser verificado nas as linhas tridimensionais de campo magnético.

Figura 8 - Ímã e as linhas de campo magnético



Fonte: (RIBEIRO *et al.*, 2014)

Figura 9 - Ímã e as linhas de campo magnético uniforme



Fonte: (RIBEIRO *et al.*, 2014)

Procedendo deste trabalho, o artigo intitulado *Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino e Aprendizagem do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Ferradura*, foi publicado na revista RENOTE, no ano de 2014, como mencionado anteriormente, ratificando a importância do estudo do tema.

Sendo assim, é possível afirmar que o papel da RA neste trabalho fica definido, porém faz-se necessário subsidiar a presente pesquisa com a Teoria da Aprendizagem Significativa e sua relação com o ensino do campo magnético. Na próxima seção serão abordados os conceitos envolvidos para uma aplicação mais abrangente do estudo do campo magnético.

2.6. Campo e Campo Magnético

O conceito de campo magnético é de difícil compreensão, por tratar de conceitos de raciocínio abstrato como muitos outros conceitos em Física. Desta forma, o conceito de campo em Física, é uma atribuição de uma quantidade ao todo espaço. Pode ser exemplificado ao estudo do campo gravitacional, que atribui um potencial gravitacional a cada ponto do espaço.

Contudo a percepção de campo atribui a vários conceitos prévios já formados pelo aluno que utiliza em seu dia-a-dia com outra interpretação ou modelo mental: “campo de golfe”, “campo de voleibol”, “campo de futebol”, “campo de baseball”, por exemplo (COPELLI *et al.*, 1998, p. 93).

Figura 10 - Exemplos de campo



Fonte: COPELLI *et al.*(1998)

Portanto no estudo da Física, esses exemplos podem ajudar a chamar a atenção por este conceito tão fundamental, o de campo. Os exemplos citados, ao fazer analogias podem contribuir de certa forma ao entendimento melhor do conceito de campo.

O conceito físico de campo caracteriza a propriedade que a matéria tem de influenciar o espaço que fica em redor dela, dando-lhe uma característica que não possuía antes. Desta

forma, que se entende hoje a atração gravitacional: a Terra, como qualquer corpo com massa, é concebida como se tivesse em torno de si uma 'aura', isto é, como uma extensão não material, que preenche todo o espaço ao redor. Tal como, qualquer outra massa "imersa" no campo gravitacional da Terra é atraída por ela, através da força peso. Assim, podemos entender que o peso é a evidência mais comum da ação do campo gravitacional (COPELLI, *et al.*, 1998, p. 94).

Um aspecto muito importante do conceito físico de campo é que ele não é separável da matéria que o origina. Assim, o campo gravitacional da Terra é tão inseparável dela como o campo magnético de um ímã é inseparável dele. Desse modo, se a matéria se move, o seu campo também se move, acompanhando a matéria. Outra propriedade interessante no conceito de campo é de que ele age também no interior dos objetos, é que ele tem um valor que varia com a distância em relação à matéria que o produz. O campo gravitacional da Terra, por exemplo, é capaz de "prender" a Lua ao nosso planeta, o que significa que ele se estende por grandes distâncias (COPELLI, *et al.*, 1998, p. 95-96).

2.6.1. Desenvolvimento Histórico do Eletromagnetismo

Com relação ao estudo do tema proposto nesta pesquisa, campo magnético, será mencionado a seguir, brevemente, a evolução histórica do Eletromagnetismo, desde as primeiras observações quanto aos fenômenos eletromagnéticos e as contribuições de Oersted, Faraday e Maxwell neste ramo do conhecimento.

Desde a antiguidade, duas substâncias, âmbar e magnetita suscitaram grande interesse e foi objeto de estudo. O **âmbar** é uma resina fóssil proveniente de uma espécie de pinheiro já desaparecida, que escorria pelas suas cascas nas épocas mais quentes. Após milhões de anos, a resina desses pinheiros fossilizou transformando-se no que atualmente designamos por âmbar. Possui cor que varia entre o amarelo e o castanho semitransparente, e por combustão produz um aroma muito agradável (LOURENÇO, 2008, p. 147).

Figura 11 – Âmbar



Fonte: LOURENÇO (2008)

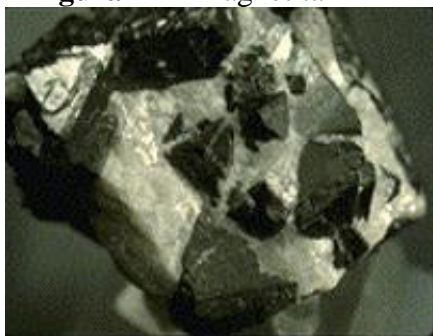
O âmbar foi muito usado desde a antiguidade em joalheria. As “rotas do âmbar” desde Báltico até ao Adriático, passando pelo Mediterrâneo, são as mais antigas da História. É bonito e fácil de trabalhar, sendo muito apreciado sob a forma de contas, em colares e outros ornamentos, foram também encontrados fósseis de insetos no seu interior.

Ao friccionar o âmbar com uma pele de gato é possível atrair partículas de substâncias leves. Nessa época já sabiam que outros materiais apresentavam o chamado efeito âmbar (efeito de atração), pois alguns registros da antiguidade clássica mencionavam várias pedras preciosas que apresentam este efeito. Este se deve a um fenômeno que viria a ser designado por eletricidade (LOURENÇO, 2008, p. 148).

O âmbar apresentava na época também propriedade medicinal inicialmente interesse de Gerolamo Cardano (1550), que após vários conhecimentos acumulados sobre o âmbar, estabelece claramente a diferença entre as propriedades do âmbar e as das magnetitas (ROCHA, 2002, p. 188).

A origem do termo magnetismo provém de uma região da Magnésia província da Grécia antiga, na qual a existência da força magnética entre ímãs foi primeiramente observada. Além disso, o termo magnetismo teria derivado do nome de um pastor de ovelhas grego Magnes que ficara surpreso ao observar que a ponta de seu cajado fora atraída por certas pedras (rochas) por onde passava (*ibid.*).

Figura 12 – Magnetita



Fonte: LOURENÇO (2008)

Por esse motivo, a província passou a ser chamada de Magnésia, por conta dessa pedra de magnetita (ímãs naturais) que possuem propriedades surpreendentes de atrair pedaços de ferro.

Um dos primeiros em fazer uso prático da propriedade da magnetita em atrair ferro teria sido os chineses, na utilização de bússolas para o uso na navegação no século doze. Mas o que parece o maior conhecedor do ímã natural, na época medieval foi o engenheiro militar

francês Pierre de Maricourt (Petrus Peregrinus) que em 1296, descreveu em uma carta aos seus colegas à maioria das experiências elementares sobre magnetismo. Foi ele que denominou de polo norte e polo sul nas extremidades de um ímã, baseando-se na orientação natural da bússola. Observou que a agulha da bússola não apontava exatamente para o Norte Geográfico da Terra. E fez ainda, outras descobertas: e se aproximarmos dois ímãs pelos polos iguais, eles se repelem; e se os aproximarmos pelos polos opostos, eles se atraem; e que um ímã partido mantém a polaridade do ímã original; e ainda a divisão de um ímã dá origem a outros ímãs (ROCHA, 2002, p. 202).

Também foi o primeiro a colocar em evidência uma das questões fundamentais do Eletromagnetismo, isto é, a questão dos monopólios magnéticos, ao observar que não podia isolar um poço ou carga magnética.

Posteriormente, Willian Gilbert em seu livro *De Magnete*, publicado em 1600, além de enfatizar a distinção entre os efeitos do âmbar e do ímã, compila todos os fenômenos elétricos e magnéticos e faz várias observações originais sobre os trabalhos de G. Cardano. Gilbert, afirmava que determinados corpos quando atritados, emitiam um “effluvium”, de natureza material, o qual seria liberado pelo calor produzido no corpo, por fricção e expediam-se por todas as direções e agia sobre os corpos vizinhos e os atraía.

Estas ideias de Gilbert foram influenciadas por uma visão muito comum da época, segundo a qual poderia existir alguma conexão material entre dois corpos quando exerce uma força sobre o outro. Fazendo uma diferenciação das forças magnéticas das eletrostáticas. Estas concepções de ideias relativas à atração magnética poderiam ser consideradas precursoras do conceito de campo, introduzido no início do século XIX, muito importante na Física contemporânea (ROCHA, 2002, p. 190).

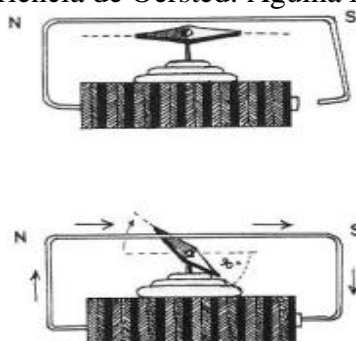
A partir de Gilbert, por mais de dois séculos, quase nada se avançou no estudo do eletromagnetismo, apesar do relativo progresso no estudo dos fenômenos elétricos. Mais dois acontecimentos mudariam radicalmente esta situação. Primeiramente a invenção da pilha de volta (pilha eletroquímica), a partir das observações de Luigi Galvani e de Alessandro Volta, a qual era capaz de produzir corrente elétrica contínua; e segundo, a descoberta da relação entre eletricidade e magnetismo, feita pelo físico Hans C. Oersted, em 1820, usando inclusive a pilha de volta.

A cerca de 1800, muitos acreditavam na existência de relações entre eletricidade e magnetismo e apenas esperavam ou procuravam uma demonstração. Porém, em 1827, que Oersted publicou um artigo escrito para a Enciclopédia Edinburgh, a seguinte afirmação:

O Eletromagnetismo foi descoberto no ano de 1820, pelo professor Hans Christian Oersted, da Universidade de Copenhagem. Durante toda a sua carreira de escritor, foi de opinião que os magnéticos são produzidos pelos mesmos poderes que os elétricos. Esta sua opinião está relacionada com um princípio filosófico de que todos os fenômenos são produzidos pelo mesmo poder original. (ROCHA, 2002, p. 247).

Entre 1800 e 1820, a procura desta relação foi intensa, muitos foram os investigadores que se dedicaram a este assunto, alguns deles até reivindicaram para si a descoberta desta relação contestando a descoberta de Oersted. Em 1820, Oersted descobriu que uma corrente elétrica fazia mover uma agulha magnética colocada nas proximidades, como se a própria corrente elétrica se comportasse como um ímã. A agulha ficava orientada perpendicularmente ao fio que conduzia a corrente, como mostra na Figura 13:

Figura 13 - Experiência de Oersted: Agulha Magnética de Oersted



Fonte: MAGALHÃES *et al.* (2002)

A contribuição de Oersted de 1820 foi seguida por uma febre de experiências e descobertas. As mais importantes ocorreram na França e em parte devidas a André Marie Ampère (1775-1836), que sabendo das descobertas de Oersted, dedicou-se ao assunto e formulou a regra para indicar a direção do campo magnético criado por um circuito elétrico.

Além disso, após várias tentativas de investigação em seu laboratório descobriu que circuitos paralelos com correntes na mesma direção se atraem, e se repelem quando as correntes são contrárias. Mas Ampère apresentou um relato aos novos fenômenos galvano-elétricos onde descrevia um aparelho que utilizava o efeito eletromagnético para a medida de corrente elétrica, atribuindo-lhe o nome de galvanômetro. Posteriormente, Ampère anunciou novas ideias e descobertas e também propostas para novos instrumentos elétricos.

Nesse mesmo período, a partir de experiências com espiras, percebeu-se também que elas interagem como se fossem ímãs, o que levou a ideia de que o magnetismo do ímã natural era consequência de uma substância magnética composta de uma infinidade de pequeninas espiras (solenóides) por onde passavam as correntes, admitindo assim, que o magnetismo era

devido a “fluidos magnéticos”. Além disso, descobriu a correspondente força de um ímã sobre um circuito elétrico girante (*ibid.*).

Figura 14 - Modelo de Ampère para observar a interação entre correntes e condutores lineares e em espiral (solenóide)



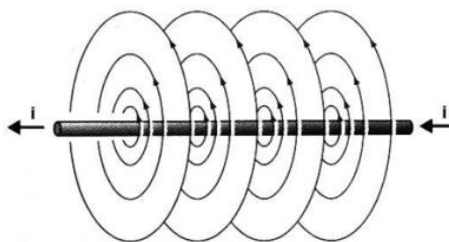
Fonte: LOURENÇO (2008)

Essa sua teoria do magnetismo dos ímãs naturais, afirmava ainda que nas substâncias não magnéticas tais espiras estavam orientadas ao acaso, de modo que a soma dos seus efeitos era nula. As correntes de Ampère, assim como as propriedades magnéticas dos materiais só viriam a ser melhor compreendidas no século XX.

Em outubro de 1820, os franceses Jean B. Biot (1774-1862) e Félix Savart (1791-1841) também anunciavam os resultados das medições de força sobre um polo magnético (de uma agulha magnetizada), colocado na vizinhança de um fio condutor percorrido por uma corrente. Outra característica importante é que para conhecer o campo magnético era necessário medir essa força que atua sobre as essas cargas elétricas em movimento, ou seja, a medição da força sobre um condutor percorrido por corrente elétrica que só veio ser possível através da interação dos campos magnéticos em materiais magnéticos.

De acordo com as medições e observações experimentais, formularam a lei que leva seus nomes e que permite o cálculo de campos magnéticos produzidos por correntes elétricas.

Figura 15 - Campo magnético em torno de um fio onde passa corrente elétrica



Fonte: LOURENÇO (2008)

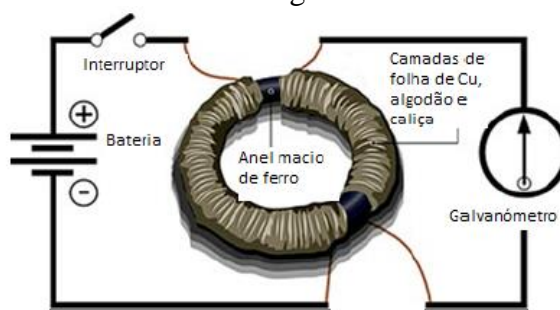
As descobertas de Oersted, Ampère e Biot e Savart revelaram um aspecto surpreendente nesse novo tipo de interação física, isto é, de certo modo contrariava a filosofia mecanicista da época, que tentava reduzir todas as ações do mundo às ações gravitacionais. Sendo que, outra importantíssima contribuição para o eletromagnetismo foi à descoberta de Michael Faraday em 1831: a indução eletromagnética.

As investigações de Faraday realizaram-se a partir da experiência de Oersted, que pela primeira vez verificou que a passagem da corrente elétrica provoca o movimento de uma agulha magnética colocada próxima de um fio percorrido por uma corrente elétrica. O movimento da agulha levou à hipótese da ação de uma força magnética produzida pela corrente, ou seja, a manifestação de um fenômeno magnético a partir de um fenômeno elétrico (*ibid*).

Mas ele propôs investigar o fenômeno inverso, isto é, será que o campo magnético poderia produzir corrente elétrica? Faraday estudou este fenômeno e imaginou a possibilidade deste fenômeno, ou seja, uma força magnética constante poderia produzir corrente, também era constante.

Esta hipótese falhou experimentalmente, mas quando Faraday aproximou dois condutores em forma de espiral, colocados paralelamente, ao ligar e desligar a corrente que atravessava apenas um deles, observou que havia passagem da corrente elétrica no outro, provocada pelo efeito “liga e desliga” do circuito próximo. Da mesma forma, ao aproximar ou afastar um ímã de um condutor em forma de espiral, Faraday observou que se criava uma corrente, estava descoberta a Indução Eletromagnética (LOURENÇO, 2008, p. 194).

Figura 16 - Esquema da montagem que Faraday construiu para descobrir a indução eletromagnética



Fonte: LOURENÇO (2008)

Após estas e outras experiências Faraday percebeu que a palavra-chave para explicar este fenômeno era variação, e utilizando o conceito de força, sintetizou os seus resultados afirmando que a variação das linhas de força magnética pode produzir uma corrente no fio.

Faraday foi quem introduziu o conceito de campo a partir da noção de linhas de força em substituição ao conceito de distância que prevalecia até então na eletricidade, no magnetismo e na gravitação. Para ele, a ação entre as partículas deveria se dar através de certo meio. E inspirado pelas Figuras de limalha de ferro, formadas a partir da ação de uma barra magnetizada, passou a visualizar as forças magnéticas e elétricas como espécie de linhas elásticas que se estendiam no espaço a partir de ímãs, ou de corpos eletrizados, ou de fios condutores (ROCHA, 2002, p. 253).

E as ideias de Faraday foram estruturadas matematicamente por James Clerk Maxwell (1831-1879) produziram um impacto extraordinário na Física e refletiu longa e profundamente sobre como se poderiam entender as “linhas de força” de Faraday.

A teoria de Maxwell é celebrada, muito justamente, pela façanha de unificar os domínios da eletricidade, do magnetismo. E ele conseguiu uma formulação matemática e unificada das leis de Coulomb, Oersted, Ampère, Biot e Savart, Faraday e Lenz, expressando essas leis na forma de quatro equações, conhecidas, hoje como equações de Maxwell (também denominadas Lei de Gauss para a Eletricidade, Lei de Gauss para o Magnetismo, Lei de Ampère-Maxwell e Lei de indução de Faraday. E empregou a letra “B” para designar o magnetismo e a letra “E” para designar a eletricidade. Incluiu também o operador matemático: derivada parcial $-\partial/\partial t$ para representar a expressão «taxa de crescimento ou diminuição de ...» e o rotacional $\nabla \times$ para designar «o valor de ...» Assim sendo, a descoberta de Faraday resumia-se à Equação 1:

$$\nabla \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (\text{Lei da Indução de Faraday}) \quad (1)$$

Isto é, a quantidade de eletricidade induzida pelo magnetismo era igual variação da força eletromotriz geradora. Um campo magnético a variar rapidamente produzia uma grande quantidade de eletricidade, enquanto um campo magnético que variasse lentamente produzia quantidades pequenas de eletricidade. Se o campo magnético se mantivesse constante no tempo, não se produziria eletricidade (GRAÇA, 2012, p. 222).

Após escrever na sua formulação matemática a Lei-Savart-Ampère, percebeu que havia uma inconsistência lógica com a equação da continuidade da corrente elétrica, quando deduzida daquela Lei. Sabendo ainda, através de Faraday, que a variação temporal do campo magnético produzia campo elétrico, passou a especular então, a situação inversa, isto é, se

seria possível variação temporal do campo elétrico produzir campo. O resultado foi surpreendente. E permitiu sintetizar as quatro equações de Maxwell no Quadro 2:

Quadro 2 - Conjunto das equações de Maxwell

Nome	Forma diferencial	Forma integral
Lei de Gauss	$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_f$	$\oiint_{\partial V} \mathbf{D} \cdot d\mathbf{A} = Q_f(V)$
Lei de Gauss para o magnetismo	$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$	$\oiint_{\partial V} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$
Lei da indução de Faraday	$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$	$\oint_{\partial S} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{\partial \Phi_{B,S}}{\partial t}$
Lei de Ampère (com correção de Maxwell)	$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}_f + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$	$\oint_{\partial S} \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I_{f,S} + \frac{\partial \Phi_{D,S}}{\partial t}$

Disponível em: <<http://hal9k.ifsc.usp.br/~smaira/Graduação>>. (Acesso: 01 mar. 2017)

onde \mathbf{D} é o vetor campo elétrico, \mathbf{B} é o campo magnético, \mathbf{H} é o vetor campo, \mathbf{A} é a área, Φ fluxo magnético, I corrente elétrica e \mathbf{J} vetor densidade de corrente elétrica.

Completando este conjunto de equações e quando temos uma carga elétrica que interage com o campo magnético na equação 2 conhecida lei de Lorentz:

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}). \quad (\text{Lei de Lorentz}) \quad (2)$$

As potencialidades destas equações eram tais que permitiram abandonar completamente o modelo mecânico, ou seja, a ideia de força à distância. Esta ideia formava a base de uma das linhas das investigações sobre os fenômenos eletromagnéticos adotadas na Europa na segunda metade do século XIX (*ibid.*).

A teoria do eletromagnetismo foi à obra-prima de Maxwell, conseguiu pensar e descrever matematicamente os fenômenos elétricos e magnéticos com um conjunto de fórmulas, as “Equações de Maxwell”. Estabeleceram-se então os grandes princípios do eletromagnetismo:

- Uma corrente elétrica num condutor produz linhas de forças magnéticas que envolvem o condutor;
- Quando um condutor se move através de linhas de forças magnéticas que se criaram por meios exteriores ao condutor, induz-se uma corrente no condutor;
- Um campo elétrico variável no espaço induz um campo magnético;
- Um campo magnético variável no espaço induz um campo elétrico.

A partir destas equações, Maxwell demonstrou que a velocidade das ondas eletromagnéticas, desconhecidas até então, coincidia com a velocidade da luz, a qual já era

conhecida na época, e aproximadamente 300 000 km/s, o que lhe indicou que a luz é de natureza eletromagnética, além disso, previu também a existência de radiações para além da região do visível (ibid.).

Estas ondas foram de fato primeiramente comprovadas experimentalmente pelo Físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894) em 1887, sendo imediatamente vistas como uma confirmação decisiva da existência do campo eletromagnético (ROCHA, 2002, p. 263).

2.6.2. Campo Magnético: Propriedades e Características

A partir da evolução histórica pode-se ter uma vasta ideia a respeito do progresso do eletromagnetismo. Sendo assim, buscando ampliar este entendimento, a seguir, será exposta uma síntese mais aprofundada sobre as propriedades dos ímãs e suas características.

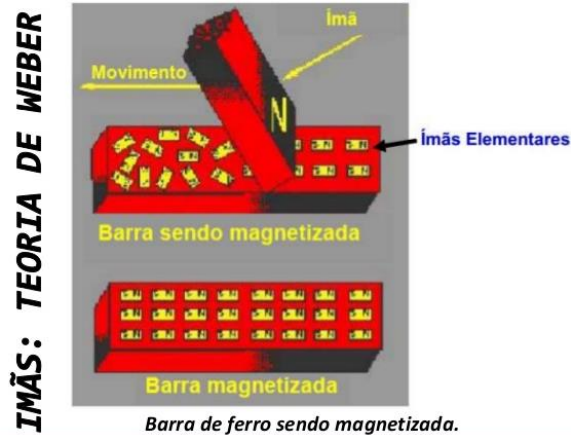
Desta forma, sejam naturais ou artificiais, os ímãs, segundo Pierre de Maricourt (1269), são materiais capazes de se atraírem ou repelirem entre si, bem como de atrair ferro e outros metais magnéticos.

Os ímãs naturais são feitos de minerais com substâncias magnéticas e os artificiais são obtidos através do processo de imantação, e é feito de um material sem propriedades magnéticas, mas que podem adquirir permanentemente ou instantaneamente características de um ímã natural.

Os ímãs artificiais são divididos em: permanentes, temporários e em eletroímãs. Os ímãs permanentes são feitos de material capaz de manter as propriedades magnéticas mesmo após cessar o processo de imantação. O temporário tem propriedades magnéticas enquanto se encontra sob a ação de outro campo magnético. Já o eletroímã é um dispositivo composto de um condutor por onde circula uma corrente elétrica em um núcleo, normalmente de ferro.

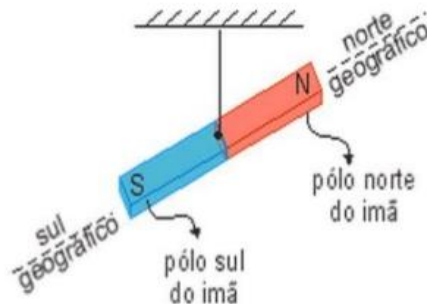
Segundo a teoria de Weber, qualquer substância magnética é composta de ímãs muito pequenos, chamados de ímãs elementares (ROCHA, 2002).

Para ele as substâncias podem ou não apresentar propriedades magnéticas, podendo assim dizer que as substâncias podem ser: magnéticas e não magnéticas. As magnéticas são aquelas que permitem a orientação dos ímãs elementares, por exemplo: o ferro. E não magnéticos são aqueles que não permitem a orientação dos ímãs elementares no caso o alumínio.

Figura 17 - Magnetização de uma barra de ferro

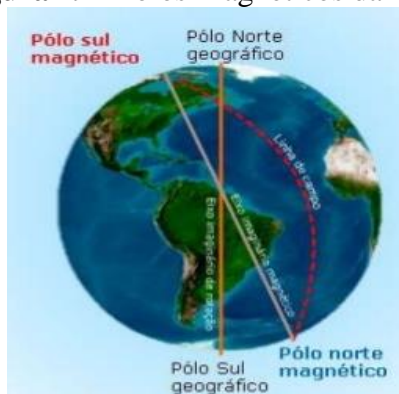
Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/magnetismo>>.
(Acesso: 15 nov. 2017)

Os ímãs possuem polos magnéticos e são nessas regiões onde as interações magnéticas são mais intensas. Suspendendo-se um ímã de forma que ele possa girar livremente ele toma aproximadamente a direção Norte-Sul geográfica.

Figura 18 - Direção Norte-Sul geográfica

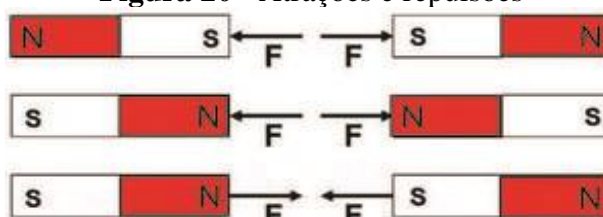
Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/magnetis>>.
(Acesso em: 28 nov. 2017)

Um dos polos é chamado de polo norte e o outro de polo sul, em torno dos quais existe um campo magnético. Seguindo a regra da atração entre opostos, comum na física, o polo norte e o sul de dois ímãs se atraem mutuamente. A Terra é um gigantesco ímã, onde o Sul geográfico corresponde ao seu polo Norte magnético, sendo assim, o polo Norte geográfico ao Sul magnético.

Figura 19 - Polos Magnéticos da Terra

Disponível em: <<https://www.google.com.br/search>>. (Acesso em: 20 dez. 2017)

O campo magnético é um conjunto de linhas de força orientadas que partem do polo norte para o polo sul dos ímãs, promovendo sua capacidade de atração e repulsão. Mecanismo que fica explicado na Figura 20.

Figura 20 - Atrações e repulsões

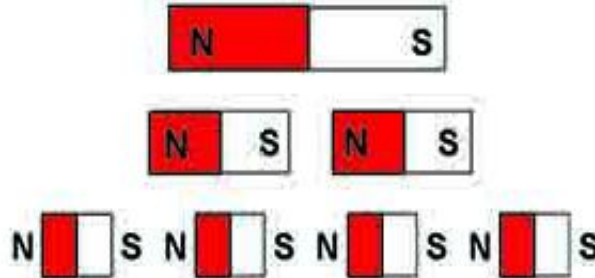
Disponível em: <<http://educacao.globo.com/fisica/assunto/eletromagnetismo/imas>>. (Acesso em: 20 dez. 2017)

Com base da Figura 20, pode-se enunciar a lei da força magnética proposta por Faraday: polos da mesma natureza se repelem e de naturezas diferentes se atraem (PIRES, 2008, p. 277).

Essa lei é semelhante à lei das forças entre cargas elétricas, onde cargas de mesmo sinal se repelem, enquanto as de sinais contrários se atraem. Mas existe uma diferença muito importante entre os polos magnéticos e as cargas elétricas. Enquanto estas podem ser encontradas isoladamente, os polos magnéticos não podem. Um aglomerado de elétrons não precisa estar acompanhado de um aglomerado de prótons, e vice-versa. Mas um polo magnético norte jamais existe sem a presença de um polo sul, e vice-versa. Se partir em duas partes um ímã de barra, cada metade se comportará como um ímã completo. Se quebrar novamente, obterá quatro ímãs completos. Se continuar quebrando até chegar do tamanho de

um único átomo, ainda assim haverá neles dois polos. Confirmando a inexistência do monopólio magnético.

Figura 21 - Inseparabilidade dos polos magnéticos



Disponível em: <<https://neomagnetismo.com.br/fisica/magnetismo>>. (Acesso em: 21 dez. 2017)

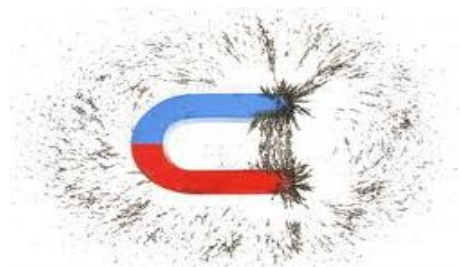
Segundo Maxwell (PIRES, 2008, p. 280), o espaço que circunda um ímã contém um campo magnético. A forma desse campo é revelada pela limalha, cujos pequenos pedaços de ferro se alinham com as linhas do campo magnético que foi denominada linhas de força por Faraday, que se espalham a partir um dos polos e retornam pelo outro. E é interessante que existem padrões diversos de campo magnético. Na Figura 22 e 23 tem-se a materialização das linhas de campo magnético por limalha de ferro e as representações destas linhas imaginárias (Figuras 24 e 25) em ímã em forma de barra e em forma de U.

Figura 22 - Representação das linhas de campo magnético de um ímã com limalha de ferro em forma de barra



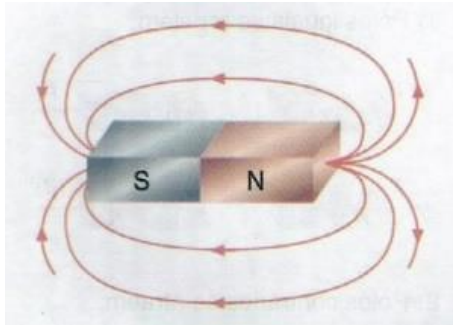
Disponível em: <<http://www.infoescola.com>>. (Acesso em: 22 dez. 2017)

Figura 23 - Representação das linhas de campo magnético de um ímã com limalha de ferro em forma de ferradura



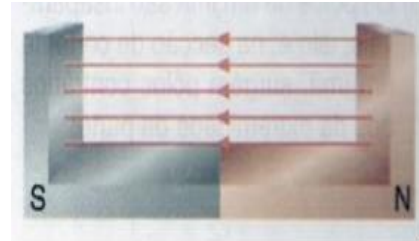
Disponível em: <<http://www.infoescola.com>>. (Acesso em: 22 dez. 2017)

Figura 24 - Representação das linhas imaginárias de campo magnético de um ímã em forma de barra



Disponível em: <<http://www.infoescola.com>>. (Acesso em: 22 dez. 2017)

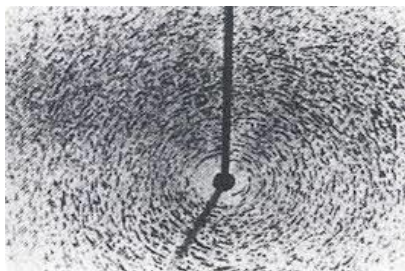
Figura 25 - Representação das linhas imaginárias de campo magnético de um ímã em forma de ferradura



Disponível em: <<http://www.infoescola.com>>. (Acesso em: 22 dez. 2017)

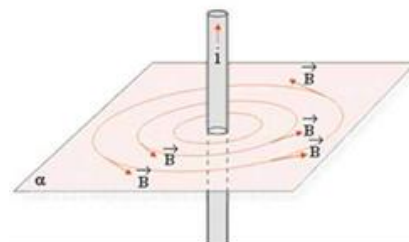
A existência de um campo magnético ao redor de um fio condutor de corrente foi demonstrada por Oersted em 1820. Mas Faraday imaginava também que o espaço ao redor de um fio condutor era ocupado por linhas de força (linhas de campo magnético). A relação entre as linhas de campo magnético em fios condutores retilíneos é representada por vetores campo magnéticos \mathbf{B} e demonstra que em uma região em torno de um fio surgem linhas de campo magnético devido à passagem de corrente elétrica que é perpendicular ao fio. Outro fato que destaca a contribuição de Oersted é de que o campo magnético tem valores elevados nas regiões em que as linhas do campo estão mais próximas e valores pequenos nas regiões em que as linhas de campo estão mais afastadas. Importante destacar que o sentido das linhas de campo magnético é invisível, mas pode ser determinada “materializada” ao pulverizarmos limalha de ferro ao redor do fio, e a regra da mão direita mostra as direções das correntes e campo magnético ou pela orientação da bússola (HALLIDAY, 2012, p. 23).

Figura 26: Representação das linhas de campo magnético de um ímã com limalha de ferro em fio condutor retilíneo



Disponível em: <<https://donaatraente.wordpress.com>>. (Acesso em: 27 dez. 2017)

Figura 27: Representação das linhas de indução campo magnético em fio retilíneo



Disponível em: <<http://www.fisicapaidegua.com>>. (Acesso em: 27 dez. 2017)

A intensidade do campo magnético em qualquer tipo de configuração de fios condutores finitos pode ser comprovada com a interpretação da Lei de Biot-Savart, conforme a Equação 3:

$$\vec{B} = \mu_0/4\pi \int I \vec{dl} \times \vec{r}/r^2, \quad (\text{Lei de Biot – Savart}) \quad (3)$$

no Sistema Internacional de Unidades (SI) o campo magnético é \mathbf{B} (T) num determinado ponto, produzido por uma corrente I (A) através do comprimento $d\mathbf{l}$ (m) do fio. Sendo, μ_0 constante permeabilidade magnética do meio (T.m/A). E para fios infinitos a intensidade do campo magnético se obtém pela Equação 4:

$$\vec{B} = \mu_0 I / 2\pi r, \quad (\text{Campo Magnético em Condutores Retilíneos}) \quad (4)$$

estabelecendo que o campo magnético \mathbf{B} é diretamente proporcional à intensidade de corrente elétrica I e inversamente proporcional à distância em torno do fio r .

Pode-se determinar o sentido do campo magnético em torno do fio condutor através de uma simples regra conhecida como regra da mão direita. Nesta regra usa-se o polegar para indicar o sentido da corrente elétrica e os demais dedos indicam o sentido do campo magnético.

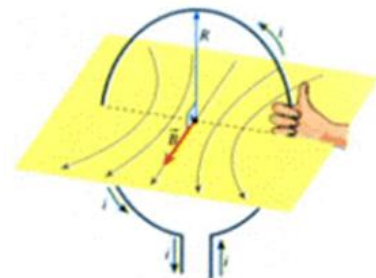
A experiência sugerida por Oersted com outra configuração no caso de uma espira circular teremos nas Figuras 28 e 29, a seguinte representação das linhas de campo magnético:

Figura 28 - Representação das linhas de campo magnético de em uma espira por limalha de ferro



Disponível em: <<http://magnetismonaweb.blogspot.com.br>>.
(Acesso em: 28 dez. 2017)

Figura 29 - Representação das linhas campo magnético em uma espira pela regra da mão direita



Disponível em: <<http://magnetismonaweb.blogspot.com.br>>.
(Acesso em: 28 dez. 2017)

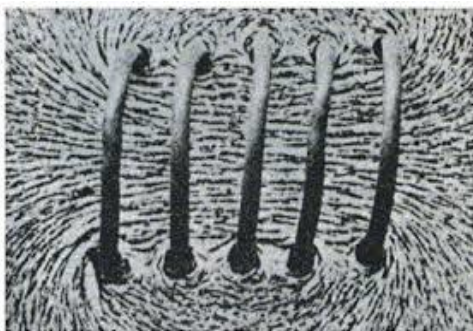
Pode-se obter a intensidade do campo magnético de uma espira ou mais espiras se obtém pela Equação 5:

$$\vec{B} = N \mu_{01}/2R, \quad (\text{Campo Magnético em Espiras}) \quad (5)$$

deduzindo que o campo magnético \mathbf{B} é diretamente proporcional à intensidade de corrente elétrica I e inversamente proporcional ao raio R da espira. Se considerarmos várias espiras sobrepostas à intensidade do campo magnético se dará pela soma total do campo produzido por cada espira. A utilização da regra da mão direita determinará a direção e o sentido da corrente e do campo magnético.

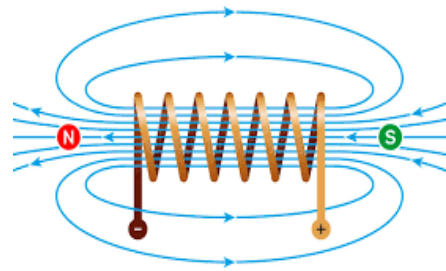
Outro exemplo de configuração para o surgimento de campos magnéticos é o conjunto espiras (bobinas ou solenoides) constituída por fios enrolados várias vezes. Que as ligando extremidades da bobina a uma bateria, isto é, estabelecendo uma corrente em suas espiras, essa corrente cria um campo magnético no interior e no exterior do solenoide. As linhas de campo podem também ser visualizadas simplesmente ao pulverizar limalha de ferro, e observando-se assim que o campo magnético no interior da bobina e em suas extremidades é muito mais forte que em suas partes laterais externas. Isso significa que, nessa região, o campo magnético é praticamente é uniforme.

Figura 30 - Representação das linhas de campo magnético de em uma bobina por limalha de ferro



Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov>>. (Acesso em: 03 jan. 2018)

Figura 31 - Representação das linhas campo magnético em uma bobina



Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov>>. (Acesso em: 03 jan. 2018)

Do mesmo modo, no interior do solenoide teremos a intensidade do campo magnético que pode ser obtida pela Equação 6:

$$\vec{B} = N \mu_{01}/L, \quad (\text{Campo Magnético em Solenóides}) \quad (6)$$

onde N é o número de espiras. O número de espiras por unidade de comprimento é dado pelo quociente N/L , se falarmos que $n = N/L$, ou seja, número de espiras por unidade de comprimento do solenoide. Temos que: $\mathbf{B} = n \cdot \mu_0 \mathbf{I}$. Comumente, para sabermos o sentido do campo magnético de um solenoide utiliza-se a regra da mão direita.

Portanto, uma carga elétrica em repouso não interage com um campo magnético estático. Mas se esta carga elétrica se mover em um campo magnético, o caráter magnético da carga se manifesta. Assim, esta experimentará uma força magnética que a desvia. Isso ocorre sempre que a mesma interage, portanto se encontra em movimento.

Duas cargas elétricas, movimentando-se no mesmo sentido possuem uma força magnética de atração entre elas. Similarmente, se movimentando em direções opostas possuem uma força repulsiva entre elas. Nesse contexto, uma força magnética é uma força que surge devido à interação de campos magnéticos (HEWITT, 2008, p. 415).

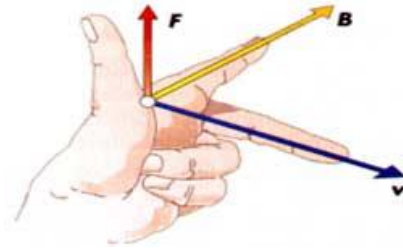
Experimentalmente verifica-se que o módulo da força magnética possui as seguintes propriedades: a força magnética é proporcional à corrente elétrica e ao valor da carga elétrica em movimento; e a sua atuação sobre uma carga em movimento é proporcional, ao valor da carga, ao módulo da velocidade e o ângulo entre o vetor velocidade e o campo magnético; quando v e b forem paralelos à força é nula e quando forem perpendiculares é máxima. A força magnética é ortogonal ao plano formado pelos vetores velocidade e campo magnético (GRAÇA, 2012, p. 37).

A magnitude da força magnética pode ser deduzida na seguinte Equação 7 para a força magnética produzida por um campo magnético \mathbf{B} , que atua sobre uma carga elétrica q , que se movimenta com velocidade \mathbf{v} :

$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B}). \quad (\text{Força Magnética}) \quad (7)$$

Ao contrário das forças elétricas que aceleram as cargas elétricas na direção do campo, fazendo variar a sua energia cinética, a força magnética só é responsável pela alteração da direção do movimento, sem alterar as energias cinéticas.

As direções relativas da força, velocidade e campo são obtidos pela regra mão direita ou da mão esquerda. Sendo que a direção da força magnética (polegar) é perpendicular à direção da velocidade (médio) com que a carga é inserida no campo magnético e, também, ao próprio campo magnético (indicador). Como indicado na Figura 32:

Figura 32 - Regra da mão esquerda

Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br>>. (Acesso em: 04 jan. 2018)

Determina-se o sentido da força magnética para as cargas positivas, sendo negativas, deve-se inverter o sentido da força magnética.

No caso, o condutor retilíneo e se o campo magnético **B** for constante, formará um ângulo qualquer, Θ , com o condutor, e o módulo da força sobre o mesmo será dada pela Equação 8:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B} \sin \Theta \quad (\text{Força Magnética Condutor Retilíneo}) \quad (8)$$

A descoberta desta relação entre eletricidade e magnetismo gerou grande excitação, e quase que imediatamente as pessoas começaram a utilizara força magnética com fins práticos, como melhorar a sensibilidade dos motores elétricos e aumentar a força. Sabendo então, que a corrente elétrica em movimento produzia campo magnético, a possibilidade da comprovação do inverso veio com a descoberta experimental de Faraday chamado de Indução Eletromagnética, é o princípio de funcionamento do gerador de energia elétrica. A contribuição de Faraday possibilitou a utilização de energia elétrica em grande escala, que não era possível. (HEWITT, 2008, p. 424).

Todos os fenômenos de indução magnética podem ser descritos por uma única Equação (9) conhecida como a Lei de Faraday-Lenz. Esta equação relaciona a força eletromotriz induzida ε com a variação temporal do fluxo magnético $\Delta\Phi/\Delta t$ que atravessa o circuito.

$$\varepsilon = - \Delta\Phi/\Delta t \quad (\text{Força Eletromotriz Induzida}) \quad (9)$$

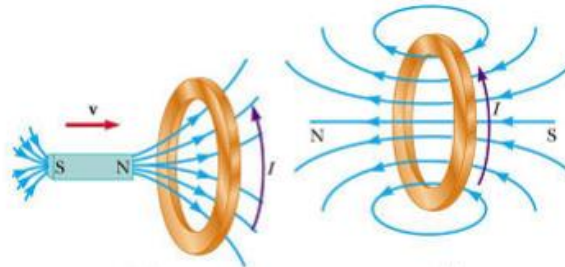
Portanto, na forma diferencial, a Lei Faraday-Lenz, permite dizer que o campo magnético variável no tempo $\partial\vec{B}/\partial t$ produz um campo elétrico $\vec{\nabla} \times \vec{E}$, cuja propagação é independente da existência de um meio material dada pela Equação 10.

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = - \partial\vec{B}/\partial t \quad (\text{Lei da Indução Faraday – Lenz}) \quad (10)$$

O sinal negativo da Lei Faraday-Lenz é atribuído a Heinrich Frederich Lenz, que publicou em 1894, a sua lei de indução que pode ser resumida da seguinte maneira: “a corrente induzida numa espira condutora (solenóide) terá o sentido da variação que a criou.” (GRAÇA, 2012, p.180).

Da mesma forma pode-se interpretar que quando o ímã é aproximado da espira com a face norte voltada para ela, a corrente induzida deverá ter um sentido tal que o campo magnético associado a ela tenha suas linhas de campo com sentido contrário às linhas dos ímãs (Figura 33).

Figura 33 - Indução Magnética- Corrente induzida em uma espira



Disponível em: <<http://www.fisicavivencial.pro.br>>. (Acesso em: 06 jan. 2018)

Assim sendo, quanto maior a velocidade maior, maior será a corrente induzida. A Lei de Faraday junto com as equações do eletromagnetismo, incorporada na lei de Maxwell, unifica-se as leis do eletromagnetismo.

Os fenômenos eletromagnéticos estão presentes em grande parte dos equipamentos que fazem parte do nosso dia a dia, tais como computadores, televisores, geladeiras, motores e até mesmo nas campainhas. Portanto, a compreensão do eletromagnetismo tem fundamental importância para o entendimento do mundo cotidiano, e conseqüentemente no estudo da ciência e tecnologia.

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem a finalidade de descrever a metodologia da pesquisa, os sujeitos investigados, os instrumentos de coleta de dados e procedimentos utilizados para a análise dos resultados. E também a descrição da UEPS.

3.1. Contexto da Pesquisa

O presente trabalho foi aplicado em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Centro Educacional Kíssila Neves, na cidade de Campos dos Goytacazes – RJ, na qual o tema é abordado, segundo a Base Nacional Curricular Comum.

Figura 34 – Centro Educacional Kíssila Neves



Disponível em: <<https://www.google.com/maps/uv?hl>>
(Acesso em: 07 jan. 2018)

Tem-se como objetivo preparar um material didático potencialmente significativo. Este material foi preparado pela autora atendendo ao requisito do Estudo do Conceito Campo e Campo Magnético do Ensino Médio e aplicado em uma rede de ensino particular onde se utiliza o Currículo Nacional (BNCC, 2018).

3.2. Sujeitos da Pesquisa

Foi investigada a turma do terceiro ano do ensino médio, constituída por oito alunos, na qual foram aplicadas as atividades da UEPS. Contudo, desses oito alunos, apenas seis participaram efetivamente de todas as etapas. Dessa forma, foi estabelecida uma letra do alfabeto para a identificação de cada aluno, sendo A, B, C, D, E, F, G e H. Como os alunos D e H não participaram de todas as etapas, os mesmos não fizeram parte da análise dos resultados. A faixa etária da turma compreende entre 15 a 18 anos de idade.

3.3. Pesquisa Qualitativa

O presente trabalho apresenta caráter qualitativo, que segundo Triviños (1987, p. 128) “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito e que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo de pesquisa qualitativa”.

Segundo Moreira (2009, p. 6) a pesquisa qualitativa visa à interpretação de dados, ou seja, significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída. Assim, os dados são obtidos através da observação do sujeito em estudo.

Os procedimentos metodológicos conduziram ao ‘estudos de caso’, que na visão de Yin (2005), trata-se de uma investigação empírica, um método que abrange planejamento, técnicas de coleta de dados e análise dos mesmos.

3.4. Instrumentos de Pesquisa

Aplicação prévia de um questionário para apresentar as ideias de campo (por radiação térmica, por distância, entre outros) e diagnosticar assim as dúvidas preliminares dos alunos a respeito delas.

Com base no resultado do questionário a pesquisa foi desenvolvida por meio da elaboração de uma UEPS com o tema Campo e Campo Magnético (MOREIRA, 2011).

Esta sequência didática foi aplicada em oito encontros, cada um duas horas/aulas totalizando dezesseis horas/aulas, correspondente a um bimestre, tendo início no segundo bimestre e sendo finalizado no terceiro bimestre do ano letivo de 2018.

Ao medir o rendimento escolar do aluno, o professor deve utilizar técnicas diversas e instrumentos variados, pois, quanto maior for à amostragem, mais perfeita será a avaliação.

Haydt (2000) defende que a avaliação deve ser compreendida como um processo dinâmico de permanente interação entre educador e educando no apontamento e no desenvolvimento de conteúdos de ensino - aprendizagem, na seleção e aplicação de suas metodologias, bem como no diagnóstico da realidade social, visando à mudança comportamental do educando e do seu compromisso com a sociedade.

Os instrumentos de coleta de dados da pesquisa focalizaram a aprendizagem do aluno, e foram os descritos no Quadro 3.

Quadro 3 – Instrumento de coleta de dados

Instrumento	Objetivos
Questionário pré-diagnóstico	Pré-sondagem das ideias que os alunos trazem a respeito do conceito de campo.
Roteiro Experimental: Interação da Matéria com o Ímã	Verificar a organização e compreensão dos conceitos envolvidos no estudo do campo magnético como: Pólos magnéticos, ímã, bússola, magnetização,

	desmagnetização, força magnética, campo magnético, fluxo magnético.
Simulador Phet: Lei de Faraday	Compreender o processo de indução magnética devido à movimentação do ímã através da espira e também explorar o simulador de forma a compreender os conceitos e leis físicas relacionados em seu cotidiano.
Vídeo/ Artigo: Auroras	Formular as concepções científica quanto ao surgimento das Auroras Boreais e Austrais pelos alunos.
“Jogo” Mito e Verdade	Investigar o que seria mito e verdade sobre o eletromagnetismo no dia a dia do aluno.
Representações Pictográficas	Verificar o aspecto tridimensional do conceito de campo magnético por meio dos desenhos desenvolvidos pelos alunos.
Verbalizações e Comportamentos dos Alunos.	Observar no decorrer da aplicação da UEPS o comportamento dos alunos frente a esta nova proposta didática, as explicações, as apresentações elaboradas por eles e pelos colegas e seus argumentos.
Mapa Conceitual	Elaborar um mapa conceitual contendo relações dos conceitos estudados.
Questionários para Avaliação da RA e da UEPS.	Avaliação dos alunos a respeito do uso do ambiente RA na visualização das linhas de campo magnético, e da estratégia didática elaborada UEPS.

Fonte: Elaboração Própria

Para análise, os dados coletados foram tratados como *modelos mentais de trabalho*, que na visão de Jonhson Laird (1983) são: as representações mentais, que são feitas de duas maneiras: *analógica* (combinações por meio visual) e a *proposicional* (a mente capta uma ideia). E formula a ideia mentalmente, modelando-as e agregando informações com relação ao modelo mental que busca criar inferências da primeira premissa (construção do aprendizado), com a segunda (agregação de informações complementares), de acordo com as inferências do modelo mental e diferenciação progressiva de Ausubel (1963).

3.5. Técnica para Análise de Dados

Para a análise dos dados coletados nas perguntas abertas foi adotada como referência a análise de conteúdo de Bardin (1977), a qual consiste em:

[...] um conjunto de instrumentos metodológicos que visa a obter procedimento sistemático de descrição de conteúdo das mensagens e indicadores que permitam inferências de conhecimentos relativos às condições e interpretações das respostas dadas (BARDIN, 1977).

Segundo Bardin (1997), o objetivo da análise de conteúdo é a dedução dos conhecimentos relacionados à sua produção, e estas deduções se baseiam em indicadores, tanto quantitativos ou qualitativos (BARDIN, 1977). A análise consiste em três etapas: 1)

pré-análise; 2) exploração do material e; 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Na primeira fase (pré-análise) é feita a organização do material de forma sistemática, possibilitando a interpretação das mensagens.

Nessa fase, faz-se a leitura flutuante do material elaborado, conhecendo-se as respostas dos alunos para obtenção de resultados.

