

**ELEXLHANE GUIMARÃES DAMASCENO DE SIQUEIRA**



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO  
MÍDIAS AUDIOVISUAIS**

**JI-PARANÁ, RO  
DEZEMBRO DE 2019**

**ELEXLHANE GUIMARÃES DAMASCENO DE SIQUEIRA**

**METODOLOGIAS PARA O ENSINO DO ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO  
MÍDIAS AUDIOVISUAIS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) através do Polo do Campus de Ji-Paraná, da Universidade Federal de Rondônia, como parte dos quesitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Queila da Silva Ferreira

**JI-PARANÁ, RO  
DEZEMBRO DE 2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Gerada mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

---

S618m Siqueira, Elexlhane Guimarães Damasceno de  
Metodologias para o ensino de eletromagnetismo utilizando mídias  
audiovisuais / Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira. --  
Ji-Paraná, RO, 2019.

108 p. : il.

Orientador(a): Prof. Dra. Queila da Silva Ferreira

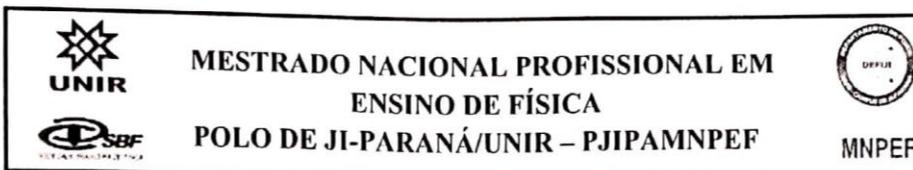
Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) -  
Fundação Universidade Federal de Rondônia, UNIR

1. Didática. 2. Método de ensino. 3. Tecnologia de aprendizagem.  
I. Ferreira, Queila da Silva. II. Título.

537:37.018.43

---

Bibliotecário(a) Alex Almeida CRB 11.853



## ATA DE AVALIAÇÃO DA DISSERTAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO JI-PARANA

Aos vinte dias do mês de dezembro do ano de 2019, às 14 horas e 00 minutos, no Mini auditório do *Campus* da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) de Ji-Paraná, reuniu-se a Banca Examinadora que foi composta pelos três examinadores: Prof. Dr. Kécio Gonçalves Leite, Profa. Dra. Eliane Silva Leite, Profa. Dr. Cléver Reis Stein, para avaliarem o trabalho de dissertação de Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo de Ji-Paraná/UNIR intitulado “**METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO MÍDIAS AUDIOVISUAIS**”, da aluna *ELEXLHANE GUIMARÃES DAMASCENO DE SIQUEIRA*. A banca foi presidida pela orientadora Profa. Dra. Queila da Silva Ferreira o qual não participou na arguição e nem na avaliação do trabalho de dissertação. Após a apresentação, a candidata foi arguida apenas pelos três integrantes da Banca Examinadora por sessenta e seis (66) minutos. Ao final da arguição, a Banca Examinadora, em sessão reservada, aprovou a candidata com o conceito A, conforme as regras de aprovação estabelecidas no Regimento do MNPEF. Nada mais havendo a tratar, a avaliação foi encerrada às 16 horas e 15 minutos, dela sendo lavrada a presente ata, assinada por todos os três membros da Banca Examinadora e pela orientadora.

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Queila da Silva Ferreira – PJIPAMNPEF/UNIR  
Orientadora (presidente)

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Eliane Silva Leite – PJIPAMNPEF/UNIR  
Primeiro Membro

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Kécio Gonçalves Leite – PJIPAMNPEF/UNIR  
Segundo Membro

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Cléver Reis Stein – IFRO/PVH  
Terceiro Membro (Membro externo)

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus pela dádiva da vida, por esta graça a mim concedida e por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência. Obrigada por me permitir errar, aprender e crescer, por Sua eterna compreensão e tolerância, por Seu infinito amor, pela Sua voz “invisível” que não me permitiu desistir e principalmente por ter me dado uma família tão especial, enfim, obrigada por tudo. Ainda não descobri o que eu fiz para merecer tanto.*

*A minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Queila da Silva Ferreira, pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação tão importantes. Todas as vezes solicitadas para nos reunirmos sempre estava em prontidão, mesmo com tantas outras atividades que na universidade lhe é atribuída. Obrigada por acreditar em mim, por nunca ter dito não a nenhuma das minhas ideias, mas ter contribuído e me incentivado a melhorá-las. Tenho certeza que não chegaria neste ponto sem o seu apoio.*