A segunda fase se dá pela exploração do material, o que consiste “[...] nas operações de codificação, desconto ou enumeração, em função de regras previamente formuladas”.

A seleção das unidades significativas é útil para a categorização, portando, investigando e classificando os elementos mais importantes para a análise de inferências do conhecimento.

Na terceira fase, ocorre o tratamento dos resultados obtidos e interpretação, relacionando-se os resultados obtidos ao escopo teórico, e permitindo o avanço para conclusões que levem à evolução da pesquisa, ou seja, à análise e à interpretação das inferências (BARDIN, 1977).

Além do questionário, outro instrumento de coleta de dados presente na aplicação da UEPS foi o mapa conceitual utilizado como instrumento de avaliação da aprendizagem.

De acordo com Moreira (2009), a representação dos Mapas Conceituais é capaz de refletir a rede cognitiva que se forma durante a aprendizagem apresentando as relações existentes entre os conceitos de modo a estruturar o conhecimento.

Desta forma, a análise dos mapas elaborados pelos alunos deve ser realizada de forma cuidadosa, pois cada indivíduo apresenta uma maneira distinta de representar um mesmo tema.

Assim, para a avaliação dos mapas elaborados na tentativa de atribuir valores (nota numérica) aos mapas, espera-se uma série de fatores presentes, como propõe Novak (NOVAK; GOWIN, p. 3, 1996). “São quatro critérios principais que o professor pode estar utilizando quando for analisar e classificar um mapa conceitual: *proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos*” (ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 5).

Através da análise das proposições – as relações entre conceitos – o professor deve verificar se as palavras-chaves que ligam os dois conceitos instauram significado entre eles e se a relação é verdadeira, ou seja, se tem validade. Em seguida deve ser observada a hierarquia verificando a validade das relações entre os conceitos mais inclusivos ou mais gerais que devem estar mais acima (ou em destaque) dos subordinados ou mais específicos que estarão localizados abaixo destes. Devem ser observadas também, as ligações cruzadas ou ligações transversais que representam um caráter de transversalidade ao mapa, ligando validamente segmentos opostos horizontalmente. Estas ligações representam uma maior grau de compreensão

quando apresentam simultaneamente significativas e válidas, expressando sínteses entre grupos de proposições ou conceitos relacionados. Se ao contrário apresentarem somente a validade a pontuação deve ser menor. Também é possível que o aluno faça alguma ligação transversal que seja criativa ou peculiar. E, finalmente, podem existir os exemplos, que apesar de não serem conceitos (não representar dentro do retângulo, como no caso do conceito) representam acontecimentos ou objetos concretos (ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 5).

Para fins de uma análise quantitativa dos mapas, atribuiu-se um peso a cada categoria conforme mostrado no Quadro 4.

Quadro 4 – Pontuação dos mapas conceituais de acordo com Novak e Gowin

Critérios classificatórios	Pontuação
<u>Proposições:</u> cada ligação entre dois conceitos válida e significativa	1
<u>Hierarquia:</u> cada nível válido	5
<u>Ligações transversais:</u> válidas e significativas; somente válidas; criativas ou peculiares.	10 2 1
<u>Exemplos:</u> cada exemplo válido	1

Fonte: Adaptado de CALDAS (2006)

Conforme os valores apresentados no Quadro 2 representam um peso atribuído a categoria a eles associada. Assim, se no mapa conceitual houver proposições, por exemplo, a pontuação associada a esse critério, no caso um ponto, será multiplicada pela quantidade de proposições identificada no mapa. Ao final da análise, a pontuação total do mapa conceitual será dada pela soma dos pontos atribuídos a cada um dos critérios classificatórios. Para efeito de comparação, a pontuação final obtida será relacionada a uma pontuação média, tomada como base, a partir de um mapa conceitual de referência (chamado de mapa de referência) confeccionado pela professora/pesquisadora.

Cabe ressaltar que a atribuição de pontos para os mapas conceituais não visa julgar se um mapa está correto ou não, mas, sim, apontar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa, ressaltando, assim, sua potencialidade como ferramenta avaliativa.

Além disso, é importante frisar que um mapa conceitual não é autoexplicativo, devendo ser explicado por seu(s) autor(es), com a finalidade de externalização de significados (MOREIRA, 1998).

Para análise das questões no formato de múltipla escolha serão desenvolvidos gráficos para indicar a frequência das respostas fornecidas pelos alunos.

4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a sequência didática elaborada em forma de UEPS para o estudo dos temas campo e campo magnético.

A sequência didática foi realizada em oito encontros com duração de 2h/aula cada uma de 50 minutos (totalizando 16h/aula).

Os conteúdos abordados se apresentam no proposto para o segundo bimestre do 3º ano do Ensino Médio, conforme o Currículo Nacional (BNCC, 2018). O Quadro 5 apresenta de forma resumida em cada momento, as estratégias utilizadas e os objetivos propostos.

Quadro 5 – Resumo dos oitos momentos de ensino da UEPS sobre Campo e Campo Magnético

Os Momentos de Ensino da UEPS		
Momentos	Estratégias	Objetivos
Sondagem Inicial	Questionário diagnóstico sobre estudo da natureza do conceito de campo.	Levantamento do conhecimento prévio sobre campo e campo magnético.
Situação problema a nível introdutório	Atividade experimental sobre a interação da matéria com o ímã.	Relacionar e representar por meio de desenhos as interações envolvidas.
Nova situação problema	Documentário (vídeo) e atividade sobre a Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra.	Relacionar o fenômeno natural com o campo magnético da Terra.
Situação problema a nível maior de complexidade	Aula expositiva/Reflexão sobre eletromagnetismo no dia a dia.	Reconhecer o eletromagnetismo no cotidiano e a explicação do fenômeno.
Promovendo a reconciliação integradora dos aspectos trabalhados	Realidade Aumentada das Linhas de Campo Magnético.	Representar e compreender por meio da simulação as respectivas linhas de campo magnético em três dimensões (3D).
Nova situação problema a nível maior de complexidade	Atividade experimental sobre Oersted e Faraday com o uso do simulador Phet.	Compreender a relação do conceito de campo na geração de corrente elétrica.
Avaliação final da aprendizagem	Elaboração de um mapa conceitual sobre o estudo do eletromagnetismo.	Relacionar os conceitos e fenômenos envolvidos no estudo do eletromagnetismo.
Avaliação da UEPS	Verbalizações dos alunos sobre a sequência didática e seu aprendizado.	Relatar sobre a UEPS de Campo e Campo Magnético.

Fonte: Elaboração Própria

O estudo do tema inicia-se com aporte histórico e teórico sobre os ímãs suas interações e propriedades, sequenciando para o estudo sobre os campos magnéticos em ímãs, fios retilíneos, espiras e solenoides.

A UEPS foi elaborada seguindo os princípios estabelecidos pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (MOREIRA, 1997), a saber, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Na seção a seguir serão apresentados os momentos propostos presentes resumidamente no Quadro 5 para as inserções dos conteúdos do produto didático e devidas instruções de aplicação.

4.1. A Sequência Didática

Primeiro momento: situação inicial (2 horas/aula)


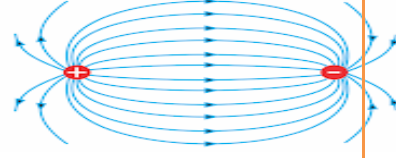
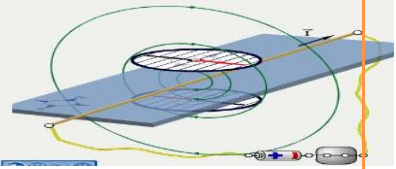
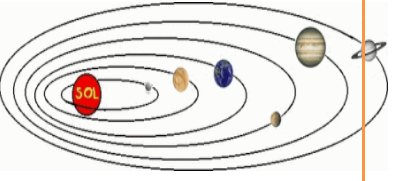


Neste primeiro momento, no início da aula foi solicitado que os alunos respondessem individualmente um questionário elaborado pela pesquisadora/professora intitulado *Pré-diagnóstico sobre o estudo de Campo* que se encontra no (Apêndice 1, p. 171), para que o aluno expresse sua ideia sobre a natureza do conceito de campo. A atividade serviu de instrumento para realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos educandos, ou seja, em busca dos subsunçores.

Segundo Ausubel (1963), esses conhecimentos prévios são chamados de subsunçores e deve ser conhecidos pelo professor para que este ensine de acordo, ou seja, a importância da externalização das concepções prévias trazidas pelos educandos de um determinado conteúdo a ser trabalhado, é que irá direcionar a uma nova informação que será compreendida por sua estrutura cognitiva, sendo armazenada para a aprendizagem de novos conceitos, de forma significativa, gerando conhecimento.

A atividade é composta de seis questões. A cada questão propõe-se que o aluno expresse a sua ideia de campo em diferentes situações a fim de possibilitar a exteriorização das representações internas (JOHNSON-LAIRD, 1983) dos alunos fazendo o uso de desenhos, diagramas, fórmulas e também a escrita, que refletissem de maneira coerente suas representações implícitas.

No Quadro 6 são apresentadas as seis questões resumidamente, o objetivo proposto e as ideias de campo para cada caso.

Quadro 6 – Resumo das seis questões com os seus respectivos objetivos e ideias de campo

Pré-diagnóstico sobre o estudo de Campo		
Questões	Objetivos	Ideias de Campo/Exemplificação
1. Experimento de uma chama acesa, e ao posicionar uma as mãos na lateral e a outra na parte de cima da chama, procurar sentir o fluxo de calor. Qual mão aquecerá mais?	Identificar a existência do campo de calor.	
2. Dois corpos carregados com sinais opostos. Quando são colocados a uma determinada distância em relação um do outro, qual seria a influencia entre eles?	Identificar o campo eletrostático e mencionar o princípio de atração e repulsão das cargas elétricas.	
3. Ao conectarmos um fio condutor nos terminais de uma pilha ocorrerá a passagem de corrente elétrica. Será que a corrente elétrica no fio condutor poderá influenciar uma bússola?	Identificar a produção do campo magnético por meio da movimentação da bússola a passagem de corrente elétrica no fio.	
4. Graças ao conhecimento da Ciência, sabe-se que a Terra, juntamente com os outros planetas, satélites e os demais astros, orbitam entorno do Sol. Como você explicaria isso?	Identificar o campo gravitacional devido à interação dos planetas com a Terra.	
5. Existem vários tipos de bússolas atualmente. Para a sua utilização é necessário saber como se baseia o seu funcionamento.	Identificar o princípio de funcionamento da bússola.	
6. Graças as propriedades das ondas eletromagnéticas que hoje podemos ouvir músicas ou notícias nos rádios, assistir TV, aquecer alimentos em micro-ondas, acessar à internet e muito mais. Você poderia descrever que ondas são essas?	Identificar as características das ondas eletromagnéticas (ondas de rádio frequência).	

Fonte: Elaboração Própria

Com a atividade espera-se que aluno faça associações e representações dos seus conhecimentos do seu cotidiano ou de estudos anteriores para cada caso proposto. Os alunos também têm total liberdade de fazer relações da Física com as suas vivências.

Após o término da atividade, o questionário deve ser entregue ao professor para prosseguir o estudo dos conceitos básicos do magnetismo.

No segundo momento da aula inicia-se o conteúdo por meio de aula expositiva com auxílio de *slides*. O Quadro 7 apresenta os conteúdos e competências abordados na aula.

Quadro 7 - Conteúdos e competências da interação da matéria com o ímã

Objetivo da Atividade: ministrar aula na qual o aluno tenha liberdade de refletir sobre o comportamento da matéria com o ímã.

Conteúdos	Competências
Ímãs Naturais e Artificiais	Identificar a diferença entre ímãs artificiais e naturais.
Desmagnetização	Saber como pode ser realizado o processo de desmagnetização
Pólos dos Ímãs	Identificar as propriedades magnéticas
Princípio de Atração e Repulsão	Compreender o fenômeno de atração e repulsão nos ímãs.
Indivisibilidade	Compreender a polaridade de novos ímãs
A Bússola e a Terra	Distinguir os polos geográficos e os polos magnéticos da Terra
Campo Magnético	Compreender a interação dos campos magnéticos

Fonte: Elaboração Própria

Desta forma, deu-se início ao estudo dos conteúdos do tema escolhido, com intuito de fornecer subsídios para o segundo momento da sequência didática.

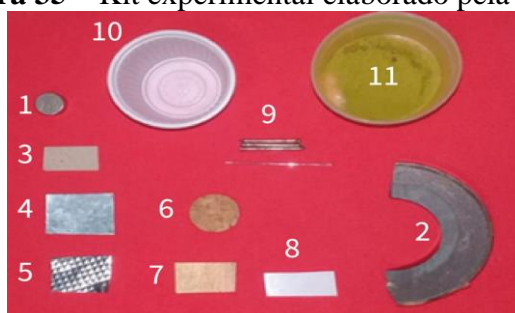
Segundo momento: situação-problema a nível introdutório.

Neste momento deve fazer uma revisão do que já foi estudado até aqui para promover a recursividade isto é “a possibilidade de refazer as tarefas de aprendizagem; é o aproveitamento do erro como recurso de aprendizagem” (MOREIRA, 2011, p. 11).

Em seguida a realização da atividade experimental intitulada: *Interação da Matéria com Ímã – Magnetismo*, baseado nas ideias do artigo de Resende e Fireman (2014), na qual propõe a aplicação de uma estratégia didática destinada à promoção de atividades experimentais envolvendo diversos conceitos de magnetismo por meio de uma oficina para os professores em formação utilizando kits de baixo custo, objetivando promover ao aluno possível conceituação das propriedades magnéticas do ímã, a partir da realização de atividades experimentais.

Para a realização do experimento a autora elaborou um kit com diversos materiais de baixo custo (Figura 35).

Figura 35 – Kit experimental elaborado pela autora



Fonte: Elaboração Própria

A descrição detalhada do material contido no *Kit* elaborado para a atividade experimental conforme apresentado na Figura 33: 1- Ímãs pequenos, 2- Ímã médio; 3- papelão, 4- Zinco, 5- Alumínio, 6- cortiça, 7- Madeira, 8- Plástico, 9- Pregos pequenos e agulha, 10- Recipiente (plástico) e 11- Limalha de ferro.

Juntamente com o kit dispôs-se um roteiro experimental, de elaboração própria, contendo sete questões para o desenvolvimento do experimento (Apêndice 2, p.177). Nesta atividade sugere-se a oportunidade para o aluno construir as experimentações com base no que é pedido em cada questão e representa por meio de desenhos e escrita às interações observadas.

A experimentação possibilita uma melhor compreensão de determinados fenômenos, neste caso, visa à construção de um novo conhecimento a partir das interações sugeridas em cada questão como sugerido por Moreira (2011), para promover a reconciliação integradora de Ausubel.

Além disso, tem a finalidade de relacionar as novas informações (constatações) com as já existentes em sua estrutura cognitiva e levar ao desenvolvimento dos subsunçores (MOREIRA, 2013, p. 15), visando com as representações propostas no roteiro experimental, *modelos mentais de trabalho* mais elaborados que segundo Johnson-Laird (1983) são como blocos de construção cognitivos que possam ser combinados e recombinaados conforme necessário.

Assim, objetiva-se com esta atividade evidenciar as interações de forma natural da matéria com o ímã, desta forma os alunos serão estimulados a resolver a situação-problema com as possíveis interações ou não. No Quadro 8 são apresentadas, resumidamente as sete questões da atividade experimental, os seus respectivos objetivos e o que se espera das respostas dos alunos.

Quadro 8 – Resumo das sete questões da atividade experimental com os respectivos objetivos e as expectativas

Interação da Matéria com o Ímã		
Questões	Objetivos	Expectativas
1. Os materiais oferecidos no kit, quais podem interagir com o ímã? Como a interação ocorre?	Verificar que na presença do campo magnético e os materiais composto de ferro e ligas metálicas são imantados.	Apresente um MMt sobre a presença das regiões magnéticas dos ímãs (Norte e Sul).
2. Os materiais que não interagem, por que isso acontece?	Verificar que na presença do campo magnético a ausência de interação com os polos do ímã.	Apresente um MMt sobre as regiões magnéticas dos ímãs e a não existência predominância das propriedades magnéticas.

3. Pegue o ímã e coloque em contato com um prego, encoste outro prego no primeiro, e outro no segundo. O que você observa?	Reconhecer o processo de imantação dos pregos colocados em contato com o ímã. Relacionar a orientação dos ímãs elementares dos pregos na presença do campo magnético.	Apresente um MMt do comportamento dos pregos na presença do campo magnético do ímã.
4. Agora pegue os ímãs e posicione-os a uma determinada distância e vá aproximando-os lentamente e repita novamente com a posição oposta de um dos ímãs. Como você explicaria o que está acontecendo?	Identifique as linhas de indução magnética nas regiões dos ímãs pelo princípio de atração e repulsão.	Apresente MMt da interação das linhas de campo magnético criadas pelos ímãs.
5. Sobre a mesa coloque agora somente a plaquinha de zinco e por baixo do mesmo posicione o ímã. Será que é possível deslocar a plaquinha?	Identificar a intensidade das linhas de campo magnético. Verificar a propriedade magnética do material.	Apresente MMt das linhas de campo magnético na interação ou não.
6. Construindo uma bússola. Pegue o recipiente com água. Em seguida coloque a agulha imantada na cortiça fixando-a com a fita adesiva. Coloque sobre a água do recipiente e relate e represente o que acontece?	Identificar a relação das propriedades magnéticas da interação da bússola com as linhas de campo magnético da Terra.	Apresente MMt do princípio do funcionamento da bússola.
7. Temos a limalha de ferro e coloque-a no recipiente. Posicione o ímã na superfície debaixo do mesmo e movimente lentamente. O que você está visualizando? Represente este fenômeno.	Verificar a ordenação da limalha de ferro desenhando o campo magnético do ímã.	Apresente MMt das linhas de campo magnético visualizadas no experimento.

Fonte: Elaboração Própria

Assim, espera-se que na resolução das situações- problema os alunos adquiram novos conhecimentos modelando-as mentalmente, resultando para os próximos momentos da sequência didática subsídios teóricos necessários para a resolução de novas situações-problema propostas.

Terceiro momento: nova situação problema – aprofundando o conhecimento.

Neste momento devem-se considerar dois princípios fundamentais propostos pela teoria de David Ausubel: o princípio da diferenciação progressiva e o princípio da reconciliação integradora (MOREIRA, 2011).

Assim, os conteúdos devem ser programados e trabalhados começando com os aspectos mais gerais e progredindo para os mais específicos, dessa forma, na estrutura cognitiva do aluno novos conhecimentos são relacionados, organizados e adquirem novos significados.

Assim, para iniciar a aula faz-se menção a um dos mistérios da Física, o fenômeno das Auroras Boreais e Austrais que é popularmente conhecido como luzes coloridas no céu.

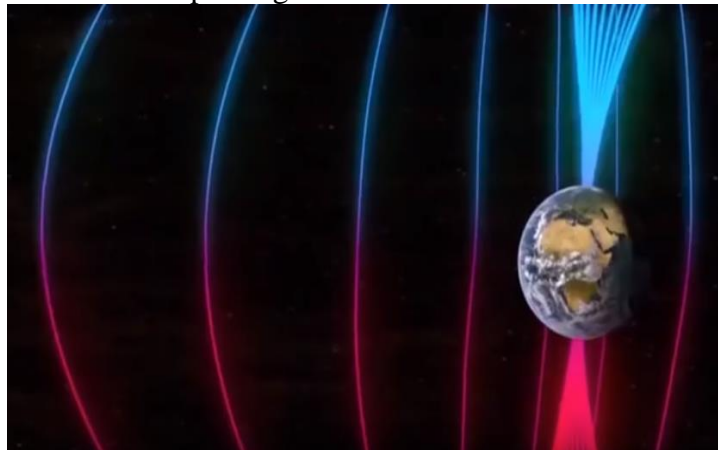
Diante disso, um questionamento deve ser levantado sobre as Auroras Boreais e Austrais com os alunos, informações a respeito das propriedades naturais que envolvem as Auroras.

A intenção deste questionamento com os alunos é retomar o assunto para responder a três perguntas da atividade proposta.

Tendo como objetivo formular as concepções científicas quanto ao surgimento das Auroras pelos alunos.

Desvendando os mistérios das Auroras Boreais e Austrais e em seguida será apresentado o vídeo documentário sobre a Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra (Figura 36).

Figura 36 – Print do documentário sobre Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra utilizado



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=diMTrhgl5Es>>. (Acesso em: 15 jul. 2018)

Após o vídeo haverá uma aula expositiva em *slides*, apresentado os conceitos físicos envolvidos neste fenômeno, onde serão abordados os conteúdos listados no Quadro 9.

Quadro 9 – Conteúdos a ministrar na aula expositiva

Auroras Boreais e Austrais (Conteúdos)

Imã	Correntes Elétricas
Campo magnético da Terra	Vento Solar
Transformação de Energia	Propriedade Magnética

Fonte: Elaboração Própria

Ao finalizar a aula expositiva o professor disponibilizará um texto à turma com a notícia atual sobre a descoberta de uma nova Aurora Boreal (Apêndice 3, p. 184), propondo que os alunos respondam as três perguntas relacionando ao vídeo e à aula expositiva. No Quadro 10, apresentam-se as três perguntas da atividade e respectivos objetivos.

Quadro 10 – As três perguntas da atividade sobre as Auroras Boreais e Austrais e os respectivos objetivos

Perguntas	Objetivos
1. Tente explicar como ocorrem esses fenômenos naturais (Auroras)?	Compreender a interação dos ventos solares e campo magnético da terra.
2. Com relação ao fenômeno da Aurora Boreal e Austral, você acha que podem acontecer somente na Terra? Justifique.	Relacionar a existência das diferentes intensidades do vento solar em relação a distância dos planetas.
3. Que relação existe entre as erupções solares, as auroras e o campo magnético da Terra?	Identificar a presença do processo de transformação /liberação de energia.

Fonte: Elaboração própria

As perguntas serão avaliadas a partir da categorização das respectivas unidades significativas às respostas dos alunos em busca de MMt mais elaborados.

Quarto momento: conteúdo a ser aprendido a nível maior de complexidade

Neste momento, a aula deve ser organizada levando em conta a diferenciação progressiva de Ausubel (MOREIRA, 2011).

A atividade elaborada para este momento permite recursividade que é “a possibilidade de refazer as tarefas de aprendizagem; é o aproveitamento do erro como recurso de aprendizagem” e em sua sequência apresenta progressividade, isto é, “começando com aspectos mais gerais e inclusivos” (MOREIRA, 2011, p. 11).

No início da aula cada aluno receberá a atividade denominada *O Eletromagnetismo em Nossas Vidas* no (Apêndice 4, p. 192) e exemplificada na Figura 37, contendo perguntas sobre o que seria mito ou verdade a respeito do eletromagnetismo no cotidiano, aprofundando o conhecimento de acordo com a reconciliação integradora; e recomenda-se que respondam individualmente cada questão.

Figura 37 – Mito ou Verdade do Eletromagnetismo

Fonte: Elaboração Própria

Após responderem as oito questões propostas (Apêndice 4, p. 192) a atividade deve ser entregue ao professor dando continuidade ao conteúdo em forma expositivo-dialogada em *slide*, dos conceitos referentes ao estudo do Eletromagnetismo. No Quadro 11, apresenta-se o objetivo da aula e os conteúdos a ministrar em aula expositiva.

Quadro 11 – Conteúdos a ministrar na aula expositiva

Objetivo da aula	Conteúdos
Evidenciar e relacionar a importância dos princípios básicos do eletromagnetismo no cotidiano do aluno.	Campo magnético em fios
	Campo magnético em espiras
	Campo magnético em solenoides
	Força magnética
	Fluxo magnético

Fonte: Elaboração Própria

No final da aula retoma-se a atividade dando outra oportunidade de refazer as oito questões com novos conhecimentos adquiridos.

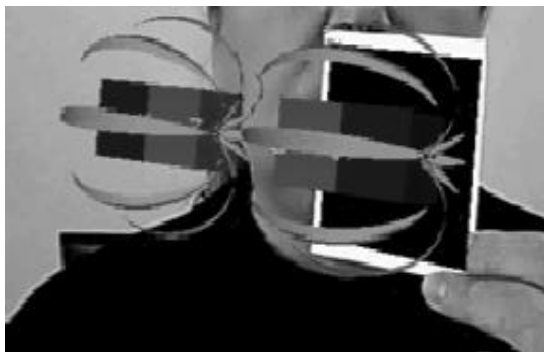
A avaliação desta atividade se dará dimensionando os acertos e erros registrados no início e no final da aula com a análise gráfica dos MMT das respostas dadas pelos alunos.

Quinto momento: Reconciliação integradora dos aspectos trabalhados.

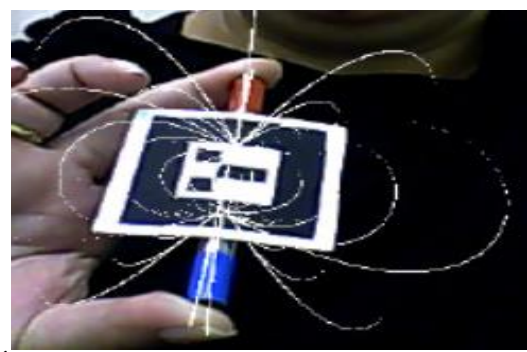
Para este momento sugere-se uma atividade com o uso da ferramenta Realidade Aumentada, baseada nas ideias de Ribeiro, Siqueira e Macedo (2014). O recurso tecnológico consiste em apoiar à construção do conceito de campo magnético por meio da visualização das linhas de campo magnético em três dimensões, cuja junção, do ambiente do mundo real com o virtual (KIRNER, 2008, p.9), (MILAGRAN, 1994, p. 282).

Na atividade que ocorrerá em duas etapas recomenda-se trabalhar individualmente. Na primeira etapa da aula propõe-se ao aluno que desenhe as linhas de campo magnético em cada caso: ímã em barra, ímã em forma cilíndrica, campo magnético em fio retilíneo e espira, prosseguindo com a apresentação do recurso tecnológico Realidade Aumentada para cada caso, aconselhando interações entre aluno, professor e material educativo (GOWIN, 1981), tornando a aula mais atrativa e dinâmica (MOREIRA, 2011). Na Figura (38 a, b, c e d) temos os objetos RA:

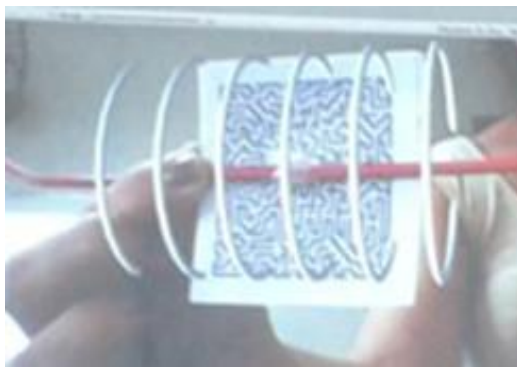
Figura 38 – Os objetos em RA com as respectivas linhas de campo magnético e os marcadores fiduciais



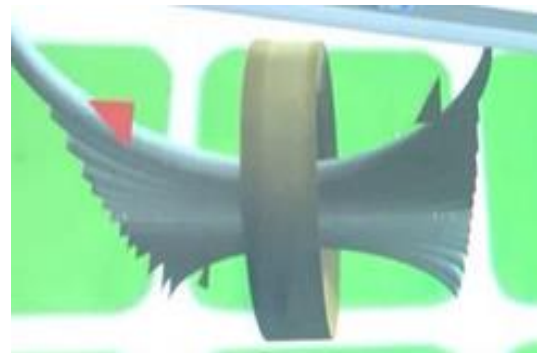
Ímã em barra e as linhas de Campo Magnético
(a)



Ímã cilíndrico e as linhas de campo magnético
(b)



Fio condutor e as respectivas linhas de campo magnético
(c)



Espira condutora e as respectivas linhas de campo magnético
(d)

Fonte: MACEDO *et al.* (2011); MACEDO, RIBEIRO e SIQUEIRA (2014); Elaboração própria, a partir da imagem disponível no aplicativo em RA, capturadas no dia 15 de julho de 2019.

Após o uso do recurso tecnológico solicita-se que os alunos confrontem os seus desenhos com a figura na tela do computador, advinda do uso da RA e respondam as perguntas da segunda etapa de acordo com todos os conteúdos estudados, promovendo a reconciliação integradora dos conteúdos estudados, Ausubel (MOREIRA, 2011).

O propósito desta atividade é que o aluno tenha uma ideia mais próxima do real a respeito das linhas de campo magnético em três dimensões (3D) e compreenda também como se gera o campo magnético. As representações das linhas de campo magnético serão tratadas

como modelos mentais de trabalho, na visão de Johnson-Laird (1983), a avaliação das questões referente à segunda etapa se dará dimensionando os acertos e erros registrados com a análise gráfica das respostas dadas pelos alunos.

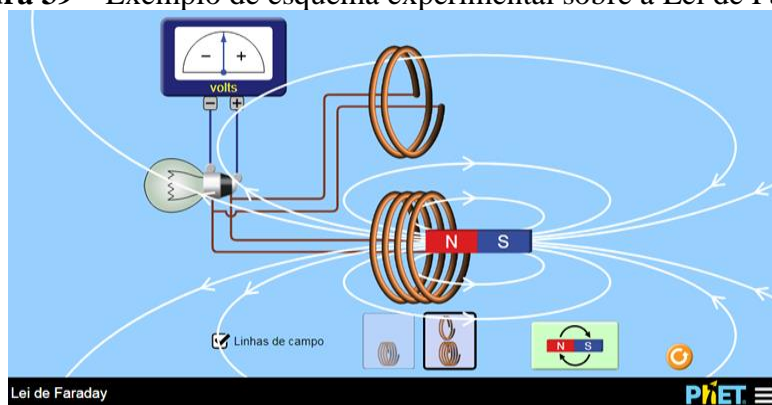
As instruções de aplicação do recurso tecnológico Realidade Aumentada e a atividade elaborada estão disponíveis no Apêndice 5, p. 197 e no Apêndice 6, p. 201.

Sexto momento: Situação problema a nível maior de complexidade

Recomenda-se neste momento a atividade experimental Lei de Faraday, com a utilização de um simulador virtual do *Phet*⁸, um laboratório de informática onde os computadores disponham do software Java para que o programa possa ser executado ou em sala de aula com computadores disponíveis.

A simulação permite verificar o que acontece ao variar um ímã próximo à espira, ou seja, investigar como uma mudança no fluxo magnético pode produzir um fluxo de eletricidade. As instruções para a utilização do simulador *Phet* encontram-se no (Apêndice 8, p. 208). A Figura 39, traz uma captura de tela que mostra as ferramentas contidas na simulação.

Figura 39 – Exemplo de esquema experimental sobre a Lei de Faraday



Fonte: *Phet* (2018)

Nesta atividade (Apêndice 7, p. 206) os alunos receberão um roteiro experimental denominado Experimento Simulador *Phet* – Lei de Faraday para a utilização do *software* e recomenda-se que o mesmo responda as questões ao realizar o procedimento experimental proposto em cada questão dando continuidade aos estudo do campo magnético aos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora, isto é, retomando as características

⁸ PhET (Physics Education Technology Project) da Universidade do Colorado (EUA). É um laboratório virtual que possui inúmeras simulações de experimentos científicos. Os simuladores são de fácil utilização e após baixados podem ser executados sem conexão com internet.

mais relevantes, porém numa perspectiva integradora, e por fim criar uma lei baseada suas conclusões.

A simulação permite visualizar o brilho da lâmpada, a intensidade do campo magnético e o sentido da corrente elétrica, apoiando na compreensão do processo de indução magnética devido à movimentação do ímã através da espira.

A atividade também tem como objetivo que, ao explorarem os simuladores, os alunos compreendam, além dos conceitos e leis físicas, estabelecer a relação dos mesmos em seu cotidiano. No Quadro 12 são apresentadas de maneira resumida as seis questões da atividade experimental com os seus respectivos objetivos.

Quadro 12 – Resumo das questões da atividade experimental Lei de Faraday e seus respectivos objetivos

Perguntas	Objetivos
1. Coloque o ímã próximo à espira e movimente-o no seu interior. O que você conclui?	Observar a oscilação do ponteiro do galvanômetro acusando corrente elétrica (lâmpada acesa) e as linhas de campo magnético.
2. Agora coloque o ímã em repouso em relação a espira. O que você conclui?	Observar o ímã parado em relação à bobina, o galvanômetro não acusava nenhuma corrente elétrica (lâmpada apagada) e a ausência das linhas de campo magnético.
3. Invertendo o pólo do ímã coloque-o próximo a espira e movimente-o no seu interior. O que você conclui?	Observar a polaridade induzida da corrente elétrica e as linhas de campo magnético.
4. Realize o procedimento anterior posicionando o ímã mais longe. O que você conclui?	Observar a baixa luminosidade da lâmpada (produção de corrente elétrica) e a diminuição da intensidade das linhas de campo magnético.
5. Se repetir todos os passos com menor quantidade de espira o que acontecerá?	Observar a diminuição da corrente elétrica (luminosidade da lâmpada) e das linhas de campo magnético.
6. Se você fosse criar uma lei baseada em suas conclusões experimentais, como seria.	Elaborar uma lei baseada no experimento realizado.

Fonte: Elaboração Própria

As perguntas propostas nesta atividade também foram avaliadas a partir da categorização das respectivas respostas dos alunos em busca de modelos mentais mais elaborados.

Sétimo momento: Avaliação integradora

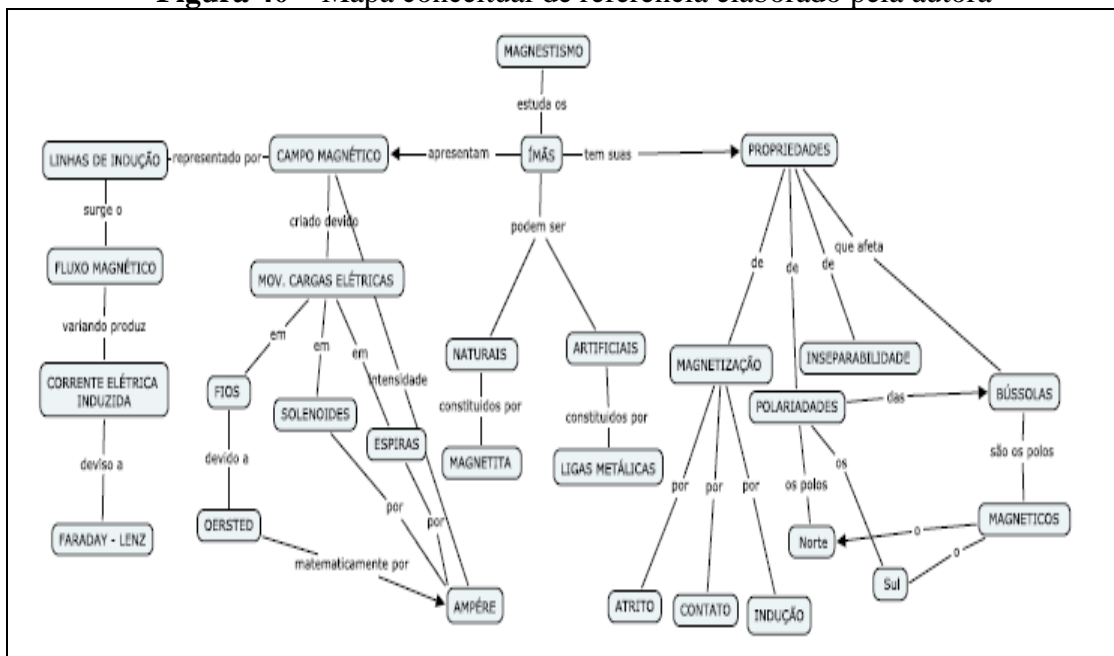
Neste momento é proposto que os alunos, individualmente, construam um mapa conceitual; ou seja, construir um diagrama contendo relações dos conceitos estudados hierarquicamente.

O professor deve orientar os alunos antecipadamente ou em aula anterior o que consiste em um mapa conceitual, apresentando modelos para exemplificar. As orientações para elaboração do mapa conceitual encontram-se no Apêndice 10 p. 219.

É necessária a participação dos alunos com sugestões de conceitos abordados em aulas anteriores sobre o estudo do campo magnético, e escritos no quadro para a construção do mapa. Essa dinâmica é conhecida como *brainstorming* ou tempestade de ideias.

A Figura 40 apresenta um mapa conceitual de referência elaborado pela autora com os principais conceitos no estudo do eletromagnetismo.

Figura 40 – Mapa conceitual de referência elaborado pela autora



Fonte: Elaboração Própria

O mapa conceitual (Figura 38) foi elaborado com ajuda da ferramenta *CmapTools*⁹, um *software* de mapeamento de conceitos desenvolvido pelo Instituto da Flórida para Cognição Humana e de Máquinas (IHMC), que permite aos usuários criar facilmente nós gráficos representando conceitos e conectar nós usando linhas e vinculando palavras para formar uma rede de proposições inter-relacionadas que representam o conhecimento de um tópico, para criar/elaborar mapas conceituais (CAÑAS, et. al.; 2004).

Fica a critério do professor ao uso da ferramenta *CmapTools* ou manualmente para os alunos elaborarem seus mapas.

⁹ Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/cmaptools-download/>

No mapa conceitual (Figura 40) observa-se a presença de todos os aspectos necessários para a sua construção como os elementos de ligação e a organização hierárquica dos conceitos, bem como os princípios da diferenciação progressiva e da recursividade.

Planejou-se a avaliação da atividade utilizando quatro critérios principais para analisar e classificar um mapa conceitual: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos. Essa análise quantitativa está de acordo com a pontuação proposta por Novak e Gowin (1996), baseado no trabalho de Caldas (2006), conforme já mencionado na seção 3.5 do Capítulo 3.

Para fins de resumo da análise, também se prevê a ajuda de ferramenta disponível em: <https://wordart.com/edit/8m3v2o0y9c3h>, para criar uma “nuvem de palavras” (Apêndice 9, p. 213) a qual representa os conceitos/proposições, mais destacadas nos mapas conceituais elaborados pelos alunos.

Oitavo momento: Avaliação da UEPS e da Aprendizagem

Neste momento sugere-se a realização de uma avaliação oral sobre o trabalho desenvolvido, a fim de que os alunos exponham suas opiniões sobre a UEPS aplicada e sobre as atividades desenvolvidas.

A manifestação dos alunos poderá ser gravada em áudio, ou por meio de questionário com questões abertas ou fechadas conforme o desejo do professor.

5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão descritos todos os momentos referentes à aplicação do produto, seguidos da análise dos dados, os quais serviram de base para inferência das unidades significativas (US) propostas por Bardin (1997), e para a explicitação de modelos mentais de trabalho (MMt)¹⁰ na concepção de Johnson-Laird (1983). No final da análise será apresentado um resumo dos resultados em confronto com os referenciais da pesquisa.

Seguindo as orientações de Bardin (1997), inicialmente foi feita a leitura flutuante das respostas dos alunos referente a cada atividade, a fim de verificar as possíveis interpretações apresentadas. Em seguida, na fase de exploração do material, foram categorizadas as respostas dos alunos a partir de recortes das unidades significativas (US). As categorias retiradas destas respostas referem-se à assimilação do conceito de Campo, estudado progressivamente em todo processo.

Como foi dito, além das categorias, tais unidades (US) também apontaram modelos mentais de trabalho (MMt), os quais são usados pelos alunos para dar conta de situações-problemas propostas, conforme preconiza Johnson Laird (1983).

A análise dos resultados descrita tem como foco a aprendizagem do aluno diante da metodologia de ensino em forma de uma UEPS no estudo de Campo e Campo Magnético, no contexto de uma turma de 3º ano do ensino médio.

A turma investigada é formada por oito alunos, dos quais apenas seis participaram efetivamente de todas as etapas. Trata-se de alunos de escola particular na qual a docente responsável é a autora da presente pesquisa.

A fim de preservar a identidade dos alunos foram atribuídas letras A, B, C, E, F e G para representação dos mesmos na análise da aprendizagem da temática.

Todo o trabalho resultou em um produto educacional, aplicado em oito semanas na forma de uma UEPS, totalizando dezesseis horas-aula (2 tempos por semana, sendo cada aula com duração de 50 minutos). Compreendeu o período de 05 de maio a 10 de julho de 2018.

A seguir, será descrita a aplicação das atividades em cada MOMENTO, analisadas as respostas dadas pelos alunos por meio de categorias das US, e finalmente, inferidos possíveis modelos mentais de trabalhos (MMt).

¹⁰ Modelos mentais de trabalho são como blocos de construção cognitivos que possam ser combinados e recombinados conforme (JOHNSON-LAIRD, 1983).

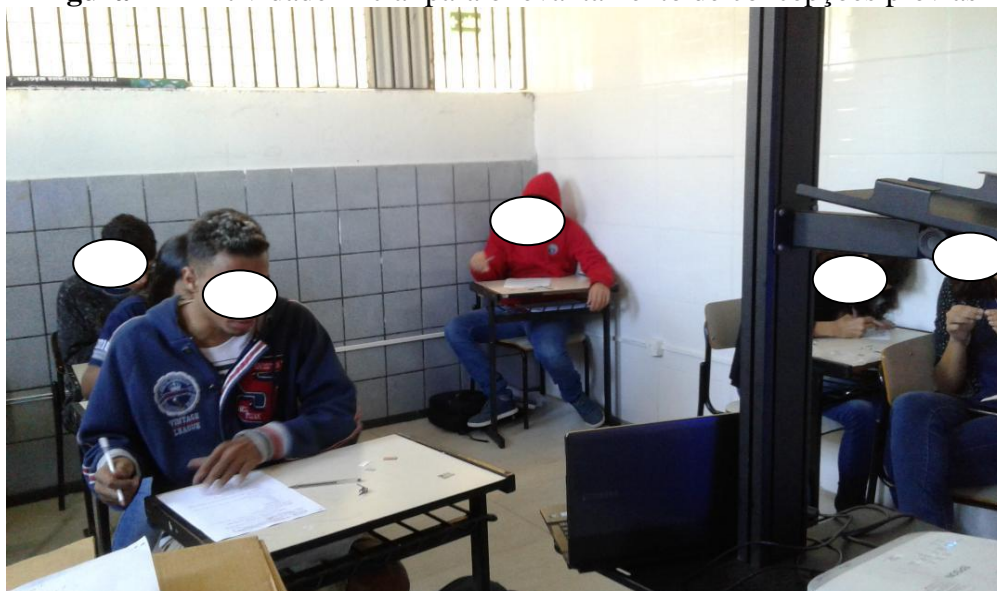
PRIMEIRO MOMENTO: Aplicação do questionário pré-diagnóstico.

Este foi um momento no qual foi relatado à turma sobre a pesquisa durante todo o bimestre. Foi explicado que uma metodologia ativa seria utilizada para o estudo do Eletromagnetismo.

A docente responsável, autora da presente pesquisa, explicou também sobre a importância da participação assídua, para fins de bom desempenho nas atividades da UEPS e que a avaliação se daria em todos os momentos do processo, isto é, que se faria uma avaliação formativa, em todo o processo, a fim de se buscarem evidências de aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Após os esclarecimentos, foi realizada a atividade inicial (questionário pré-diagnóstico), cujo objetivo foi o **levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de Campo**. Buscou-se verificar se tais conhecimentos prévios serviriam como *subsunçores* para o estudo de Campo Eletromagnético. Para Moreira (2011), a partir do *subsunçor*, as novas informações são ancoradas na estrutura cognitiva do sujeito, gerando novo conhecimento e apontando para uma aprendizagem significativa. A Figura 41 apresenta os alunos respondendo a atividade inicial (*questionário pré-diagnóstico*).

Figura 41 – Atividade inicial para o levantamento de concepções prévias




Fonte: Arquivo pessoal

Os alunos poderiam expressar suas respostas com desenhos e/ou anotar suas ideias referentes ao conceito de Campo proposto em cada situação e também suas dificuldades.

A Figura 42 apresenta a **primeira questão**, a qual buscou *subsunçores* sobre a *ideia de Campo de Calor, a partir da interpretação do desenho do fluxo de calor emitido por uma fogueira*.

Figura 42 – A primeira questão do questionário pré-diagnóstico

1. Um aluno, por curiosidade, realizou um experimento simples em sua casa após ter assistido uma aula de Física. Em uma chama acesa posicionou uma das mãos na lateral da vela e outra acima da vela. Tomando cuidado para não se queimar, procurou sentir o fluxo de calor em suas mãos. Você acha que uma mão aquecerá mais do que a outra? Faça também um desenho que represente o fluxo de calor.



Desenho

Fonte: Elaboração própria

Esperava-se que nessa questão, o aluno conseguisse identificar a existência do Campo de calor e a transferência de calor (irradiação).

Sabe-se que o calor de uma fogueira é transmitido, principalmente por irradiação, processo característico das ondas eletromagnéticas, chamadas ondas de calor ou calor radiante. A principal responsável pela transmissão do calor são as ondas de infravermelho.

Quando uma pessoa está próxima de um corpo aquecido, em geral, recebe calor pelos três processos: condução, convecção e irradiação. Quanto maior for o calor do corpo, maior será a quantidade de calor transmitida por radiação em todas as direções.

Dessa forma, esperava-se que os alunos apresentassem *subsunçores* que representassem a concepção de calor propagado tridimensionalmente, uma vez que é tridimensional a propagação das ondas eletromagnéticas.

O Quadro 13 apresenta respostas enquadradas em cada uma das categorias. Na qual, para análise das US foram definidas duas categorias: *Propagação bidimensional e Propagação tridimensional*.

Considerou-se como resposta tanto o texto, como as representações pictóricas, conforme solicitado nas atividades.

As respostas de cinco alunos investigados foram acomodadas na categoria “*Propagação bidimensional*”, tendo em vista responderem que o calor da fogueira é emitido para cima e para a lateral. Ao que parece, os alunos acreditam que apesar da emissão de calor da fogueira ser bidimensional, o fluxo mais potente é direcionado para cima. Isto porque afirmam que a mão posicionada na parte de cima da chama aquecerá mais do que a mão posicionada na lateral, devido à chama estar direcionada para cima.

Esta concepção parece mostrar que os alunos apresentam *subsunçores* que refletem a propagação de calor em duas dimensões (horizontal e vertical). Somente o aluno B faz menção à *propagação tridimensional*, apesar de também afirmar ser o maior fluxo de calor direcionado para cima. Pelo primeiro motivo apresentado, a resposta desse aluno foi enquadrada na categoria “*Fluxo Tridimensional*”, como destacado no Quadro 13.

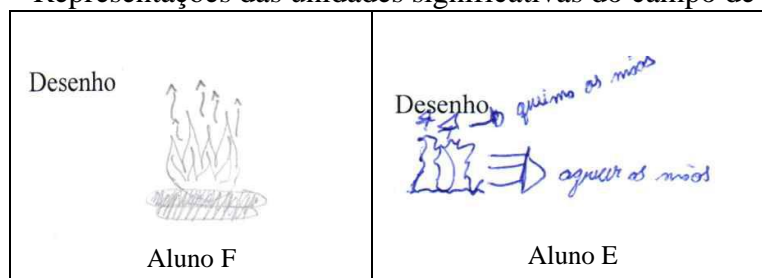
Quadro 13 – Exemplos de US referentes à primeira questão a categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Fluxo bidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • “A chama libera mais calor para cima com isso a mão aquecerá mais do que na lateral.” (Aluno F) • “A mão de cima, pois o fogo será mais concentrado.” (Aluno G) • “Vai depender se a mão estiver na mesma distância do fogo, se uma mão estiver mais frio ou mais quente, da direção da mão com relação ao vento.” (Aluno E) • “Uma mão aquecerá mais que a outra, a de cima aquecerá mais, pois a chama se encontra mais quente para cima, por que o calor é mais forte.” (Aluno A) • “Quando o aluno posicionar as mãos na lateral com a distância o fluxo de calor será menor, quando posicionar suas mãos acima da chama o fluxo de calor será maior devido o sentido da chama esta direcionado para as mãos.” (Aluno C).
Fluxo tridimensional	<ul style="list-style-type: none"> • “O calor se propaga por todos os lados. Mas a de cima é mais forte, pois segue uma direção.” (Aluno B)

Fonte: Elaboração própria

A Figura 43 apresenta dois desenhos (alunos F e E), que representam cada uma das duas categorias acima.

Figura 43 – Representações das unidades significativas do campo de temperatura



Fonte: Arquivo pessoal

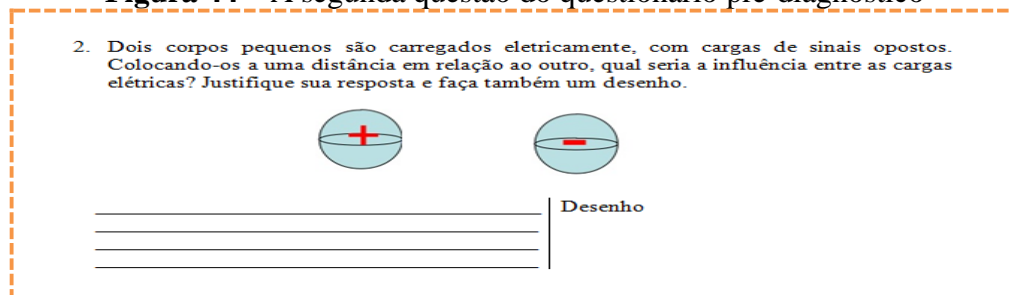
Um MMt sobre *Campo de Temperatura* que se pode inferir das representações pictóricas dos alunos, que mais se aproxima da ideia de campo tridimensional seria do aluno B. Contudo, sua concepção equivocada sobre a intensidade também é ressaltada. A seguir, são apresentados alguns MMt inferidos das concepções dos alunos sobre esse campo de conhecimento:

Modelos Mentais de Trabalho extraídos das US:

1. “Quanto mais próximo da fonte (chama), maior a intensidade de calor recebida na mão.”
2. “O calor é mais intenso para cima (chama), devido à direção do fluxo da chama.”
3. “O calor se propaga em todas as direções, mas para cima é mais potente.”

Na **segunda questão** buscou-se *subsunçores* sobre a ideia de *Campo Elétrico*, por meio da interação entre cargas de sinais contrários carregadas e colocadas a uma distância em relação ao outra.

Figura 44 – A segunda questão do questionário pré-diagnóstico



Fonte: Elaboração própria

Esperava-se que o aluno conseguisse identificar de forma mais clara o Campo, identificando-o com linhas de força, bem como mencionar o princípio *de atração* e repulsão das cargas elétricas.

Para análise das US foi definida a categoria *Atração devido à polaridade*. Novamente a ideia de campo não está enfatizada nas US apresentadas pelas respostas dos alunos. As respostas dos seis alunos referem-se à categoria criada, conforme exemplificado pelas US no Quadro 14.

Quadro 14 – Exemplos de US referentes à segunda questão a categoria criada

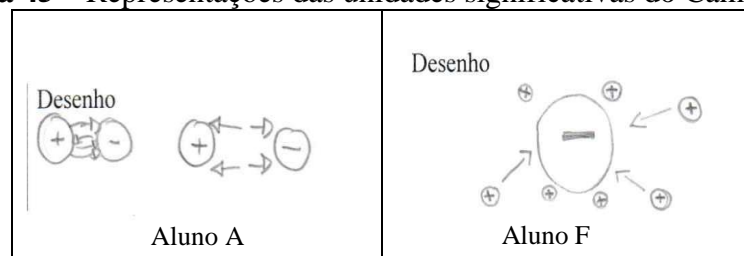
Categorização	Unidades Significativas (US)
Atração devido à polaridade	<ul style="list-style-type: none"> • “As cargas irão se atrair, pois corpos com cargas opostas se atraem.” (Aluno G) • “A influencia das cargas opostas seria a atração entre elas.” (Aluno C)

	<ul style="list-style-type: none"> • “Os corpos que possuem carga mais negativa, atrai os corpos positivos que estiverem por perto.” (Aluno F) • “Elas se afastam cada vez mais, pois os sinais iguais se afastam e os sinais diferentes se atraem.” (Aluna A) • “Se atraem.” (Aluna B) • “Os opostos se atraem.” (Aluno E)
--	---

Fonte: Elaboração própria

Na Figura 45 são exemplificadas duas representações pictóricas (alunos A e F), as quais confirmam a ideia de *Atração devido à polaridade*, o que possibilita a inferência de um MMt frágil sobre a ideia de Campo eletrostático.

Figura 45 – Representações das unidades significativas do Campo eletrostático



Fonte: Arquivo pessoal

Diante das representações pictóricas na Figura 45, observa-se que no MMt do Aluno A expressa o princípio de atração das cargas elétricas sem citar a ideia de campo eletrostático. Já na representação pictórica do Aluno F observa-se em seu MMt a inversão no modelo mental sobre massa e inércia da carga.

Nenhum modelo mental sobre a ideia de Campo Eletrostático pode ser inferido das US ou desenhos destacados na atividade. Os MMt abaixo explicitados mostram a ideia de atração, mas não fazem referência a presença do campo:

Modelo Mental de Trabalho extraído das US:

1. “Corpos com cargas opostas se atraem”.
2. “Corpos com cargas de mesmo sinal repelem”.

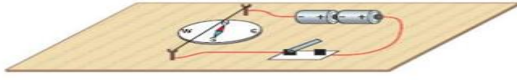
Na **terceira questão** apresentada na Figura 44, representa a influência que a passagem da corrente elétrica exerce no “aparecimento” de um campo magnético. Tal fenômeno foi relatado pela primeira vez com o experimento de Oersted em 1820. Um condutor retilíneo horizontal é colocado paralelamente a uma agulha imantada. Esse condutor é ligado em série

com alguns elementos e uma “chave” (interruptor) para abrir e fechar o circuito. Inicialmente, esta chave está aberta, e a agulha se mantém paralela ao condutor. Quando se fecha a chave, passa corrente, produz-se o campo magnético, e a agulha é desviada.

Com esta representação (Figura 46) buscam-se *subsunçores* sobre a ideia *Campo Magnético*, advindo de que a corrente elétrica em um fio condutor estabeleceu um campo magnético no espaço em torno dela, e esse campo foi o agente responsável pelo desvio da agulha magnética. Ou seja, cargas elétricas em movimento criam região do espaço próximo a ela, um campo magnético.

Figura 46 – A terceira questão do questionário pré-diagnóstico

3. Sabe-se que a corrente elétrica, está presente em nossas casas, nas ruas, nos comércios, fazendo funcionar vários aparelhos elétricos. Por isso é importante conhecermos as propriedades dessa grandeza física (corrente elétrica). Veja o exemplo: ao conectamos um fio condutor nos terminais de uma pilha ocorrerá a passagem de corrente elétrica (cargas elétricas). Você acha que a corrente elétrica no fio condutor poderá influenciar uma bússola colocada próximo ao fio condutor? Justifique sua resposta. Faça também um desenho justificando esses efeitos.



Desenho

Fonte: Elaboração própria

Esperava-se que o aluno conseguisse justificar, por meio da influência do campo magnético ao redor do fio condutor, a movimentação da agulha da bússola.

Pelo Quadro 15, vê-se que dos seis alunos cinco destes as respostas apresentadas trouxeram a ideia de Campo como resultante da movimentação de cargas. Entretanto, parece que os alunos se dão conta de que existe “algo” que movimenta a bússola, o qual está diretamente relacionado à movimentação da carga elétrica. O aluno G apresenta a ideia de atração entre campos magnéticos, não fazendo relação do campo magnético com a movimentação das cargas (variação do campo elétrico).

Duas categorias foram enfatizadas pelas respostas: “*Atração entre campos magnéticos*” e “*Corrente elétrica gera movimento*” (Quadro 15).

Quadro 15 – Exemplos de US referentes à terceira questão a categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Atração entre campos magnéticos	<ul style="list-style-type: none"> “A passagem da carga não iria influenciar a bússola, pois a mesma só é atraída por campos magnéticos, não elétricos.” (Aluno G)
Corrente elétrica gera movimento	<ul style="list-style-type: none"> “Vai influenciar se o circuito estiver fechado, pois vai passar corrente e irá se movimentar.” (Aluno F) “Com o circuito aberto não haverá passagem de corrente, mas

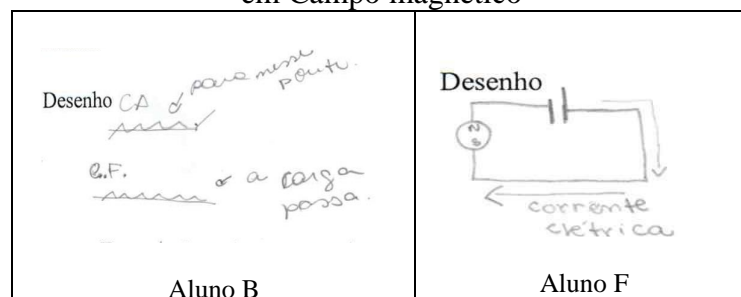
	<p><i>quando fechar haverá a passagem de corrente elétrica no fio, ocasionando então a movimentação da bússola.” (Aluno C)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>“Circuito aberto não passa energia, Circuito fechado passa carga/energia”. (Aluno B)</i> • <i>“Se o circuito estiver aberto a corrente não influencia, se estiver fechado influencia por conta da passagem de corrente elétrica pelo fio.” (Aluno A)</i> • <i>“Sim. A bússola vai se orientar pelo lado onde tem mais energia, pelo ponto elétrico que tem mais energia e mais eletromagnetude.” (Aluno E)</i>
--	--

Fonte: Elaboração própria

As respostas de cinco alunos referem-se à categoria “*corrente elétrica gera movimento*”, e de um aluno refere-se à categoria “*Atração entre campos magnéticos*”, conforme exemplificado pelas US no Quadro 15.

A Figura 47 reitera tais concepções, demonstradas pelas representações pictóricas selecionadas dos alunos B e F.

Figura 47 – Representações das unidades significativas sobre influência da corrente elétrica em Campo magnético



Fonte: Arquivo pessoal

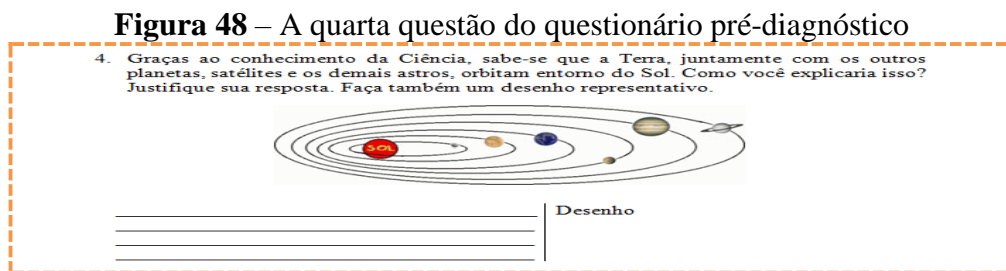
Na Figura 47, observa-se diante das representações pictóricas que no MMt do Aluno B remete ao deslocamento das cargas elétricas no fio, mas sem citar a ideia de campo eletrostático. Já na representação pictórica do Aluno F observa-se em seu MMt que a movimentação da bússola ocorrerá a passagem da corrente elétrica, mas sem mencionar a geração de um campo magnético em redor do fio. Seguem alguns MMt inferidos dessa atividade:

Modelos Mentais de Trabalho extraídos das US:

1. “Circuito fechado passará energia.”
2. “A corrente elétrica altera a leitura na bússola.”

3. “A bússola é atraída devido ao campo magnético.”

A **quarta questão** (Figura 48) busca *subsunçores* sobre a ideia de *Campo Gravitacional, percebido pelo movimento da Terra e outros planetas, satélites e demais astros, ao redor do Sol.*



Fonte: Elaboração própria

Esperava-se que os alunos conseguissem identificar o campo gravitacional devido à interação da força gravitacional entre os planetas.

US apresentadas no Quadro 16 possibilitaram três categorias: “*Força gera atração*”, “*Massa gera atração*” e “*Movimento de translação*”.

Quadro 16 – Exemplos de US referentes à quarta questão a categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Força gera atração	<ul style="list-style-type: none"> • “Os planetas são atraídos pelo Sol devido à força de atração do seu núcleo e pela sua proporção em massa [...]”. (Aluno G)
Massa gera atração	<ul style="list-style-type: none"> • “A massa do Sol atrai os planetas para perto dele fazendo com que fique tudo mais quente.” (Aluno E)
Movimento de translação	<ul style="list-style-type: none"> • “O movimento de circulação dos planetas em volta do Sol é conhecido como translação.” (Aluno C) • “Os astros orbitam ao redor do Sol e um pouco distante, pois se estiveram mais próximo do Sol eles explodiriam pelo calor e também consegue determinar as estações.” (Aluno A)

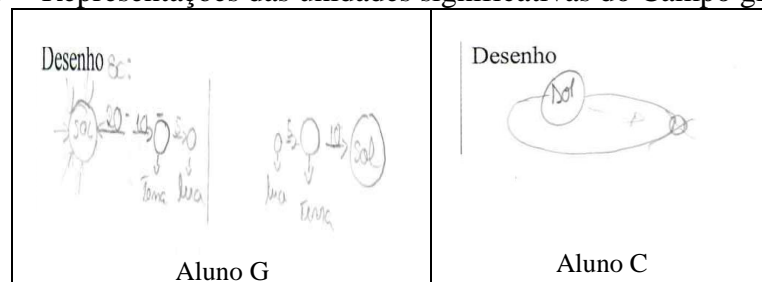
Fonte: Elaboração própria

Vê-se pelo Quadro 16 que nenhum aluno faz referência à presença de um campo gravitacional que é gerado ao redor de dois corpos que possuem massa, devido a interação da força gravitacional. Este resultado era de certa forma esperado, uma vez que os livros normalmente enfatizam apenas as consequências e não as causas no estudo dos movimentos

dos planetas e astros. Não se enfatiza o papel do campo gravitacional. Dos seis alunos, dois deles não apresentaram resposta a esta questão.

A Figura 49 confirma tais concepções, dando ênfase ao movimento apenas, sem o destaque do papel do campo gravitacional.

Figura 49 – Representações das unidades significativas do Campo gravitacional



Fonte: Arquivo pessoal

As representações pictóricas elaboradas pelos alunos também não apresentam um MMt sobre Campo Gravitacional. São identificadas relações de proporcionalidade com a massa do Sol, que gera movimento dos planetas (Figura 49).

Nenhum modelo mental sobre a ideia de campo gravitacional pode ser inferido, conforme segue:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “O corpo de maior massa atrai os planetas ao seu redor, mais próximo à intensidade maior será da força de atração.”
2. “O planeta se movimenta ao redor do Sol.”

A quinta questão apresentada na Figura 50, refere-se a um dos instrumentos de localização mais usado desde a antiguidade: a bússola. O princípio do seu funcionamento leva a *subsunçores* sobre a ideia de Campo Magnético.

Figura 50 – A quinta questão do questionário pré-diagnóstico



Fonte: Elaboração própria

Esperava-se que o aluno conseguisse identificar o princípio de funcionamento da bússola, se baseia na interação das cargas magnéticas da sua agulha com o campo magnético da Terra.

Após a análise das respostas pode-se inferir duas categorias referentes à quinta questão: “*Atração devido ao campo magnético*” e “*Atração devido à polarização*”. Dos seis alunos, três deles responderam que o campo magnético terrestre influencia diretamente no funcionamento da bússola, conforme categoria de “*Atração devido ao campo magnético*”. Somente o aluno E demonstra que a bússola se orienta pela atração dos polos magnéticos da Terra. Dois alunos não apresentaram suas respostas (Quadro 17).

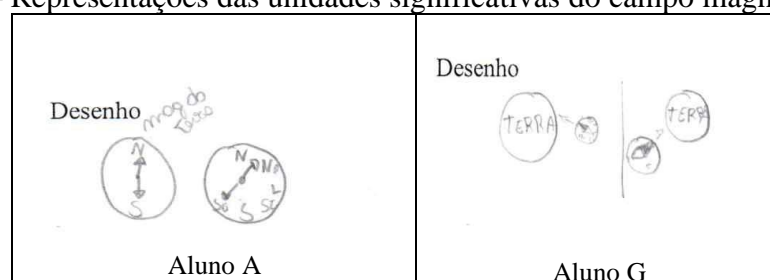
Quadro 17 – Exemplos de US referentes à quinta questão a categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Atração devido ao Campo Magnético	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>O ponteiro da bússola é atraído pelo campo magnético da Terra, causando então seu movimento.</i>” (Aluno C) • “<i>A bússola se localiza de acordo com o campo magnético da Terra, com um ímã sendo atraído pelo mesmo, em direção ao Norte.</i>” (Aluno G) • “<i>O campo magnético da Terra se localiza no Norte, ajudando a se localizar.</i>” (Aluno A)
Atração devido à polarização	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>A bússola se orienta através que é atraído pelo pólo magnético da Terra.</i>” (Aluno E)

Fonte: Elaboração própria

Na Figura 51 são apresentados dois exemplos de representação pictórica (alunos A e G). Ambos se enquadram na categoria “*Atração devido à polarização*”.

Figura 51 – Representações das unidades significativas do campo magnético terrestre



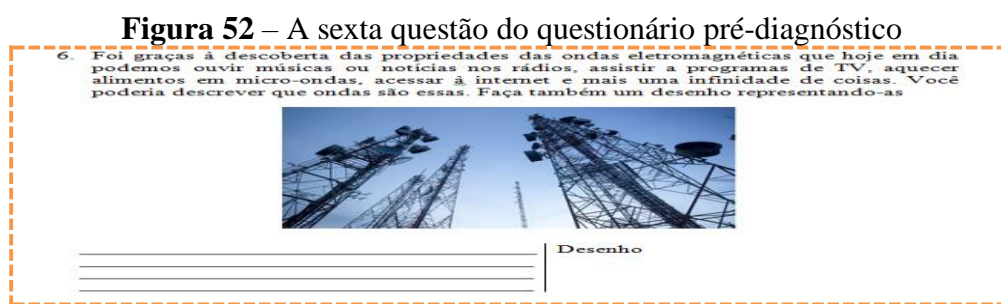
Fonte: Arquivo pessoal

As representações pictóricas elaboradas pelos alunos não apresentaram, de forma geral, um MMT sobre *Campo magnético*, apenas identificaram a presença dos polos geográficos. A seguir, os MMT inferidos nessa atividade como um todo:

Modelos Mentais de Trabalho extraídos das US:

1. “Os polos geográficos da Terra, orienta os ponteiros da bússola (atração).”
2. “A Terra influencia na leitura da bússola (atração).”
3. “A bússola é atraída pelo campo magnético da Terra (atração).”

Finalmente, a **sexta questão** traz um exemplo de onda eletromagnética pelo desenho apresentado (ondas de rádio frequência), contudo também enfatiza outros tipos de ondas com frequência diferentes, como ondas de Rádio, Microondas, dentre outras (Figura 52).



Fonte: Elaboração própria

Esperava-se que os alunos conseguissem identificar características das ondas, como propagação tridimensional, frequência, comprimento de onda, etc.

Diante das respostas dos seis alunos foram inferidas as categorias “*Ondas de energia*”, “*Frequência de ondas sonoras*”, “*Tipologias de ondas*” e “*Ondas em diferentes frequências*.” Dois alunos responderam que as ondas eletromagnéticas são ondas de energia que chegam em nossas casas por meio de fios. Estas respostas foram enquadradas na categoria “*Ondas de energia*”.

Dois alunos também responderam que as ondas eletromagnéticas chegam as nossas casas pelo motivo de serem ondas de frequência sonoras e de calor (categoria “*frequência de ondas sonoras*”). Somente um aluno respondeu que as ondas eletromagnéticas são caracterizadas por ondas de radio, elétricas e magnéticas, sendo enquadrada esta resposta na categoria “*tipologia de ondas*”. Ainda dois alunos em suas respostas apontam que as ondas eletromagnéticas precisam de meios para chegar às nossas casas como: antenas, cabo de fibra ótica, micro-ondas e que tais ondas possuem frequências de vários tipos, configurando a categoria “*ondas de diferentes frequências*” (Quadro 18).

Quadro 18 – Exemplos de US referentes à sexta questão a categoria criada

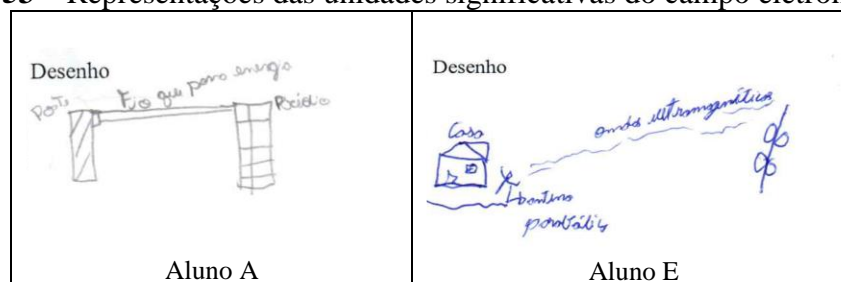
Categorização	Unidades Significativas (US)
Ondas de energia	<ul style="list-style-type: none"> • “São ondas eletromagnéticas que propagam energia.” (Aluno B) • “São ondas eletromagnéticas que passam energia.” (Aluno A)
Frequência de ondas sonoras	<ul style="list-style-type: none"> • “Ondas sonoras, frequências sonoras.” (Aluno F) • “São frequências sonoras ou de calor.” (Aluno C)
Tipologias de ondas	<ul style="list-style-type: none"> • “Ondas de rádio, elétricas e magnéticas, etc” (Aluno G)
Ondas em diferentes frequências	<ul style="list-style-type: none"> • “As ondas eletromagnéticas são ondas nas quais precisa de uma antena receptora, cabo de fibra ótica ou geram calor no caso de micro-ondas, e transmitem frequências de vários tipos” (Aluno E)

Fonte: Elaboração própria

Pelas respostas dos seis alunos pode-se enfatizar quatro categorias: “Ondas de Energia”, “Frequência de ondas sonoras”, “Tipologias de ondas” e “Ondas em diferentes frequências” (Quadro 18).

Na Figura 53, temos as representações pictóricas selecionadas de dois alunos (alunos A e E), nas quais se pode observar a ideia de propagação linear de “energia” e de “ondas eletromagnéticas”. No entanto as ondas eletromagnéticas são perpendiculares entre si; e sua onda é transversal, ou seja, é perpendicular à direção de propagação.

Em nenhum momento vê-se explicitada a concepção de campo tridimensionalmente.

Figura 53 – Representações das unidades significativas do campo eletromagnético

Fonte: Arquivo pessoal

As representações pictóricas elaboradas pelos alunos apresentaram, de forma geral, um MMt sobre as ondas eletromagnéticas (ondas de energia) que vêm do poste, de antenas e ondas no ar. A seguir, os MMt inferidos:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “A energia é conduzida por meio dos fios”.

2. “As ondas eletromagnéticas são transmitidas por antenas”.

Finalmente, apresenta-se no Quadro 19 uma projeção percentual das categorias recortadas das unidades significativas do PRIMEIRO MOMENTO.

Quadro 19 – Análise percentual quanto à categorização das US do primeiro momento

Questões	Categorização	Percentual
1	Fluxo bidimensional	84%
	<i>Fluxo tridimensional</i>	16%
2	Atração devido à polaridade	100%
3	<i>Atração entre campos magnéticos</i>	16%
	Corrente elétrica gera movimento	84%
4	<i>Força gera atração</i>	16%
	<i>Massa gera atração</i>	16%
	Movimento de translação	34%
	<i>Não respondeu</i>	34%
5	Atração devido ao Campo Magnético	50%
	<i>Atração devido à polarização</i>	16%
	<i>Não respondeu</i>	34%
6	Ondas de energia	34%
	Frequência de ondas sonoras	34%
	<i>Tipologias de ondas</i>	16%
	<i>Ondas em diferentes frequências</i>	16%

Fonte: Elaboração própria

O Quadro 19 dimensiona a quantidade das US mais marcantes relativas ao conceito de Campo, presentes nas concepções prévias dos alunos investigados.

Verifica-se que as categorias “*fluxo bidimensional*”, “*atração devido à polaridade*”, “*corrente elétrica gera movimento*” e “*atração devido ao campo magnético*”, são as categorias mais citadas nas respostas dadas pelos alunos. Ressalta-se que apenas uma destas categorias remete à concepção de Campo, a saber, “*atração devido ao campo magnético*”.

Da inferência dos MMt elaborados pelos alunos, ressaltam-se alguns predominantes:

MMt₁: “*Quanto mais próximo da fonte (chama), maior a intensidade de calor recebida na mão*”(Aluno F).

“*O calor se propaga em todas as direções, mas para cima é mais potente*”(Aluno B).

O Aluno F explicita a concepção de *distância* no seu MMt, reforçando a ideia de que quanto mais próximo da chama maior será a intensidade de calor, e o aluno B preconiza a concepção tridimensional do campo de calor em todas as direções, a qual remete a ideia de *campo de calor* à de propagação do calor por irradiação.

MMt₂: “*Corpos com cargas opostas se atraem*”(Aluno G).

“O corpo de maior massa atrai os planetas ao seu redor, mais próximo à intensidade maior será da força de atração” (Aluno G).

“Os polos geográficos da Terra, orienta os ponteiros da bússola (atração)” (Aluno A).

Estes alunos citam em suas premissas a concepção do *princípio de atração* em seus MMt, seguindo às inferências estabelecidas a *campo eletrostático, campo gravitacional e campo magnético da Terra*.

MMt₃: “A corrente elétrica altera a leitura na bússola” (Aluno F).

“A energia é conduzida por meio dos fios” (Aluno A).

Estes MMt explicitam a concepção de *energia relacionada ao Campo eletromagnético*.

Os MMt apresentados podem ser explicados devido a abordagens em séries anteriores, primeiro e segundo anos do ensino médio (EM), ou no contexto do 9º ano do ensino fundamental (EF), ou até mesmo em situações do seu dia a dia, em que são aplicadas a ideias de Campo.

Verificou-se diante a análise dos resultados que os alunos responderam prontamente a todas as questões trazendo suas concepções sobre Campo. Do mesmo modo, houve inferência dos alunos quanto à ideia de Campo tridimensional, quando se trata do *Campo de calor*.

SEGUNDO MOMENTO: Situação problema

Neste momento a professora/pesquisadora reforçou aos alunos a importância da participação nas atividades, sendo posteriormente aplicada a atividade experimental. Foi disponibilizado aos alunos o roteiro e os respectivos materiais para a realização da atividade.

A atividade, composta de sete questões, apresentava situações nas quais os alunos deveriam demonstrar suas representações pictóricas indicando a solução do problema. A Figura 54 mostra os alunos realizando a atividade experimental intitulada “*Interação da Matéria com o Ímã*”.

Figura 54 – Alunos realizando a atividade experimental



Fonte: Arquivo pessoal

A análise das sete questões do roteiro experimental sobre a interação da matéria com o ímã encontra-se a seguir.

A Primeira Questão: *Vários materiais foram oferecidos no kit. Dentre eles, quais podem interagir com o ímã? Como a interação ocorre? Faça também um desenho que represente a interação.*

Esperava-se que nesta questão, o aluno conseguisse apontar quais os materiais oferecidos no *Kit* poderiam ser atraídos por um ímã, bem como o princípio de magnetização presente na possível interação.

Em presença das respostas apresentadas pelos alunos foram criadas as categorias “*Magnetização devido ao campo magnético*”, “*Magnetização devido às polaridades*” e “*Interação do ímã com a matéria*” para a primeira questão. No Quadro 20, tem-se as categorias criadas e as respectivas unidades significativas. Considerou-se como resposta tanto o texto, como as representações pictóricas, tendo em vista que nas atividades era solicitado ambos.

Quadro 20 – Exemplos de US referentes à primeira questão a categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Magnetização devido ao campo magnético	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>Os pregos, o zinco e a agulha, eles vão interagir com o ímã devido seus materiais serem magnetizados pelo campo magnético do ímã.</i>” (Aluno C)
Magnetização devido às polaridades	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>Zinco, pregos, agulha, alumínio e limalha, através das polaridades diferentes.</i>” (Aluno B)
Interação do ímã com a matéria	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>O prego e zinco, o ímã os atrai.</i>” (Aluno E) • “<i>Pode interagir com o prego, com o zinco, com o alumínio.</i>” (Aluno A) • “<i>Zinco, prego e agulha.</i>” (Aluno F) • “<i>A placa de zinco e os pregos de ferro eles irão se atrair devido às propriedades magnéticas.</i>” (Aluno G)

Fonte: Elaboração própria

O Quadro 20 mostra que todos os alunos afirmaram que o prego e o zinco podem interagir com o ímã. Somente o aluno C mencionou que a magnetização era devido à interação do material (prego, zinco e agulha) com a presença do campo magnético do ímã,

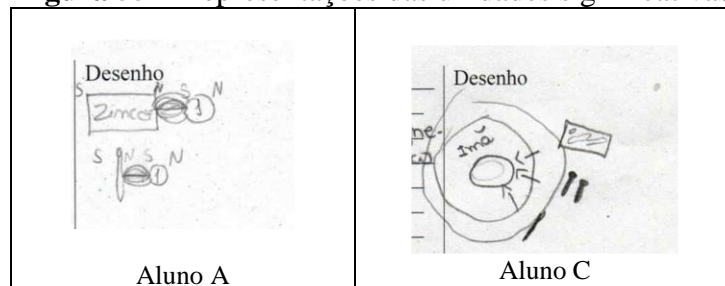
fazendo inferência à concepção de campo magnético. Por essa razão foi enquadrado na categoria *magnetização devido ao campo magnético*.

Somente o aluno B fez inferência à interação por meio das polaridades do ímã, e quatro alunos responderam que os materiais podem interagir com o ímã pelo princípio de atração. Apresentando a concepção de que ao aproximar o polo norte de um ímã o polo sul de outro ímã, nota-se uma atração. Polos da mesma natureza se repelem e de naturezas diferentes se atraem. Tais respostas ficaram nas categorias *Magnetização devido às polaridades e Interação do ímã com a matéria*.

Três alunos citaram que a agulha pode ser interagir com o ímã, e dois estudantes mencionaram o alumínio e apenas um aluno citou em sua resposta a limalha de ferro.

Segundo Hewitt (2008) sabe-se que dos materiais listados o zinco e o alumínio não possuem propriedades magnéticas. No entanto, se estes elementos estiverem compondo ligas metálicas que contém ferro, estes podem ser magnetizados, denominados de domínios magnéticos. Na Figura 55 são demonstrados alguns exemplos das representações pictóricas para as categorias criadas.

Figura 55 – Representações das unidades significativas



Fonte: Arquivo pessoal

Dos materiais listados no roteiro experimental sabe-se que o prego, agulha e a limalha podem ser atraídas por um ímã. Isto pode ser notado nos exemplos apresentados na Figura 55 (Alunos A e C).

De forma geral, as representações pictóricas elaboradas pelos alunos apresentaram um MMt sobre magnetização, identificado com a presença dos polos magnéticos e as linhas de Campo entre os materiais e o ímã. A seguir, os MMt inferidos:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “O ímã atrai o ferro e o zinco com as polaridades opostas”.
2. “O Campo ao redor do ímã atrai o ferro e o zinco”.

A Segunda Questão: *Agora os materiais que não interagem, por que isso acontece?*

Para esta questão esperava-se que o aluno respondesse quais os materiais que não podem ser atraídos por um ímã e o princípio envolvido.

Diante das respostas dos alunos, foram criadas as categorias “*Materiais não magnetizados*”, “*Polaridades iguais (repulsão)*” e “*Ausência de propriedades magnéticas*” para a segunda questão fazendo referencia ao material listado no roteiro experimental. O Quadro 21 mostra as categorias criadas e as respectivas unidades significativas apresentadas nas respostas dos alunos.

Quadro 21 – Exemplos de US referentes à segunda questão da categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Materiais não magnetizados	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>Não interage com a madeira, nem o plástico, cortiça. Não ocorre, pois esses materiais não são magnetizados.</i>” (Aluno A) • “<i>A cortiça, o plástico, a madeira e o papelão por que eles não são magnetizados, então não são atraídos pelo campo magnético do ímã.</i>” (Aluno C)
Polaridades iguais (repulsão)	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>Pelas polaridades serem iguais.</i>” (Aluno B)
Ausência de propriedades magnéticas	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>Pois eles não possuem ferro.</i>” (Aluno E) • “<i>Papelão, plástico, madeira, cortiça. Por não possuírem propriedades magnéticas.</i>” (Aluno F) • “<i>Eles não tem ferro em sua composição, devido a isso não há propriedade magnética.</i>” (Aluno G)

Fonte: Elaboração própria

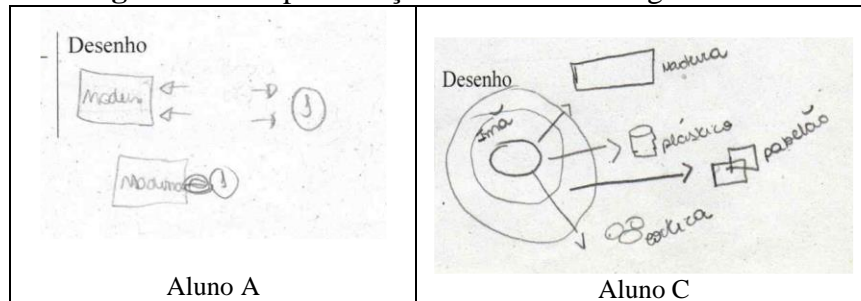
Verifica-se (Quadro 21) que três alunos citaram o plástico e três destes a madeira e a cortiça. Apenas um aluno alegou o papelão em suas respostas que não podem ser atraídos por um ímã.

Conforme as respostas analisadas, a concepção de que tais materiais citados não possuem em sua estrutura liga de ferro, estes não podem ser magnetizados pelo ímã (HEWITT, 2008).

Também um aluno fez referência às polaridades serem iguais para a não ocorrência da magnetização, remetendo ao principio de repulsão dos polos. Destacando na resposta do aluno C, a concepção de magnetização pelo campo do ímã, fazendo inferência a ideia de campo. Posto isto, as respostas foram enquadradas nas categorias *Materiais não magnetizados*, *Polaridades iguais (repulsão)* e *Ausência de propriedades magnéticas*.

Na Figura 56 são dados alguns exemplos das representações pictóricas para as categorias criadas.

Figura 56 – Representações das unidades significativas



Fonte: Arquivo pessoal

As representações pictóricas elaboradas pelos alunos, no geral, apresentaram um MMt sobre a não magnetização. Ausência de interação destes materiais com o ímã foi apresentando pela observação da repulsão e a posição destes distantes um do outro fez referência à impossibilidade da magnetização com o Campo magnético do ímã. Isto pode ser notado nos exemplos apresentados na Figura 56, nas representações dos alunos A e C. A seguir, os MMt inferidos nessa atividade:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “O ímã não atrai a madeira”.
2. “O Campo do ímã repulsa os materiais”.

A Terceira Questão: Pegue o ímã e coloque em contato com um prego, encoste outro prego no primeiro, e outro no segundo. O que você observa? Faça também um desenho justificando esse fenômeno.

Esperava-se que o aluno respondesse que o prego é atraído por um ímã devido à presença de Campo magnético, ou seja, imantando-o (magnetizando-o).

Segundo as respostas analisadas dos alunos foi criada a categoria “*Magnetização por atração*”. No Quadro 22, temos as categorias criadas e as respectivas unidades significativas.

Quadro 22 – Exemplos de US referentes à terceira questão a categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Magnetização por atração	<ul style="list-style-type: none"> • “O ímã magnetiza um prego e o outro prego será magnetizado por ele.” (Aluno C) • “Um prego vai magnetizando o outro e acabam encostados.” (Aluno F)

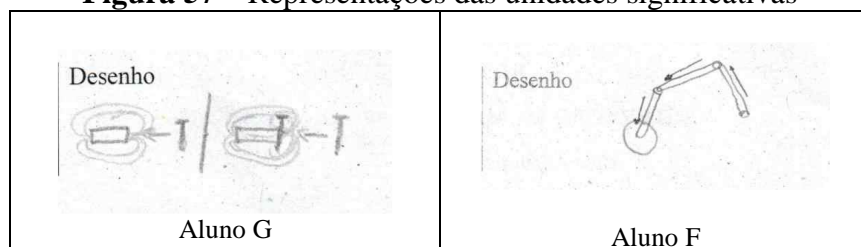
	<ul style="list-style-type: none"> • “Eles se atraem, um prego magnetiza o outro.” (Aluno A) • “O ímã magnetiza os pregos que se atraem.” (Aluno E) • “Eles grudam, pois o ímã magnetiza o prego e o prego magnetiza o mesmo.” (Aluno G) • “Eles se aproximam.” (Aluno B)
--	---

Fonte: Elaboração própria

Conforme as respostas dadas pelos os alunos, no Quadro 22 nota-se que todos os alunos citaram que o ímã magnetiza o prego fazendo o mesmo com os outros, e um aluno citou que eles se aproximam, fazendo referencia ao processo de imantação e o princípio de atração no mesmo. Nenhum aluno citou a magnetização devido à interação do prego devido ao campo magnético do ímã.

A imantação ocorre quando um material fica exposto ao Campo magnético de um ímã permanente por um determinado tempo a ponto de ser magnetizado. Assim, os pregos deixados em contato com um ímã permanente adquirem a capacidade de se atrair mutuamente, pois o tempo de exposição ao ímã torna-os magnetizados, portanto, ocorre o alinhamento domínios magnéticos, ou seja, de seus ímãs elementares (HEWITT, 2008). Na Figura 57 temos alguns exemplos das representações pictóricas.

Figura 57 – Representações das unidades significativas



Fonte: Arquivo pessoal

As representações pictóricas elaboradas pelos alunos comumente apresentaram um MMt sobre magnetização, indicando a inferência de campo no desenho do Aluno G a magnetização dos pregos por meio das linhas de Campo magnético e setas indicando o alinhamento dos pregos com o mesmo. Isto pode ser notado nos exemplos apresentados na Figura 57, nas representações dos alunos G e F. A seguir os MMt inferidos nessa atividade:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “O Campo magnético do ímã atrai o prego ficando junto ao ímã”.
2. “O ímã atrai o prego, que magnetizado atrai outro prego”.

A Quarta Questão: *Agora pegue os ímãs e posicione-os a uma determinada distância e vá aproximando-os lentamente e repita novamente com a posição oposta de um dos ímãs. Como você explicaria o que está acontecendo? E represente com desenho.*

Agora para esta questão esperava-se que o aluno respondesse qual o princípio envolvido a interação com os ímãs.

Conforme as respostas dos alunos, foram criadas a categoria *atração e repulsão devido às polaridades* para a quarta questão.

No Quadro 23 temos a categoria criada e as respectivas unidades significativas.

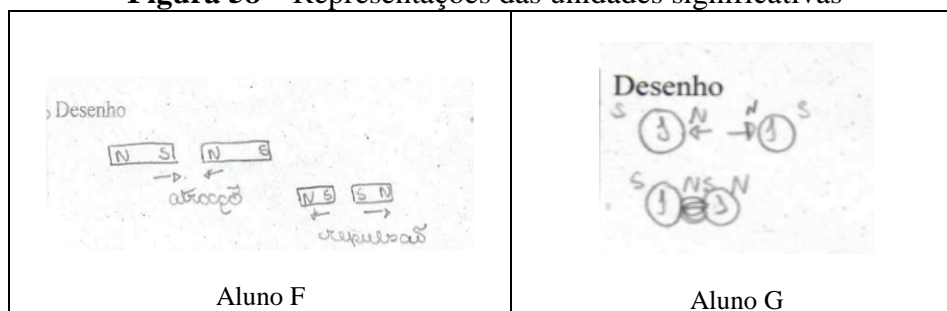
Quadro 23 – Exemplos de US referentes à quarta questão a categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Atração e repulsão devido às polaridades	<ul style="list-style-type: none"> • “Aproximando ocorre a atração e na posição oposta ocorre a repulsão.” (Aluno F) • “Fenômenos de atração e repulsão.” (Aluno B) • “Vai acontecer à repulsão entre eles.” (Aluno C) • “Eles se afastam, pois os ímãs estão em polos iguais e quando estão em polos diferentes se aproximam.” (Aluno A) • “Eles se repelem.” (Aluno E) • “Eles estão se atraindo por que os polos do ímã são diferentes.” (Aluno G)

Fonte: Elaboração própria

Conforme o Quadro 23 constata-se que todos os alunos citaram que os ímãs apresentam atração e repulsão quando os ímãs são aproximados e afastados um do outro. Dois alunos mencionaram também polos diferentes e iguais. Assim, perante as respostas dos alunos, a presença do princípio de atração e repulsão, associando a polos de mesmo nome se repele e nomes diferentes se atraem, desta forma enuncia-se a lei da força magnética (HEWITT, 2008). Confirmando as respostas serem enquadradas na categoria de *Atração e repulsão devido às polaridades*.

Na Figura 58 temos alguns exemplos das representações pictóricas para a categoria criada.

Figura 58 – Representações das unidades significativas

Fonte: Arquivo pessoal

As representações pictóricas elaboradas pelos alunos, geralmente apresentam MMt sobre as propriedades magnéticas envolvidas quanto à aproximação e ao afastamento destes destacados na Figura 58 pelas representações dos alunos Fe G. Embora o aluno G cita em sua representação as linhas de campo fazendo inferência a interação de força magnética entre os polos do ímã. A seguir, os MMt inferidos nessa atividade:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “O ímã atrai e repele devido à polaridade dos polos.”
2. “Polos iguais atraem e polos diferentes repele o ímã.”

A Quinta Questão: *Sobre a mesa coloque agora somente a plaquinha de zinco e por baixo do mesmo posicione um ímã de cada vez. Vá testando! Será que é possível deslocar a plaquinha? Represente o que acontece também por meio de um desenho.*

Esperava-se que o aluno respondesse sobre as possíveis intensidades do Campo Magnético, conforme tipo, formato e tamanho do ímã para movimentar a respectiva placa de zinco. Para Graça (2012), o ímã de maior tamanho apresenta uma maior capacidade de magnetização.

Conforme as respostas apresentadas pelos alunos foram criadas duas categorias “Movimento depende do tamanho do ímã” e “Movimento depende do tipo de material do ímã”. No Quadro 24, algumas categorias visualizadas das respectivas unidades significativas.

Quadro 24 – Exemplos de US referentes à quinta questão a categoria criada

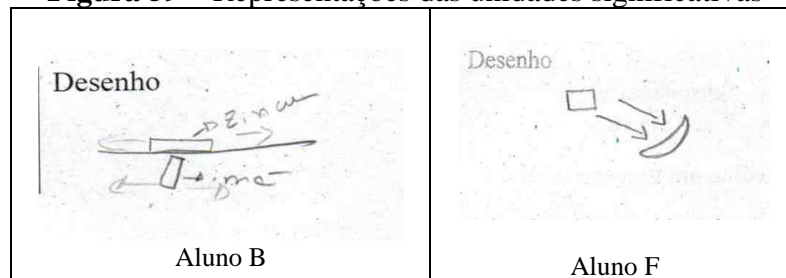
Categorização	Unidades Significativas (US)
Movimento depende do tamanho do ímã	<ul style="list-style-type: none"> • “Sim, pois força magnética é forte e se atraem.” (Aluno B) • “Sim. Pois a força magnética é bem maior que o zinco (com o ímã maior).” (Aluno A)

Movimento depende do tipo de material do ímã	• “ <i>Sim. Por conta do material.</i> ” (Aluno F)
--	--

Fonte: Elaboração própria

Pelo Quadro 24 é possível perceber que todos os alunos afirmaram sobre a possibilidade de movimentos da plaquinha de zinco, embora apenas três alunos apontassem alguma relação entre o movimento e o tamanho ou o tipo de material do ímã. Dois alunos citaram que o movimento foi gerado por causa da força magnética e um aluno citou que se movimentaria devido à magnetização do ímã da plaquinha. Por esse motivo não foi possível posicionar tais respostas nas categorias levantadas. Na Figura 59 tem-se alguns exemplos, das representações pictóricas dessa atividade.

Figura 59 – Representações das unidades significativas



Fonte: Arquivo pessoal

Pelos exemplos pode-se inferir que o aluno consegue perceber claramente a interação da placa com o ímã, mas tem dificuldades de conceituar a causa deste tipo de interação. A seguir, os MMt inferidos nessa atividade:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “O material (zinco) permite o deslocamento pelo ímã.”
2. “O ímã mais forte desloca a plaquinha de zinco.”

Na **sexta questão** (Figura 60), os alunos deveriam construir uma bússola com alguns materiais oferecidos.

Figura 60– A sexta questão do roteiro experimental

6. Vamos construir uma bússola com alguns materiais oferecidos no kit. Primeiramente em um recipiente coloque água. Em seguida imante a agulha e atravesse na cortiça fixando-a com a fita adesiva. Não se esqueça das orientações dos pontos cardiais. Coloque sobre a água do recipiente e relate o que acontece? Represente também com um desenho.	
_____	Desenho

Fonte: Elaboração própria

Esperava-se que o aluno conseguisse construir uma bússola simples com poucos materiais e que explicasse como se dá e porque ocorre a orientação da agulha da bússola, baseado na compreensão da interação entre os campos magnéticos, terrestre e da agulha imantada.

Sabe-se que uma bússola é um ímã, isto é, consiste em uma agulha imantada apoiada em uma superfície de pouquíssimo atrito, o qual permite sua movimentação na direção de atração dos polos terrestres (GRAÇA, 2012).

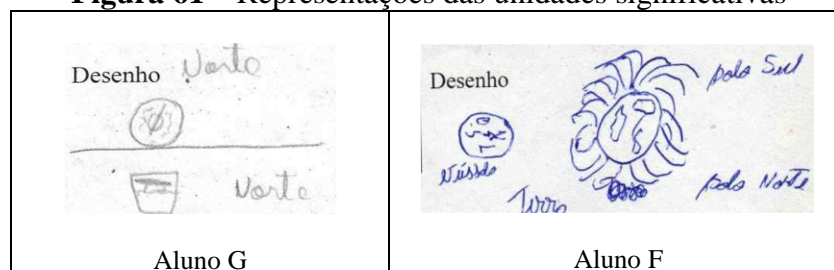
O Quadro 25 mostra que os seis alunos responderam que agulha se movimenta apontando para o polo norte. O que leva a crer na concepção de que a orientação da bússola depende de uma influência terrestre. Contudo, nenhum aluno consegue mostrar que os ímãs se orientam pela influência direta do campo magnético da Terra (aprox. na direção norte-sul geográfica). As respostas apresentadas aliadas às representações pictóricas permitiram a criação de duas categorias: “*Orientação devido aos polos do ímã*” e “*Orientação devido ao campo magnético da Terra*”.

Quadro 25 – Exemplos de US referentes à sexta questão a categoria criada

Categoria	Unidades Significativas (US)
Orientação devido ao campo magnético da Terra	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>A ponta da agulha mesmo magnetizada o polo do ímã o atrai.</i>” (Aluno F)
Orientação devido aos polos do ímã (atrai)	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>Se orienta de acordo com o polo norte magnético do ímã.</i>” (Aluno B) • “<i>A agulha se orienta através do pólo norte magnético.</i>” (Aluno E) • “<i>A bússola sempre se localiza para o Norte, mas agulha se movimenta de acordo com a polarização do ímã.</i>” (Aluno A) • “<i>A agulha aponta para o norte.</i>” (Aluno G) • “<i>Se orienta para o pólo norte, mas quando aproximamos um ímã passa a se orientar com o polo do ímã.</i>” (Aluno C)

Fonte: Elaboração própria

A Figura 61 apresenta dois exemplos (alunos F, G) de representações pictóricas.

Figura 61 – Representações das unidades significativas

Fonte: Elaboração própria

Das representações pictóricas elaboradas pelos alunos também se observa a inferência do campo magnético terrestre no desenho do aluno F a concepção de campo. A seguir, os MMT inferidos a partir das respostas nessa atividade:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “A bússola é atraída para o pólo Norte.”
2. “A bússola se orienta para o Norte devido ao Campo da Terra.”

A Sétima Questão - Temos a limalha de ferro. Coloque-a no recipiente. Posicione o ímã na superfície debaixo do recipiente e movimente lentamente. O que você está visualizando? Represente este fenômeno.

Para esta questão, esperava-se que o aluno respondesse que ao colocar o ímã na parte de baixo do recipiente contendo limalha de ferro, o mesmo estaria magnetizando a limalha, causando uma ordenação direcionada e formando linhas representativas da direção do campo magnético do ímã.

Diante das respostas dos alunos foram criadas as categorias “Limalha mostra a existência de um campo magnético” e “Limalha é atraída pelo ímã”. No Quadro 26 aponta que cinco alunos afirmaram que a limalha de ferro se move devido à magnetização na presença do ímã. Somente aluno G citou a formação das linhas de campo magnético pela limalha de ferro. Isto explica o fato de as respostas serem enquadradas nas categorias.

Quadro 26 – Exemplos de US referentes à sétima questão a categoria criada

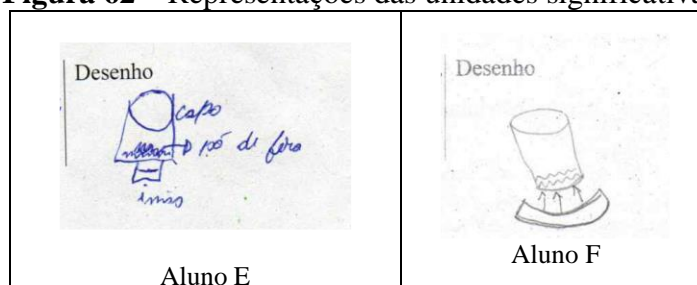
Categoria	Unidades Significativas (US)
Limalha mostra a existência de um campo magnético	<ul style="list-style-type: none"> • “A limalha está se mexendo e em forma de campo magnético.” (Aluno G)
Limalha é atraída pelo ímã	<ul style="list-style-type: none"> • “A limalha de ferro quando se encontra como ímã acaba se juntando e obedecendo ao caminho que o ímã percorre.” (Aluno A)

	<ul style="list-style-type: none"> • “A limalha é magnetizada, então sendo atraída pelo ímã e se locomovendo.” (Aluno C) • “A limalha se movimenta e também ocorre a magnetização.” (Aluno F) • “A movimentação do ferro dentro do copo que é magnetizado pelo ímã.” (Aluno E) • “O pó se move e se repele de acordo com o ímã.” (Aluno B)
--	--

Fonte: Elaboração própria

A Figura 62 apresenta dois exemplos (alunos E e F) de representações pictóricas.

Figura 62 – Representações das unidades significativas



Fonte: Arquivo pessoal

As representações pictóricas elaboradas pelos alunos apresentam, de forma geral, a ideia da atração, sem representação das linhas de campo. Normalmente os livros trazem a representação dessas linhas de indução de campo magnético ao redor do ímã, sendo reveladas pela limalha ferro, pequenos pedaços de ferro que se alinham com as linhas do campo magnético do ímã denominado linhas de força. Segundo Pires, (2008), existem padrões diversos de campo magnético, ou seja, vai depender do formato do ímã e de como esse campo é gerado (fio, espiras ou solenoides).

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “O ímã atrai a limalha quando bem próximo da superfície do copo”.
2. “A limalha de ferro representa o campo magnético ao redor do ímã”.

No Quadro 27, tem-se uma projeção percentual às categorias recortadas das unidades significativas do SEGUNDO MOMENTO.

Quadro 27 – Análise percentual quanto à categorização das US do segundo momento

Questões	Categorização	Percentual
1	Magnetização devido o campo magnético	16%

	<i>Magnetização devido às polaridades</i> <i>Interação do ímã com a matéria</i>	16% 68%
2	<i>Materiais não magnetizados</i> <i>Polaridades iguais (repulsão)</i> <i>Ausência de propriedades magnéticas</i>	34% 16% 50%
3	<i>Magnetização por atração</i>	100%
4	<i>Atração e repulsão devido polaridades do ímã</i>	100%
5	<i>Movimento depende do tamanho do ímã</i> <i>Movimento depende do tipo de material do ímã</i>	25% 15%
6	<i>Orientação devido aos polos do ímã</i> <i>Orientação devido ao campo magnético da Terra</i>	90% 10%
7	<i>Limalha mostra a existência de um campo magnético</i> <i>Limalha é atraída pelo ímã</i>	10% 90%

Fonte: Elaboração própria

Estão destacadas em negrito (Quadro 27) as US mais significativas nas concepções dos alunos, referentes ao estudo sobre a interação da matéria com o ímã. Não se percebe compreensão clara sobre a influência do campo magnético no movimento, na magnetização, na atração.