*Aos membros da banca examinadora obrigada por tão gentilmente aceitarem participar e colaborar com esta dissertação.*

*Aos docentes do mestrado e todos os mestres que me orientaram desde o início do ensino fundamental até esse momento, minha gratidão por fazer parte da construção do meu conhecimento.*

*Aos amigos do mestrado, turma 2018, pelos trabalhos e disciplinas realizados em conjunto e, principalmente, pela preocupação e apoio constantes. Obrigada pelo convívio e amizade.*

*A todos da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Nilson Silva grata pela participação no projeto, apoio, compreensão e incentivo.*

*Grata pelas orações.*

*A minha sogra por ter compartilhado com meu esposo o cuidado da minha filha nas minhas ausências, por ter me permitido estar na sua casa e me concedido seu carinho sempre que precisei.*

*A minha família por acreditarem em meu sonho e me apoiarem em todos os momentos. À minha mãe pelas orações, compreensão, todo carinho e dedicação, não vou esquecer dos momentos que eu gostaria de ajuda-la e a senhora me dizia “ aproveita o tempo e vai fazer seu trabalho”. Ao meu pai, por me amar do seu jeito, que contribuiu na construção dos aparatos de madeira de minhas experiências. Sinto-me privilegiada por ter uma família tão especial.*

*Ao meu amado esposo, por todo amor, carinho, compreensão e apoio em tantos momentos difíceis desta caminhada. Obrigado por permanecer ao meu lado, mesmo sem os carinhos rotineiros e sem a atenção devida.*

*A minha princesa, pela sua existência que me deu força de não desistir. Inúmeras foram as vezes que sai com os olhos cheio de lágrimas enquanto você dizia, “não quero que vai estudar mamãe, quero que brinca comigo”.*

*Agradeço a todos os amigos e familiares que de alguma forma contribuíram na minha formação nesses anos de mestrado.*

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001*

## RESUMO

### METODOLOGIAS PARA O ENSINO DO ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO MÍDIAS AUDIOVISUAIS

Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Queila da Silva Ferreira

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação na Fundação Universidade Federal de Rondônia 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.

Com a necessidade de se ministrar aulas de Física e a divulgação de conceitos de maneira diferenciada, foi produzido o presente produto contendo roteiros de aulas com experimentos e jogo, sendo disponibilizado no sítio eletrônico <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)>. Este trabalho se fundamenta em uma pesquisa realizada em *sites* seguros e confiáveis visto que nos dias atuais há um número muito grande de conteúdos duvidosos no meio virtual (*fake news*) e que os docentes necessitam de sequências que auxiliem no embasamento de suas aulas. A opção por disponibilizar instruções necessárias para realização de experimentos, no intuito de relacionar a teoria com a prática, no ensino do eletromagnetismo, busca permitir o desenvolvimento da compreensão e aprimoramento do assunto. As aulas expositivas intercaladas com experimentações atuaram como organizadores prévios para o sucesso em uma atividade desenvolvida no estilo de um jogo de interpretação de papéis, o *Role Playing Game* (RPG), buscando promover indícios de uma aprendizagem significativa, de acordo com a teoria de David Ausubel. A utilização de jogos empregando um roteiro com interpretação da vida e obra de cientistas permitiu a visualização e estudo do tema sendo usado para complementar os experimentos reais e podendo auxiliar na compreensão de conceitos relacionados ao eletromagnetismo, tornando atraente e inovando a maneira de ensinar e aprender. Após a aplicação do produto a grande maioria dos alunos demonstraram compreender melhor os conceitos e história deste tema da Física. Ao final foi possível observar que o uso do *site*, a realização dos experimentos bem como o uso do RPG para facilitar o processo de ensino e de aquisição de conhecimentos tornaram as aulas mais divertidas e dinâmicas. Os discentes puderam refletir sobre a importância de utilizar meios seguros para estudos e se apropriar das normas científicas para produzirem textos sobre a aplicação deste conteúdo, sendo que desta forma o aluno passa a ser o construtor do seu conhecimento.