Aguns MMt são destacados a partir das concepções explicitadas pelas respostas dos alunos:

“O Campo magnético do ímã atrai o prego ficando junto ao ímã”.

“O ímã atrai o prego, que magnetizado atrai outro prego”.

“O ímã atrai e repele devido a polaridade dos pólos.”

“Polos iguais atraem e pólos diferentes repele o ímã.”

“A bússola é atraída para o polo Norte.”

“O ímã atrai a limalha quando bem próximo da superfície do copo”.

De forma geral, os alunos demonstraram dificuldade na compreensão da ideia de campo magnético. Eles acham interessante o fenômeno, relatam o que está acontecendo, mas não conseguem explicar o Porquê. Segundo Souza Filho, (2012) a partir do momento em que o aluno, não podendo observar diretamente os fenômenos, fica evidente a necessidade que tem de criar “modelos” explicativos para interpretá-los. Dessa forma, pode ser percebida a admiração pelo fenômeno físico envolvido no estudo da matéria com o ímã por alguns dos pronunciamentos dos alunos durante a aplicação da atividade e também a necessidade de da experimentação a contribuir para explicitação dos modelos mentais a concepção de campo magnético.

“Professora, isso aqui é mágico”! (Aluno B)

“Que massa”! (Aluno G)

“Magnetizado como mesmo”? – questiona o aluno H.

“Muito legal”! (Aluno C)

“Parece efeito especial de filme”! (Aluno A)

“Pegue o ímã grande para magnetizar pessoal”! (Aluno G) – indaga o aluno a todos os colegas a fazerem o mesmo.

“Coloca o pó de limalha na água pra ver o que acontece pessoal”! (Aluno G) – indaga o aluno a todos os colegas a fazerem o mesmo.

Os pronunciamentos dos alunos enfatizam a condição proposta por David Ausubel (Moreira, 2011), para se alcançar a aprendizagem significativa: a predisposição para aprender.

TERCEIRO MOMENTO: Nova situação problema

Neste momento foi introduzida a nova situação problema. Iniciou-se a aula com o questionamento sobre a Aurora Boreal e Austral com a intenção de atuar como um organizador prévio, isto é, servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que precisaria saber (MOREIRA, 2013, p. 15).

Figura 63 – Alunos se preparando para responder a atividade sobre Auroras



Fonte: Arquivo pessoal

A Primeira Questão: *Tente explicar como ocorrem esses fenômenos naturais (Auroras)?*

Nesta questão esperava-se que o aluno respondesse sobre a influência dos ventos solares e do campo magnético da Terra, para a ocorrência do fenômeno (Auroras).

No entanto, sabe-se que a partir da interação de partículas com alta velocidade, principalmente dos ventos solares, que são partículas com altas velocidades expelidas do Sol devido ao rompimento das linhas de campo magnético solar proveniente dos arcos coronas, protuberâncias solares, ou das regiões denominadas polos solares que se situam primordialmente abaixo dos polos magnéticos do Sol.

Parte destas partículas do vento solar penetra no campo magnético da Terra e ficam adquirindo energia cinética até vencer a força magnética terrestre e penetra na atmosfera em

alta velocidade indo de encontro às moléculas da atmosfera terrestre, as quais quebram as suas estruturas. Desta quebra resultam fótons. Os fótons, portanto, são liberados e de acordo com o tipo de molécula, surgem às cores da Aurora Boreal (FARIAS *et al.* 2012).

Seguem algumas respostas dos alunos aos questionamentos da atividade:

“São arco-íris da noite”! (Aluno A)

“Por do Sol á noite”! (Aluno E)

“Só acontece a noite”! (Aluno G)

Os alunos não demonstraram conhecimento sobre o tema. Esperava-se que trouxessem definições compatíveis com Farias *et al.* (2012), luzes coloridas no céu, associada apenas a fenômenos ópticos.

A partir de aula expositiva, com exibição de um vídeo sobre documentário e a leitura da notícia sobre auroras Boreal e Austral, foram enfatizados conceitos necessários para compreensão do tema proposto nos três questionamentos.

A Figura 63 mostra os alunos se preparando para a atividade proposta, assistindo ao vídeo documentário, a aula expositiva e leitura da notícia.

Diante das respostas apresentadas dos alunos foram estabelecidas as categorias, “Ocorrência devido às partículas carregadas” e “Ocorrência devido ao Plasma”, apresentadas no Quadro 28.

Quadro 28 – Exemplos de US referentes à primeira questão a categoria criada

Categorias	Unidades Significativas (US)
Ocorrência devido às partículas carregadas	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="499 1352 1369 1496">• “São causadas por partículas e liberadas na atmosfera acima do Sol. Elas vêm em alta velocidade e são fragmentadas em pedaços menores na camada magnostofera, com a liberação de energia ocorrem às cores que se arrastam pelo céu.” (Aluno C) <li data-bbox="499 1536 1369 1680">• “Elas são causadas por partículas carregadas liberadas na atmosfera acima do Sol. Elas chegam em alta velocidade e são fragmentadas em pedaços menores na camada da magnostofera e ao liberar energia são criadas as cores [...]” (Aluno F) <li data-bbox="499 1720 1369 1863">• “São causadas por partículas carregadas na atmosfera e vem em alta velocidade e são fragmentadas em pedaços menores na camada magnostofera, ao liberar energia são criadas as cores que se espalham sobre o céu.” (Aluno A) <li data-bbox="499 1904 1369 1973">• “Através das partículas carregadas liberadas na atmosfera, acima do Sol.” (Aluno B). <li data-bbox="499 2013 1369 2076">• “As auroras são causadas por partículas e liberadas na atmosfera acima do Sol. Elas vêm em alta velocidade e são fragmentadas em

	<i>pedaços menores na camada magnostofera. Ao liberar energia são criadas as cores que se arrastam pelo céu. Esses fenômenos são vistos polos magnéticos da Terra.” (Aluno E)</i>
Ocorrência devido ao Plasma	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“O plasma liberado do Sol, devido às explosões e liberação de energia ocasionada pelo processo de fusão nuclear chega até a Terra e são atraídos pelos polos magnéticos que se encontrarem com a atmosfera terrestre passam por processos químicos, que liberam energia em forma de luz, variando de acordo com a altitude e composição. “ (Aluno G)</i>

Fonte: Elaboração própria

No Quadro 28 são apresentados exemplos das respostas dadas pelos seis alunos. Diante destas, constata-se que cinco alunos explicam a ocorrência do fenômeno em questão, pela presença de partículas carregadas que liberam energia na atmosfera/magnosfera, onde são formadas as cores das Auroras.

Somente o aluno G citou em sua resposta que o plasma liberado pelo Sol, devido a inúmeras explosões, é atraído à Terra e ao encontrar seu campo magnético, libera energia na forma de cores variadas. A seguir, MMt inferidos nessa atividade:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. *“Partículas carregadas liberadas acima do Sol chegam a magnostofera e ao liberar energia surgem as cores espalhadas no céu”.*
2. *“O plasma liberado pelo Sol, devido a inúmeras explosões, é atraído à Terra e ao encontrar seu campo magnético, libera energia na forma de cores variadas”.*

A Segunda Questão: *Com relação ao fenômeno da Aurora Boreal e Austral, você acha que podem acontecer somente na Terra? Justifique.*

Nesta questão esperava-se que o aluno conseguisse mostrar que devido às diferentes intensidades de ventos solares, o fenômeno da Aurora (Boreal e Austral) poderia acontecer em outros planetas e/ou astros.

Diante das respostas dos alunos foi criada apenas uma categoria: *“Auroras ocorrem também em outros planetas”* para a segunda questão. No Quadro 29 são apresentadas as US nessa categoria.

Quadro 29 – Exemplos de US referentes à segunda questão a categoria criada

Categoria	Unidades Significativas (US)
Auroras ocorrem também em	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Pois a mais Planetas próximos do Sol que estão ao alcance</i>

outros planetas	<p><i>desta nuvem.” (Aluno G)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>“As Auroras também ocorrem em Marte e Saturno, pois esses planetas estão mais perto do Sol.” (Aluno A)</i> • <i>“Pode chegar até Marte e Saturno, pois são os Planetas que estão mais próximos ao Sol.” (Aluno F)</i> • <i>“Pois os outros Planetas possuem polos magnéticos.” (Aluno E)</i> • <i>“Pois acontece em planetas próximos ao Sol, como Marte e Saturno.” (Aluno B)</i> • <i>“Ela pode ocorrer em Saturno e Marte pela a proximidade “ao Sol, com isso eles recebem as partículas que são liberadas pelo Sol.” (Aluno C)</i>
-----------------	--

Fonte: Elaboração própria

No Quadro 29 note-se que os seis alunos responderam que nos planetas próximos ao Sol podem ocorrer o fenômeno natural das Auroras, citando em suas respostas os planetas Marte e Saturno. Confirmando também os mesmos que esse fenômeno não só acontece aqui na Terra.

Contudo, não foi explicitada a ideia de que os ventos solares, provenientes das explosões solares são os responsáveis pelo acontecimento de tais fenômenos. A ideia pode até estar implícita, mas não aparece nas respostas.

Essa concepção está de acordo com Kuzmychov *et. al.* (2015), quando explicam o fenômeno das Auroras como o fenômeno resultante da colisão de partículas vindas do Sol e carregadas, com a atmosfera da Terra. Afirmam ainda que essa interação pode ocorrer também nos Planetas próximos do Sol e fora do Sistema Solar, como ocorrido de uma anã marrom na constelação de Lira. A seguir, os MMt inferidos:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. *“O fenômeno das Auroras também pode ocorrer em outros planetas, como Marte e Vênus”.*

A Terceira Questão: *Que relação existe entre as erupções solares, as auroras e o Campo magnético da Terra?*

Agora nesta questão esperava-se que o aluno respondesse a relação entre o processo de transformação/liberação de energia na geração do campo magnético Solar para o surgimento das Auroras.

Diante das respostas dos alunos apenas uma categoria se destaca: “As Auroras formadas pelas colisões com campo magnético terrestre” (Quadro 30).

Quadro 30 – Exemplos de US referentes à terceira questão a categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
As Auroras formadas pelas colisões com campo magnético terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • “As erupções solares viajam até o Campo magnético e logo depois acabam formando as Auroras.” (Aluno F) • “O plasma liberado pelo Sol é atraído pelo campo magnético, reagindo com as moléculas O e N, passam por processos químicos liberando energia em forma de luz, assim ocorre a Aurora.” (Aluno G) • “As erupções solar vão direto para o campo magnético da Terra, formando as Auroras Boreais.” (Aluno E) • “As erupções solares liberam o plasma, que chega ao campo magnético da Terra e formas as Auroras. Todos os três dependem da energia.” (Aluno A) • “As colisões solares liberam energia através do Sol vindo para a Terra e o Campo magnético puxa para os polos Norte e Sul.” (Aluno B)

Fonte: Elaboração própria

Dos seis alunos respondentes, nota-se que um aluno não conseguiu relacionar estes conceitos minimamente de forma coerente. Outros cinco alunos deram explicações que apontavam para a ideia de colisão das partículas com o campo magnético terrestre, embora na maioria delas não haja explicitamente em relação entre as erupções, as auroras e o campo magnético. No Quadro 30, foram destacadas algumas destas referências.

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “As erupções solares liberam o plasma, que libera energia ao se encontrar com o campo magnético da Terra, formando as Auroras.”
2. “As colisões solares liberam energia através do Sol vindo para a Terra e o Campo magnético puxa para os polos

No Quadro 31 temos uma projeção percentual às categorias recortadas das unidades significativas do TERCEIRO MOMENTO.

Quadro 31 – Análise percentual da categorização das US terceiro momento

Questões	Categorização	Percentual
1	Ocorrência devido às partículas carregadas Ocorrência devido ao plasma	90% 10%
2	Auroras ocorrem também em outros	100%

	planetas	
3	As Auroras formadas pelas colisões com campo magnético terrestre	90%

Fonte: Elaboração própria

O Quadro 31 dimensiona a quantidade das unidades significativas mais usadas nas concepções dos alunos investigados referentes à formação das Auroras Boreais e Austrais. Alguns MMT foram inferidos dessas atividades.

MM₁:

1. *“Partículas carregadas liberadas acima do Sol, que chegam à magnetosfera, liberaram energia ao colidir com o campo terrestre e dá origem as colorações (Auroras)”*.
2. *“As Auroras acontecem também em outros planetas devido à força dos ventos solares, produzidos pelas erupções no Sol”*.

Verifica-se nas respostas dos alunos mudança de concepção sobre as Auroras. Diante de suas declarações no início deste momento os alunos acreditavam que as Auroras Boreais e Austrais eram fenômenos ópticos que geram luzes coloridas no céu, agora se pode notar em seus MMT que as partículas liberadas do Sol com grande velocidade e energia entram em contato com o campo magnético da Terra, fazem surgir as cores da Auroras. Notando-se a mudança de MMT, resultado das interações das atividades propostas e das atividades do momento anterior.

QUARTO MOMENTO: Situação problema a nível maior de complexidade

Para este momento, os alunos responderam o questionário Apêndice 4, p. 192, contendo oito perguntas (mito ou verdade) sobre o Eletromagnetismo. A atividade intitulada *Eletromagnetismo em Nossa Vida* foi respondida individualmente no início da aula, dando continuidade com a aula expositiva em *slides*.

Ressalta-se o foco das atividades elaboradas nos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora (MOREIRA, 2011). No final deste momento os alunos tiveram a oportunidade de responder novamente a atividade, com intuito da retomada dos aspectos mais gerais e estruturantes do conteúdo, em uma nova apresentação, com nível mais alto de complexidade, desta forma relacionar a importância dos princípios básicos do eletromagnetismo no cotidiano do aluno diante de novos conhecimentos adquiridos durante a aula para resolução das situações-problema propostas.

A Figura 64 apresenta os alunos respondendo a atividade Mito e Verdade intitulada *“Eletromagnetismo em Nossa Vida”*.

Figura 64 – Alunos respondendo a Atividade Mito e Verdade (*Eletromagnetismo em Nossas Vidas*)



Fonte: Arquivo pessoal

No Quadro 32 se apresentam as oito perguntas propostas para análise sobre a concepção dos alunos sobre aplicações do Eletromagnetismo no cotidiano.

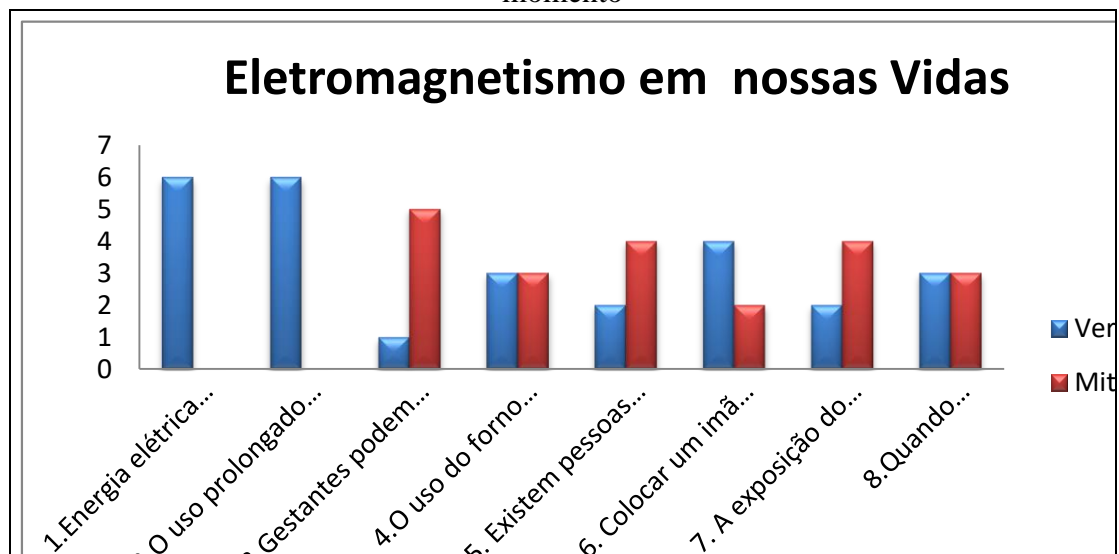
Quadro 32 – As perguntas propostas da atividade *Mito ou Verdade (Eletromagnetismo em Nossas Vidas)*

A Primeira Pergunta: <i>Energia elétrica por indução pode prejudicar alguém?</i>
A Segunda Pergunta: <i>O uso prolongado do celular pode causar danos à saúde?</i>
A Terceira Pergunta: <i>Gestantes podem fazer o exame de Ressonância Magnética?</i>
A Quarta Pergunta: <i>O uso do forno micro-ondas pode causar danos à saúde?</i>
A Quinta Pergunta: <i>Existem pessoas magnéticas?</i>
A Sexta Pergunta: <i>Colocar um ímã perto do HD pode estragá-lo?</i>
A Sétima Pergunta: <i>A exposição ao Campo magnético é prejudicial à saúde?</i>
A Oitava Pergunta: <i>Quando aproximamos ímãs de uma TV de tubo pode danificá-la?</i>

Fonte: Elaboração Própria

Os dados obtidos das oito perguntas propostas no início e final do quarto momento encontram-se devidamente indicados na Figura 65e 66.

Figura 65 – Respostas das perguntas no início do quarto momento



Fonte: Elaboração Própria

Pode ser notado no (Figura 63), que das oito perguntas propostas, três se destacam: primeira, segunda e terceira perguntas:

Pergunta 1: “Energia elétrica por indução pode prejudicar alguém?”

100% dos alunos afirmou ser VERDADE.

Pergunta 2: “O uso prolongado do telefone celular pode causar danos à saúde?”

100% dos alunos afirmou ser VERDADE

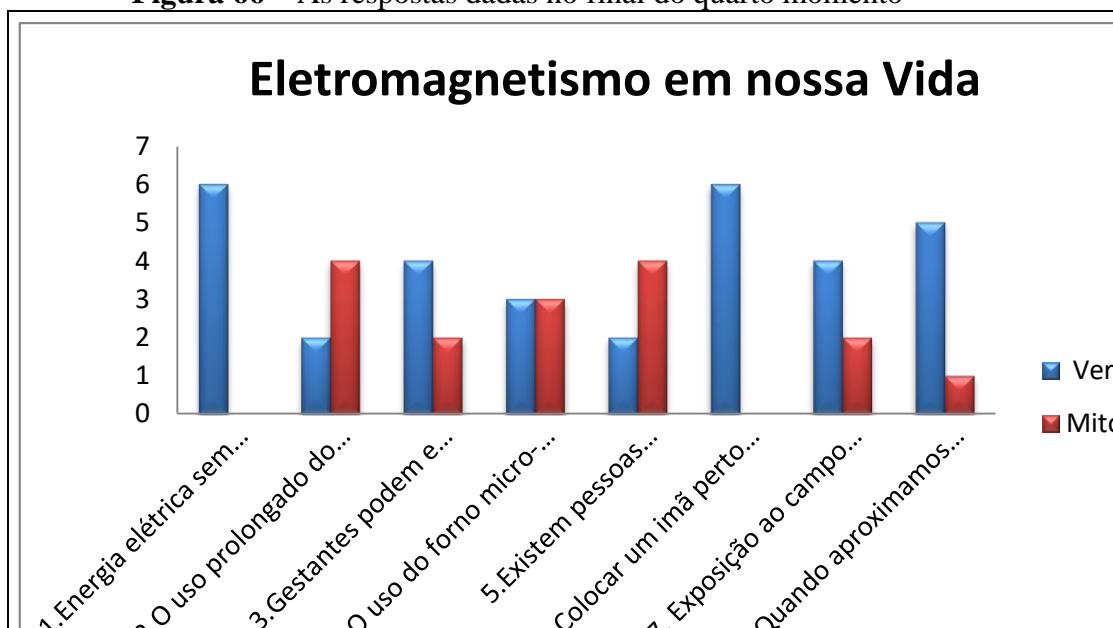
Pergunta 3: “Gestantes podem fazer o exame de Ressonância Magnética?”

85% dos alunos afirmou ser MITO

Observa-se que os alunos associam suas respostas ao senso comum. No caso da primeira pergunta, permeia a ideia que a energia pode ser transmitida por meio de fios vinda das redes elétricas. Já a segunda, é que a energia liberada do celular a longo prazo prejudica a saúde. Para a terceira pergunta, associam o exame de ressonância magnética ao de raio X, sendo um dos exames mais tradicionais, os quais as grávidas não podem fazer por emitir radiações, que prejudicam a gestação, visto que a ressonância magnética já é comum. A seguir, os MMT inferidos.

Modelos Mentais de Trabalho extraídos da Figura 63:

1. “O contato com qualquer tipo de energia elétrica pode matar.”
2. “A energia proveniente do celular causa danos à saúde.”
3. “Exames que emitem radiações são prejudiciais as gestantes.”

Figura 66 – As respostas dadas no final do quarto momento

Fonte: Elaboração própria (2018).

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 64, relativa às respostas das oito perguntas propostas agora após a exposição do conteúdo, seguem as afirmativas dos alunos sobre ser mito ou verdade das três primeiras perguntas e as observações:

Pergunta 1: “Energia elétrica por indução pode prejudicar alguém?”
100% dos alunos afirmou ser VERDADE.

Pergunta 2: “O uso prolongado do telefone celular pode causar danos à saúde?”
67% dos alunos afirmou ser MITO

Pergunta 3: “Gestantes podem fazer o exame de Ressonância Magnética?”
67% dos alunos afirmou ser VERDADE

Constata-se nas respostas dos alunos que a primeira pergunta seguiu o mesmo “padrão” inicial, isto é, nenhuma mudança nos MMt destes alunos. A concepção de que a energia elétrica por indução pode prejudicar de alguma forma, permanecendo o senso comum, ou seja, energias transmitidas pelos transformadores advinda das redes elétricas.

Na segunda pergunta pode-se ver uma mudança nos MMt dos mesmos. Explicitaram que o uso constante do celular não causa danos à saúde, ou seja, modificando a ideia da “crença popular”, de que a “energia liberada” do celular a longo prazo prejudica a saúde.

É perceptível também uma mudança nas respostas dos alunos na terceira pergunta, evidenciando modificação em seus MMt. Afirmando que as gestantes podem fazer o exame de ressonância magnética, que antes não era possível em suas concepções.

Modelo Mental de Trabalho extraído da Figura 62:

1. “O contato com qualquer tipo de energia elétrica pode matar.”
2. “A energia proveniente do celular não causa danos à saúde.”
3. “Exames que emitem radiações não são prejudiciais as gestantes.”

Pode-se notar diante das respostas dos alunos, o resultado das interações das atividades propostas e com base nas atividades dos momentos anteriores, levando a mudança de MMt, sobre o que é Mito ou Verdade no eletromagnetismo em nossas vidas.

QUINTO MOMENTO: Reconciliação integradora dos aspectos trabalhados por meio da RA.

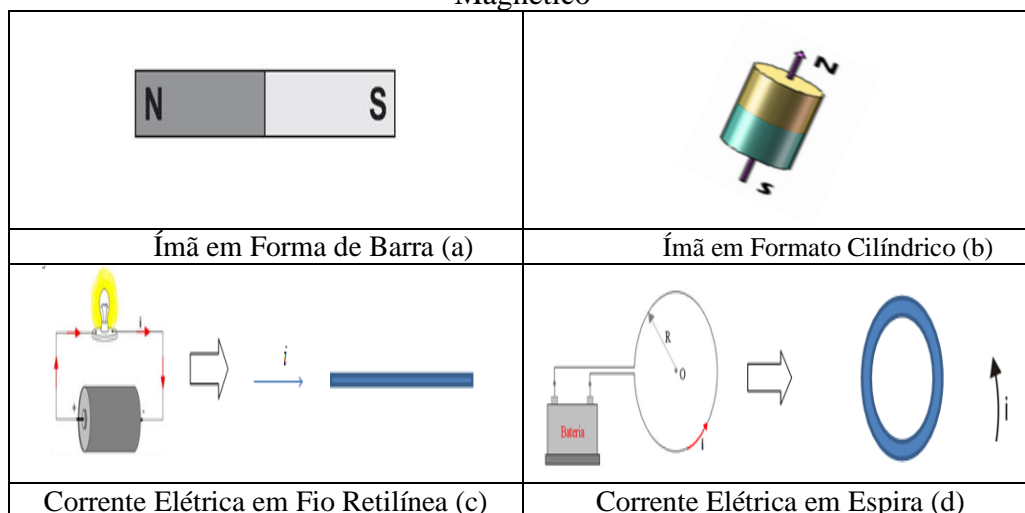
Este momento teve a finalidade de enfatizar os conhecimentos adquiridos até o momento por meio do uso da RA, conforme preconiza Moreira (2011), os quais podem ser reconhecidos e relacionados a novos significados.

A aula elaborada para este momento ocorreu em duas etapas, as quais permitiram reconciliar conceitos e ideias à construção do conceito de campo magnético em três dimensões (3D).

Na primeira etapa, os alunos representaram as respectivas linhas de campo magnético em cada um dos casos propostos a seguir: a) ímã em barra; b) ímã em forma cilíndrica; c) campo magnético em fio retilíneo e; d) campo magnético na espira.

Os QUATRO CASOS PROPOSTOS na primeira etapa da atividade intitulada *Linhas de Campo Magnético* em busca de novos significados encontra-se nas Figuras 67 (a,b,c,d).

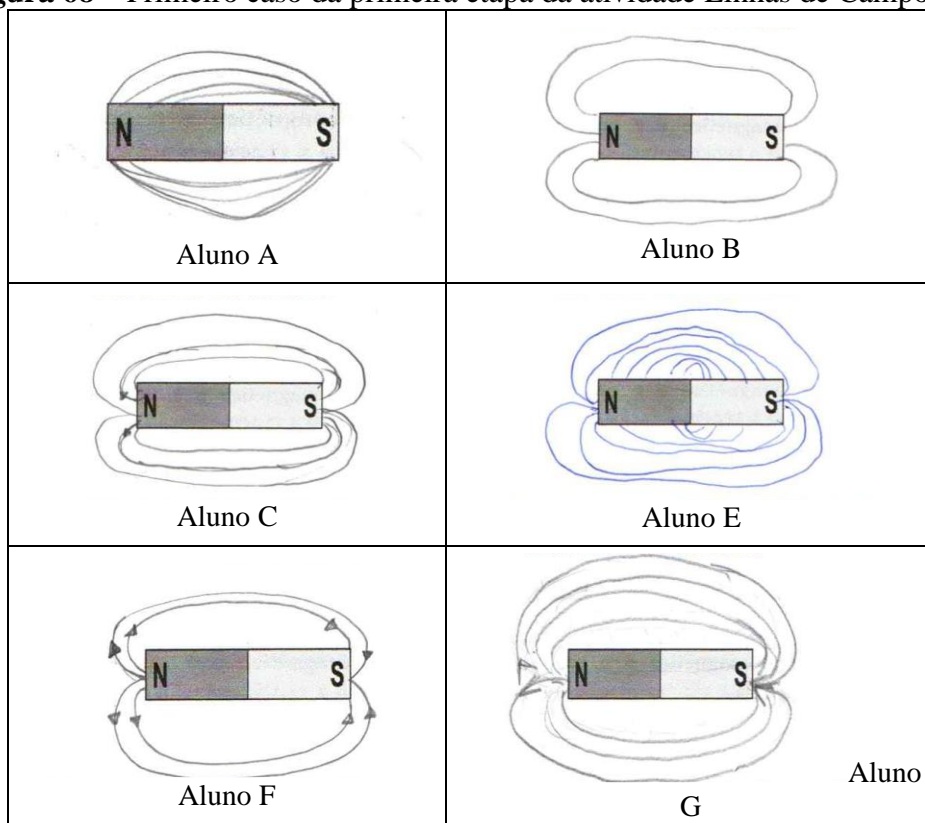
Figura 67 – Os quatro casos da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético



Fonte: Arquivo pessoal

Para este PRIMEIRO CASO esperava-se que o aluno representasse as linhas de campo magnético para os quatro casos propostos. Na Figura 68 temos as representações pictóricas representadas dos seis alunos (A, B, C, E, F e G) para a análise.

Figura 68 – Primeiro caso da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético



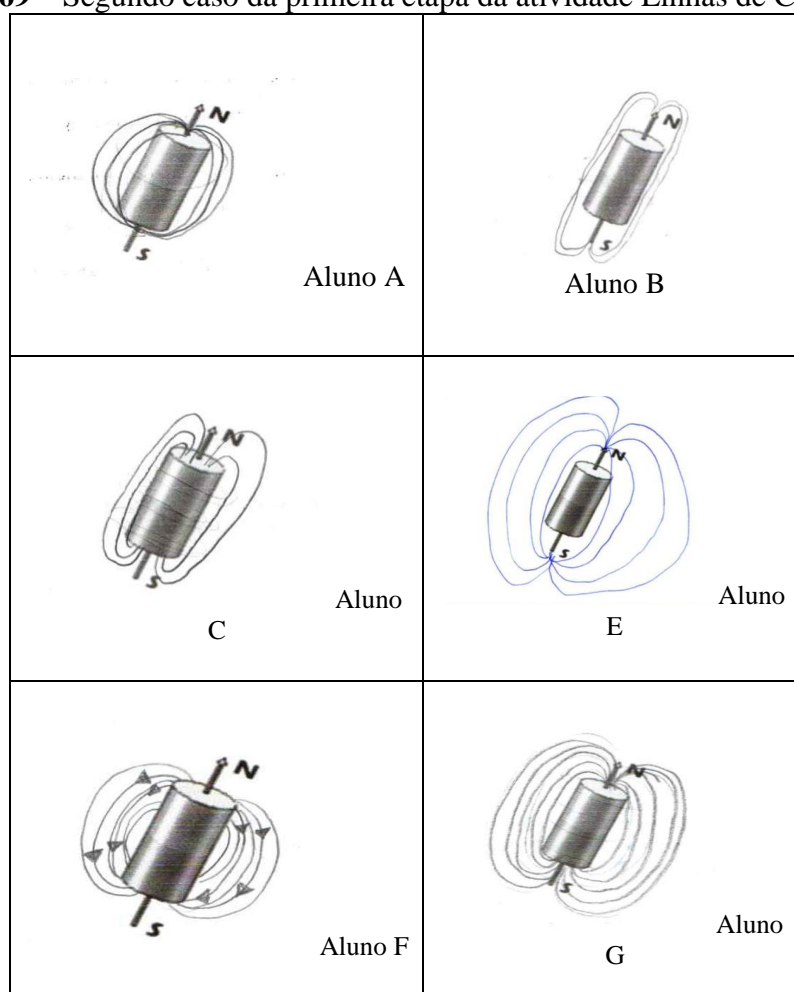
Fonte: Arquivo pessoal

Para este caso esperava-se que o aluno representasse as linhas de campo magnético para o ímã em forma de barra.

A análise das representações pictóricas explicitadas pelos alunos todos ilustraram as linhas de campo magnético entorno do ímã, sendo apresentados alguns casos com maior número de linhas e outros com menor.

Dois alunos indicaram setas às linhas de campo sai do polo norte e entra no polo sul do ímã, referenciado à grandeza vetorial do mesmo. Na representação do Aluno G apresenta também linhas mais finas entre as mais espessas indicando ideia de campo tridimensional. Na Figura 69 temos as representações pictóricas apresentadas dos seis alunos (A, B, C, E, F e G) para a análise do SEGUNDO CASO da primeira etapa deste momento.

Figura 69 – Segundo caso da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético



Fonte: Arquivo pessoal

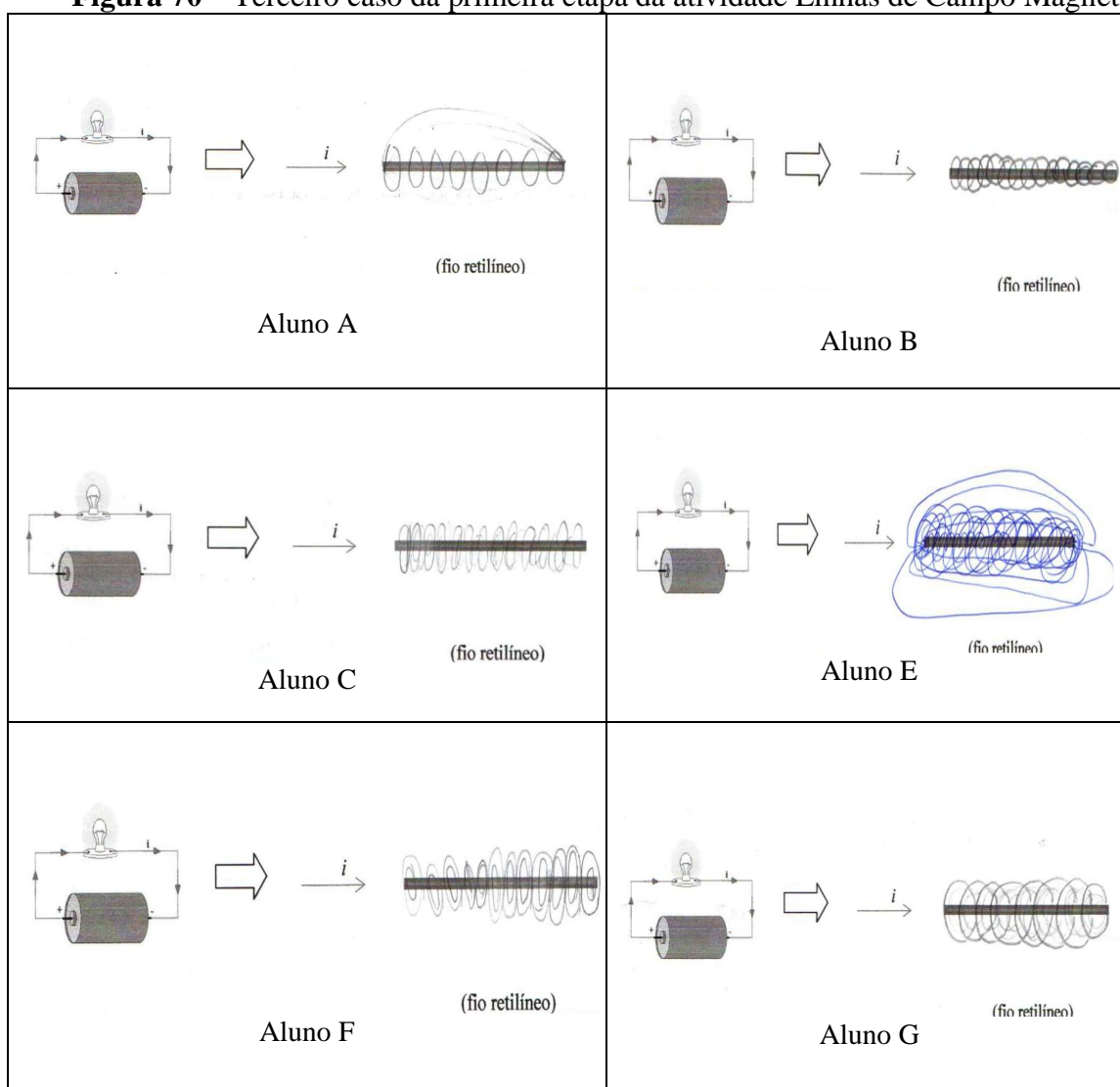
Neste caso esperava-se que o aluno representasse as linhas de campo magnético para o ímã em formato cilíndrico.

As representações pictóricas apresentadas por todos os alunos apresentaram forma parcialmente correta às linhas de campo magnético do ímã em formato cilíndrico, embora alguns destes inseriram também linhas diferenciadas em suas representações.

Somente o aluno F indicou setas em seu desenho referenciando a grandeza vetorial do campo magnético. Mas os alunos (A, B, C, e G) apresentaram em seus desenhos linhas mais finas ao redor do ímã explicitando a concepção de campo tridimensional, destacando a representação do aluno G, mais densa as linhas de campo. As representações elaboradas refletem MMt sobre campo magnético para este caso.

Na Figura 70 temos as representações pictóricas apresentadas dos seis alunos para a análise do TERCEIRO CASO da primeira etapa deste momento.

Figura 70 – Terceiro caso da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético

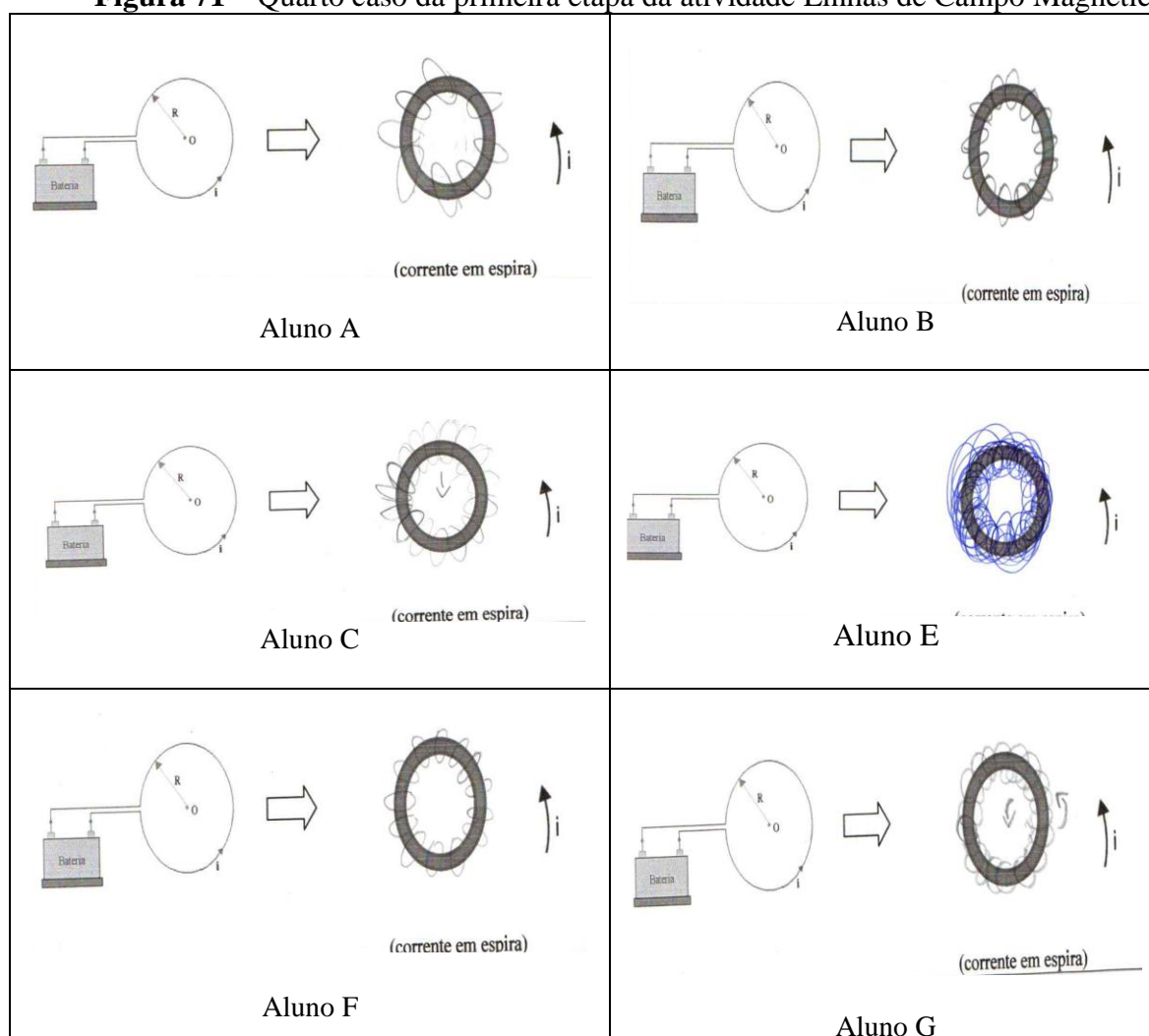


Fonte: Arquivo pessoal

Esperava-se que, neste caso, o aluno representasse as linhas de campo magnético em um condutor retilíneo devido à passagem de corrente elétrica.

Verifica-se que os seis alunos explicitaram as suas representações pictóricas com linhas em volta do fio condutor, mas dois alunos apresentaram linhas em todas as direções e um aluno com linhas mais densas, indicando a ideia de campo tridimensional. As representações elaboradas configuram MMT sobre campo magnético para este caso.

Na Figura 71 têm-se as representações pictóricas apresentadas dos seis alunos para a análise do QUARTO CASO da primeira etapa deste momento.

Figura 71 – Quarto caso da primeira etapa da atividade Linhas de Campo Magnético

Fonte: Arquivo pessoal

Também para esta questão esperava-se que o aluno representasse as linhas de campo magnético devido à passagem de corrente elétrica em uma espira.

Diante das representações pictóricas apresentadas pelos alunos todos apresentaram de forma singular (em volta da espira) as linhas de campo magnético a passagem de corrente elétrica na espira.

Somente um aluno apresentou maior quantidade de linhas de campo em volta da espira. Nenhum fez inferência à ideia de campo tridimensional em suas representações. As representações configuram MMt sobre campo magnético neste caso.

De forma geral, os alunos apresentaram a concepção da intensidade do campo para cada caso proposto. Representaram o campo magnético por um conjunto de linhas.

Ideias que ficaram implícitas nas representações dos alunos:

- Quanto for maior a concentração das linhas de indução magnética em determinada região (densidade de linhas), maior será a intensidade (valor) do campo magnético.
- As linhas de campo fornecem a direção e o sentido do campo em cada ponto em torno do corpo gerador desse campo e saem do polo Norte. As linhas do campo nos fios são circunferências concêntricas pertencentes ao plano perpendicular ao fio e com centro comum em um ponto dele. Na espira as linhas de campo são perpendiculares ao plano da mesma.
- Concepção de campo magnético em duas dimensões. Entretanto, há indícios da compreensão de campo tridimensional, ao representar o campo por linhas mais finas e mais espessas.

De forma geral, pode-se perceber com a aplicação dessas atividades com o auxílio da RA, o papel fundamental desta estratégia para a compreensão sobre a forma de propagação do campo magnético. O fato de os alunos conseguirem visualizar as linhas de campo, apesar e explicitarem bidimensionalmente apontou satisfatoriamente que o campo magnético é uma grandeza tridimensional. Também foi possível experimentar a curiosidade e o entusiasmo dos alunos quanto a utilização do recurso tecnológico RA. Na segunda etapa deste quinto momento, os alunos responderam a seis perguntas após o uso do recurso tecnológico Realidade Aumentada, que objetivou enfatizar a representação das linhas de campo magnético em três dimensões, em cada caso (KINNER, 2008).

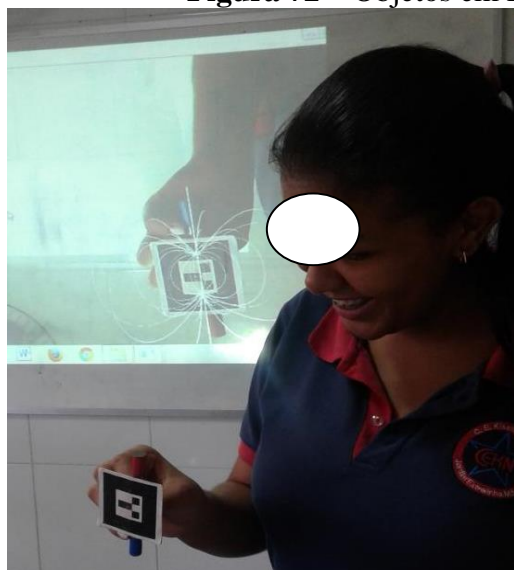
Para os alunos interagirem com o recurso tecnológico foi explicado como funciona a RA para os quatro objetos criados. Os programas utilizados para o desenvolvimento dos objetos em RA foram: o sistema *Sacra*¹¹, o *Artoolkit*¹² e o *Unity 3D*¹³. Esses sistemas criam bibliotecas e seus respectivos marcadores fiduciais.

Na utilização em sala de aula, inicialmente foi preparado o *link* para o acesso dos alunos à biblioteca. Os alunos posicionavam os marcadores em frente à câmera do computador, que sejam reconhecidos. A imagem fornecida pelo computador mostrava os objetos fundindo e mantendo, com interatividade, mundo virtual com mundo real (MILGRAN e KISHINO, 1994). As linhas de campo apareciam em cada caso, conforme exemplificado na Figura 72.

¹¹ O *Sacra* é um sistema de autoria colaborativa de realidade aumentada, que incorpora técnicas de autoria e colaboração à interface de realidade aumentada, altamente interativa, oferecendo a seus usuários novas formas de interação para a construção de ambientes virtuais (SANTIN, 2008).

¹² O *Artoolkit* é um software que contém uma biblioteca de linguagem, a qual permite programadores desenvolverem facilmente aplicações de realidade aumentada.

¹³ O *Unity 3D* é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), voltado especificamente para o desenvolvimento de jogos e de visualização 3D. As aplicações desenvolvidas nesse IDE podem ser disponibilizadas na web, em consoles para games, em lojas de aplicativos móveis (para Android e iOS), e em computadores com sistemas operacionais como Windows ou MacOS (MORAIS, et al, 2017).

Figura 72 – Objetos em RA com as respectivas linhas de campo

(a) Ímã cilíndrico e as linhas de campo.

Fonte: Arquivo pessoal



(b) Linhas de Campo magnético em fio retilíneo.

Neste momento os alunos se mostraram entusiasmados e curiosos com o recurso apresentado e puderam confrontar seus modelos mentais de trabalho (desenhos) sobre a ideia de campo magnético em cada caso. Todos queriam experimentar a RA, tornando a aula mais atrativa e dinâmica (Figura 72 a e b). Quanto ao uso do recurso tecnológico RA, nota-se a vantagem quanto à facilidade de interação e visualização do mundo misturado, fazem que essa tecnologia seja bastante apropriada para trabalhos colaborativos e remotos (TORE, KIRNER e SISCOOTTO, 2006).

A seguir, apresenta-se a análise dos resultados obtidos das respostas as questões levantadas nessa etapa.

O Primeiro Conceito: Um Campo magnético está numa _____ em volta de um ímã onde acontece(m) interação(ões) magnética(as).
 linha uma região

Este primeiro conceito diz a respeito à compreensão dos alunos que no espaço (uma região) ao redor do ímã existe um campo magnético, o qual é representado por linhas de indução ou linhas de campo. O aluno deveria responder que no espaço (região) ao redor do ímã existe um campo magnético. As informações coletadas para este primeiro conceito estão representadas no gráfico da Figura 73.

Figura 73 - Respostas dos alunos a segunda etapa do primeiro conceito



Fonte: Elaboração própria

De acordo com os dados apresentados com o gráfico da Figura 69, três alunos indicaram que o campo magnético está em linhas ao redor do ímã e outros três, que o campo magnético está numa região em torno do ímã.

Modelo Mental de Trabalho extraído da Figura 73:

1. “Campo está em linhas ao redor do ímã.”
2. “Campo está numa região ao redor do ímã.”

Os MMt explicitados não deixam clara a diferenciação entre região ao redor do ímã e linhas de campo magnético. Linhas de campo é uma representação útil e simples, de qualquer campo vetorial. Mostram a direção de propagação desse campo. O campo não está na linha, mas a linha representa a propagação deste campo existente na região. É clara a confusão do aluno na resposta 1. Já a segunda resposta demonstra um MMt conivente com os modelos conceituais ensinados.

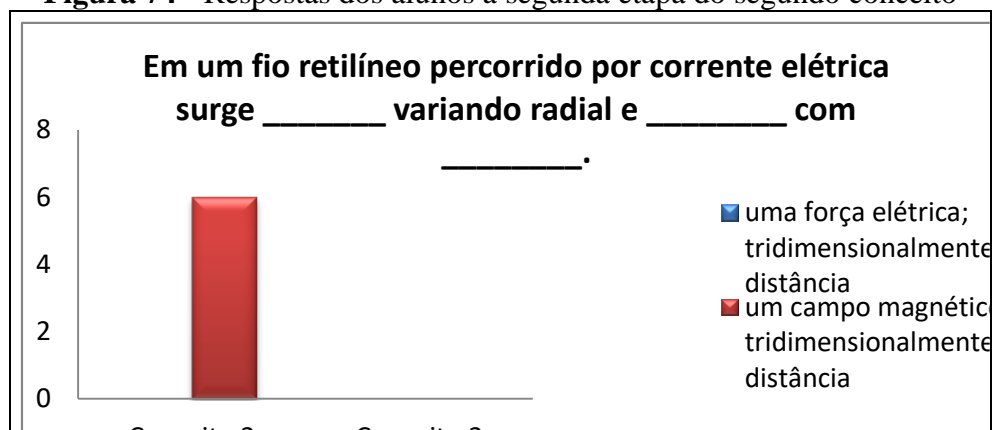
O Segundo Conceito: *Em um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica surge _____ variando radialmente e _____ com _____.*
 uma força elétrica; tridimensionalmente; a distância
 um Campo magnético; tridimensionalmente; a distância

Mostra a compreensão dos alunos quanto o surgimento das linhas de indução magnética ao redor do fio retilíneo. A intensidade do campo magnético gerado depende de um ponto a certa distância do fio, variando radialmente e tridimensionalmente.

Esperava-se que neste conceito, o aluno respondesse que o campo magnético gerado no fio condutor retilíneo, varia radialmente e em três dimensões do espaço em relação ao fio

condutor. As informações coletadas para este segundo conceito estão representadas no gráfico da Figura 74.

Figura 74 - Respostas dos alunos a segunda etapa do segundo conceito



Fonte: Elaboração própria

Pela Figura 74, pode-se ver que 100% dos alunos identificou um campo magnético induzido, variando radial e tridimensionalmente para fora de um fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica.

Modelo Mental de Trabalho extraído da Figura 74:

1. “O campo magnético no fio varia tridimensionalmente com a distância.”

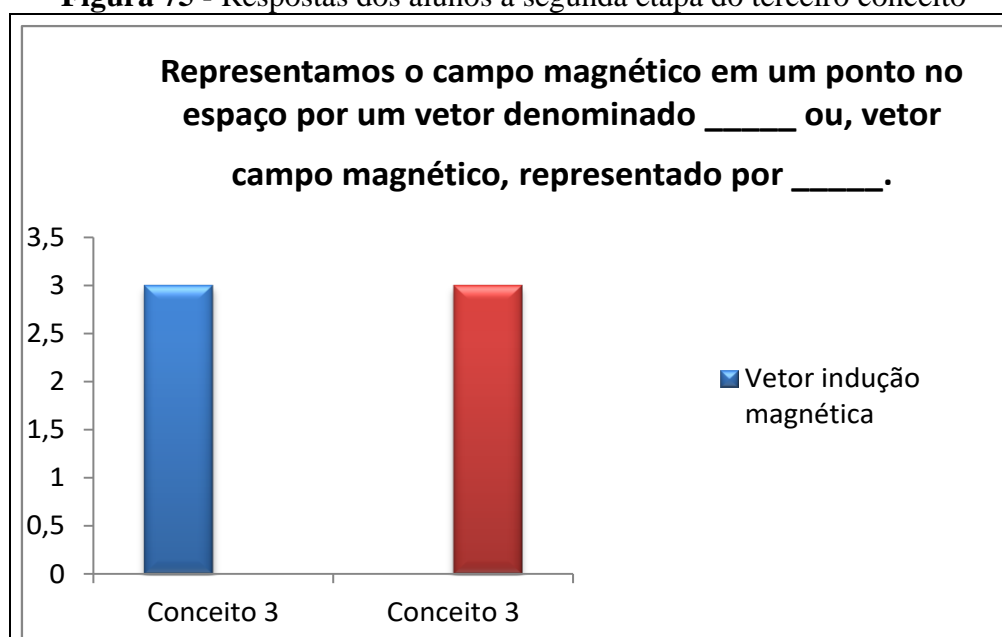
Verifica-se no MMt dos alunos a ideia de que o campo magnético gerado ao redor do fio retilíneo percorrido por corrente elétrica é tridimensional e sua intensidade varia com a distância, como preconizado por Oersted em suas experiências ao mostrar o campo magnético gerado ao redor do fio percorrido por uma corrente elétrica.

O Terceiro Conceito: Representamos o campo magnético em um ponto do espaço, por um vetor denominado _____ ou, representado por _____.
() vetor indução magnética () vetor eletromagnético

O terceiro conceito refere-se à representação do vetor Campo magnético, em relação a um ponto às linhas de indução, representado por \vec{B} .

Esperava-se que neste conceito, o aluno respondesse a forma correta ao a representar o campo magnético no espaço. As informações coletadas para este terceiro conceito estão representados no gráfico da Figura 75.

Figura 75 - Respostas dos alunos a segunda etapa do terceiro conceito



Fonte: Elaboração própria

Os dados apresentados com o gráfico da Figura 73, três alunos (A, E, F) indicaram que a representação do vetor campo magnético em um ponto no espaço é denominado vetor de indução magnética. Outros três (C, B e G) indicaram que o vetor eletromagnético representa o campo magnético.

Modelo Mental de Trabalho extraído da Figura 75:

1. "O campo magnético é representado por vetor indução magnético."
2. "O campo magnético é representado por vetor eletromagnético."

Os MMT 1 e 2 não deixam claro a compreensão sobre representação vetorial do campo magnético.

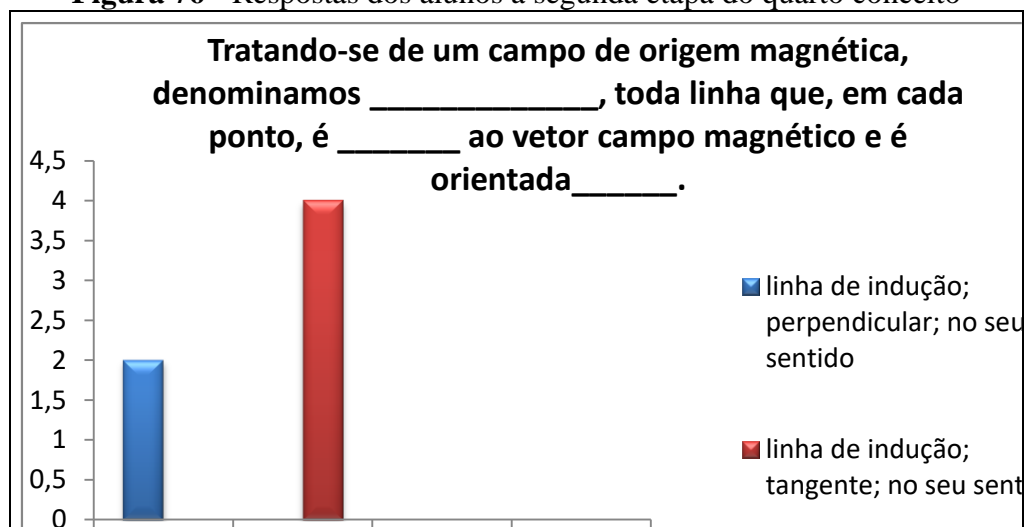
O Quarto Conceito: *Tratando-se de um Campo de origem magnética, denominamos _____, toda linha que, em cada ponto, é _____ ao vetor Campo magnético e é orientada _____.*

() linha de indução; perpendicular; no seu sentido

() linha de indução; tangente; no seu sentido

Esta questão diz a respeito ao comportamento do vetor campo magnético e as linhas de indução em qualquer ponto do espaço. Esperava-se que neste conceito, o aluno respondesse que o vetor Campo magnético em qualquer ponto é sempre tangente às linhas de indução magnética e orientada no seu sentido. As informações coletadas para este quarto conceito estão representados no gráfico da Figura 76.

Figura 76 - Respostas dos alunos a segunda etapa do quarto conceito



Fonte: Elaboração própria

Os dados apresentados pelo gráfico da Figura 76 mostram que dois alunos (E, F) indicaram as linhas de indução como a linha, que em cada ponto é perpendicular ao vetor campo magnético e orientado no seu sentido. Quatro alunos (A, C, B, G) indicaram que as linhas de indução em cada ponto são tangentes ao vetor campo magnético e orientado no seu sentido.

Modelo Mental de Trabalho extraído da Figura 76:

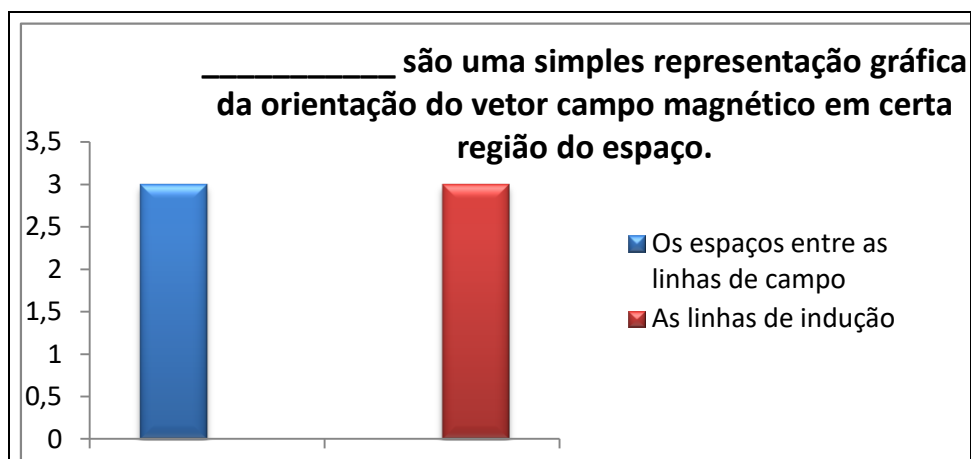
1. “O Campo magnético é tangente às linhas de indução.”

Pode-se identificar nos MMt uma das características do comportamento vetorial do campo magnético, o seu sentido que é tangente as linhas de indução e o mesmo sentido dela, que é determinado habitualmente pela regra da mão direita.

O Quinto Conceito: _____ são uma simples representação gráfica da orientação do vetor campo magnético em certa região do espaço.
 () Os espaços entre as linhas de Campo () As linhas de indução

Este conceito menciona de que forma pode ser a representação do vetor campo magnético no espaço. Esperava-se que o aluno respondesse que as chamadas linhas de indução é a forma usual para representar o vetor campo magnético em uma região do espaço (Figura 77).

Figura 77 - Respostas dos alunos a segunda etapa do quinto conceito



Fonte: Elaboração própria

Pelos dados apresentados no gráfico da Figura 77, três alunos (C, E, F) indicaram serem os espaços entre as linhas de campo, a representação gráfica da orientação do vetor campo magnético. Outros três (A, B, G) indicaram serem as linhas de indução, a representação gráfica do vetor campo magnético.

Modelo Mental de Trabalho extraído da Figura 77:

1. “O vetor campo magnético é representado por espaços entre as linhas de campo.”
2. “O vetor campo magnético é representado por linhas de indução.”

Nota-se nos MMt existe uma associação quanto linhas de indução e ao espaço entre elas. Influenciado pelas linhas de indução que são linhas de campo magnético, e estas linhas são orientados do polo Norte em direção ao Sul, e em cada ponto o vetor tangencia estas linhas em uma região do espaço.

O Sexto Conceito: O _____ e o _____ são radiais. Já o _____ é mais complexo. Gauss mostrou que não existem _____ livres, i.e., não existem monopolos. Haverá sempre um pólo _____ positivo formando par com um pólo _____ negativo.

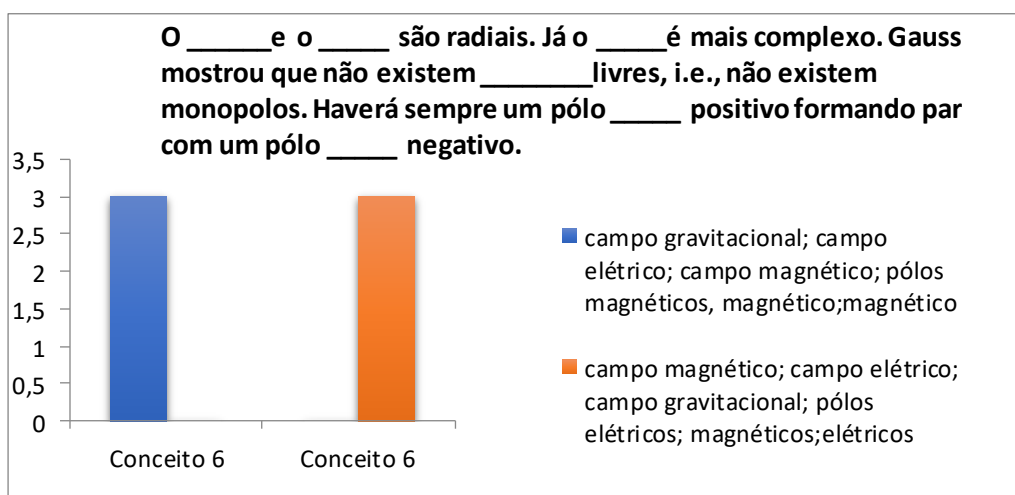
() Campo gravitacional; Campo elétrico; Campo magnético; pólos magnéticos, magnético; magnético

() Campo magnético; Campo elétrico; Campo gravitacional; pólos elétricos; magnéticos; elétricos

Este sexto conceito refere-se ao campo de uma força, representado por linhas de campo, isto é, campo gravitacional, elétrico e o magnético. Sendo o campo magnético, o mais complexo. Esperava-se que o aluno demonstrasse a relação entre os campos de força e as

linhas de campo. As informações coletadas para este sexto conceito estão representados no gráfico da Figura 78.

Figura 78 - Respostas dos alunos a segunda etapa do sexto conceito



Fonte: Elaboração própria

Os dados apresentados com o gráfico da Figura 78, três alunos (A, E, G) responderam corretamente, mas outros três alunos (B, C e F) indicaram o campo magnético e elétrico como radial e o campo gravitacional mais complexo; que não existem polos elétricos livres; que haverá sempre um pólo magnético positivo, formando par com um pólo elétrico negativo.

Modelo Mental de Trabalho extraído da Figura 78:

1. "As linhas de campo gravitacional e elétrico são radiais e a do campo magnético é mais complexo."
2. "As linhas de campo magnético e elétrico são radiais e a do campo gravitacional é mais complexo."

Percebe-se nos MMt a associação das linhas de campo embora sendo apresentadas de forma diferente para cada tipo de campo, sendo o mais complexo o campo magnético e gravitacional devido a representação da intensidade da força nestes campos.

De forma geral, podem-se perceber na atividade, significados referentes à ideia de campo magnético tridimensional. Dois MMt se destacaram:

MM₁: "O campo magnético no fio varia tridimensionalmente e com a distância".

MM₂: "O campo magnético é tangente às linhas de indução".

Portanto, os dados obtidos foram relevantes e foi possível observar que os alunos tiveram um melhor entendimento com relação ao comportamento tridimensional das linhas de campo magnético.

Destaca-se aqui também no final deste quinto momento foi aplicado um questionário com seis perguntas referentes à avaliação do uso do recurso tecnológico Realidade Aumentada no estudo do campo magnético.

No Quadro 33 se apresentam as seis perguntas propostas para análise sobre do uso do recurso tecnológico Realidade Aumentada no estudo do campo magnético.

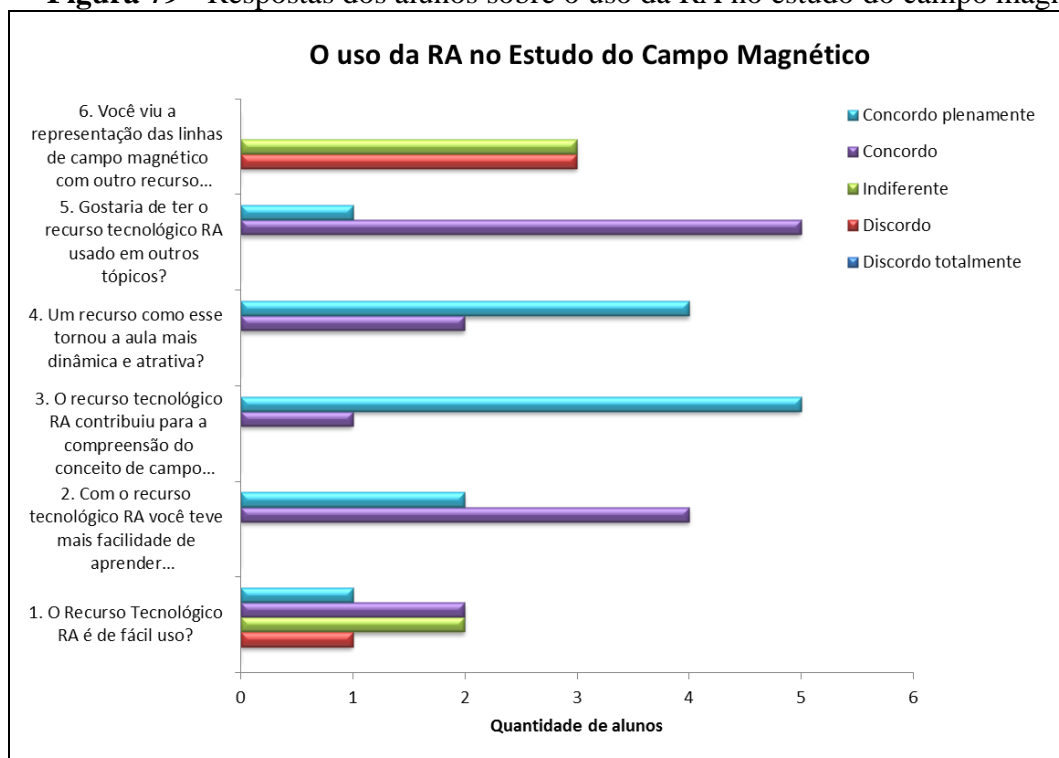
Quadro 33 – As perguntas propostas sobre o uso do recurso tecnológico RA no estudo do campo magnético

A Primeira Pergunta: <i>O Recurso Tecnológico RA é de fácil uso?</i>
A Segunda Pergunta: <i>Com o recurso tecnológico RA você teve mais facilidade de aprender eletromagnetismo?</i>
A Terceira Pergunta: <i>O recurso tecnológico RA contribuiu para a compreensão do conceito de campo magnético?</i>
A Quarta Pergunta: <i>Um recurso como esse tornaria a aula mais dinâmica e atrativa?</i>
A Quinta Pergunta: <i>Gostaria de ter o recurso tecnológico RA usado em outros tópicos?</i>
A Sexta Pergunta: <i>Você viu a representação das linhas de campo magnético com outro recurso tecnológico?</i>

Fonte: Elaboração Própria

Na Figura 79 tem-se as respostas dos alunos das seis perguntas propostas no questionário sobre do uso do recurso tecnológico RA no estudo do campo magnético.

Figura 79 - Respostas dos alunos sobre o uso da RA no estudo do campo magnético



Fonte: Elaboração própria

As respostas dos alunos mostram que o recurso tecnológico em RA tornou a aula mais interativa e atraente e possibilitou o vislumbre das diferentes linhas de campo magnético em três dimensões do ímã em forma de barra, cilíndrico, fio retilíneo e espira.

A RA permitiu além de o aluno interagir com maior intimidade nesse ambiente, proporcionou desenvolvimento da criatividade, iniciativa e capacidade de raciocínio, proporcionando uma aprendizagem significativa, contínua e autônoma, fundamentada na interação e visualização de situações-problema não vivenciadas no seu cotidiano, de maneira mais natural e intuitiva sem necessidade de treinamento ou adaptação (HOUNSELL, TORI e KIRNER, 2018).

Portanto, os resultados se mostraram satisfatórios, pois revelam que houve enriquecimento significativo no aprendizado do conceito tridimensional do campo magnético conforme preconiza Moreira (2011), a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, podem ser reconhecidos e relacionados novos significados.

SEXTO MOMENTO: Nova situação problema a nível maior de complexidade

A finalidade deste momento foi aprofundar conhecimentos acerca do tema campo magnético, com o foco a geração de energia elétrica.

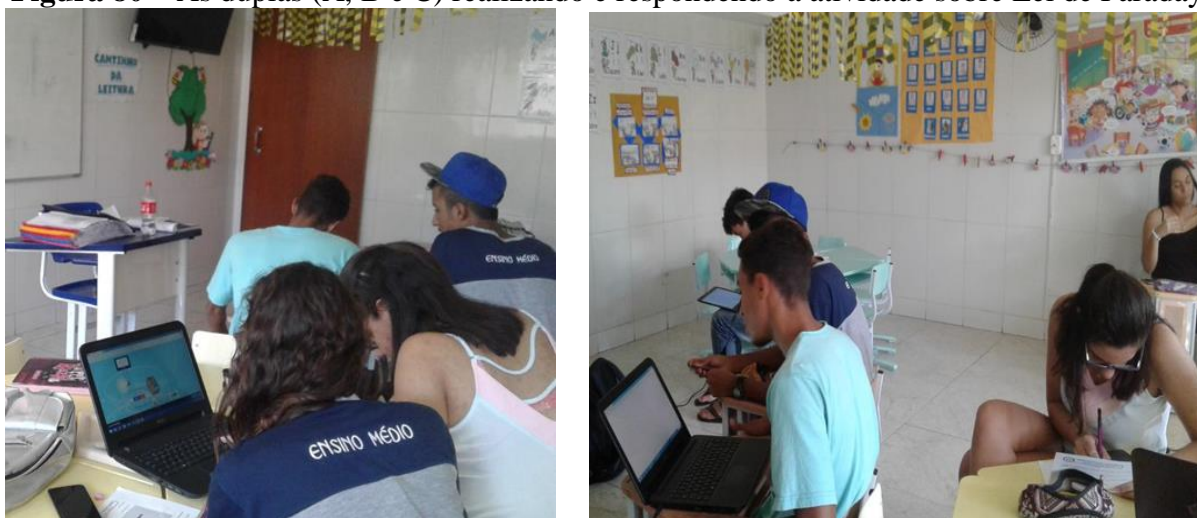
A aula iniciou com a entrega da cópia da atividade que envolvia o aplicativo *Phet*¹⁴ (*Experimento Simulador Phet – Lei de Faraday*). Foi escolhido o Simulador *Phet* por permitir mudanças nos parâmetros da simulação, e, portanto o aluno pode verificar as implicações de cada variável envolvida no estudo do fenômeno físico Lei de *Faraday*. A pesquisadora professora mencionou e mostrou que o ímã e a espira da simulação possibilitavam ajustes a quanto às linhas de indução permitindo modificá-las para números de linhas para o surgimento ou não da corrente elétrica. Assim, os alunos acessaram o *link* disponível na atividade, a qual objetivou demonstrar a relação entre a geração de energia elétrica pela movimentação do ímã próximo à espira.

A pesquisadora fez a revisão do conteúdo anterior, conforme orienta Moreira (2011). A partir daí foi utilizada a simulação. Esta atividade foi realizada em duplas (A, B e C), em razão do número baixo de computadores disponíveis na escola.

Cada dupla realizava o procedimento experimental e respondia a seis questões propostas (Figura 80).

¹⁴ Simulador *Phet* – Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest /faradays-law_pt_BR.html

Figura 80 – As duplas (A, B e C) realizando e respondendo a atividade sobre Lei de Faraday



Fonte: arquivo pessoal

A análise das seis questões utilizadas no roteiro experimental da Lei Farady- Lenz encontra-se a seguir.

A Primeira Questão: *Coloque o ímã próximo à espira e movimente-o no seu interior. O que você conclui? Justifique a sua resposta.*

Nesta questão, esperava-se que as duplas respondessem que quando ocorre a oscilação do ponteiro do galvanômetro acusa o surgimento da corrente elétrica (lâmpada acesa) e variação das linhas de Campo magnético no mesmo.

Diante das respostas das duplas foi criada a categoria “*Movimento de ímã gera corrente elétrica*” para a primeira questão. No Quadro 34, têm-se as categorias criadas e as respectivas unidades significativas.

Quadro 34 – Exemplos de US referentes à primeira categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Movimento de ímã gera corrente elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>Conclui que produz corrente. Pois o ímã passando no interior da espira produz corrente, com isso produz energia.</i>” (Dupla A) • “<i>Com ímã movimentando no interior ou próximo à espira, a lâmpada ascende.</i>” (Dupla B) • “<i>Quando o ímã entra na espira a luz acende e quando é colocada mais grudada à espira a luz fica mais forte.</i>” (Dupla C)

Fonte: Elaboração própria

No Quadro 34, as duplas citaram que ao movimentar o ímã próximo a espira e em seu interior gera corrente elétrica. Conseqüentemente, a produção de energia deve-se ao

surgimento da corrente induzida numa espira condutora devido à variação do fluxo magnético que a criou (GRAÇA, 2008).

As unidades significativas desta primeira questão apresentaram, de forma geral, um MMt sobre geração de corrente elétrica (energia), que decorre do movimento do ímã na espira. A seguir, os MMt inferidos:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “Movimentação do ímã próximo à espira produz corrente elétrica.”

A Segunda Questão: *Agora coloque o ímã em repouso em relação à espira. O que você conclui? Justifique a sua resposta.*

Agora nesta questão, esperava-se que as duplas respondessem que quando o ímã estivesse parado em relação à espira, o galvanômetro não acusaria nenhuma corrente elétrica (lâmpada apagada) e a ausência das linhas de campo magnético.

Diante das respostas das duplas foi criada a categoria “Ímã em repouso não gera corrente elétrica” para a segunda questão. No Quadro 35, temos as categorias criadas e as respectivas unidades significativas.

Quadro 35 – Exemplos de US referentes à segunda categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Ímã em repouso não gera corrente elétrica	<ul style="list-style-type: none"> • “Se o ímã estiver em repouso não fara a lâmpada ascender.” (Dupla A) • “Não haverá produção de corrente.” (Dupla B) • “Nada aconteceu, pois não há corrente passando.” (Dupla C)

Fonte: Elaboração própria

No Quadro 35, as duplas responderam que não gera corrente elétrica quando o ímã estiver em repouso perante a espira.

Sabe-se que não ocorrerá a produção de corrente (energia) devido ao ímã estar em repouso em relação à espira, gerando a não ocorrência do surgimento da corrente induzida, ou seja, ausência da variação do fluxo magnético (HEWITT, 2008).

Portanto confirmam-se as respostas serem enquadradas na categoria “Ímã não gera corrente elétrica”.

As unidades significativas desta segunda questão apresentaram, em geral, um MMt sobre a ausência de geração de corrente elétrica (energia), devido ao ímã estar em repouso perante a espira. A seguir, os MMt inferidos:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “Ímã parado não induz corrente elétrica.”

A **Terceira Questão:** *Invertendo o pólo do ímã coloque-o próximo a espira e movimente-o no seu interior. O que você conclui? Justifique a sua resposta.*

Já nesta questão esperava-se que as duplas identificassem que por meio de uma fonte de energia mecânica usada para girar/inverter um ímã, de modo a afastá-lo e aproximá-lo da bobina, faria com que ocorresse uma variação do fluxo magnético na bobina. Pela lei de Faraday, como resultado, surgirá na bobina uma força eletromotriz induzida, na forma de uma corrente alternada, que acenderá a lâmpada.

Diante das respostas das duplas foram criadas as categorias “*Corrente elétrica induzida varia pela inversão do movimento do ímã*” e “*Corrente induzida depende da polaridade*” para a terceira questão. No Quadro 36, temos as categorias criadas e as respectivas unidades significativas.

Quadro 36 – Exemplos de US referentes à terceira categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Corrente elétrica induzida varia com a inversão do movimento do ímã	<ul style="list-style-type: none"> • “A quantidade de corrente varia com aproximação ou afastamento do ímã. Quanto mais perto, mais corrente quanto mais longe menos corrente.” (Dupla A)
Corrente induzida depende da polaridade	<ul style="list-style-type: none"> • “Que na hora que mudou os polos a luz ascende, mas logo apaga, pois o ímã está em repouso.” (Dupla C) • “Com o polo norte a luz ascende e o ponteiro vai para o lado negativo, e com o polo Sul o ponteiro vai para o positivo, pois depende da corrente.” (Dupla B)

Fonte: Elaboração própria

Constata-se no Quadro 36 que uma dupla afirma que diante da aproximação ou afastamento ao ímã a espira pode ter intensidade diferente de corrente elétrica. Duas duplas mencionaram que ao mudar a polaridade do ímã a lâmpada ascende, e o ponteiro do galvanômetro muda de posição.

Sabe-se que a indução magnética ocorre quando há uma variação (aumento ou diminuição) do campo magnético no interior da espira e a corrente induzida nesta é tal qual o campo magnético por ela criado. Hewitt (2008) afirma que a polaridade induzida oscilará o

ponteiro do galvanômetro no sentido negativo e positivo quando o ímã estiver em movimento, acusando a corrente no sentido contrário. Logo, se confirmam as respostas das duplas enquadradas nas categorias acima, as quais subsidiaram a inferência dos MMt:

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “A corrente aumenta e diminui ao aproximar ou afastar o ímã.”
2. “A intensidade da luz diminui quando o ímã está distante, não gerando corrente para acender.”

A Quarta Questão: *Realize o procedimento anterior posicionando o ímã mais longe. O que você conclui em relação às linhas de campo magnético? Justifique a sua resposta.*

Para esta questão, esperava-se que as duplas respondessem que a baixa luminosidade da lâmpada (diminuição da intensidade de corrente elétrica) se relaciona com a diminuição do campo magnético, ao afastar o ímã a espira. A produção de corrente está relacionada ao aumento ou diminuição das linhas de campo magnético perante a espira, à medida que afasta o ímã perante a espira ocasionará a diminuição da produção da corrente elétrica e a não geração do mesmo (LOURENÇO, 2008).

Diante das respostas das duplas foram criadas as categorias “*Linhas demonstram a variação do campo magnético que gera corrente elétrica*” e “*Diminuição do campo impede geração de corrente elétrica*” para a quarta questão. No Quadro 37, temos as categorias criadas e as respectivas unidades significativas.

Quadro 37 – Exemplos de US referentes à quarta categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Linhas demonstram a variação de campo.	<ul style="list-style-type: none"> • “Ao inverter a polaridade do ímã, as linhas de campo que alcançam o ímã, produzem pouca corrente devido ao movimento dos mesmos.” (Dupla A) • “A luz pisca e ascende bem pouco.” (Dupla B)
Diminuição de campo diminui corrente	<ul style="list-style-type: none"> • “A intensidade da luz vai diminuindo, por que quando o ímã estiver distante não tem corrente.” (Dupla C)

Fonte: Elaboração própria

A dupla A consegue relacionar as linhas de campo magnético com a intensidade de corrente gerada. Já a dupla B, apenas descreve o fenômeno. E a dupla C relaciona a intensidade da luz com a distância do ímã.

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “Linhas demonstram a variação do campo magnético, que gera corrente elétrica”.
2. “Diminuição do campo impede geração de corrente elétrica”

A Quinta Questão: *Se repetir todos os passos com menor quantidade de espira o que acontecerá? Justifique a sua resposta.*

Esperava-se nesta questão que as duplas respondessem que a diminuição da corrente elétrica (luminosidade da lâmpada) e das linhas de campo magnético, decorrem do menor número de espiras. Ocorrerá uma pouca produção de energia, pois o campo magnético depende da intensidade do efeito, proporcionalmente ao número de espiras que a constitui no surgimento da corrente induzida (LOURENÇO, 2008).

Diante das respostas das duplas foi criada a categoria “Número de espiras interfere na corrente gerada” para a quinta questão. No Quadro 38, temos a categoria criada e as respectivas unidades significativas.

Quadro 38 – Exemplos de US referentes à segunda categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
<p><i>Número de espiras interfere na corrente gerada</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • “Produzirá menos corrente, pois tem menos quantidade de espiras.” (Dupla A) • “Diminuição na passagem de corrente elétrica pela menor quantidade de espira.” (Dupla B) • “A intensidade da luz é menor, pois tem menos espiras, pouca passagem de corrente.” (Dupla C)

Fonte: Elaboração própria

Constata-se que as três duplas responderam que repetir todos os passos com menor número de espiras a intensidade da corrente elétrica gerada será menor.

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “Quanto menos espiras, menor a intensidade de corrente elétrica gerada.”
“Pouca espira, pouca luz”.
2. “A intensidade da luz é menor, por diminuir o nro de espiras e a quantidade de corrente”.

A Sexta Questão: *Se você fosse criar uma lei baseada em suas conclusões experimentais, como seria. Enuncie sua lei a seguir:*

Esperava-se que as duplas conseguissem elaborar uma lei baseado no experimento realizado. Hoje se sabe que um Campo magnético poderia induzir uma corrente elétrica num fio condutor, Michael Faraday perseguiu a ideia. O fenômeno indução magnética, foi explicado pelo físico Heinrich Emil Lenz, baseado no Princípio da Conservação da Energia. Lenz estabeleceu que a indução magnética ocorresse quando há uma variação (aumento ou diminuição) do Campo magnético no interior da bobina e a corrente induzida nesta é tal que o Campo magnético por ela criado anula o efeito do Campo magnético variável que iniciou o processo (GRAÇA, 2008).

Diante das respostas das duplas foram criadas as categorias “*Lei da geração de corrente elétrica*” e “*Lei da não geração de corrente elétrica*” para a sexta questão. No Quadro 39, temos a categoria criada e as respectivas unidades significativas.

Quadro 39 – Exemplos de US referentes à segunda categoria criada

Categorização	Unidades Significativas (US)
Lei da geração de corrente elétrica.	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>A lei seria, quanto mais espiras o ímã passando em seu interior produzirá mais corrente</i>”. Essa lei chamaria “<i>Fernandy</i>.” (Dupla A) • “<i>Um campo magnético interage com o circuito</i>.” (Dupla C)
Lei da não geração de corrente elétrica.	<ul style="list-style-type: none"> • “<i>Com a lei da variação do fluxo pode concluir que com o ímã em repouso não haverá corrente</i>.” (Dupla B)

Fonte: Elaboração própria

Nota-se que duas duplas criaram leis citando quantidade de espiras e campo magnético para a geração de corrente elétrica. Uma dupla elaborou a lei de que o ímã em repouso não produzirá corrente, a qual foi também considerada como categoria, por explicitar os modelos temporários dos alunos.

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

1. “*Lei de Faraday*” fala que quanto mais espiras, mais corrente.”
2. “*Com o Ímã parado, não tem corrente*.”

Finalmente, no Quadro 40 é apresentada a projeção percentual das categorias criadas a partir das unidades significativas do terceiro momento.

Quadro 40 – Análise percentual da categorização das US sexto momento

Questões	Categorização	Percentual
1	Movimento de ímã gera corrente elétrica	100%

2	Ímã em repouso não gera corrente Elétrica	100%
3	Corrente elétrica induzida varia com a inversão do movimento do ímã Corrente induzida depende da polaridade	25% 75%
4	Linhas demonstram a variação de campo. Diminuição de campo diminui corrente	75% 25%
5	<i>Número de espiras interfere na corrente gerada</i>	100%
6	Lei da geração de corrente elétrica. Lei da não geração de corrente elétrica.	75% 25%

Fonte: Elaboração própria

O Quadro 40 dimensiona a quantidade das unidades significativas mais usadas nas concepções dos alunos investigados referentes ao estudo da Lei de Faraday – Lenz, ou seja, com relação ao princípio de geração de energia elétrica.

Constata-se que as categorias: *Movimento de ímã gera corrente elétrica*, *Ímã em repouso não gera corrente elétrica*, *Corrente induzida depende da polaridade*, *Linhas demonstram a variação do campo*, *Lei da geração de corrente elétrica*, foram as mais citadas nas respostas dadas pelas duplas. A seguir são apontados os MMT inferidos nas atividades:

“Movimentação do ímã próximo à espira produz corrente elétrica.”

“Ímã parado não induz corrente elétrica.”

“A corrente aumenta e diminui ao aproximar ou afastar o ímã.”

“A intensidade da luz diminui quando o ímã está distante, não gerando corrente para acender.”

“Quanto menos espiras, menor a intensidade de corrente elétrica gerada.” “Pouca espira, pouca luz”.

“A intensidade da luz é menor, por diminuir o número de espiras e a quantidade de corrente”.

“Linhas demonstram a variação do campo magnético, que gera corrente elétrica”.

“Diminuição do campo impede geração de corrente elétrica”

“Lei de Faraday”fala que quanto mais espiras, mais corrente.”

“Com o Ímã parado, não tem corrente.”

Pelos MMT elaborados pelos alunos nas atividades propostas, é possível perceber a presença dos princípios norteadores para se alcançar uma aprendizagem significativa, tendo por base um material potencialmente significativo. Os temas abordados no estudo, a saber, o conceito de campo magnético, a representação das linhas de campo, a geração de corrente elétrica pela movimentação do ímã, a caracterização da lei que ampara o fenômeno da indução elétrica, dentre outros, aponta para o princípio da diferenciação progressiva. As atividades de revisão e ênfase por meio da RA e de vídeos e experimentos apontam para o princípio da reconciliação integradora (MOREIRA, 2011).

SÉTIMO MOMENTO: Encontro Integrador

Neste encontro os alunos foram motivados a construir individualmente um mapa conceitual, a fim de representar seu conhecimento.

Ao iniciar a construção do mapa conceitual a professora realizou uma revisão integradora, por meio de uma técnica de dinâmica de grupo denominada *brainstorming* ou tempestade de ideias sobre o estudo do Eletromagnetismo. As palavras sugeridas pelos alunos foram anotadas no quadro branco, para que assim procedessem à elaboração do mapa conceitual.

As palavras sugeridas foram: *campo, bússola, ímã, corrente elétrica, linhas de campo, força magnética, fluxo magnético, campo da Terra, Lei de Amperé, Lei de Faraday.*

É importante esclarecer que devido ao pequeno contato com os mapas conceituais, os alunos tiveram muita dificuldade em elaborá-los. De forma geral, os mapas elaborados não apresentaram palavras de ligação, hierarquias bem definidas e proposições bem elaboradas. Contudo, em todos os mapas estavam inseridos os conceitos trabalhados durante o bimestre. O que leva a percepção de que a dificuldade dos alunos na elaboração foi devido à não terem intimidade com a estratégia, a qual precisam passar por um processo de treinamento para que bons mapas conceituais sejam elaborados.

Diante dessa constatação, a autora desta pesquisa implementou alterações em sua proposta didática final, a qual fará parte de seu Produto Educacional, inserindo um tempo maior para o treinamento com a elaboração dos mapas antes de utilizar a ferramenta para fins de avaliação.

Todos os seis alunos (A, B, C, E, F e G) elaboraram mapas conceituais (Anexo 1, p.225), os quais foram analisados pelo critério de “povoamento conceitual” ou seja, a quantidade de conceitos/proposições repetidas nos mapas elaborados estaria relacionada com a assimilação conceitual desses conceitos na mente dos alunos.

Com ajuda de ferramenta disponível em: <https://wordart.com/edit/8m3v2o0y9c3h>, pode-se criar uma “nuvem de palavras”, a qual representava os conceitos/proposições, mais destacadas nos mapas conceituais elaborados pelos alunos. A Figura 81 apresenta a nuvem de palavras resultante.

Figura 81 – Nuvem de Palavras dos seis mapas elaborados



Fonte: elaboração própria

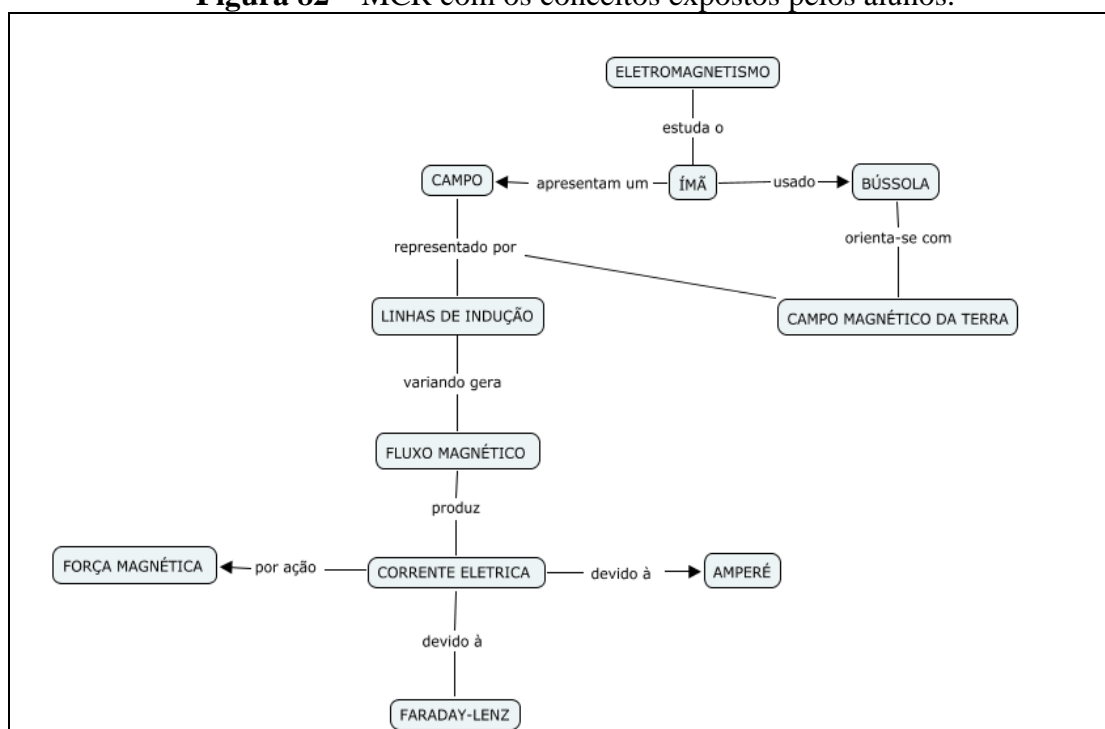
A nuvem traz em destaque os conceitos de *linhas de campo*, *ímã* e *campo*. Ao que parece, tais conceitos foram assimilados de maneira mais significativa pelos alunos. De forma geral, os mapas elaborados pelos alunos demonstraram a presença de conceitos fundamentais estudados durante todo o bimestre.

No entanto, como já mencionado os mapas elaborados pelos alunos nas relações estabelecidas a ausência de quatro critérios importantes que devem ser levados em conta na construção de um mapa conceitual, de acordo com Novak e Gowin (1996): proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos. Estes critérios encontram-se devidamente descritos na metodologia do presente trabalho.

Desta forma, dos seis alunos (A, B, C, E, F e G) que elaboraram seus mapas, porém dentre estes somente os mapas dos alunos (B, C e F) foram avaliados em busca de evidências de aprendizagem significativa a concepção de campo.

Deste modo, os mapas foram submetidos também à análise qualitativa, a partir das categorias criadas, perante o mapa de referência o elaborado pela pesquisadora, em busca de MMt dos conceitos expostos pelos mesmos a fazer inferências para explicitar seus MM.

A Figura 82 temos mapa conceitual de referência elaborado pela pesquisadora com os conceitos expostos pelos alunos.

Figura 82 – MCR com os conceitos expostos pelos alunos.

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que o MCR elaborado pela pesquisadora apresentou três dos quatro critérios importantes para a sua confecção: A hierarquia em sua organização, palavras de ligação com as proposições e ligação cruzada. Conforme já mencionado os critérios não foram abordados pelos alunos na construção do seu mapa conceitual. Desta forma segue as categorias criadas para a avaliação qualitativa.

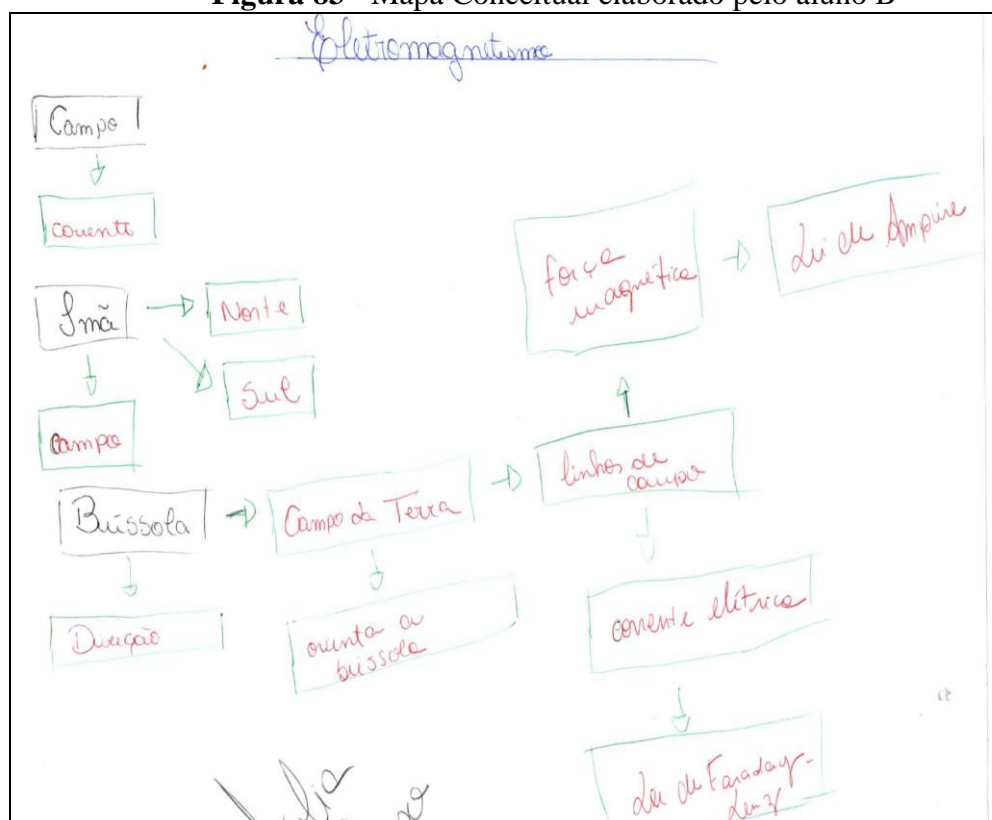
No Quadro 41, temos as categorias criadas para avaliar os mapas conceituais elaborados pelos alunos.

Quadro 41 – As categorias criadas e as respectivas unidades significativas

Categoria	Unidades Significativas (US)
M ₁ – campo	<i>Ímã, bússola, campo da Terra, linhas de campo (indução) e força magnética.</i>
M ₂ - Energia	<i>Corrente elétrica e fluxo magnético.</i>
M ₃ - As Leis	<i>Ampere e Faraday - Lenz.</i>

Fonte: Elaboração própria

Segue a apresentação de MC elaborados por três alunos B, C e F, e respectiva análise. A Figura 83, temos MC confeccionado pelo aluno B.

Figura 83 - Mapa Conceitual elaborado pelo aluno B

Fonte: Arquivo pessoal

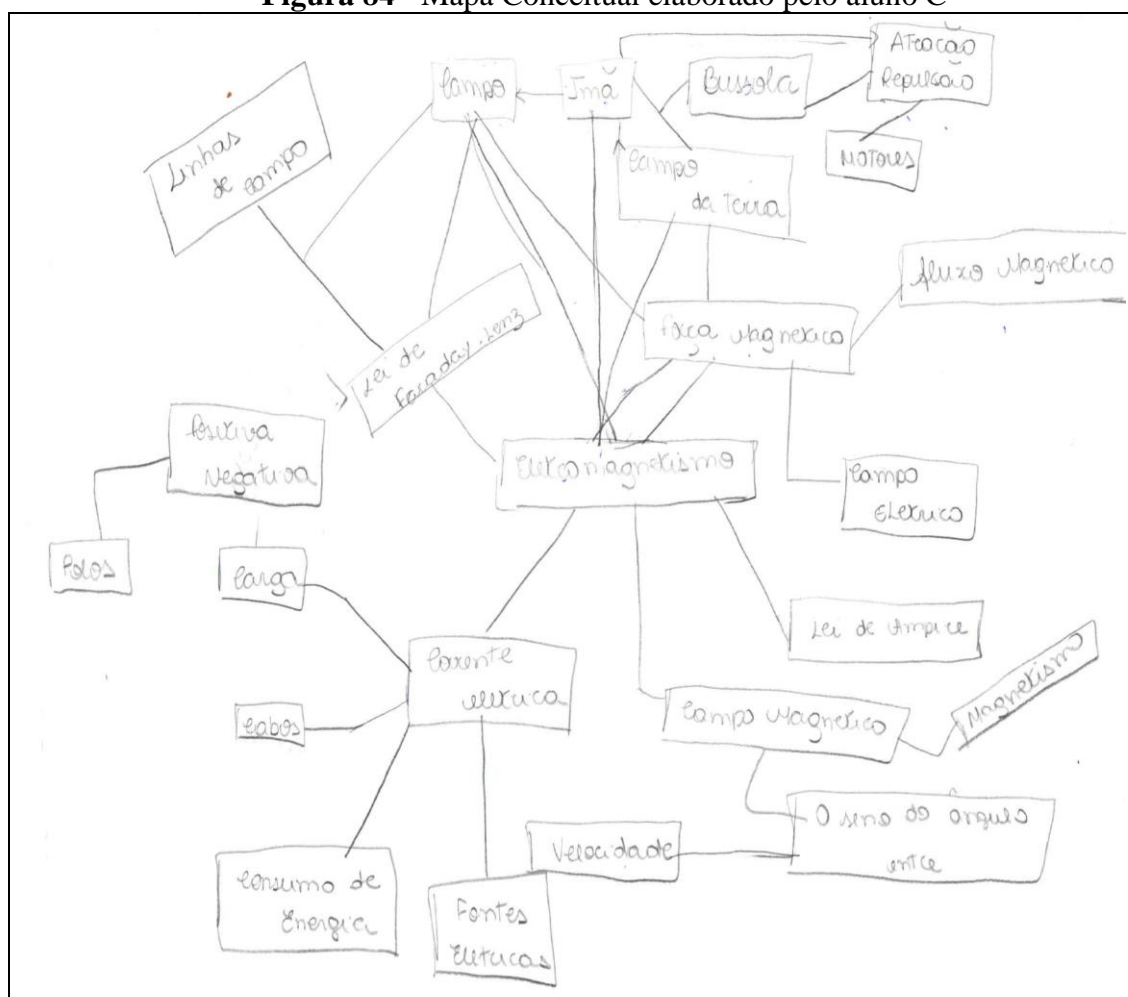
Verifica-se que o mapa elaborado pelo aluno B, não tem uma boa organização e hierarquização de conceitos. O aluno abordou além dos conceitos sugeridos outros referenciando o eletromagnetismo, correspondendo à ligação com os conteúdos ministrados em aulas anteriores, demonstrando recursividade de conceitos, apesar de não haver palavras de ligação com as proposições, teve a preocupação em abranger no máximo todos os conceitos sugeridos.

No mapa do aluno B encontramos elementos de todas as categorias (M_1 até M_3) do mapa de referência. Nota-se uma singular hierarquização nas proposições da categoria M_1 , com as proposições que correspondendo à recursividade evidenciando a ideia de campo. A Figura 84, temos MC confeccionado pelo aluno C.

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

“O ímã e os seus polos apresentam um campo, esse campo influencia a bússola orientar-se na presença do campo magnético da Terra, conhecidas como linhas de campo.”

Figura 84 - Mapa Conceitual elaborado pelo aluno C



Fonte: Arquivo pessoal

Nota-se também que o mapa elaborado pelo aluno C, não tem uma boa organização e nenhuma hierarquização de conceitos. O aluno abordou todos os conceitos sugeridos e demais outros referenciando o magnetismo e a eletricidade, correspondendo à ligação com os conteúdos ministrados em aulas e estudos anteriores, apresentando uma ampla recursividade de conceitos.

Apesar de não haver palavras de ligação com as proposições, teve a preocupação em fazer as ligações cruzadas associando os conceitos.

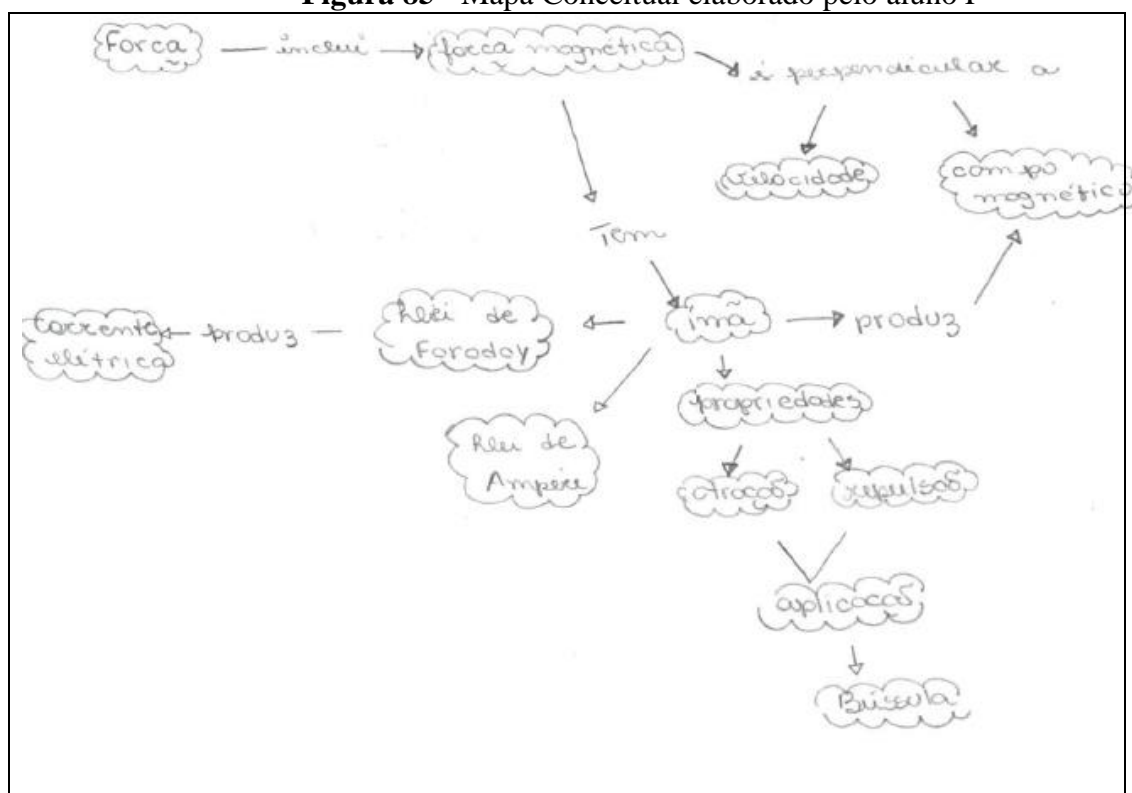
No mapa do aluno C encontramos elementos de todas as categorias (M_1 até M_3) do mapa de referência. A categoria M_1 se demonstra diante das ligações cruzadas com as devidas proposições, abordando os aspectos mais relevantes a concepção de campo.

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

“O eletromagnetismo estuda o ímã, na qual possui um campo, e orienta a bússola na presença do campo da Terra pelo princípio de atração e repulsão de força magnética.”

A Figura 85, temos MC confeccionado pelo aluno F.

Figura 85 - Mapa Conceitual elaborado pelo aluno F



Fonte: Arquivo pessoal (2018).

O mapa elaborado pelo aluno F constata-se também a não boa organização e nenhuma hierarquização de conceitos. Também faltou em abordar algumas proposições da categoria (M_1 e M_2). Porém, verifica-se a recursividade de conteúdos de estudados anteriores e o uso de algumas palavras de ligação às proposições.

A categoria M_1 se demonstra com pouca intensidade perante as ligações cruzadas com proposições mais relevantes à concepção de campo.

Modelo Mental de Trabalho extraídos das US:

“O ímã possui propriedades de atração e repulsão, aplica-se na bússola, e produz campo magnético e corrente elétrica.”

Os MCs elaborados pelos alunos (B, C e F), apresentaram conceitos referenciais à ideia de campo como as proposições mais usadas das categorias M_1 e M_2 .

Essas associações sinalizam um MMT dos alunos diante das proposições sugeridas pelos mesmos, que contemplam conceitos básicos e característicos a ideia de campo (ímã, bússola, campo da Terra e linhas de campo), como em destaque na nuvem de palavras.

Diante a análise dos MCs dos MMT elaborados pelos alunos destaca-se um MM.

MM₁:

“O ímã e os seus polos apresentam um campo, esse campo influencia a bússola orientar-se na presença do campo magnético da Terra, conhecidas como linhas de campo.”
(Aluno B)

Vemos nas proposições associação dos conceitos fazem inferências à concepção de campo, embora na atividade a ausência de três critérios importantes deve ser levada em conta na construção de um mapa conceitual.

Posto isto, em busca de se obter evidências de aprendizagem significativa, o mapa conceitual elaborado pelos alunos foi também sujeito à análise quantitativa, pontuando-se as relações estabelecidas de acordo com a identificação de quatro critérios classificatórios importantes: proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos (NOVAK; GOWIN, 1996). Estes critérios encontram-se devidamente descritos na metodologia do presente trabalho na seção 3.5, p. 59.

Os mapas analisados conforme os critérios classificatórios foram os mapas elaborados por três alunos (B, C e F). Também vale destacar que, para efeito de comparação, o mapa conceitual de referência elaborado pela pesquisadora com os conceitos expostos pelos alunos, conforme a (Figura 82, p. 136) foi utilizado a estabelecer os critérios e atribuir as devidas pontuações para análise.

De acordo com os critérios previamente estabelecidos, a pontuação atribuída ao mapa de referência pode ser encontrada no Quadro 42.

Quadro 42 - Pontuação do mapa de referência

<i>Critérios classificatórios</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u>	10	1 x 10 = 10
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	1	5 x 1 = 5
<u>Ligações transversais</u>	1	10 x 1 = 10
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	0	1 x 0 = 0
Total de pontos		25

Fonte: Elaboração própria

Segue a respectiva análise dos MC elaborados por três alunos B, C e F.

O MC confeccionado pelo aluno B (Figura 83, p. 187) temos a seguinte pontuação no Quadro 43.

Quadro 43 - Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo aluno B

<i>Critérios classificatórios</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u>	0	1 x 0 = 0
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	0	5 x 0 = 0
<u>Ligações transversais</u>	0	10 x 0 = 0
<u>Exemplos</u> → cada exemplo válido	0	1 x 0 = 0
Total de pontos		0
Porcentual de pontos com relação ao MR		0%

Fonte: Elaboração própria

A análise apresentada no Quadro 43 do mapa conceitual elaborado pelo aluno B indicou a presença de todas as proposições porém de forma não significativa, ou seja, não válida, por não apresentarem palavras-chaves ligando as proposições. Apresentaram duas preposições não citadas na tempestade de ideias, assim, indicando a recursividade dos conceitos, mas sem., no entanto, o mapa não apresenta uma boa organização em níveis hierárquicos e também verificou a ausência de ligações transversais e exemplos no mapa. A pontuação foi zero, ou seja, um porcentual de 0% quando comparado ao mapa de referência.

O mapa conceitual elaborado pelo aluno B, é possível inferir que não apresentou evidências de aprendizagem significativa. Verificam-se pela a ausência de hierarquia e ligações transversais a conceitos importantes abordados na tempestade de ideias, contudo se preocupou colocar todas as preposições. O fato de a atividade ter sido realizada no tempo não hábil e a falta de orientação durante a sua elaboração pode ter influenciado na sua construção.

O MC confeccionado pelo aluno C (Figura 84, p.138) temos a seguinte pontuação no Quadro 44.

Quadro 44 - Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo aluno C

<i>Critérios classificatórios</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u>	0	1 x 10 = 0
<u>Hierarquia</u> → cada nível válido	0	5 x 0 = 0

<u>Ligações transversais</u>	0	10 x 0 = 0
<u>Exemplos</u>	0	1 x 0 = 0
→ cada exemplo válido		
Total de pontos	0	
Porcentual de pontos com relação ao MR	0%	

Fonte: Elaboração própria

A análise apresentada no Quadro 44 do mapa conceitual elaborado pelo aluno C indicou a presença de todas as proposições citadas na tempestade de ideias e doze proposições que não citadas pelos alunos as quais referenciam o estudo da eletricidade. Desta forma, a presença da recursividade de estudo anterior em suas proposições. Portanto as proposições são não significativas, e não válidas pela ausência das palavras-chaves ligando as proposições.

O mapa não apresenta uma boa organização em níveis hierárquicos e também comumente verifica-se a ausência de ligações transversais e de exemplos no mapa. A pontuação deste mapa foi zero, ou seja, 0% comparado ao mapa de referência.

Em comum com o mapa elaborado pelo aluno B, o mapa do aluno C também pode inferir que ele não apresentou evidências de aprendizagem significativa. Também pela razão de não ter sido orientado de forma devida durante a elaboração do mapa e pelo tempo não propício a sua elaboração.

O MC confeccionado pelo aluno F (Figura 85, p. 139) temos a seguinte pontuação no Quadro 45.

Quadro 45 - Pontuação do mapa conceitual elaborado pelo aluno F

<i>Critérios classificatórios</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Pontuação</i>
<u>Proposições</u>	2	1 x 2 = 2
<u>Hierarquia</u>	0	5 x 0 = 0
→ cada nível válido		
<u>Ligações transversais</u>	0	10 x 0 = 0
<u>Exemplos</u>	0	1 x 0 = 0
→ cada exemplo válido		
Total de pontos	2	
Porcentual de pontos com relação ao MR	8%	

Fonte: Elaboração própria

O mapa elaborado pelo aluno F constata-se também a não boa organização e nenhuma hierarquização de conceitos. Também faltou em abordar algumas preposições citadas pelos alunos. Porém, verifica-se a recursividade de conteúdos de estudos anteriores. Nas proposições podem-se destacar apenas duas a considerar significativas e válidas, ao identificar o uso expressivo das palavras de ligação às essas duas proposições.

Este mapa também não apresenta uma boa organização em níveis hierárquicos e verifica-se a ausência de ligações transversais e de exemplos no mapa. A pontuação deste mapa foi dois pontos, ou seja, 8% comparado ao mapa de referência.

Portanto, pode inferir que o aluno F em seu mapa apresentou fracamente evidências de aprendizagem significativa. Também pela razão de não ter sido orientado de forma devida durante a elaboração do mapa e pelo tempo não propício a sua elaboração. Acredita-se que um maior tempo para construção dos mapas potencializaria a utilização desta estratégia, alcançando-se resultados mais satisfatórios.

OITAVO MOMENTO: Avaliação da UEPS

A avaliação das etapas investigativas da UEPS foi realizada de forma que os alunos verbalizavam suas respostas, às quais foram gravadas em áudio e degravadas para fins de análise. A avaliação objetivou verificar a opinião dos alunos acerca do conteúdo trabalhado, das atividades realizadas, além de sugestões sobre a aplicação da UEPS. Foram feitas seis perguntas conforme Figura 86.

Figura 86 - Perguntas sobre avaliação da UEPS

<i>1. Já estudaram o tema Campo e Campo Magnético?</i>
<i>2. Como você avalia os encontros do bimestre?</i>
<i>3. Qual das atividades que mais se destacaram durante os encontros?</i>
<i>4. Gostaria de ter outras aulas com a proposta UEPS?</i>
<i>5. O conteúdo foi relevante para o seu aprendizado?</i>
<i>6. Sugestões sobre a Aplicação da UEPS.</i>

Fonte: Elaboração própria

A Figura 87 apresenta a turma escolhida respondendo as seis perguntas sobre a UEPS desenvolvida ao longo do bimestre.

Figura 87 – Os alunos durante a avaliação oral sobre a UEPS

Fonte: Arquivo pessoal

A Figura 88 seguem os registros das verbalizações dos alunos das seis perguntas realizadas sobre a aplicação da UEPS.

Figura 88 - Respostas dos alunos às seis perguntas sobre aplicação da UEPS

R₁:
<i>Nunca estudamos.</i>
<i>Já ouvi falar.</i>
R₂:
<i>Muito bom!</i>
<i>Adorei professora!</i>
<i>Diferente das outras aulas.</i>
<i>Não foi cansativo</i>
<i>Gostei muito das atividades diferentes.</i>
R₃:
<i>Interação da Matéria com o Ímã – mais votado 1^o</i>
<i>Realidade Aumentada – 2^o</i>
<i>Simulador Phet: Lei de Faraday^{3o}</i>
<i>Mito e verdade do Eletromagnetismo^{4o}</i>
<i>Aurora Boreal e Austral 5^o</i>
R₄:
<i>Sim.</i>
<i>As aulas poderiam ser sempre assim.</i>
<i>Mais aulas de Física desse jeito.</i>
<i>Também em outras disciplinas.</i>
R₅:
<i>Sim.</i>
<i>Sempre vou lembrar a interação com o ímã.</i>
<i>Aprendi muito com as aulas</i>
<i>Nunca vou esquecer estas aulas.</i>

<i>Muito Show.</i>
R₆:
<i>Mais aulas.</i>
<i>Mais experimentos.</i>

Fonte: Elaboração própria

As respostas e os comentários dos alunos sobre as aulas foram muito positivos, nos quais podem ser identificados elogios no que se refere aos encontros e a forma de como os conteúdos foram explicados pela professora/pesquisadora, facilitando a aprendizagem.

Evidenciaram algumas atividades que mais marcaram durante os momentos, destacando a atividade experimental *Interação da Matéria com o Ímã* e o recurso *Realidade Aumentada* as mais mencionadas. Sugeriram ter mais aulas com esta proposta tanto em Física como em outras disciplinas, e mais atividades experimentais.

De um modo geral, a avaliação da UEPS feita pelos alunos foi bastante satisfatória. Neste contexto, acredita-se que a UEPS foi considerada exitosa e que o produto educacional resultante poderá contribuir com o ensino do conceito de Campo Magnético de forma mais significativa.

5.1 Discussão dos Resultados

As Unidades Significativas citadas e as Representações Pictóricas elaboradas pelos alunos apresentaram grande quantidade de relações conceituais, com predominância ao princípio de interação de forças, associado a atração devido à polaridade, atração devido à distância, atração devido ao campo magnético.

Essas associações sinalizam para os MM dos alunos no momento da aplicação da atividade e que contemplam conceitos que fazem parte do cotidiano do aluno.

Durante as avaliações dos momentos foram destacados MMt que faz inferência à modelos mentais coerente sobre o tema, exemplificado pelos destaques a seguir:

“O calor se propaga em todas as direções, mas para cima é mais potente”

“O Campo magnético do ímã atrai o prego ficando junto ao ímã”.

“O campo magnético no fio varia tridimensionalmente e com a distância”.

“Linhas demonstram a variação do campo magnético, que gera corrente elétrica”.

“As linhas de campo gravitacional e elétrico são radiais e a do campo magnético é mais complexo.”

Portanto, vemos a evolução nos MMt a concepção de campo e campo magnético fazendo inferência a campo tridimensional que antes eram controversos ao cotidiano do aluno.

O recurso tecnológico em RA além de tornar a aula mais interativa e atraente, possibilitou aos alunos a visualizarem as diferentes linhas de campo magnético em três dimensões no caso do ímã em forma de barra, cilíndrico, em fio retilíneo e espira antes não visto. Diante disso, a RA proporcionou aprendizagem significativa a concepção de campo tridimensional, fundamentada na interação e visualização de situações-problema não vivenciadas antes no cotidiano do aluno.

Nos MC, os recursos como hierarquização de conceitos e ligações transversais e recursividade não foram explorados nos mapas. O fato negativo ocorrido pode estar associado a falta de treinamento a esta estratégia aos alunos, o que precisa ser corrigida no futuro.

Constatamos que neste trabalho, a evolução dos MM, com o método UEPS elaborada sobre Campo e Campo magnético. Outro destaque positivo foi o fato dos alunos, ao longo dos momentos ao receber as primeiras informações se organizarem para resolver ao que foi solicitado, com dinamismo e predisposição, o que não era comumente visto no primeiro momento.

6 CONCLUSÃO

Com o objetivo geral de elaborar e aplicar uma intervenção didática na perspectiva das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e (UEPS), a fim de contribuir para uma melhor representação mental dos conceitos de Campo e Campo Magnético, esta pesquisa foi em uma escola particular, com uma turma de 3º ano do ensino médio, durante um bimestre letivo.

Resultante dessa aplicação e posterior análise dos resultados obtidos foi elaborado um Produto Educacional, estruturado na forma de um caderno de orientações ao professor desse nível de ensino, para o estudo da temática Campo e Campo Magnético.

A UEPS constante no produto elaborado seguiu as orientações de Moreira (2011), bem como os pressupostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1963). Para tanto, fez-se uso de estratégias variadas e ações que buscaram favorecer o processo de aprendizagem sobre a temática. Os princípios da *diferenciação progressiva* e da *reconciliação integradora* foram enfaticamente considerados no desenvolvimento das atividades, tendo a Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird (1983) para a avaliação do conhecimento. Buscou-se indícios da aprendizagem nos Modelos Mentais de Trabalho (MMt) que os alunos explicitavam durante a execução de suas atividades.

A sequência didática elaborada na forma de uma UEPS com oito momentos foi proposta atividades diferenciadas e facilitadoras da aprendizagem como experimentos, simulações computacionais, mapas conceituais, jogos, vídeos e representações pictóricas, com vistas à proposição de alternativas para facilitação da construção do conhecimento acerca do tema.

No primeiro momento da sequência objetivou-se o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos (*subsunçores*), com a atividade realizada de forma abranger várias situações em que estaria implícito o conceito de Campo. De forma geral, o levantamento revelou grande deficiência dos alunos sobre a definição e propriedades do conceito. Dos seis alunos investigados, apenas um aluno demonstrou um MMt sobre a propagação tridimensional do campo relacionado à irradiação de calor.

A atividade experimental *Interação da Matéria com Ímã*, utilizada como um organizador prévio para o ensino de Campo Magnético, ajudou na explicitação de MMt como: “O Campo magnético do ímã atrai o prego ficando junto ao ímã”; “O ímã atrai o prego, que magnetizado atrai outro prego”; “A bússola é atraída para o polo Norte.”

De forma geral, os alunos demonstraram dificuldade na compreensão da ideia de campo magnético. Eles acharam interessante o fenômeno, relatando o que estava ocorrendo, mas não conseguindo explicar o Por quê da ocorrência.

Essa admiração pode ser percebida por alguns dos pronunciamentos, registros realizados a partir do instrumento de coleta verbalizações dos alunos durante a aplicação da atividade: “*Professora, isso aqui é mágico!*”; “*Que massa!*”; “*Magnetizado como mesmo?*”; “*Muito legal!*”. Os pronunciamentos dos alunos enfatizam a condição proposta por David Ausubel (Moreira, 2011) para se alcançar a aprendizagem significativa: a predisposição para aprender.

Com nova situação-problema, o terceiro momento trouxe a discussão sobre a Aurora Boreal e Austral. Alguns MMt inferidos, como: “*Partículas carregadas liberadas acima do Sol, que chegam à magnetosfera, liberaram energia ao colidir com o campo terrestre e dão origem a colorações (Auroras)*”; “*As Auroras acontecem também em outros planetas devido a força dos ventos solares, produzidos pelas erupções no Sol*”, apontaram para a compreensão parcial da temática, uma vez que alguns conseguiram relacionar as partículas carregadas com o surgimento das Auroras.

No quarto momento, os alunos responderam o questionário contendo oito perguntas (mito ou verdade) sobre o Eletromagnetismo. A atividade intitulada *Eletromagnetismo em Nossas Vidas* foi respondida individualmente no início da aula, dando continuidade com a aula expositiva em *slides*. Alguns MMt apontam para a melhoria na compreensão sobre a propagação do campo magnético, porém outros enfatizam concepções ainda resistentes à mudança: “*A energia elétrica por indução pode matar*”.

No quinto momento utilizou-se a tecnologia por meio da Realidade Aumentada (RA), para fins de auxílio na representação das linhas de campo magnético do ponto de vista tridimensional. Desta atividade alguns MMt foram destacados: “*O campo magnético no fio varia tridimensionalmente e com a distância*”; “*O campo magnético é tangente às linhas de indução*”. Tais modelos mostram agregação de novos conceitos na compreensão de campo, fato certamente atribuído ao uso da RA.

A atividade experimental *Lei de Faraday*, com uso do simulador *Phet* no sexto momento, a qual objetivou a relação entre a geração da corrente elétrica devido à variação do fluxo magnético, contribuíram significativamente para a compreensão e para a contextualização de conceitos do eletromagnetismo. Modelos como: “*Diminuição do campo impede geração de corrente elétrica*”; “*Lei de Faraday mostra que quanto mais espiras, mais corrente*”; “*Com o Ímã parado, não tem corrente*”, mostram soluções dos alunos para

dar conta de resolver as atividades propostas pode se perceber a presença dos princípios norteadores para se alcançar uma aprendizagem significativa, tendo por base um material potencialmente significativo. As atividades desse momento, de revisão/ênfase por meio da RA, representam bem o princípio da reconciliação integradora (MOREIRA, 2011).

E, finalmente, no sétimo momento, o uso dos mapas conceituais, apesar de não mostrar boas elaborações por parte dos alunos devido ao pequeno tempo para treinamento da estratégia, apresentou bons resultados de assimilação conceitual na análise, realizada pela técnica “Nuvem de Conceitos”. Foram destacados importantes conceitos como: *linhas de campo*, *ímã* e *campo*.

Como resultado final de aplicação desta UEPS pode-se concluir que a mesma trouxe uma forma interessante de se apresentar conceitos mais abstratos. Partindo de um conceito mais geral, Campo, e especificando para o conceito de Campo Magnético, pode-se perceber a modificação de alguns modelos mentais dos alunos.

Entretanto, de forma geral a UEPS resultante mostrou-se eficaz no que se refere à apresentação da temática de maneira progressiva e recursiva.

Agregado a este fato, as respostas e os comentários dos alunos sobre as aulas foram positivos. Muito explicitaram elogios pela forma como os conteúdos foram apresentados. Atividades foram destacadas como de maior interesse dos alunos, a saber, experimentação e uso da RA.

Diante desses resultados acredita-se na eficácia da sequência como um todo e espera-se que o Produto Educacional elaborado possa contribuir de forma potencial e significativa, auxiliando os professores no estudo das temáticas aqui propostas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. C.; SOUZA, A. R.; URENDA, P. A. *Mapas conceituais: avaliando a compreensão dos alunos sobre o experimento do efeito fotoelétrico*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2004.
- AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton, 1963.
- AZUMA, T. R. *A Survey of Augmented Reality*. Hughes Research Laboratories 3011 Malibu Canyon Road, MSRL96, Malibu, 1997. Disponível em: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>. Acessado em 16 jul. 2017.
- BARDIN, L. *L'Analyse de contenu*. Editora: Presses Universitaires de France, 1977.
- BORGES, A. T. *Um Estudo dos Modelos Mentais*. Universidade.
- BUCHAU, A.; RUCKER, W. M.; WOSSNER, U.; BEECKER, M. *Augmented Reality in Teaching Eledrodynamics*. In: *The International Journal for Computation and Anais do XXII SBIE - XVII WIE*, Aracaju, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2002.
- CALDAS, R. L. *A utilização de mapas conceituais no estudo de física no ensino médio: uma proposta de implementação*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de Brasília, 2006.
- CAÑAS, A. J.; HILL, G.; CARRFF, R.; SURI, N.; LOTT, J.; GÓMEZ, G.; ESKRIDGE, T. C.; ARROYO, MARIO; CARVAJAL, R.(2004). "CmapTools: a knowledge modeling and sharing environment".
- COPELLI, A. C.; TOSCANO, C.; TEIXEIRA, D. R.; et, al. *Leituras de Física*. GREF-Instituto de Física da USP. Eletromagnetismo. São Paulo, 1998. Disponível: <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro4.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2017.
- DESLAURIERS, J. P. *Recherche Qualitative - Guide pratique*. Montreal: McGraw Hill, 1991.
- DONZELLI, T. M. (2005). *A Utilização de Realidade Virtual no Ensino de Conceitos de Física*. Disponível em:<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/434.pdf>.
- DE KLEER, J. and BROOWN, J.S. (1983). *Assumptions and Ambiguities in Mechanistic Mental Models*. In Gentner, D. and Stevens, A.L. (Eds.). *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. p. 155-190.
- DE VEGA, M. (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial. p. 562.
- FREITAS, F. *Transmissão de Energia Elétrica sem fio*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), 2008. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/transmissao-de-energia-eletrica-sem-fio/4858739/>. Acesso em:15 set.2019.

- FARIAS, A.; COSTA, L.; VIEIRA, K.; SILVA, P.P. S. Um Estudo sobre as Auroras Boreal e Austral. IFPA baetetuba, 2015. Disponível em: http://www.sbpcnet.org.br/livro/68ra/resumos/resumos/4088_18c259d3fbb8a859cd8494ac46b79a97c.pdf. Acesso: 10 set.2019.
- FRANKLIN, F.; BORGES, A. C.; SANTOS, E. C. B. Um Sistema Interativo Com Realidade Aumentada Como Ferramenta De Ensino-Aprendizagem em Diabetes Mellitus. In: SBIE, Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 22, 2011, Aracaju-SE. Anais. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/index.php/anaisbie>>. Acesso em: 19 dez. 2013.
- GENTER, D. and GENTER, D.R. (1983). *Flowing waters or Teeming Crowds: Mental Models of Electricity*. In Gentner, D. and Stevens, A.L. (Eds.). *Mental models*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates. p. 99-127.
- GOMES, W. L.; KIRNER, C. Desenvolvimento de Aplicações Educacionais na Medicina com Realidade Aumentada. Bazar: Software e Conhecimento Livre, bg n. 1, p. 13-20, Julho, 2006.
- GRAÇA, C. Física 3. Eletromagnetismo. Série Didática. Santa Maria, 2012. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/cograça/eletro12.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- GRECA, I.M. e MOREIRA, M.A. (1997). *The kinds of Mental Representations - models, propositions, and images - used by college physics students regarding the concept of field*. Aceito para publicação no International Journal of Science Education.
- GOWIN, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, NY, Cornell University Press.
- GUTIERREZ, R. and OGBORN, J. (1992). A Causal Framework for Analysing Alternative Conceptions. *International Journal of Science Education*, 14(2): 201-220.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos da Física*, volume 3: Eletromagnetismo. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- HAMPSON, P. J.; MORRIS, P. E. *Understanding Cognition*, Oxford: Blackwell, 1996.
- HAYDT, R. C. *Avaliação do processo ensino-aprendizagem*. São Paulo: Ática, 2000.
- HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 9.ed. Rio Grande do Sul: Bookman,2008.
- HOUNSELL, M. S (org.); TORI, R.; KIRNER. *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC, 2018.
- HOUNSELL, M. S. et al. A Brief History of Virtual Reality in Brazil: A survey over the publications in the “Symposium on Virtual and Augmented Reality”. *SBC Journal on Interactive Systems*,v. 5, n. 3, 2014. p. 78-92.
- JOHNSON, L. et al. The 2011 Horizon Report. *The New Media Consortium, Austin, Texas, Rel. Téc.*, 2011.
- JOHNSON, L. Proceedings of the National Academy of Sciences of the States of America. 2011.
- JOHNSON-LAIRD, P. *Mental Models*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.
- KIRNER, C. Prototipagem rápida de aplicações interativas de realidade aumentada. *Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada*, v. 1, n. 1, p. 29-54, 2011.
- KIRNER, C. Definições. In: SISCOUTO, R; COSTA, R. (orgs.). *Realidade virtual e aumentada: uma abordagem tecnológica*, 2008. Disponível em: <<http://www.ckirner.com/download/livros/RVA08-Livro.zip>>. Acesso em: 20 agosto. 2013.

KRAPAS, S. QUEIROZ. G. COLINVAUX, D. FRANCO, C. Modelos: Uma Análise de Sentidos na Literatura de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2017. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol2/n3/krapas.htm>. Acesso em: 20 de agosto. 2017.

KUZMYCHOV, O. BERDYUGINA, S. HARRINGTON, D. Magnetic field on the brown dwarf LSR J18353790+3259545. 18th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun. Edited by G. van Belle & H. Harris, 2015.

LIMA, R. Entrando no mundo virtual. SENAC. Disponível em: http://senacmidiasdigitais2010.blogspot.com.br/2010/11/entrando-no-mundovirtual_2645.html. Acesso em ago. 2011.

LORENÇO, I. M. M. H. A Evolução da Descoberta do Eletromagnetismo na História e no Ensino da Física. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa, 2008. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/1940>. Acesso em: 09 de jan. 2017.

MACEDO, S. H.; BIAZUS, M. C. V.; FERNANDES, F. A. *Ensino do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Barra Utilizando Recursos de Realidade Aumentada*. Informática na Educação: teoria e prática, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 158, jan./jun. 2011.

MACEDO, A. C.; SILVA, J. A.; BURIOL, T. M. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. Revista Novas Tecnologias (RENOTE), Rio GrandedoSul, v.14, n.2, p.10, dez.2016. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/70688/40123>. Acesso em: 20 mar.2020.

MURILO de F. MAGALHÃES, WILMA M. S. SANTOS, PENHA M. C. Dias, 2002. A proposal for teaching the concepts of electric and magnetic field: an application of history of physics. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2002, vol.24, n.4, pp.489-496.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, 1994. Disponível em: <http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html>. Acesso em: 24 jul. 2011.

MORAIS, C.G. B; Silva, C. R. S; Mendonça, A. K. S. Utilização de dispositivo móvel com Realidade Aumentada: um estudo de caso na Educação Infantil com o aplicativo Cubo Kids. VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Mossoró, 2017.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

_____. Ausubel Aprendizagem Significativa um Conceito Subjacente. Psicologia da Educação, 2011a.

_____. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS. Porto Alegre: UFRGS, 2011b.

_____. O que é afinal aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2002.

_____. Teorias da aprendizagem. São Paulo: E.P.U.,1999. Disponível em: http://www.ptce2.iff.edu.br/moodle/file.php/135/material_de_aula/Teorias-de_aprendizagem-Marco-Antonio-Moreira.pdf>. Acesso em: 20 julh. 2017.

_____. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

_____. Modelos Mentais. (Mental models). Investigações em Ensino de Ciências. v1(3), p.193-232, 1996.

- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.
- MOREIRA, M. A e ROSA, A. M. *Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos*. Porto Alegre, 2009.
- MOREIRA, M.A. e BUCHWEITZ, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa, Plátano Edições Técnicas.
- MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.) (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44.
- NOLLE, S.; KLINKER, G. *Augmented Reality as a Comparison Tool in Automotive Industry*. IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2006.
- NORMAN, D.A. (1983). *Some Observations on Mental Models*. In Gentner, D. and Stevens, A.L. (Eds.). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. p. 6-14.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.
- NOVAK, J.D. (1981). *Uma Teoria de Educação*. São Paulo, Pioneira. Tradução de M.A. Moreira do original *A theory of education*. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1977.
- PAZ, A. M. *Atividades Experimentais e Informatizadas: Contribuições para o Ensino de Eletromagnetismo* (2007), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 228 p. Tese de Doutorado.
- PIRES, A. S. P. *Evolução das ideias da Física*. São Paulo: Livraria da Física, 2008 Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=5TK6dDpQyVEC&printsec=frontcover&num=100&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 17 jan. 2017.
- RIBEIRO, A. A. S., SIQUEIRA, A. B., MACEDO, S H. *Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino e Aprendizagem do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Ferradura*. RENOTE. In: Revista Novas Tecnologias na Educação, 2014. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote>. Acesso em: 03 mar. 2018.
- RICARDO. C. E.; FREIRE. J.C.A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. (The students' conceptions about high school's physics subject: an exploratory study). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 251-266, (2007). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a10v29n2>. Acesso: 13 mar 2017.
- RESENDE, T. F.; FIREMAN, E. C. Explorando o Conceito de Magnetismo com Alunos do Curso de Licenciatura em Pedagogia a Distância da UFAL: Reflexões sobre o uso de Experimentos Didáticos no Ensino de Ciências da Natureza dos Anos Iniciais da Educação Básica. *REnCiMa*, v. 5, n. 1, p. 76-91, 2014.
- ROCHA, F. *Origens e Evolução das ideias da Física*. Salvador: EDUFBA, 2002.
- SANTIN, R. *Sistema de Autoria em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada*. Tese de Mestrado. Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, 2008.
- SOUZA FILHO, M.P.; BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J. *Nuances: estudos sobre Educação*, Presidente Prudente, SP, v. 22, n. 23, p. 72-95, maio/ago. 2012
- SOUZA. R. C.; KIRNER, C. *Ensino e aprendizagem do eletromagnetismo usando e Recursos de Realidade Aumentada*. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, v. 9 N^o1, Julho de 2011.

TAVARES, M. *Aprendendo sobre o Sol*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n.1, mar. 2000.

TRES, C.; SANTOS, S. A. Estratégias Diversificadas no Ensino do Eletromagnetismo para Facilitar a Aprendizagem Significativa. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, v. 1, 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VUFORIA. Disponível em: <https://vuforia.com/>. Acesso em 11/03/2018.

YIN, R.K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICES
(Produto Educacional anexo a esta dissertação)

**Unidade de Ensino Potencialmente
Significativa
(UEPS) sobre Campo e Campo
Magnético no Ensino Médio**

**PRODUTO
EDUCACIONAL**

(Manual para o Professor)

Autoras

Adriana Azeredo de Souza Ribeiro

Dra. Renata Lacerda Caldas

Dra. Suzana da Hora Macedo

Campos dos Goytacazes/RJ

2020, 1

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



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



**Unidade de Ensino
Potencialmente
Significativa (UEPS)
sobre Campo e
Campo Magnético
no Ensino Médio**

Por: Adriana Azeredo de Souza Ribeiro

Orientadora: Profa. Dra. Renata Lacerda Caldas

Coorientadora: Profa. Dra. Suzana da Hora Macedo

Caro professor,

Este material foi estruturado no formato de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e com o intuito de subsidiar o ensino de conceitos relativos ao estudo de Campo e Campo Magnético em nível médio.

A UEPS aqui desenvolvida é composta por oito etapas investigativas e a sequência de atividades nela encontrada visa favorecer a utilização de diversas estratégias e ferramentas didáticas, dentre as quais se destacam: mapas conceituais, atividades experimentais, aulas expositivas dialogadas e simulações computacionais interativas.

A elaboração deste material foi realizada observando as habilidades e competências encontradas no Currículo Nacional do estado do Rio de Janeiro para os conteúdos aqui destacados, bem como os princípios norteadores da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (TAS) e da Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird (TMM).

Esta sequência didática é resultante de pesquisa realizada no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do polo 34 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense).

Adriana Azeredo de Souza Ribeiro

SUMÁRIO

Palavras ao Professor.....	160
Fundamentação Teórica.....	161
Teoria da Aprendizagem Significativa.....	161
Unidade de Ensino Potencialmente Sgnificativa.....	161
A Teoria dos Modelos Mentais.....	163
Mapas Conceituais.....	163
Realidade Aumentada.....	164
SEQUENCIA DIDÁTICA	166
1º Momento: Sondagem Inicial: Concepção de campo.....	167
Apêndice 1 – Questionário Inicial.....	171
2º Momento: Situação a Nível Introdutório Atividade Experimental.....	175
Apêndice 2 – Atividade Experimental: Interação da Matéria com Ímã.....	177
3º Momento: Nova Situação Problema – Auroras e Campo Magnético da Terra.....	180
Apêndice 3 – Texto: Aurora Boreal, Austral e Campo Magnético.....	184
4º Momento: Maior Nível de Complexidade - Mitos e Verdades.....	187
Apêndice 4 – Atividade Eletromagnetismo em nossas vidas	192
5º Momento: Reconciliação Integradora dos Aspectos Trabalhados RA.....	194
Apêndice 5 – Instrução sobre o recurso Tecnológico RA.....	197
Apêndice 6 – Atividade sobre as Linhas de Campo Magnético.....	201
6º Momento: Maior Nível de Complexidade Simulação Experimental	204
Apêndice 7 – Atividade Experimental: Simulador <i>Phet</i>	206
Apêndice 8 – Tutorial sobre o Simulador <i>Phet</i>	208
7º Momento: Avaliação Final da Aprendizagem.....	211
Apêndice 9 – Tutorial sobre Nuvem de Palavras.....	213
Apêndice 10 – Elaboração de Mapa Conceitual.....	219
8º Momento: Avaliação da UEPS.....	221
REFERÊNCIAS.....	222

Olá, sou a professora Adriana!

Esse é o Produto Educacional desenvolvido em forma de UEPS para o estudo dos temas Campo e Campo Magnético.

Além da fundamentação teórica, esse caderno traz orientações para a realização de cada momento, bem como sugestões de atividades para aulas de física em nível médio.

Não se trata de uma receita, mas de um material para auxiliar as aulas!

Bom trabalho!!!



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA - TAS

De acordo com a teoria cognitivista da aprendizagem, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (1963), o fator mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe sobre determinado assunto. Este aspecto preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz é o que a TAS define como subsunçor ou ideia-âncora segundo Moreira, (1999).

Segundo Ausubel (1963), os subsunçores devem ser conhecidos pelo professor para que este ensine de acordo, ou seja, a importância da externalização das concepções prévias trazidas pelos educandos de um determinado conteúdo que será trabalhado é que irá direcionar a uma nova informação que será compreendida por sua estrutura cognitiva, sendo armazenada para a aprendizagem de novos conceitos, de forma significativa, gerando conhecimento.

Aprendizagem Significativa é, portanto, um processo dinâmico que se dá a partir de uma interação entre o novo conhecimento e os conhecimentos já existentes, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, formando-se novos subsunçores que vão interagindo entre si modificando constantemente a estrutura cognitiva do indivíduo.

De modo geral, nessa linha de pensamento, a Aprendizagem significativa para que ocorra, é necessário os seguintes princípios:

- ◆ Deve-se valorizar o conhecimento prévio do aluno, para servir de ancoragem ao novo.
- ◆ O material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo
- ◆ O aluno deve estar disposto a aprender (NOVAK apud MOREIRA, 1997, p. 13).

Desta forma, na Aprendizagem Significativa, de acordo com Ausubel, o processo de assimilação na aquisição, retenção e organização de conhecimentos pode ocorrer de duas formas, denominadas diferenciação progressiva e reconciliação integradora (MOREIRA, 1997, p.56).



UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE

SIGNIFICATIVA – UEPS

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma sequência didática fundamentada nas teorias de Aprendizagem Significativa propostas por Moreira (2011) a fim de desenvolver unidades potencialmente facilitadoras, voltadas à Aprendizagem Significativa e não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada ao ensino em sala de aula.

De acordo com Moreira (2011), uma UEPS deve ser construída levando-se em conta os seguintes aspectos sequenciais (oito passos), que são aqui resumidos:

1º passo: definição do tópico específico a ser trabalhado.

2º passo: criar/propor situações que auxiliem o aluno na externalização de seu conhecimento prévio sobre o conteúdo a ser trabalhado.

3º passo: propor situações-problema que considerem o conhecimento prévio do aluno a nível introdutório, devem envolver, desde já, o tópico a ser ensinado. Estas situações podem também funcionar como organizador prévio.

4º passo: apresentação do conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, começando com aspectos mais gerais e inclusivos, proporcionando uma visão inicial do todo e do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos. Neste momento a estratégia adotada pode ser colaborativa e seguida de discussão.

5º passo: retomar os aspectos mais gerais e estruturantes do conteúdo, em uma nova apresentação, com nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. O intuito desta etapa é promover a reconciliação integradora.

6º passo: concluindo a unidade, deve-se dar continuidade ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes, porém numa perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora.

7º passo: avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, onde possa evidenciar captação de significados.

8º passo: Análise da UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa.

Estes passos apresentados foram utilizados na elaboração de uma UEPS com o tema “Campo e Campo Magnético”, que se encontra resumidamente no Quadro 1, p.166.



A TEORIA DOS MODELOS MENTAIS - MM

Na visão de Johnson-Laird (1983), as pessoas não captam o mundo externo diretamente, elas constroem representações mentais. E representam internamente o mundo externo de duas maneiras: por representações internas ou representações mentais (MOREIRA, 2011), podendo estas ser feitas de duas formas:

- ◆ Analógica - ocorrem por meio visual do mundo concreto.
- ◆ Proposicionais - a mente capta uma ideia e a fórmula independentemente da informação que foi encontrada.

Na visão de Johnson-Laird (1983), as pessoas não captam o mundo externo diretamente, elas constroem representações mentais, isto é, **modelos mentais**.

O modelo mental é composto de elementos e relações que representam um estado de coisas específico. Não existe um único modelo mental para um determinado estado de coisas. Ao contrário, podem existir vários. Estados de coisas muitas vezes são descritos por conceitos. O modelo mental de um conceito deve ser capaz de representar tanto o essencial como a amplitude de um conceito (MOREIRA, 1997, p. 196).



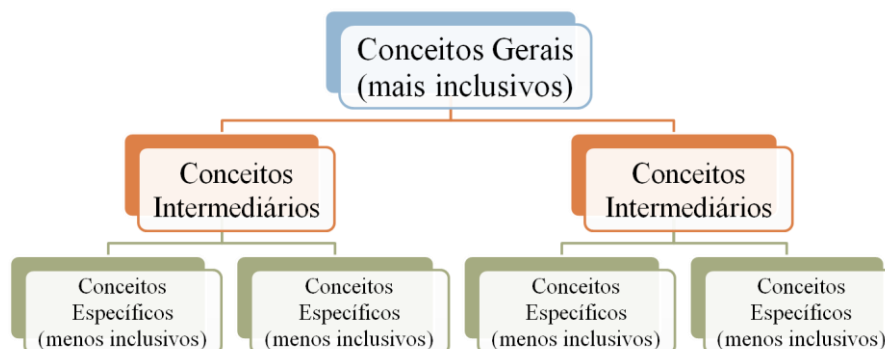
MAPAS CONCEITUAIS - MC

O mapa conceitual segundo Novak (1981), o criador dos primeiros mapas conceituais, é conhecido de uma forma geral como diagramas que indicam relações entre conceitos normalmente de forma hierárquica. Não é usado apenas como princípio hierárquico conceitual e sim, segundo Ausubel (1963) como uma técnica que busca classificar e relacionar conceitos para promover a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1993).

Assim, o mapa conceitual é uma ferramenta que permite organizar e representar, graficamente e através de um esquema, o conhecimento. De modo geral, mapas conceituais funcionam como diagramas que mostram as relações entre os conceitos para um determinado assunto (NOVAK; GOWIN, 1996).

Geralmente, mapas conceituais possuem uma organização hierárquica que considera os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora. A Figura 1 apresenta a estrutura do modelo hierárquico de um mapa conceitual.

Figura 1: Modelo hierárquico de um mapa conceitual.



Fonte: Adaptado de MOREIRA e MASINI (2001)

No modelo hierárquico, mostrado na Figura 1, conceitos mais gerais, mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior), indicando a diferenciação progressiva. Quando estes conceitos menos inclusivos são relacionados a outros localizados num patamar mais elevado na hierarquia organizacional, ocorre a reconciliação integradora (MOREIRA; MASINI, 2001).

REALIDADE AUMENTADA (RA)

A Realidade Aumentada (RA) é um ambiente que mistura o mundo virtual como elementos do mundo real, criando um ambiente misto em tempo real. Azuma (1997) define a realidade aumentada como um sistema que: combina elementos virtuais com o ambiente real; é interativa e tem processamento em tempo real; é concebida em ambiente tridimensional.

Para que haja a junção dos mundos reais e virtuais e a interação do usuário com os objetos, sistemas de Realidade Aumentada passam por cinco ciclos de processamento apresentadas sistematicamente a seguir:

1. um objeto real com uma marca ou referência que possibilite a identificação do mesmo como sendo algo que possa ser criado e interpretado como um objeto virtual;

2. a imagem terá que ser captada e transmitida para o equipamento para que possa ser feita a ligação entre os dois e para que esta seja transformada e interpretada pelo software;

3. a câmera depois então envia em tempo real as imagens capturadas anteriormente para o aparelho que, por intermédio do software, irá gerar o objeto virtual;

4. após a captura da imagem, o software está desenhado e programado para “devolver” uma imagem virtual, um objeto previamente determinado, dependendo do objeto que foi mostrado à câmera (dependendo da programação que o código tem na sua constituição);

5. e dada a programação que é necessária para que a realidade seja de fato aumentada, ao encontrar a codificação e “transferida” a imagem para a tecnologia, o objeto virtual vai ser exibido (através do dispositivo de saída, que pode ser um monitor de computador ou uma televisão), sobreposto ao objeto real, como se um só se tratasse. Ou seja, veremos uma imagem digital, em três dimensões, envolta num ambiente real (KIRNER e KIRNER, 2011).

Os dispositivos tecnológicos de saída que apoiam a obtenção de quatro objetos de aprendizagem (OA) por sistema da RA utilizada nesta pesquisa, dois destes são para computador e os outros dois para smartphones, sendo hoje bastante utilizadas devido à mobilidade oferecida, praticidade e a dinâmica à interatividade ao usuário (CAVALCANTE *et al.*, 2016, p. 692).

Os passos para o acesso e aplicação dos objetos de RA encontram-se resumidamente descrito no Apêndice 5, p. 197.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência foi planejada em oito momentos pedagógicos, totalizando 16 h/aulas (50 minutos cada aula), destacados no Quadro 1.

Quadro 1- Resumo dos oitos momentos de ensino da UEPS sobre Campo e Campo Magnético.

Os Momentos de Ensino da UEPS		
Momentos	Estratégias	Objetivos
Sondagem Inicial	Questionário diagnóstico sobre estudo da natureza do conceito de campo.	Levantamento do conhecimento prévio sobre campo e campo magnético.
Situação problema a nível introdutório	Atividade experimental sobre a interação da matéria com o ímã.	Relacionar e representar por meio de desenhos as interações envolvidas.
Nova situação problema	Documentário (vídeo) e atividade sobre a Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra.	Relacionar o fenômeno natural com o campo magnético da Terra.
Situação problema a nível maior de complexidade	Aula expositiva/Reflexão sobre eletromagnetismo no dia a dia.	Reconhecer o eletromagnetismo no cotidiano e a explicação do fenômeno.
Promovendo a reconciliação integradora dos aspectos trabalhados	Realidade Aumentada das Linhas de Campo Magnético.	Representar e compreender por meio da simulação as respectivas linhas de campo magnético em três dimensões (3D).
Nova situação problema a nível maior de complexidade	Atividade experimental sobre Oersted e Faraday com o uso do simulador Phet.	Compreender a relação do conceito de campo na geração de corrente elétrica.
Avaliação final da aprendizagem	Elaboração de um mapa conceitual sobre o estudo do eletromagnetismo.	Relacionar os conceitos e fenômenos envolvidos no estudo do eletromagnetismo.
Avaliação da UEPS	Verbalizações dos alunos sobre a sequência didática e seu aprendizado.	Relatar sobre a UEPS de Campo e Campo Magnético.

Fonte: Elaboração própria (2018).

Cada momento presente resumidamente nesta sequência será apresentado detalhadamente a seguir com as devidas instruções de aplicação, objetivos da aula e as atividades relacionadas.

1

Sondagem Inicial Concepções de Campo

Objetivos

- Levantamento dos conhecimentos prévios sobre a concepção de Campo e Campo Magnético.

Atividades:

- Questionário Pré-diagnóstico sobre o estudo de Campo;
- Aula Expositiva sobre magnetismo com uso de slides.

- Professor iniciar explicando aos alunos o planejamento para as próximas aulas e o objetivo da UESPS.
- Em seguida propor aos alunos que respondam individualmente a atividade denominada *Pré-diagnóstico sobre o estudo de Campo* e após o término o professor recolherá e prosseguirá os estudos com aula expositiva em slides.

Professor, a atividade *Questionário Pré-diagnóstico* deve ser usado para o levantamento dos conhecimentos prévios dos educandos (subsunçores), propondo-se que o aluno expresse sua ideia de campo em diferentes situações a fim de possibilitar a exteriorização das representações internas.

- **Prosseguir os estudos do magnetismo com a aula expositiva em slides.**

Objetivo:

Ministrar a aula sobre o Magnetismo com intuito de fornecer subsídios para o segundo momento da sequência didática.

MAGNETISMO!

ÍMÃS NATURAIS E ARTIFICIAIS

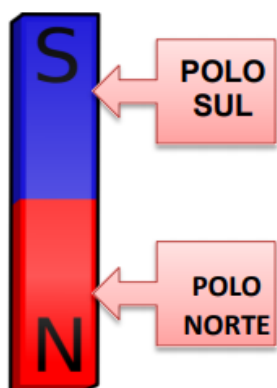


O ímã é capaz de atrair substâncias magnéticas como certos metais.

Ímãs Naturais – são encontrados na natureza, compostos por minério de ferro como a magnetita.

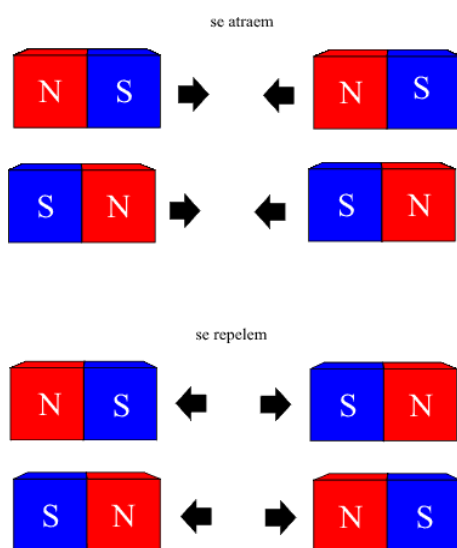
Ímãs Artificiais – são aqueles que adquirem propriedade magnética pela ação de um ímã natural ou pelo efeito magnético da eletricidade.

PÓLOS DOS ÍMÃS



Todo ímã apresenta duas regiões distintas, em que a influência magnética se manifesta com maior intensidade. Essas regiões são chamadas de polos do ímã. Esses polos possuem comportamentos diferentes na presença de outros ímãs, e são denominados Norte (N) e Sul (S).

PRINCÍPIO DE ATRAÇÃO E REPULSÃO



As forças de interação entre os pólos de dois ímãs podem ser constatadas quando aproximamos um do outro. Essas forças podem ser de atração ou repulsão. Dependendo dos pólos que interagem.

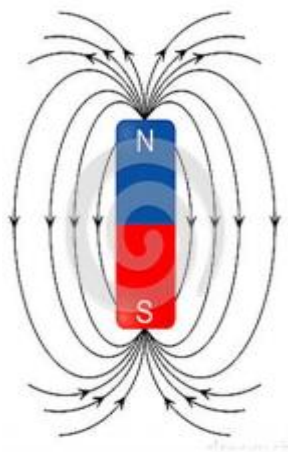
- **Polos magnéticos de nomes contrários se atraem.**
- **Pólos magnéticos de mesmos nomes se repelem.**

INDIVISIBILIDADE



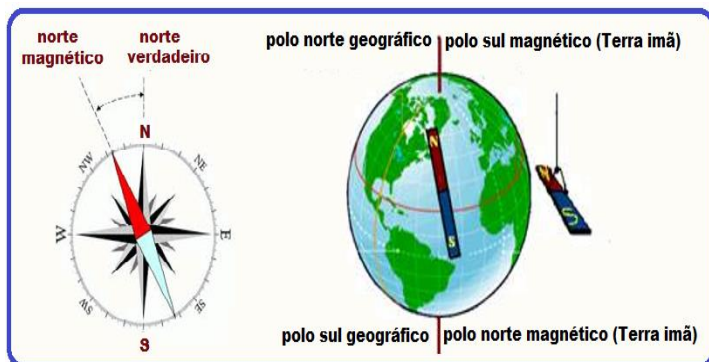
Os pólos de um ímã são inseparáveis.

CAMPO MAGNÉTICO



Assim como a força gravitacional e a força elétrica, a força magnética é uma interação à distância, ou seja, não necessita de contato. Dessa forma, associamos aos fenômenos magnéticos a ideia de campo, assim como nos fenômenos elétricos. Consequentemente, dizemos que um ímã gera no espaço ao seu redor um campo que chamamos de Campo Magnético (B).

A BÚSSOLA E A TERRA



A bússola é um ímã, assim como o planeta Terra. Todo ímã tem um pólo norte e outro sul, sendo que os opostos se atraem. Por isso, o pólo norte magnético da bússola (ponteiro pintado) aponta para o pólo sul magnético do planeta que, por coincidência, está perto do pólo norte geográfico da Terra.

AULA EM SLIDES SOBRE MAGNETISMO

Acesse e confira a aula por meio do link a seguir:

<https://drive.google.com/open?id=1It1e4Dgeo8pIuvcvQY1AGZCU7ukwqHGm>

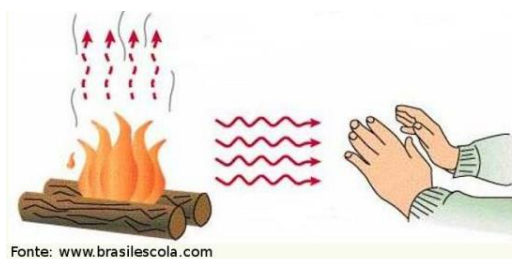
Ou efetuando a leitura do QR



QUESTIONÁRIO INICIAL - APÊNDICE 1

Prezado aluno, a respeito da natureza do conceito de campo, expresse a sua ideia contextos descritos a seguir. Você poderá fazer o uso de desenhos, diagramas, fórmulas etc. Expresse também suas dificuldades, se for o caso.

1. Um aluno, por curiosidade, realizou um experimento simples em sua casa após ter assistido uma aula de Física. Em uma chama acesa posicionou uma das mãos na lateral da vela e outra acima da vela. Tomando cuidado para não se queimar, procurou sentir o fluxo de calor em suas mãos. Você acha que uma mão aquecerá mais do que a outra? Faça também um desenho que represente o fluxo de calor.



Resposta:

Desenho:

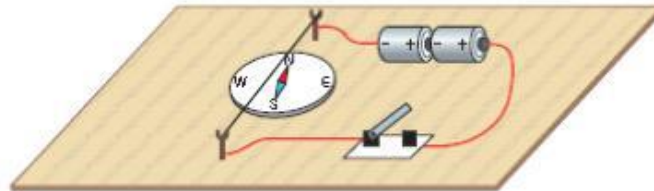
2. Dois corpos pequenos são carregados eletricamente, com cargas de sinais opostos. Colocando-os a uma distância em relação ao outro, qual seria a influência entre as cargas elétricas? Justifique sua resposta e faça também um desenho.



Resposta:

Desenho:

3. Sabe-se que a corrente elétrica, está presente em nossas casas, nas ruas, nos comércios, fazendo funcionar vários aparelhos elétricos. Por isso é importante conhecermos as propriedades dessa grandeza física (corrente elétrica). Veja o exemplo: ao conectarmos um fio condutor nos terminais de uma pilha ocorrerá a passagem de corrente elétrica (cargas elétricas). Você acha que a corrente elétrica no fio condutor poderá influenciar uma bússola colocada próximo ao fio condutor? Justifique sua resposta. Faça também um desenho justificando esses efeitos.

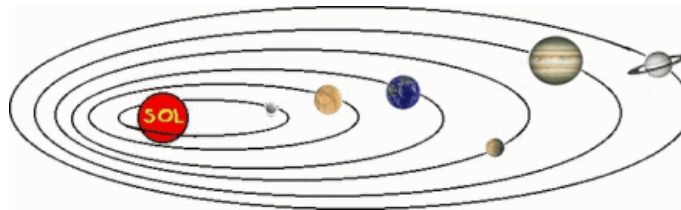


Resposta:

Desenho:



4. Graças ao conhecimento da Ciência, sabe-se que a Terra, juntamente com os outros planetas, satélites e os demais astros, orbitam entorno do Sol. Como você explicaria isso? Justifique sua resposta. Faça também um desenho representativo.

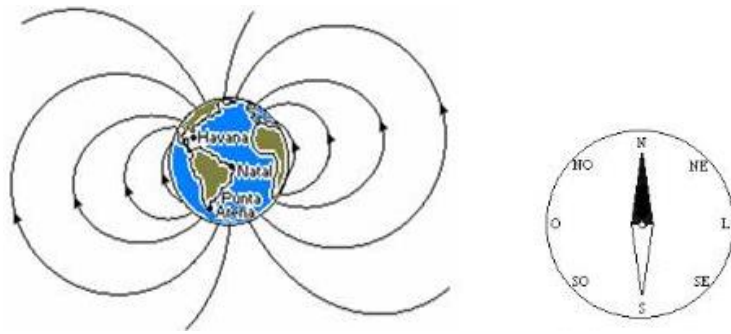


Resposta:

Desenho:



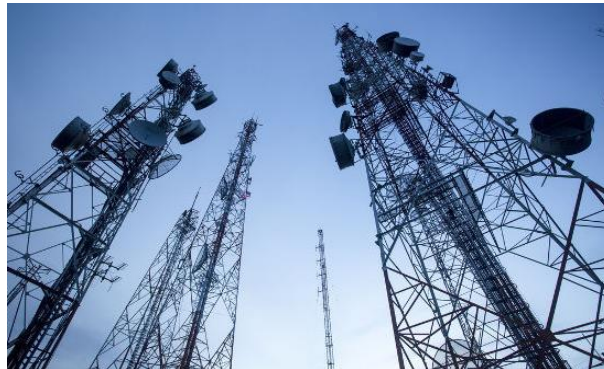
5. A bússola é um instrumento de localização usado desde a antiguidade e até os dias de hoje. Sabe-se que existem vários tipos de bússolas atualmente. Para a sua utilização é necessário saber como se baseia o seu funcionamento. Assim, como você explicaria este fenômeno ou represente – o se preferir.



Resposta:

Desenho:

6. Foi graças à descoberta das propriedades das ondas eletromagnéticas que hoje em dia podemos ouvir músicas ou notícias nos rádios, assistir a programas de TV, aquecer alimentos em micro-ondas, acessar à internet e mais uma infinidade de coisas. Você poderia descrever que ondas são essas. Faça também um desenho as representando.



Resposta:

Desenho:

ATIVIDADE ESTUDO DE CAMPO: QUESTIONÁRIO PRÉ-DIAGNÓSTICO

Acesse e confira a atividade por meio do link a seguir:

<https://drive.google.com/open?id=1TWIMsM2eIgX1D44tLgitDzFMvRGyPdRp>

Ou efetuando a leitura do QR



2

Situação Problema a Nível Introdutório Atividade Experimental

Objetivos:

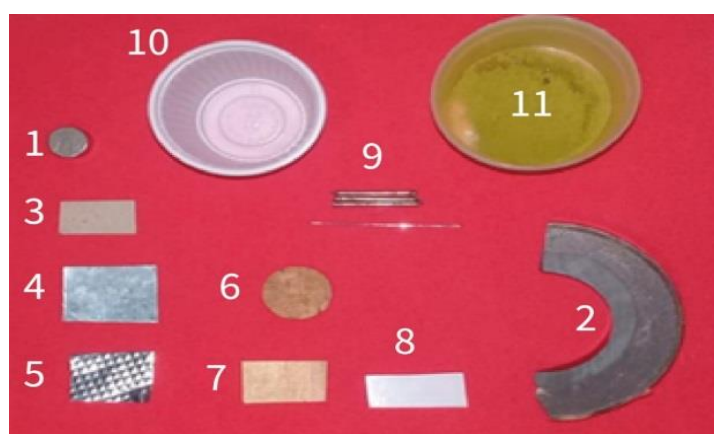
- Instigar os alunos a relacionar o novo conhecimento com o experimento e representar por meio de desenhos e a escrita às interações observadas.

Atividade:

- Atividade Experimental: Interação da Matéria com o Ímã.

- Revisar o conteúdo estudado para promover a recursividade.
- Em seguida entregar o *kit* com o roteiro da atividade experimental para cada um construir as experimentações, observar e responder as questões propostas no roteiro, fazendo uso de representações por meio de desenhos e escrita das interações observadas.

Figura 2: *Kit* experimental proposto.



Fonte: Elaboração própria (2018).

O *Kit* apresentado (Figura 2) é composto pelos seguintes materiais: *1- Ímãs pequenos, 2- Ímã médio; 3- papelão, 4- Zinco, 5- Alumínio, 6- cortiça, 7- Madeira, 8- Plástico, 9- Pregos pequenos e agulha, 10- Recipiente (plástico) e 11- Limalha de ferro.*

Kit e o roteiro em mãos vamos ao trabalho!

Para realizar a atividade experimental, o aluno deve construir e desenvolver o experimento podendo levar a caminhos e interações diferentes.



Dica: Dividir a turma previamente em grupos, se a turma possuir uma quantidade maior de alunos.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL - APÊNDICE 2

Interação da Matéria com Ímã – Magnetismo

Objetivo: Demonstrar que a interação, ou não, dos ímãs com os outros materiais está relacionada aos conceitos básicos do magnetismo.

Alguns materiais podem interagir com o ímã ou não?

Material do Kit Experimental

3 Ímãs Permanentes; Limalha de Ferro; 3 Pregos Pequenos; Zinco; Alumínio; Plástico; Madeira; Agulha; Cortiça; Recipiente; Fita Adesiva e papelão.

Procedimento Experimental

Pegue os materiais do Kit posicione-os bem separados sobre a mesa.

Utilize e guarde os materiais de acordo com as discussões.

Discussão do Experimento

1. Vários materiais foram oferecidos no kit. Dentre eles, quais podem interagir com o ímã? Como a interação ocorre? Faça também um desenho que represente a interação. (Exceto a limalha em pó).

Resposta:

Desenho:

2. Agora os materiais que não interagem, por que isso acontece?

Resposta:

Desenho:

3. Pegue o ímã e coloque em contato com um prego, encoste outro prego no primeiro, e outro no segundo. O que você observa? Faça também um desenho justificando esse fenômeno.

Resposta:

Desenho:

4. Agora pegue os ímãs e posicione-os a uma determinada distância e vá aproximando-os lentamente e repita novamente com a posição oposta de um dos ímãs. Como você explicaria o que está acontecendo? E represente com desenho.

Resposta:

Desenho:

5. Sobre a mesa coloque agora somente a plaquinha de zinco e por baixo do mesmo posicione o ímã. Será que é possível deslocar a plaquinha? Represente o que acontece com desenho.

Resposta:

Desenho:

6. Vamos construir uma bússola com alguns materiais oferecidos no kit. Primeiramente em um recipiente coloque água. Em seguida imante a agulha e atravesse na cortiça fixando-a com a fita adesiva. Não se esqueça das orientações dos pontos cardiais. Coloque sobre a água do recipiente e relate o que acontece? Represente também com um desenho.

Resposta:

Desenho:

7. Temos a limalha de ferro e coloque-a no recipiente. Posicione o ímã na superfície debaixo do recipiente e movimente lentamente. O que você está visualizando? Represente este fenômeno.

Resposta:

Desenho:

ATIVIDADE MAGNETISMO: INTERAÇÃO DA MATÉRIA COM O ÍMÃ

Acesse e confira a atividade por meio do link a seguir:
https://drive.google.com/open?id=1Z3Yny3f_rm3ZmkZjQ-xP08LO_VplUDUd
Ou efetuando a leitura do QR



3

Nova Situação Problema **Auroras Boreal e Austral e o campo** **Magnético da Terra**

Objetivo:

- Trabalhar as questões relacionadas ao fenômeno natural da Aurora Boreal, Austral e Campo Magnético da Terra.

Atividades:

- Vídeo documentário sobre o tema;
- Aula Expositiva sobre as Auroras Boreais e Austrais;
- Leitura e compreensão de texto.

- A aula deve ser iniciada com a retomada de ideias e conceitos trabalhados em aulas anteriores, dando oportunidade à exposição dos conhecimentos dos alunos sobre o fenômeno das Auroras Boreais e Austrais.

- Em seguida o professor apresentará o vídeo documentário sobre a Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra, com o intuito de reforçar as aulas anteriores.

- Após a exibição do vídeo seguirá com a aula expositiva com o auxílio dos slides o professor fará uma explanação dos conceitos físicos envolvidos no fenômeno das Auroras.

- Ao finalizar a aula expositiva o professor poderá entregar à turma um texto com a notícia atual sobre descoberta de uma nova Aurora Boreal, propondo que os alunos respondessem a três perguntas relacionando ao vídeo e a à aula expositiva.

Auroras: Como funciona esse espetáculo da natureza?

AURORAS BOREAIS E AUSTRALS



A cor da Aurora depende de qual átomo é atingido e da altitude da colisão.



Esse fenômeno não acontece só na Terra. Ele também pode ser observado em outros planetas do nosso sistema solar, como Marte, Saturno, Vênus e Júpiter.

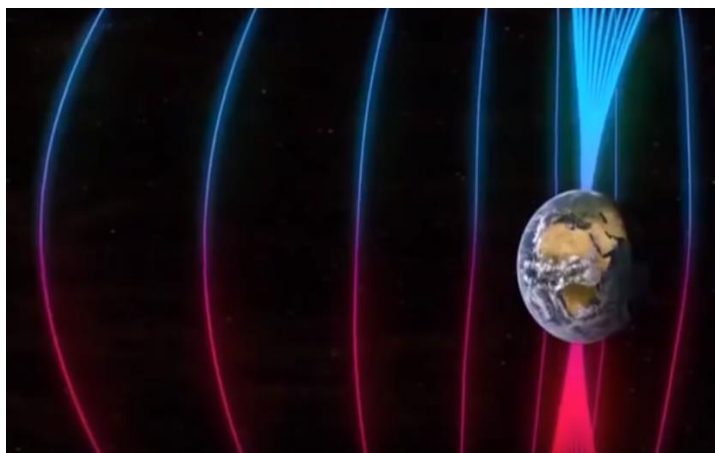
AULA EM SLIDES SOBRE AURORAS E CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA

Acesse e confira a atividade por meio do link a seguir:
<https://drive.google.com/open?id=15igZuKKvChmgJ1DYSFM1CdSG516SRyRR>
Ou efetuando a leitura do QR



Professor, o objetivo agora é promover a recursividade das aulas anteriores com a exibição do vídeo documentário.

Figura 3: Documentário Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=diMTrhgl5Es> (2018).



Dica: Você pode exibir as seguintes sugestões de vídeos documentários em razão da fonte citada não estar disponível:
<https://www.youtube.com/watch?v=nkAdYtYJzXg>
<https://www.youtube.com/watch?v=Sdx0JbWDx50>

SUGESTÕES DE VÍDEOS

Acesse e confira os vídeos por meio do link a seguir:

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

<https://www.youtube.com/watch?v=Sdx0JbWDx50>



Ou efetuando a leitura do QR



ATIVIDADE DE LEITURA DE TEXTO - APÊNDICE 3

AURORA BOREAL, AUSTRAL E CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA ROTEIRO EXPERIMENTAL

Um novo tipo de Aurora Boreal foi descoberta (e seu nome é STEVE).

Essa formação celeste foi estudada por cientistas da NASA, que revelam se tratar de uma inusitada e completamente nova forma de subaurora.

Existe apenas um tipo de pessoa no mundo: aquelas que são fascinadas por auroras boreais. Perdoe-nos pela arrogância, caro leitor, mas é impossível não se encantar pelo fenômeno que pinta o céu com várias cores. Tem gente que gosta tanto que até sai por aí caçando a ocorrência de auroras boreais, como é o caso de um grupo amador da cidade de Calgary, no Canadá. Certa vez, em uma dessas expedições, a equipe avistou uma nova faixa roxa e brilhante no céu, que se movia em forma de arco. Aquele fenômeno era diferente de tudo que já tinham visto e decidiram nomeá-lo de STEVE.

Essa formação celeste foi estudada por cientistas da NASA, que revelam se tratar de uma inusitada e completamente nova subaurora. A descoberta foi publicada no periódico científico *Science Advances*.

“Em essência, STEVE é uma espécie de cortina estreita e geralmente fraca de luz em tons claros de malva [cor pertencente à faixa do violeta e magenta] ao sul da aurora primária – ou ao norte, se estivermos no Hemisfério Sul –, alcançado o horizonte de leste a oeste. Na maior parte das vezes, STEVE aparece de forma sutil, mas ela já foi avistada algumas vezes brilhando muito”, afirmou um porta-voz do grupo amador ao portal IFLScience.

O nome STEVE foi escolhido para ser mais fácil de se referir ao fenômeno, ao invés de falar dele em termos físicos e científicos.

Mesmo após a análise dos cientistas da NASA, STEVE pode manter seu nome. Até porque ele foi transformado em um acrônimo para “Strong thermal emission velocity enhancement”, algo pode ser traduzido em português para “Fortalecimento da velocidade de emissão térmica forte”.

O grupo de caçadores de auroras registrou imagens de STEVE na província canadense de Alberta durante os anos de 2015 e 2016. STEVE também já foi avistada na Nova Zelândia, Escócia e em alguns estados do norte dos Estados Unidos.

Os amadores enviaram seus registros aos cientistas da NASA, que utilizaram satélites para observar diretamente a velocidade do fluxo iônico e a temperatura de íons e elétrons presentes no fenômeno.

As Auroras na maior parte das vezes, são causadas por partículas carregadas liberadas da atmosfera acima do sol. Elas vêm em alta velocidade e são fragmentadas em pedaços menores na

camada da magnetosfera. Ao liberar energia, são criadas cores verdes, vermelhas e roxas que se arrastam pelo céu. Esses fenômenos são mais passíveis de serem vistos nos polos magnéticos da Terra.

De acordo com o estudo publicado no Science Advances, a estrutura de STEVE é um pouco diferente. Essa subaurora é um tipo raro em que seus íons se movem de uma maneira inusitada, e não no tradicional formato oval.

Segundo o autor do estudo, a descoberta ampliou o conhecimento sobre auroras e a magnetosfera terrestre, pois indica que o fenômeno acontece em latitudes mais baixas do que antes se acreditava ser possível.

Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2018/03/um-novo-tipo-de-aurora-boreal-foi-descoberta-e-seu-nome-e-Steve.html>>. Acesso em 23/04/2018.

Prezado aluno, agora com os conhecimentos adquiridos durante a aula, com a apresentação do documentário Aurora Boreal, Austral e o Campo Magnético da Terra, a aula expositiva sobre a Aurora e a leitura da notícia da descoberta de uma nova Aurora Boreal responda as perguntas a seguir:

1. Tente explicar como ocorrem esses fenômenos naturais (Auroras)?

2. Com relação ao fenômeno da Aurora Boreal e Austral, você acha que podem acontecer somente na Terra? Justifique.

3. Que relação existe entre as erupções solares, as auroras e o campo magnético da Terra?

ATIVIDADE AURORA BOREAL, AUSTRAL E CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA

Acesse e confira a atividade por meio do link a seguir:
<https://drive.google.com/open?id=1F054R2sXqznLeSmjZQPICSJ5ghh1Xi9y>
Ou efetuando a leitura do QR



4 Nível Maior de Complexidade Mito ou Verdade?

Objetivos:

- Reconhecer o eletromagnetismo no cotidiano e a explicação do fenômeno.

Atividades:

- Atividade Eletromagnetismo em Nossas Vidas;
- Aula Expositiva sobre o tema.

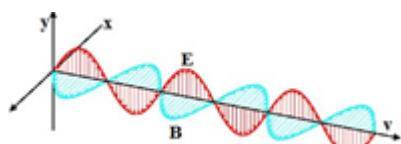
- Professor iniciar a aula com a atividade *Eletromagnetismo em Nossas Vidas*, propondo que o aluno responda às perguntas sobre mitos ou verdades a respeito do eletromagnetismo no cotidiano. Recomenda-se que respondam individualmente cada questão.

- Ao finalizar, a atividade deve ser entregue ao professor para prosseguir com a aula em slides.

- Após a aula expositiva, os alunos terão a oportunidade de refazer a atividade utilizando os novos conhecimentos adquiridos.



SERÁ QUE É MITO OU VERDADE?



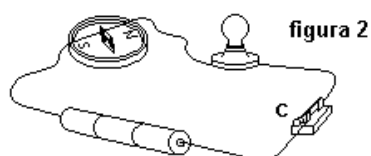
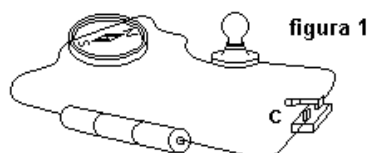
Professor a atividade elaborada para este momento permite recursividade e em sua sequência apresenta progressividade.

Depois de realizada a atividade e entregue ao professor, vamos dar continuidade aos estudos de alguns outros conceitos importantes.

Campo magnético? Vamos aprender!

EXPERIÊNCIA DE OERSTED

Até 1820, os fenômenos do magnetismo eram estudados de forma independentes dos fenômenos elétricos. Nesse ano, o físico e professor dinamarquês Hans Christian Oersted montou um circuito elétrico e observou que, ao fechar a chave e passar corrente pelo circuito, a bússola sofria um desvio, indicando que a corrente elétrica podia criar um campo magnético.

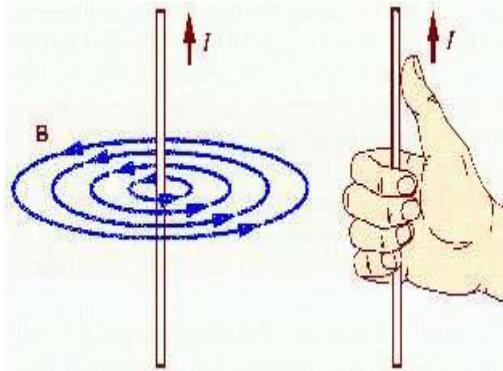


Hanz Oersted

Cargas elétricas em movimento criam, numa região do espaço próximo a ela, um campo magnético, além de campos elétricos

FONTES DO CAMPO MAGNÉTICO

FIO RETILÍNEO E LONGO



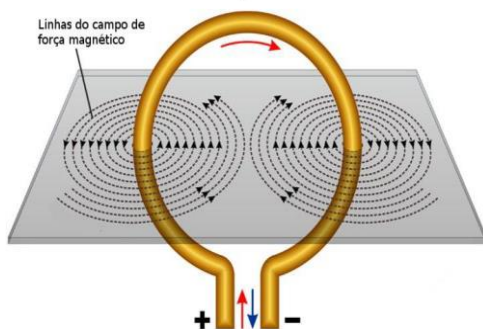
Ampère

A lei de Ampère nos permitiu determinar o módulo do campo magnético. Ela nos diz que “o vetor campo magnético é tangente às linhas do campo magnética”. Assim a tangente às linhas do campo magnético será a direção dele, e a intensidade do campo será dada pela equação:

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot d}$$

Onde d é a distância do fio até um ponto da linha do campo, e μ_0 é a constante de permeabilidade magnética do vácuo que vale $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$.

ESPIRA CIRCULAR



A intensidade é denominada pela seguinte

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot R}$$

Onde: R é o raio da espira.

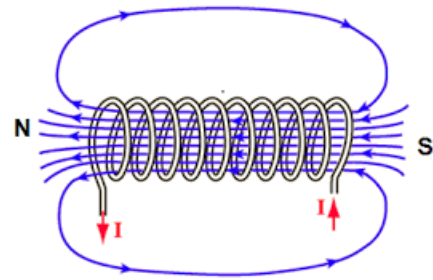
SOLENÓIDE

O campo magnético gerado em um solenóide possui as seguintes características:

- no interior do solenóide consideramos o campo magnético como sendo uniforme, portanto, as linhas de indução são paralelas entre si.

- quanto mais comprido for o solenóide, mais uniforme será o campo magnético interno e mais fraco o campo magnético externo.

Para o campo magnético uniforme no interior do solenóide teremos um vetor indução em qualquer ponto interno do solenóide, portanto, como se trata de um vetor, ele terá intensidade, direção e sentido.



A intensidade do campo magnético no interior de um solenóide é obtido através da seguinte equação:

$$B = \frac{\mu \cdot i \cdot n}{l}$$

Unidade B: Tesla (T)

Onde: μ é a permeabilidade magnética do meio no interior do solenóide e N/L representa o número de espiras por unidade de comprimento do solenóide.

Direção e Sentido de \vec{B}

O sentido das linhas de campo magnético é determinado pela regra da mão direita.

Representação do Campo Magnético em Fio Retilíneo

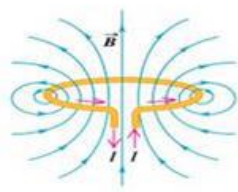


⊙ Grandeza orientada do plano para o observador (saindo do plano)

⊗ Grandeza orientada do observador para o plano (entrando no plano)

Espira

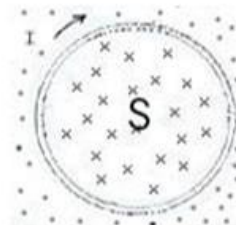
Visto em perspectiva



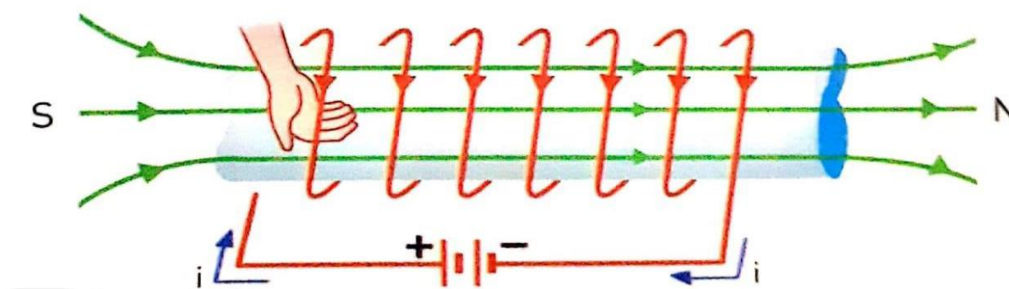
Corrente no sentido anti-horário



Corrente no sentido horário



Solenóide



A direção do campo magnético de um solenoide é paralela ao seu eixo e o seu sentido é determinado pela regra da mão direita.

AULA EM SLIDES ELETROMAGNETISMO E CAMPO MAGNÉTICO

Acesse e confira a atividade por meio do link a seguir: Disponível em:
https://drive.google.com/open?id=1ilFpw-MwtY3yJmHJvDokL4JXYHIO_IS
 Ou efetuando a leitura do QR



ELETROMAGNETISMO EM NOSSAS VIDAS - APÊNDICE 4

Atividade: Mito ou Verdade?

1. Energia elétrica sem fio pode prejudicar alguém?
Mito () Verdade ()
2. O uso prolongado do telefone celular ou a exposição contínua a fortes campos eletromagnéticos podem causar sérios problemas de saúde?
Mito () Verdade ()
3. Gestantes podem e fazem o exame de Ressonância Magnética?
Mito () Verdade ()
4. O uso do forno micro-ondas pode causar danos à saúde?
Mito () Verdade ()
5. Existem pessoas magnéticas?
Mito () Verdade ()
6. Colocar um ímã perto do HD pode estragá-lo?
Mito () Verdade ()
7. A exposição ao campo magnético é prejudicial à saúde?
Mito () Verdade ()
8. Quando aproximamos ímãs de uma TV pode danificá-la?
Mito () Verdade ()

ATIVIDADE ELETROMAGNETISMO E CAMPO MAGNÉTICO

Acesse e confira a atividade por meio do link a seguir:

<https://drive.google.com/open?id=1kxvhdB8W1W7VY3dH0LXTTZ5oyA3r2pIv>

Ou efetuando a leitura do QR



5 Reconciliação Integradora dos Aspectos Trabalhados Realidade Aumentada (RA)

Objetivos:

- Apresentar as respectivas linhas de campo magnético em três dimensões (3D) com o uso do recurso tecnológico RA e abordar os conceitos estudados em aula anteriores.

Atividades.

- Utilização de recursos de Realidade Aumentada;
- Atividades sobre Magnetismo e Campo Magnético.

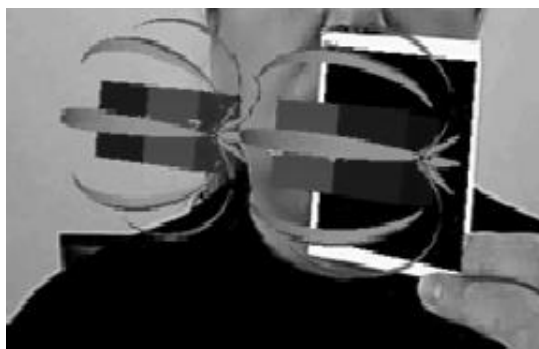
ETAPA 1

- No início, deve-se propor que o aluno desenhe as linhas de campo magnético para cada situação: *ímã em barra, ímã em forma cilíndrica, campo magnético em fio retilíneo e espira.*

- Em seguida, apresentar e utilizar a tecnologia de **Realidade Aumentada**, a partir do aplicativo Augmented Reality para que os alunos em interação com os objetos possam visualizar e conhecer as linhas de campo magnético em três dimensões de cada situação proposta.

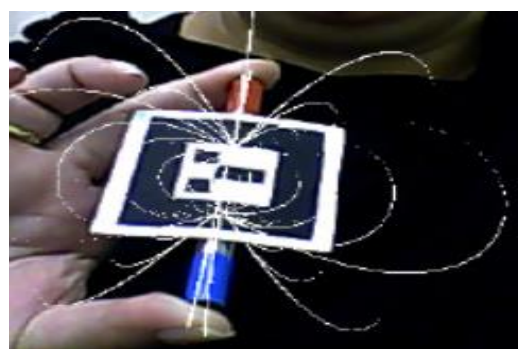
Os quatro objetos de aprendizagem em RA propostos à construção das linhas de campo magnético em três dimensões com os seus respectivos marcadores fiduciais encontra-se a seguir:

Figura 4: Os objetos em RA com as respectivas linhas de campo magnético e os marcadores fiduciais.



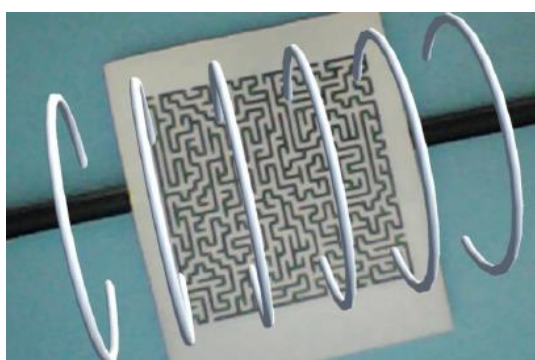
Ímã em barra e as linhas de Campo Magnético

(a)



Ímã cilíndrico e as linhas de campo magnético

(b)



Fio condutor e as respectivas linhas de campo magnético (c)



Espira condutora e as respectivas linhas de campo magnético (d)

Fonte: MACEDO, *et al.* (2011), Ribeiro, Siqueira e Macedo (2014), Elaboração própria, a partir da imagem disponível no aplicativo em RA, capturadas no dia 10 de julho de 2019.

ATENÇÃO: Os objetos de aprendizagem do campo magnético do ímã em barra e cilíndrico são para o uso em computador e os de campo magnético em fio condutor e espira é para o uso em smartphones.

As instruções de aplicação do recurso tecnológico Realidade Aumentada estão disponíveis na página 197 e a atividade elaborada está disponível na página 201.

ETAPA 2

- Responder as perguntas de acordo com os conteúdos estudados a promover a reconciliação integradora.

Professor, o propósito desta atividade é que o aluno tenha uma ideia mais próxima do real a respeito das linhas de campo magnético em três dimensões (3D) e compreenda também como se gera o campo magnético.

SOBRE RECURSO TECNOLÓGICO REALIDADE AUMENTADA

APÊNDICE 5

Professor, seguem as instruções de aplicação do recurso tecnológico Realidade Aumentada dos quatro objetos de aprendizagem usados para a visualização das linhas de campo magnético.

CAMPO MAGNÉTICO DO ÍMÃ EM FORMA DE BARRA

Para baixar e instalar o aplicativo.

- Acesse o Google Drive disponível no link¹⁵ e busque pelo nome do aplicativo SACRA, pelo seu computador.

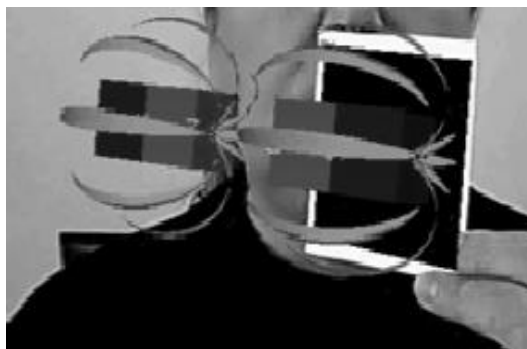
Para usar o aplicativo.- Você pode baixar e imprimir o marcador, disponibilizado na página do Google Drive, acesse o link¹⁶:

- Clique com o botão direito na pasta Sacra para fazer o *download* e extrair o arquivo.
- Busque pelo arquivo Sacra abra-o e clique em Sacra. Em seguida escolha o tamanho da saída e confirme.
- Agora aponte a câmera do seu computador os três marcadores fiduciais a sua identificação na seguinte ordem:
 - Aponte o marcador 1 a câmera para enquadrá-la ao aparecer a bolinha.
 - Mantenha o marcador 1 posicionado e agora aponte o marcador 2 a câmera para enquadrá-la ao aparecer outra bolinha.
 - Retire o marcador 2 e aponte o marcador 3 a câmera ao ser enquadrado irá aparecer a ilustração do ímã com as respectivas linhas de campo magnético e interaja na tela movimentando-a.

¹⁵ Acesse o link: https://drive.google.com/open?id=1vujogY1G4_O8cONwO51CqPI8HCoxeHxb,

¹⁶ Acesse o link <https://drive.google.com/file/d/12ZB5obxli8Gbs6YOi7mpYnMD8Q7tzAsh/view>

Figura 1: Objeto em RA com as respectivas linhas de campo magnético e os marcadores fiduciais (Ímã em barra e as linhas de Campo Magnético)



Fonte: MACEDO, *et al.* (2011)

CAMPO MAGNÉTICO DO ÍMÃ CILÍNDRICO

Para baixar e instalar o aplicativo.

- Acesse o Google Drive disponível no link¹⁷ abaixo e busque pelo nome do aplicativo Campo Magnético.

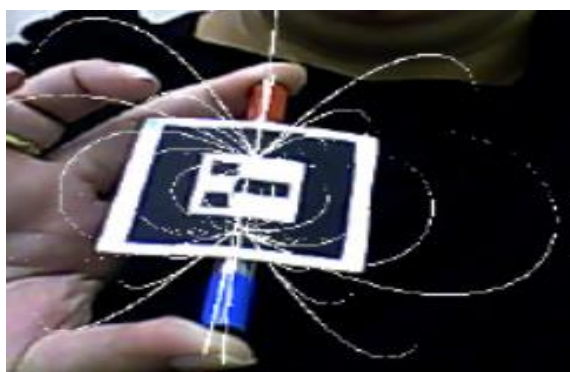
Para usar o aplicativo.

- Você pode baixar e imprimir o marcador, disponibilizado na página do Google Drive¹⁸.
- Clique com o botão direito na pasta campo magnético para fazer o download e extrair o arquivo.
- Busque pelo arquivo campo magnético e abra-o e abra a pasta Bin.
- Busque por Register-filtre e em seguida por Simple VRML e escolha o tamanho da saída e confirme.
- Agora aponte a câmera do seu computador ao marcador fiducial e enquadra-o e ao aparecer a ilustração com a junção do objeto real (ímã) com o mundo virtual interaja na tela movimentando-a.

¹⁷ Acesse link: https://drive.google.com/open?id=1vujogY1G4_O8cONwO5lCqPI8HCoxeHxb

¹⁸ Acesse o link: <https://drive.google.com/file/d/12ZB5obxli8Gbs6YOi7mpYnMD8Q7tzAsh/view>

Figura 2: Objeto em RA com as respectivas linhas de campo magnético e os marcadores fiduciais (Ímã cilíndrico e as linhas de campo magnético)



Fonte: RIBEIRO, SIQUEIRA e MACEDO (2014)

CAMPO MAGNÉTICO EM FIO CONDUTOR RETILÍNEO

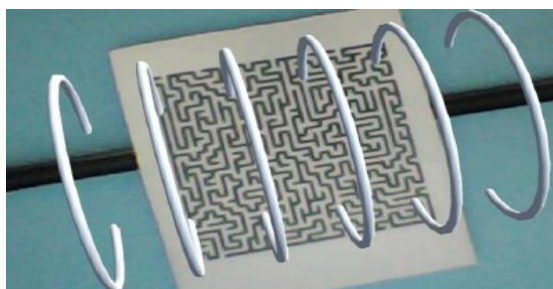
Para baixar e instalar o aplicativo

- Acesse o Google Drive disponível no link¹⁹, pelo seu smartphone.
- Aceite a permissão de instalação do aplicativo.

Para usar o aplicativo.

- Imprima os marcadores disponibilizados no link²⁰ do Google Drive.
- Abra o aplicativo e aponte a câmera do seu smartphone de modo a enquadrá-la no marcador em junção com o objeto real (fio condutor), e desfrute das simulações das linhas de campo magnético em fio condutor retilíneo.

Figura 5: Objeto em RA com as respectivas linhas de campo magnético e os marcadores fiduciais (Fio condutor e as respectivas linhas de campo magnético)



Fonte: Elaboração própria, a partir da imagem disponível no aplicativo em RA, capturadas no dia 10 de julho de 2019.

¹⁹ Acesse o link: <https://drive.google.com/file/d/1Mv5J4Po4B7DJqVyxmdcA0ontMdyZS5RV/view?usp=sharing>

²⁰ Acesse o link: <https://drive.google.com/file/d/12ZB5obxli8Gbs6YOi7mpYnMD8Q7tzAsh/view>

CAMPOMAGNÉTICO EM ESPIRA CONDUTORA

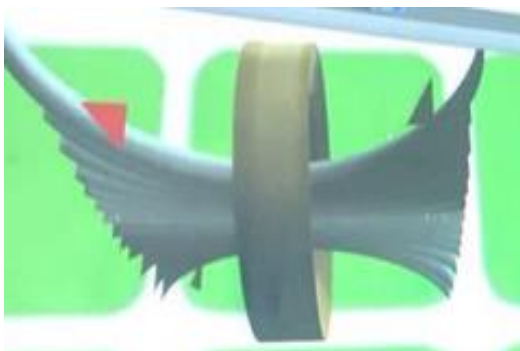
Para baixar e instalar o aplicativo

- Acesse o Google Drive disponível no link²¹, pelo seu smartphone.
- Aceite a permissão de instalação do aplicativo.

Para usar o aplicativo.

- Imprima os marcadores disponibilizados no Google Drive²²
- Abra o aplicativo e aponte a câmera do seu smartphone de modo a enquadrá-la no marcador, e desfrute das simulações das linhas de campo magnético em espira condutora.

Figura 6- Objeto em RA com as respectivas linhas de campo magnético e os marcadores fiduciais (Espira condutora e as respectivas linhas de campo magnético)



Fonte: Elaboração própria, a partir da imagem disponível no aplicativo em RA, capturadas no dia 10 de julho de 2019.

²¹ https://drive.google.com/file/d/1SDhhttFSZvsd3wgRafgEU_YOf4cPSqC9/view?usp=sharing

²² Acesse o link: <https://drive.google.com/file/d/12ZB5obxli8Gbs6YOi7mpYnMD8Q7tzAsh/view>

ATIVIDADE SOBRE LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO

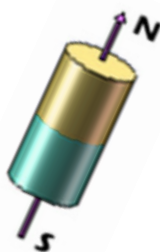
APÊNDICE 6

1. Prezado aluno, represente as linhas de campo magnético B em cada caso:

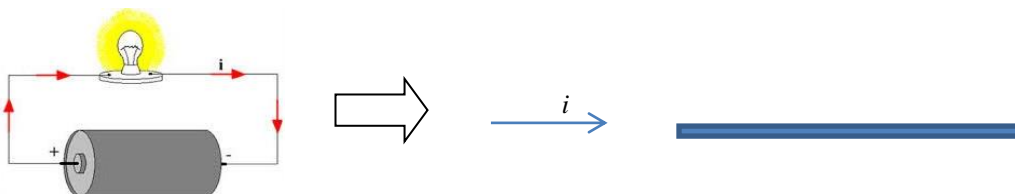
Ímã em Forma de Barra



Ímã em Formato Cilíndrico

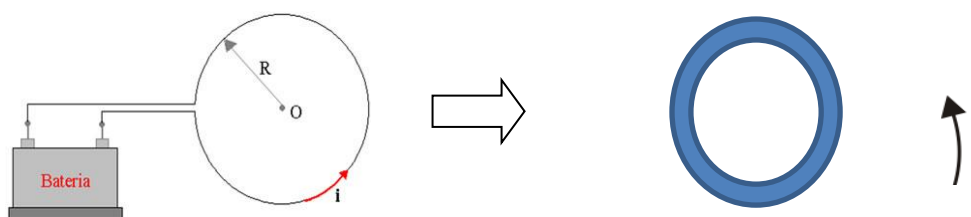


Corrente Elétrica em Fio Retilíneo



(fio retilíneo)

Corrente Elétrica em Espira



(corrente em espira)

2. Após o estudo sobre o campo magnético e o uso do recurso tecnológico Realidade Aumentada, compare seu desenho com a representação computacional e responda:

a) Um Campo magnético está numa _____ em volta de um ímã onde acontece(m) interação(ões) magnética(as).

() linha () uma região

b) Em um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica surge _____ variando radialmente e _____ com _____.

() uma força elétrica; tridimensionalmente; a distância

() um campo magnético; tridimensionalmente; a distância

c) Representamos o campo magnético em um ponto no espaço por um vetor denominado _____ ou, vetor campo magnético, representado por _____.

() vetor indução magnética; B () \vec{E} vetor eletromagnético; E \rightarrow

d) Tratando-se de um campo de origem magnética, denominamos _____, toda linha que, em cada ponto, é _____ ao vetor campo magnético e é orientada _____.

() linha de indução; perpendicular; no seu sentido

() linha de indução; tangente; no seu sentido

e) _____ são uma simples representação gráfica da orientação do vetor campo magnético em certa região do espaço.

() Os espaços entre as linhas de campo () As linhas de indução

f) O _____ e o _____ são radiais. Já o _____ é mais complexo. Gauss mostrou que não existem _____ livres, i.e., não existem monopolos. Haverá sempre um pólo _____ positivo formando par com um pólo _____ negativo.

() campo gravitacional; campo elétrico; campo magnético; pólos magnéticos; magnético; magnético

() campo magnético; campo elétrico; campo gravitacional; pólos elétricos; magnético; elétrico

ATIVIDADE LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO

Acesse e confira a atividade por meio do link a seguir:

https://drive.google.com/open?id=19xrZunXH1_-n4D_sXZJmwLRuqHYT2Ict

Ou efetuando a leitura do QR



Nova Situação Problema a Nível Maior de Complexidade Simulação Experimental

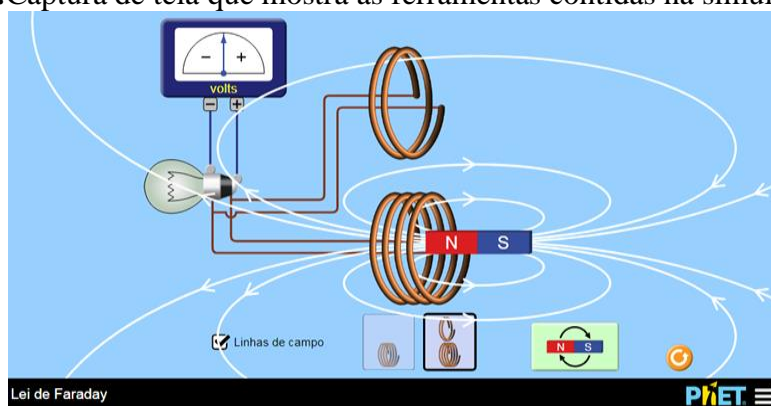
Objetivos:

- Compreender a relação do conceito de campo na geração de corrente elétrica.

Atividades:

- Experimento Simulador *Phet* – Lei de Faraday.

Figura 5: Captura de tela que mostra as ferramentas contidas na simulação.



Fonte: <https://phet.colorado.edu>.

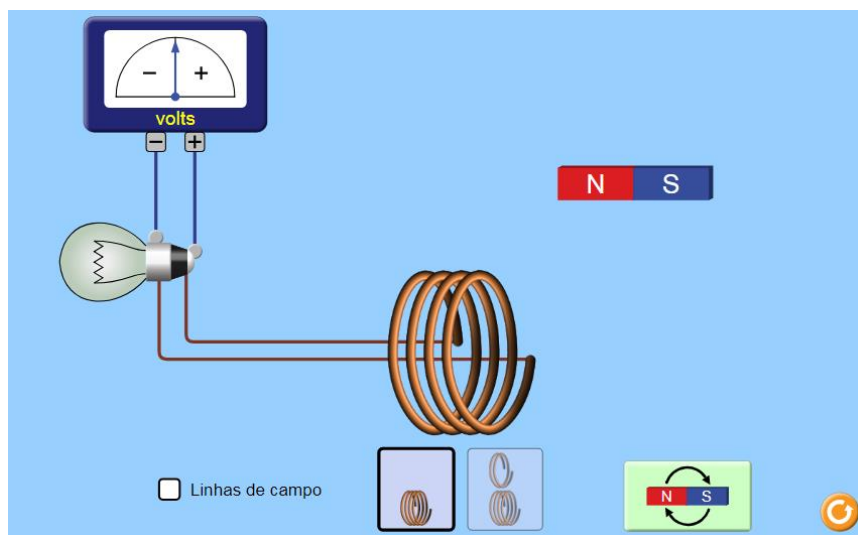
- Iniciar a aula apresentando o simulador virtual do *Phet* e as instruções para a sua utilização.
- Em seguida, propor aos alunos seguir as instruções do roteiro experimental *Lei de Faraday* e responder as questões focalizando os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Professor, a atividade experimental permite que os alunos ao explorarem os simuladores verifiquem que ao variar um ímã próximo à espira, ocorre a variação no fluxo magnético que produz eletricidade. E também compreendam além dos conceitos e leis físicas a relação deles em seu cotidiano, consolidando seu aprendizado.

As instruções para a utilização do simulador *Phet* encontram-se na página 208.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL: SIMULADOR PHET – LEI DE FARADAY

APÊNDICE 7



Fonte: Phet (2018)

Prezado aluno, dando continuidade ao estudo sobre campo magnético realize o procedimento experimental proposto com o uso do simulador *Phet* e responda:

1- Coloque o ímã próximo a espira e movimente-o no seu interior. O que você conclui? Justifique a sua resposta.

2-Agora coloque o ímã em repouso em relação a espira. O que você conclui? Justifique a sua resposta.

3- Invertendo o pólo do ímã coloque-o próximo a espira e movimente-o no seu interior. O que você conclui? Justifique a sua resposta.

4- Realize o procedimento anterior posicionando o ímã mais longe. O que você conclui? Justifique a sua resposta.

5- Se repetir todos os passos com menor quantidade de espira o que acontecerá? Justifique a sua resposta.

6- Se você fosse criar uma lei baseada em suas conclusões experimentais, como seria. Enuncie sua lei a seguir:

SIMULADOR PHET – LEI DE FARADAY

Acesse e confira o simulador *Phet* por meio do link a seguir:
https://drive.google.com/open?id=19xrZunXH1_-n4D_sXZJmwLRuqHYT2Ict
Ou efetuando a leitura do QR



ATIVIDADE EXPERIMENTAL: SIMULADOR *PHET* – LEI DE FARADAY

Acesse e confira o simulador *Phet* por meio do link a seguir:
https://drive.google.com/open?id=1-0VqDDTv9c51fKD-B4O_dJD8n39DUz3H
Ou efetuando a leitura do QR

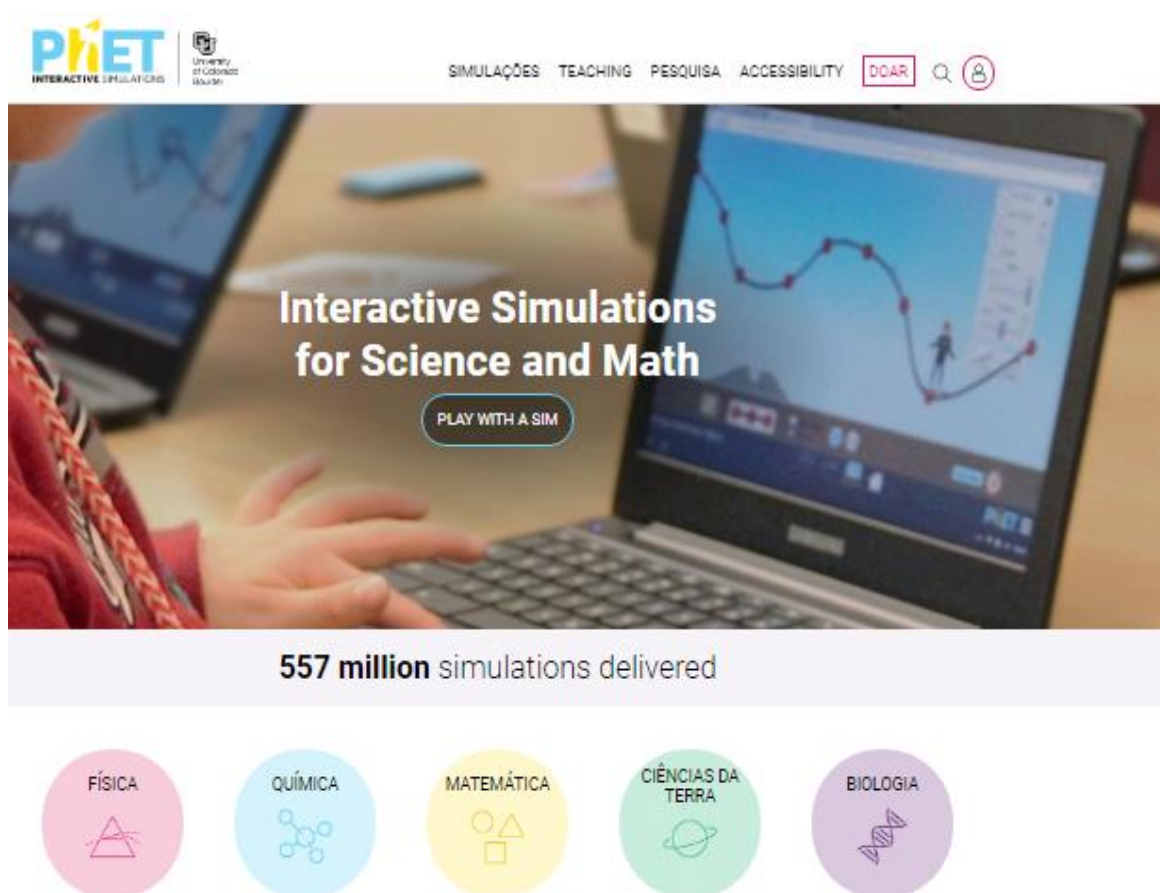


TUTORIAL SOBRE O SIMULADOR PHET – LEI DE FARADAY

APÊNDICE 8

A Universidade do Colorado (EUA) desenvolveu o Projeto Simulações Interativas *PHET*, o qual fornece inúmeras simulações sob Licença Creative Commons – Atribuição 3.0 – e da Licença Pública Geral Creative Commons GNU (Creative Commons GNU General Public License). O usuário pode escolher qualquer das duas opções, no entanto, ambas exigem licença em atribuir o trabalho a: simulações Interativas PHET – Universidade do Colorado – <http://phet.colorado.edu>. Essas simulações são livremente usadas e redistribuídas por qualquer pessoa física e estão disponíveis em português no site [//phet.colorado.edu/pt_BR](http://phet.colorado.edu/pt_BR). O *PHET* disponibiliza simulações em java (ou .jar) para disciplinas das áreas de conhecimentos da ciência da natureza e matemática.

Abrindo o site, o usuário visualizará a seguinte página:



The image shows the PhET Interactive Simulations website homepage. At the top left is the PhET logo with the text 'INTERACTIVE SIMULATIONS' and 'University of Colorado Boulder'. To the right are navigation links: 'SIMULAÇÕES', 'TEACHING', 'PESQUISA', 'ACCESSIBILITY', and a 'DOAR' button. Below the navigation is a large banner image of a person's hands typing on a laptop. The laptop screen displays a graph with a red curve and a person walking. Overlaid on the banner is the text 'Interactive Simulations for Science and Math' and a button that says 'PLAY WITH A SIM'. Below the banner, it says '557 million simulations delivered'. At the bottom of the page, there are five circular icons representing different subjects: FÍSICA (Physics), QUÍMICA (Chemistry), MATEMÁTICA (Mathematics), CIÊNCIAS DA TERRA (Earth Sciences), and BIOLOGIA (Biology).

Fonte: *Phet* (2019)

Na página inicial, apresenta os ícones para o acesso do usuário a escolher as simulações que pretende lecionar por disciplinas: física, química, matemática, ciência da terra e biologia. Além disso, poderá abranger por nível de ensino, o qual encontrará as simulações agrupadas em quatro categorias: primário, ensino fundamental, ensino médio e universidade, e também por dispositivos, apresentando duas opções: iPad/Tablet e Chromebook.

Caso o professor deseje, poderá registrar e ter acesso aos manuais e atualizações que são enviadas por e-mail do usuário cadastrado. Porém, é possível acessar as simulações sem se cadastrar. Além do acesso pelo ícone apresentado na página inicial, poderá acessar as simulações clicando na opção “simulações”, escolha a disciplina “Física”, abrirá a seguinte página:

The screenshot displays the PhET website interface for Physics simulations. At the top, there is a navigation bar with the PhET logo (University of Colorado Boulder) on the left and links for 'SIMULAÇÕES', 'TEACHING', 'PESQUISA', 'ACCESSIBILITY', 'DOAR', and a search icon on the right. A left sidebar menu lists various physics topics: Movimento, Som & Ondas, Trabalho, Energia & Potência, Calor & Termodinâmica, Fenômenos Quânticos, Luz & Reflexão, Eletricidade, Ímãs & Circuitos. The main content area is titled 'Física' and features a grid of 24 simulation icons, each with a title in Portuguese. The titles are: Adição de Vetores, Ajuste de Curva, Alongamento UNA, A HARMÔNIA, Atrito, Balançando, Balões e Eletricidade Estática, Balões e Impulso, Espectro de Corpo Negro, Cálculo no Gráfico, Campo Elétrico das Serras, Capacitor, Campos e Campos, Circuito Batema-Hewlett, Condutividade, Controle Quântico Ótico, Desvio da Luz, Decaimento Alfa, and Desvio da Luz (repeated).

Fonte: Phet (2019)

Apresentará 107 simulações relacionadas nessa disciplina agrupadas em cinco categorias (movimento, som e ondas, trabalho, energia e potência, calor e termometria, fenômenos quânticos, luz e radiação, eletricidade, ímãs e circuitos) para facilitar a procura do simulador desejado.

Clicando a opção “Eletricidade, Ímãs e Circuitos”, o usuário será encaminhado para a seguinte página:

The screenshot shows the PhET website interface. At the top left is the PhET logo (University of Colorado Boulder). The top navigation bar includes links for SIMULAÇÕES, TEACHING, PESQUISA, ACCESSIBILITY, and a search icon. The main heading is 'Física > Eletricidade, Ímãs & Circuitos'. On the left, a sidebar menu lists physics topics, with 'Eletricidade, Ímãs & Circuitos' selected. The main area displays a grid of 18 simulation thumbnails, each with a title and a small PhET logo. The thumbnails include: Lei de Coulomb, Laboratório do Capacitor: Básico, Kit para Montar Circuito DC - Lab Virtual, Kit para Montar Circuito DC, Cargas e Campos, Balões e Eletricidade Estática, Capacitor, Kit de Construção de Circuito (AC+DC), Ímã e Bússola, Ímã e Eletroímã, Gerador, Moedas no Campo Elétrico, Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday, Lei de Faraday, John Travolta em um Campo Elétrico, Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos, Lei de Ohm, and Ferras de Bateria.

Fonte: Phet (2019)

O simulador utilizado nesse produto educacional é o denominado “Lei de Faraday”, a décima quarta opção de simuladores, como mostra a figura. Para usar esse simulador, basta o professor seguir as orientações contidas na atividade experimental do quinto momento, nesse produto educacional.

Portanto, essas simulações devem ser aplicadas em sala de aula, auxiliando o professor na discussão dos conteúdos relacionados e contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem.



Avaliação Final da Aprendizagem

Objetivos:

- Relacionar os conceitos e fenômenos envolvidos no estudo do eletromagnetismo.

Atividade:

- Mapa Conceitual /Nuvem de palavras.

- Iniciar com uma conversa breve com os alunos sobre os conceitos abordados nas aulas anteriores, procurando sanar alguma possível dúvida.
- Após a conversa utilizar uma técnica de dinâmica de grupo, denominada **brainstorming** ou tempestade de ideias, que irá direcionar a construção do **mapa conceitual**, ou seja, estimular o aluno a expor palavras ou conceito-chaves estudados ao longo das aulas sobre o tema eletromagnetismo.
- Propor aos alunos individualmente construir um mapa conceitual contendo os conceitos expostos com a dinâmica brainstorming.
- Avaliar os mapas pelos critérios do povoamento conceitual.

Na página 219, encontra-se um texto de apoio que poderá ser utilizado antes desta atividade, lembrando algumas dicas de como elaborar um mapa conceitual. Na página 213, encontra-se um tutorial de como elaborar uma nuvem de palavras.

A Figura 6 apresenta um mapa conceitual de referência elaborado pela autora com os principais conceitos no estudo do eletromagnetismo e na Figura 7 encontra-se a nuvem de palavras resultante.

TUTORIAL SOBRE NUVEM DE PALAVRAS - WORDART

APÊNDICE 9

O WordArt é uma ferramenta que permite a criação de nuvens de palavras a partir de textos fornecidos pelo usuário. O site pode ser acessado a partir do endereço <https://wordart.com/>.

O uso da maioria dos recursos não requer uma conta no site. Para ter acesso a mais recursos, é necessário cadastrar-se gratuitamente.

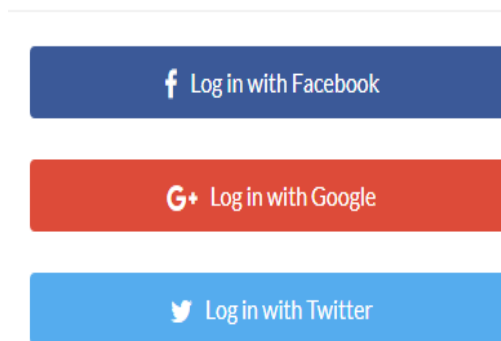
➤ Criando uma conta

Para criar uma conta no site, acesse o endereço apresentado anteriormente e clique no botão Sign Up. Para se cadastrar com seu e-mail, preencha os campos Username, com o nome de usuário desejado, Email, com sua conta de e-mail, e Password, com a senha desejada.

The image shows the login interface of the WordArt website. At the top, there is a navigation bar with the WordArt logo and links for GALLERY, PRICING, and COMMUNITY. To the right of the navigation bar are three buttons: CREATE (green), SIGN UP (blue), and LOGIN (grey). Below the navigation bar is a large heading 'Log in'. Underneath the heading is a form with two input fields: 'Username or Email' and 'Password'. To the right of the 'Password' field is a vertical line with the word 'OR' next to it. To the right of the 'OR' line are three social media login buttons: 'Log in with Facebook' (dark blue), 'Log in with Google' (red), and 'Log in with Twitter' (light blue). Below the 'Username or Email' field is a 'Forgot password?' link. At the bottom of the form is a large blue 'Log in' button. Below the 'Log in' button is a 'Remember me' checkbox.

Fonte: wordart (2019)

Caso opte por cadastrar-se utilizando suas redes sociais, clique no botão referente à rede desejada.



Fonte: wordart (2019)

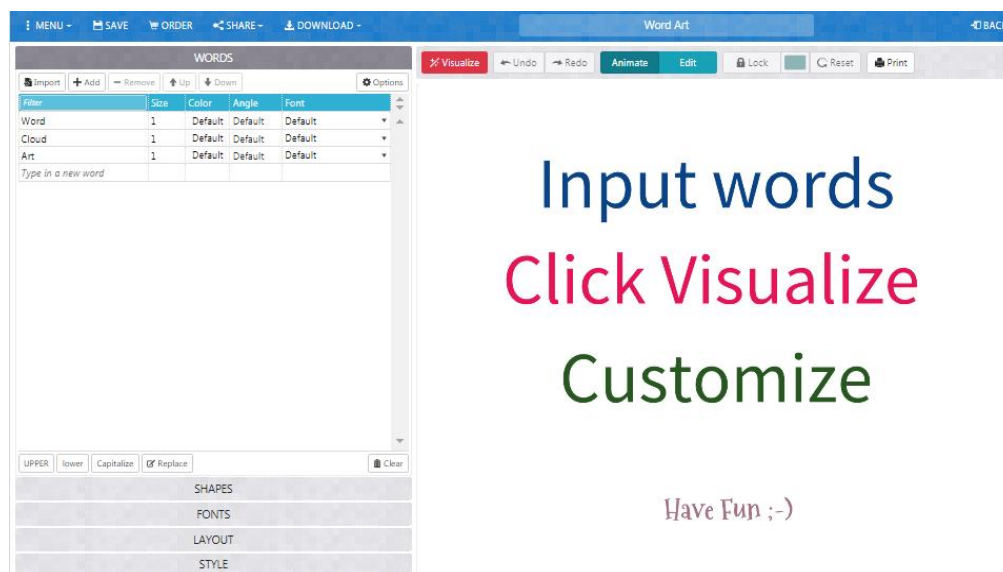
➤ **Criando uma nuvem de palavras**

Para criar uma nuvem de palavras, clique no botão Create.

A screenshot of the WordArt website's login page. At the top, the 'WORDART' logo is on the left, followed by navigation links for 'GALLERY', 'PRICING', and 'COMMUNITY'. On the right, there are three buttons: 'CREATE' (green), 'SIGN UP' (blue), and 'LOGIN' (grey). Below the navigation is the 'Log in' heading. The login form consists of two input fields: 'Username or Email' and 'Password'. Below the password field is a link for 'Forgot password?'. A large blue 'Log in' button is positioned below the form. To the right of the form, separated by a vertical line and the word 'OR', are three social login buttons: Facebook, Google, and Twitter, identical to the ones shown in the previous image. At the bottom left of the form, there is a 'Remember me' checkbox.

Fonte: wordart (2019)

Em seguida, será exibida uma tela com diferentes opções de edição.



Fonte: wordart (2019)

A tabela exibida no menu Words é para a configuração do texto que compõe a nuvem. Por configuração padrão, as palavras “Word” e “Art” aparecem no preenchimento dos campos.

Na coluna Filter, você pode inserir as palavras desejadas para compor a nuvem. Basta clicar em cima de uma palavra já inserida para trocá-la, ou em type in a new word para inserir uma nova palavra.

Na coluna Size, você define o peso que cada palavra terá na nuvem, isto é, atribui uma importância para ela dentro da nuvem, aumentando seu tamanho. Basta clicar nas linhas dentro dessa coluna e substituir o peso 1 para o valor desejado.

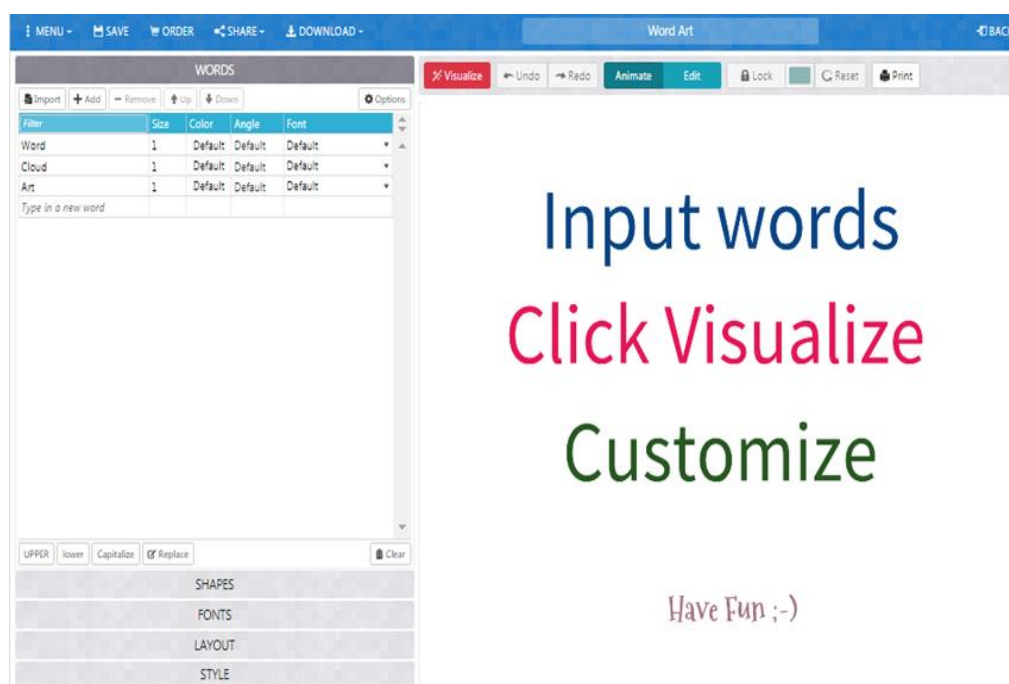
Na coluna Color, todas as linhas estarão preenchidas com a opção Default, o que significa que as cores destas palavras na nuvem serão escolhidas de maneira aleatória pela ferramenta. Para alterar a cor, clique em Default.

Em seguida, uma caixa para selecionar a cor será exibida. No retângulo dentro desta caixa, mova o marcador para cima ou para baixo para escolher uma nuance de cor. No retângulo, mova o marcador para escolher uma tonalidade dentro desta nuance. Após selecionar a cor desejada, clique em Apply.



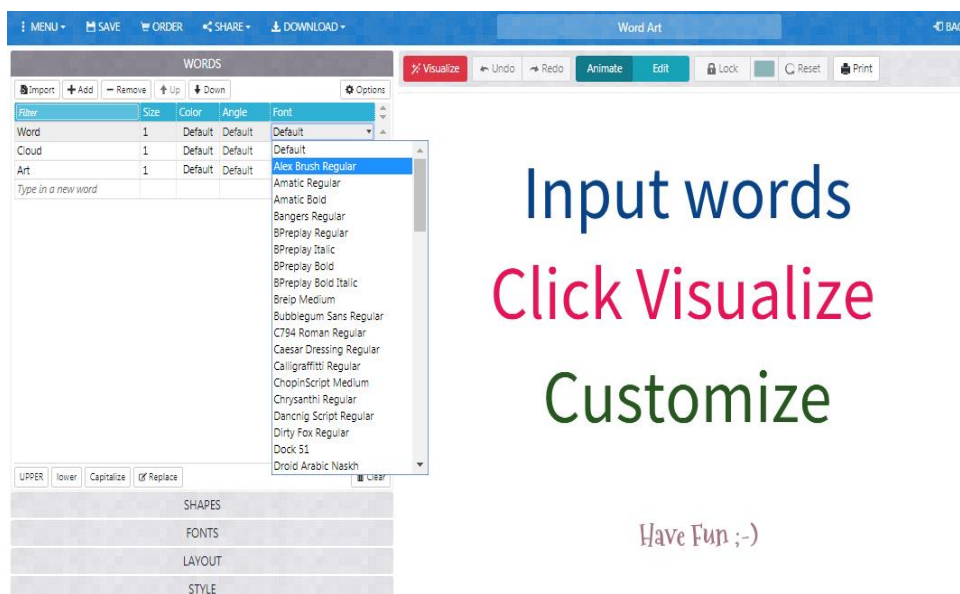
Fonte: wordart (2019)

Na coluna Angle, é possível definir o ângulo em que a imagem será disposta na nuvem, ou seja, a palavra é rotacionada de acordo com o valor inserido. Clique nas linhas dentro dessa coluna para definir o ângulo desejado. Caso não queira definir um ângulo, as palavras serão dispostas de forma aleatória.



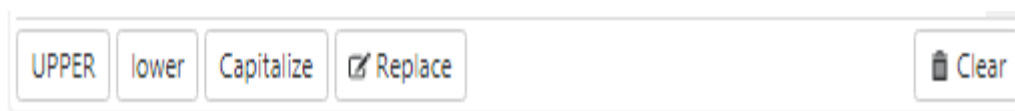
Fonte: wordart (2019)

Na coluna Font, você pode escolher a fonte que cada palavra será exibida na nuvem. Basta clicar em Default e escolher uma fonte entre as opções disponíveis na lista.



Fonte: wordart (2019)

Os botões exibidos na imagem abaixo se encontram ao final da tabela. Ao clicar em UPPER, todas as palavras ficarão em caixa alta, enquanto lower altera a configuração para que elas fiquem em caixa baixa. A opção Capitalize deixa todas as palavras começando com letra maiúscula. Caso deseje manter as palavras da maneira que foram digitadas por você, não clique em nenhuma das opções. O botão Clear apaga todo o conteúdo da tabela.



Fonte: wordart (2019)

A ferramenta WordArt também possui outras configurações. Nos botões acima da tabela, é possível adicionar ou excluir palavras e move-las para cima ou para baixo. Ao clicar em Add, você adiciona novos espaços em branco para inserir palavras, enquanto clicando em Remove você exclui espaços em branco ou palavras selecionadas. Para mover uma palavra para cima ou para baixo, selecione a palavra desejada e clique em Up (acima) ou Down (abaixo).

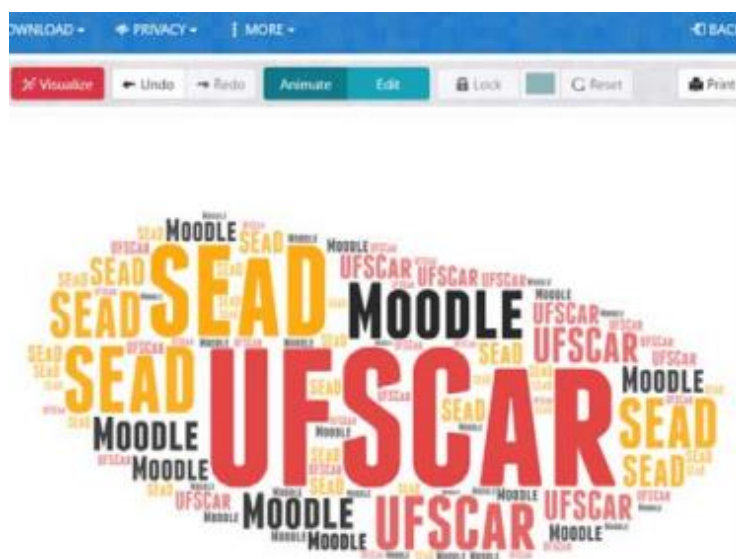


Fonte: wordart (2019)

O botão Import possibilita a inserção de textos em sua nuvem. Na caixa de texto que se abre, é possível digitar ou colar um texto.

Como o WordArt é configurado apenas para o Inglês, é aconselhável desmarcar as caixas Remove common words (Remover palavras comuns) e Stemming (Reduzir palavras flexionadas). Lembrando que você também pode excluir manualmente as palavras indesejadas depois. Caso deseje remover os números do texto, mantenha a caixa Remove numbers marcada. Clique em Import words para importar o texto.

Agora, clique em Visualize para ver como ficou a sua nuvem.



Fonte: wordart (2019)

Caso tenha criado uma conta e não sejam necessárias outras alterações nas configurações de sua nuvem, clique no botão Save, no canto superior esquerdo da tela.



Fonte: wordart (2019)

➤ Para mais informações sobre as ferramentas disponíveis no Wordart acesse: <https://inovaeh.sead.ufscar.br/wp-content/uploads/2019/04/Tutorial-WordArt.pdf>.

COMO ELABORAR UM MAPA CONCEITUAL

APÊNDICE 10

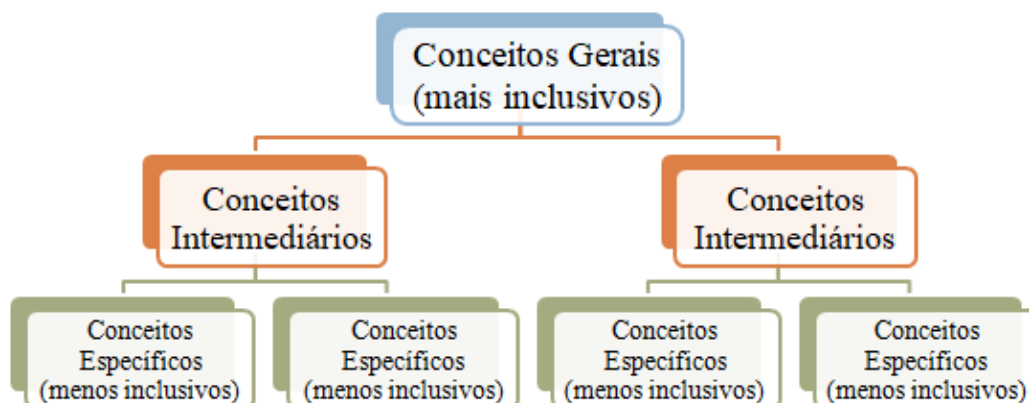
De modo geral, mapas conceituais funcionam como diagramas capazes de apresentar relações significativas entre os conceitos para um determinado assunto, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. Por sua utilidade no que se refere à integração, reconciliação e diferenciação de conceitos,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

❖ Dicas para elaborar um mapa conceitual

- Identifique os conceitos-chave do conteúdo que você irá mapear e organize-os em uma lista;
- Ordene seus conceitos de forma hierárquica, colocando o(s) mais geral(is)/mais inclusivo(s) no topo de seu mapa, agregando os demais conceitos gradualmente até completar seu diagrama;
- Busque conectar os conceitos com o uso de setas e palavra(s) de ligação(ões) com o objetivo de explicitar a relação entre os conceitos;
- É possível adicionar exemplos ao seu mapa conceitual, desde que inseridos logo abaixo dos conceitos correspondentes;
- Lembre-se: não há uma forma única e correta de se traçar um mapa conceitual. Ele é um instrumento dinâmico que se modifica à medida que você avança em seu aprendizado.

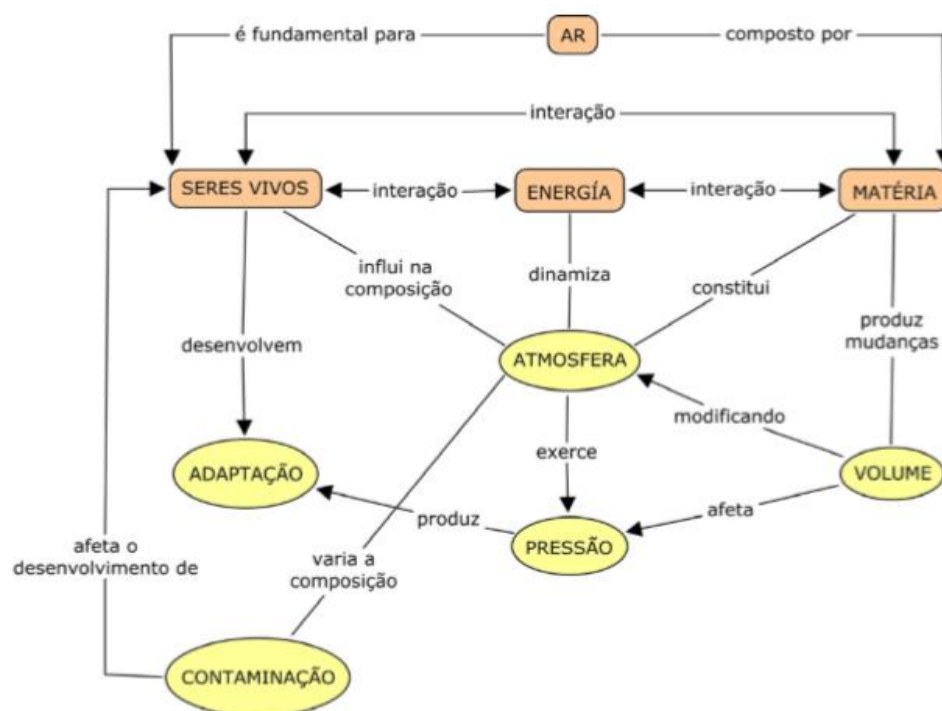
Observe a seguir um modelo hierárquico de um mapa conceitual e um bom exemplo de mapa para você se inspirar:

Modelo hierárquico de um mapa conceitual



Fonte: Adaptado de MOREIRA e MASINI (2001)

Exemplo de um mapa conceitual



Fonte: MOREIRA (2010)

Professor estimule os alunos a compartilharem seus mapas com os colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados (MOREIRA, 2010).

Dica: Há aplicativos especialmente desenhados para a construção de mapas conceituais. O mais conhecido deles é o Cmap Tools: <http://cmap.ihmc.us>



Avaliação da UEPS

Objetivos:

- Relatar sobre a UEPS de Campo e Campo Magnético.

Atividades:

- Avaliação da UEPS.

Neste momento, sugere-se a realização de uma avaliação oral sobre o trabalho desenvolvido, a fim de que os alunos exponham suas opiniões sobre a UEPS aplicada e sobre as atividades desenvolvidas.

A manifestação dos alunos poderá ser gravada em áudio, ou por meio de questionário com questões abertas ou fechadas.

Este é o nosso último encontro!

Parabéns por terem chegado até aqui e espero que as aulas anteriores e as atividades realizadas tenham lhes auxiliado bastante em seu aprendizado.

Obrigado!

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton, 1963.

AZUMA, T. R. A Survey of Augmented Reality. Hughes Research Laboratories 3011 Malibu Canyon Road, MSRL96, Malibu, 1997. Disponível em: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>. Acessado em 16 jul. 2017.

CAVALCANTE, R. S. et al. Aplicação de Realidade Aumentada Móvel para Apoio ao Ensino de Crianças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – CBIE, 5., 2016, Minas Gerais. Anais [...], Minas Gerais, 2016. p. 691-700. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6992/4866>. Acesso em: 10 out. 2019.

DE VEGA, M. (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial. p. 562.

JOHNSON-LAIRD, P. *Mental Models*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

KIRNER, C.; KIRNER, T.G. *Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada*, cap.1. Marcos Wagner S. Ribeiro, Ezequiel Roberto Zorzal - organizadores. – Uberlândia - MG, Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Uberlândia-MG, 2011. “Livro do pré-simpósio, XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality”. Disponível em: http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf. Acesso em: 05 nov. 2019.

MACEDO, S. H.; BIAZUS, M. C. V.; FERNANDES, F. A. Ensino do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Barra Utilizando Recursos de Realidade Aumentada. *Informática na Educação: teoria e prática*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 158, jan./jun. 2011.

MOREIRA, M. A. Ausubel Aprendizagem Significativa um Conceito Subjacente. *Psicologia da Educação*, 2011.

_____. *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS*. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

_____. *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: E.P.U., 1999. Disponível em: http://www.ptce2.iff.edu.br/moodle/file.php/135/material_de_aula/Teorias-deprendizagem-Marco-Antonio-Moreira.pdf. Acesso em: 20 julh. 2017.

_____. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

_____. Modelos Mentais. (Mental models). *Investigações em Ensino de Ciências – v1(3)*, p.193-232, 1996. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID17/v1_n3_a1.pdf. Acesso: 13 jun. 2017.

MOREIRA, M.A. e BUCHWEITZ, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.) (1997). Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44.

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

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender a Aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J.D. (1981). Uma Teoria de Educação. São Paulo, Pioneira. Tradução de M.A. Moreira do original A theory of education. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1977.

RIBEIRO, A. A. S., SIQUEIRA, A. B., MACEDO, S H. Realidade Aumentada Aplicada ao Ensino e Aprendizagem do Campo Magnético de um Ímã em Forma de Ferradura. RENOTE. In: Revista Novas Tecnologias na Educação, 2014. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote>. Acesso em: 03 mar. 2018.

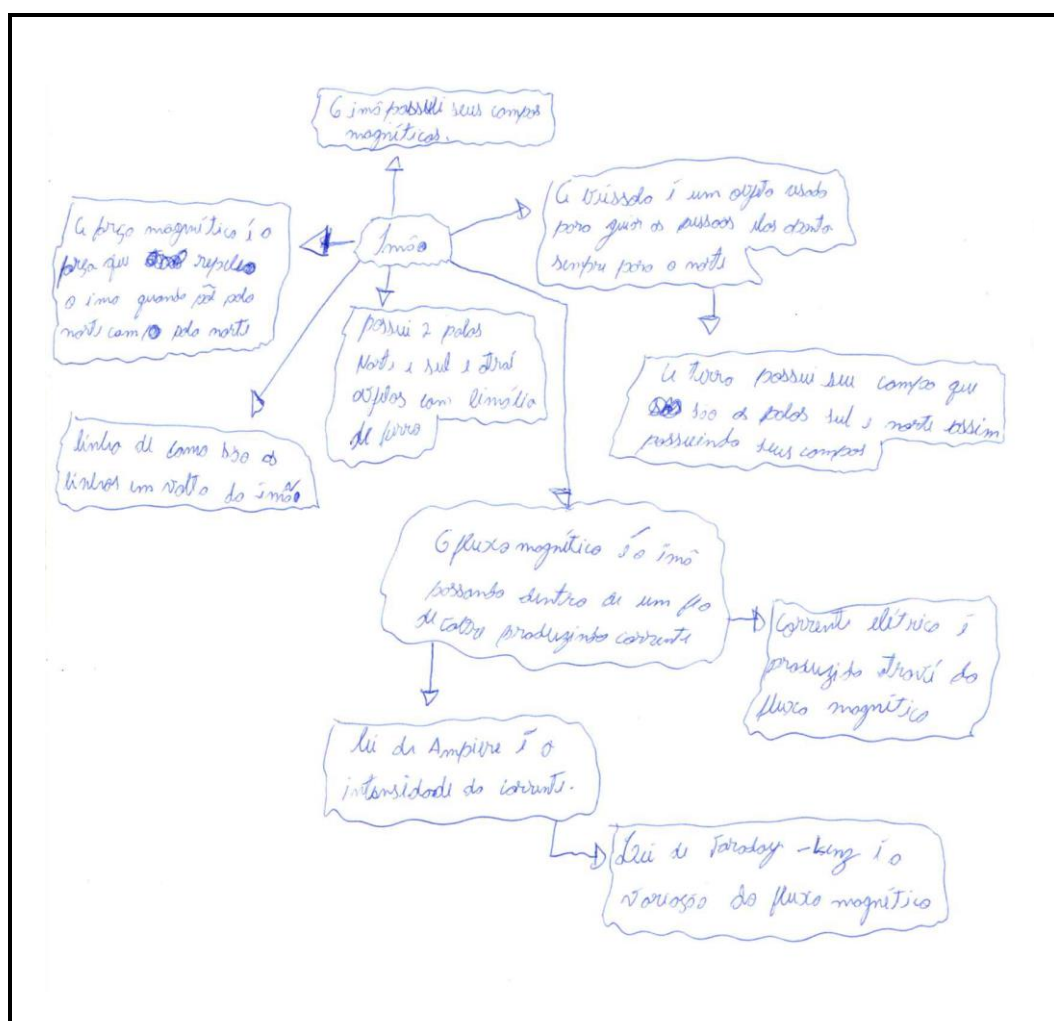
STERNBERG, R.J. (1996). Cognitive Psychology. Forth Worth, TX, Harcourt Brace College Publishers.

Anexos

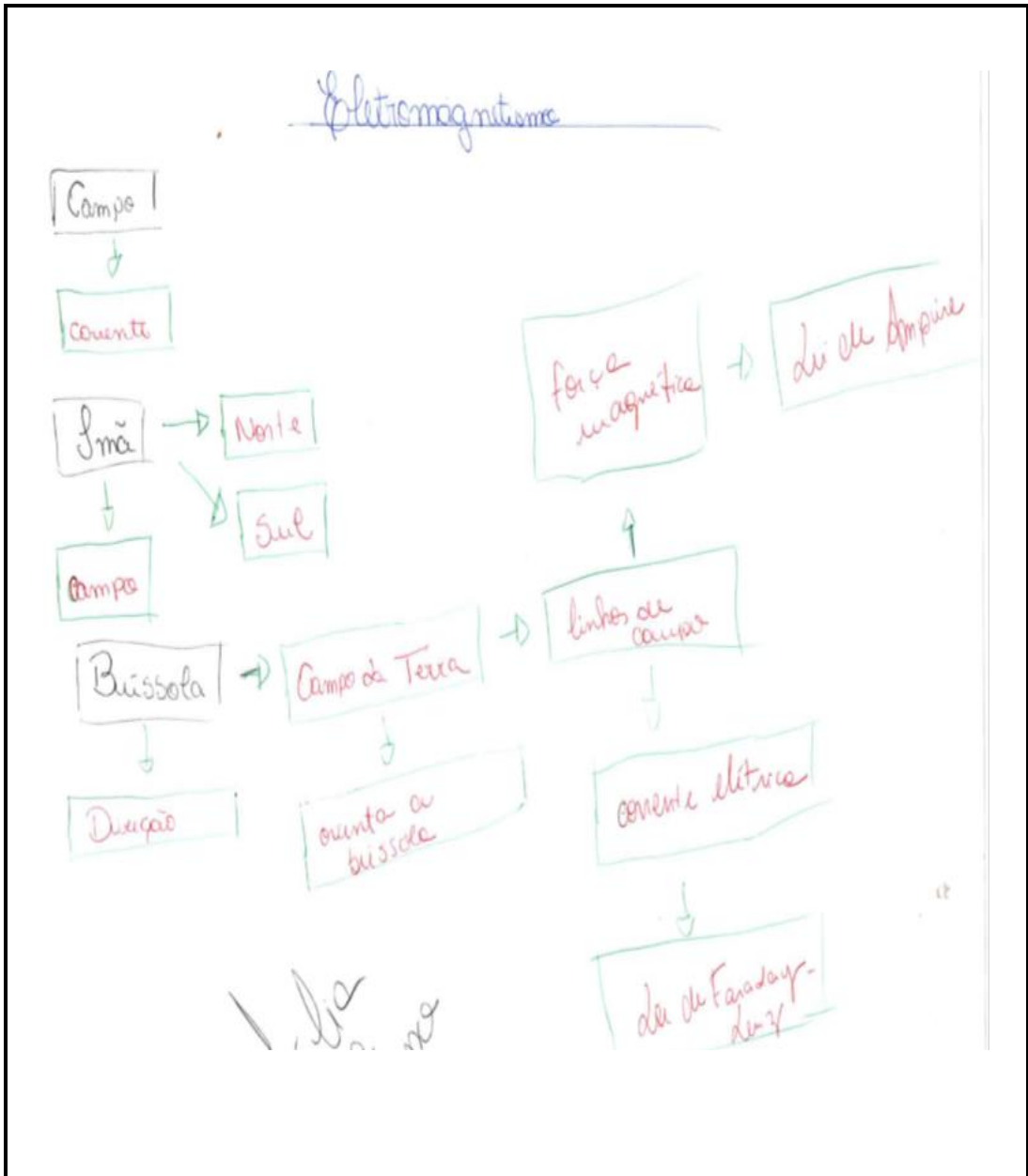
OS MAPAS CONCEITUAIS ELABORADOS PELOS ALUNOS

ANEXO I

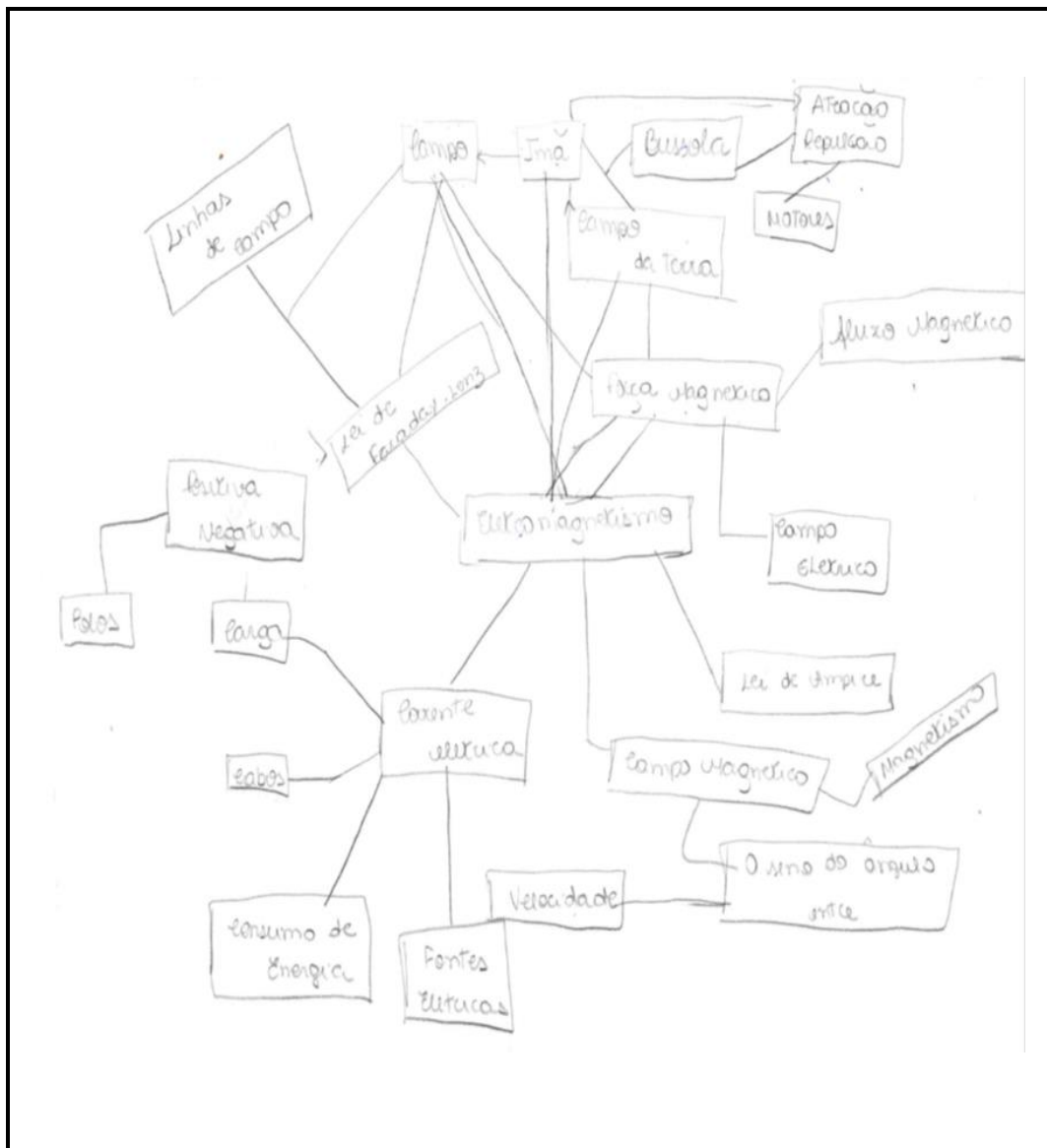
Anexo A - Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno A.



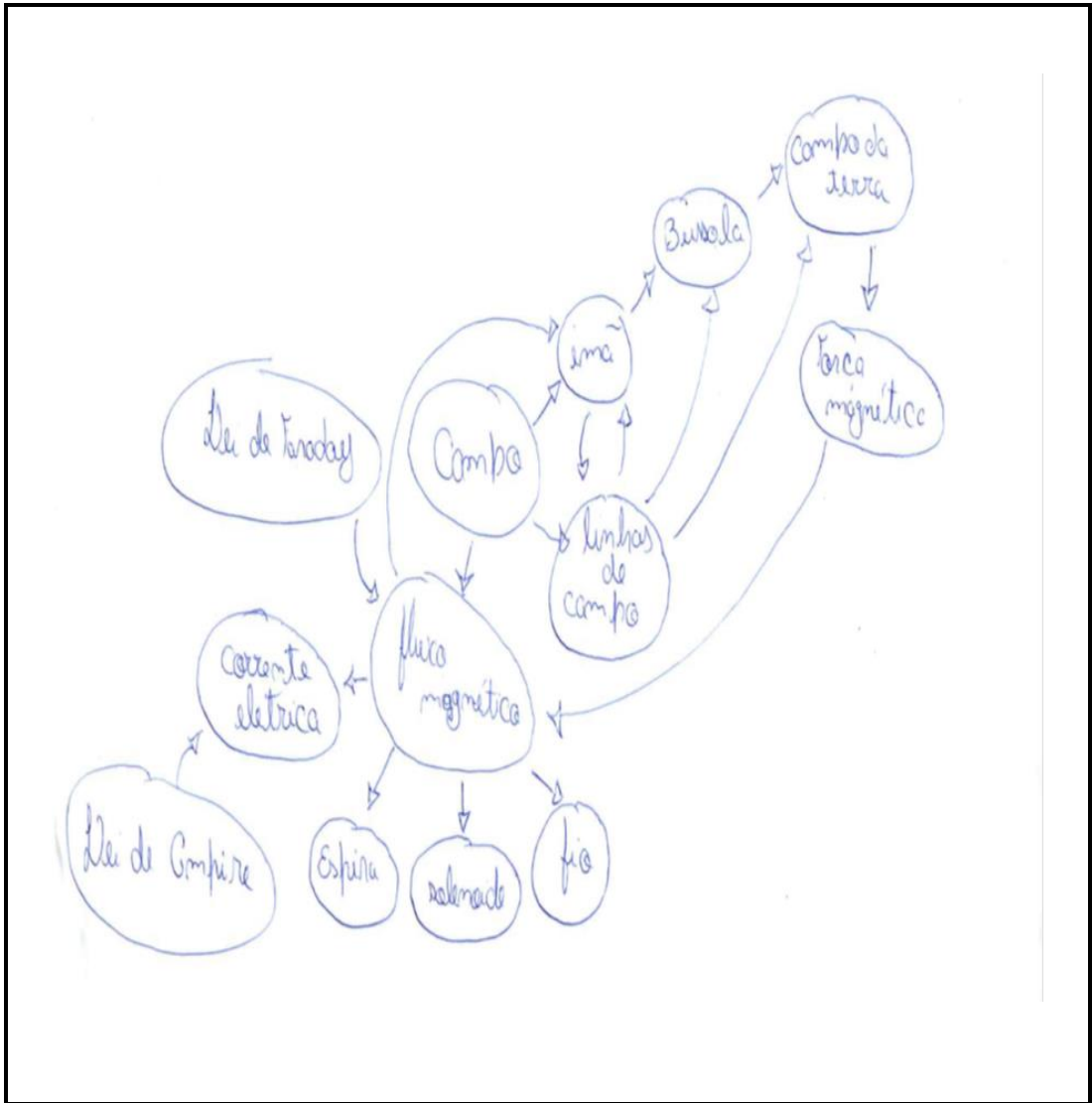
Anexo B - Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno B.



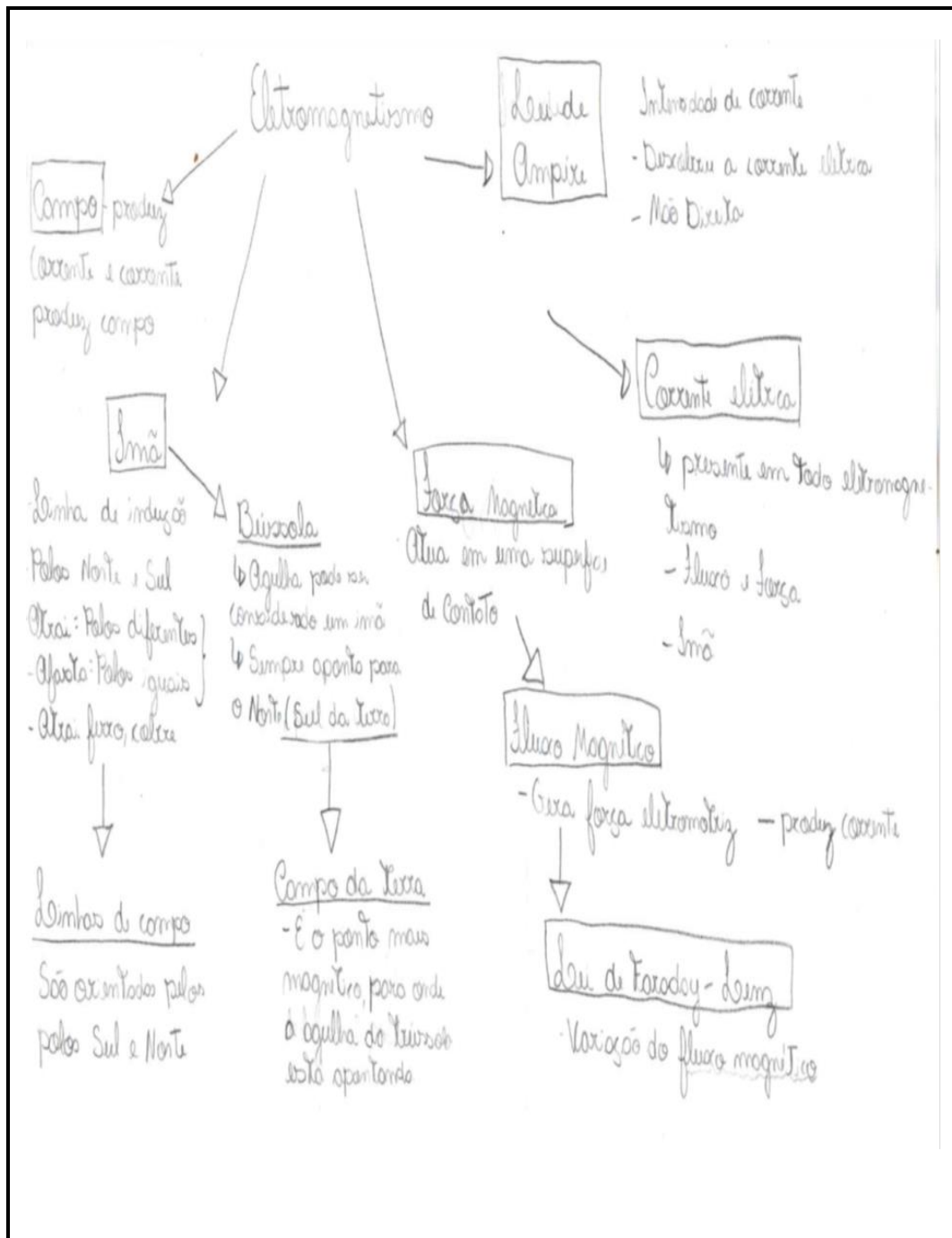
Anexo C - Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno C.



Anexo D - Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno D.



Anexo E - Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno E.



Anexo F- Mapa Conceitual Elaborado pelo Aluno F.