**Palavras-chave:** Eletromagnetismo. Experimentos. Mídias audiovisuais. RPG.

## ABSTRACT

### METHODOLOGIES FOR THE EDUCATION OF ELECTROMAGNETISM USING AUDIOVISUAL MEDIA

Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Queila da Silva Ferreira

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação na Fundação Universidade Federal de Rondônia no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

With the need to teach physics classes and the dissemination of concepts in a different way, this product was produced containing lesson guides with experiments and game, available on the website <elxeletromagnetismo.wordpress.com>. This work is based on a research carried out on safe and reliable websites nowadays there is a very large number of dubious content in the virtual medium (fake news) and that teachers need sequences that help to base their classes. The option to provide necessary instructions for conducting experiments, in order to relate theory to practice, in the teaching of electromagnetism, seeks to allow the development of understanding and improvement of the subject. The lectures interspersed with experimentation acted as pre-organizers for success in a role-playing game, Role Playing Game (RPG), seeking to promote evidence of meaningful learning, according to David's theory. Ausubel The use of games using a script with interpretation of the life and work of scientists allowed the visualization and study of the theme being used to complement the real experiments and can help in the understanding of concepts related to electromagnetism, making attractive and innovating the way of teaching and learning. After the application of the product, the vast majority of students demonstrated a better understanding of the concepts and history of this subject of physics. In the end it was possible to observe that the use of the site, the conduction of the experiments as well as the use of the RPG to facilitate the process of teaching and the acquisition of knowledge made the classes more fun and dynamic. Students could reflect on the importance of using safe means for studies and appropriate scientific rules to produce texts on the application of this content, and thus the student becomes the builder of their knowledge.

**Keywords:** Electromagnetism. Experiments. Audiovisual Media. RPG.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1: Diferença entre aprendizagem significativa e mecânica.....	20
Figura 2. 2: Inseparabilidade dos polos, sendo N polo Norte e S polo Sul. ....	29
Figura 2. 3: Campo magnético no centro de uma espira circular .....	32
Figura 2. 4: Corrente elétrica que percorre um solenoide .....	33
Figura 2. 5: Campo magnético num fio reto longo transportando corrente representado pela regra da mão direita. ....	33
Figura 3. 1: Criação do site <elexeletromagnetismo.wordpress.com>.....	41
Figura 3. 2: Criação das páginas no site. ....	42
Figura 3. 3: Editando as páginas criadas no site.....	42
Figura 3. 4: Copiando endereço de acesso a página. ....	43
Figura 3. 5: Criando o “Menu” do site .....	43
Figura 3. 6: Inserindo o URL no Menu. ....	44
Figura 3. 7: Página inicial do site <elexeletromagnetismo.wordpress.com>. ....	44
Figura 3. 8 : QR Code para acesso ao site <elexeletromagnetismo.wordpress.com>.....	45
Figura 3. 9: Modelo de instruções para posterior apresentação experimental.....	47
Figura 3. 10: Material confeccionado pela pesquisadora para ser utilizado no jogo.....	50
Figura 3. 11: Grupos formados pelos alunos para jogarem RPG. ....	51
Figura 4. 1: Palestra apresentada pelo setor de Núcleo de Tecnologia da Coordenadoria de Educação de Rolim de Moura, com o título "Aprendizagem na internet: navegação e uso com responsabilidade”.....	55
Figura 4. 2: “Mini artigos” produzidos pelos estudantes e anexados no site.....	56
Figura 4. 3: Apresentação do site aos discentes.....	56
Figura 4. 4: Estudantes realizando a magnetização de materiais ferromagnéticos pela fricção em ímãs. (A) Magnetização realizada ao friccionar o material ferromagnético sempre na mesma direção. (B) Testando se o material adquiriu propriedades magnéticas.....	59
Figura 4. 5: Experimento confeccionado com materiais acessíveis realizado pelos alunos sobre experimento de Oersted.....	61
Figura 4. 6: Apresentação experimental feita pelos alunos sobre funcionamento de uma Campanha Magnética.....	64
Figura 4. 7: Experimento do motor de Faraday apresentado pelos estudantes.....	67
Figura 4. 8: Ilustração da indução feita pelos estudantes através de um experimento.....	67

Figura 4. 9: Fichas para sorteio e acesso sobre a vida e obra dos cientistas precursores do eletromagnetismo.....	69
Figura 4. 10: Ficha do jogo de RPG para o estudante que irá interpretar a vida e obra de Faraday.....	71
Figura 4. 11 Ficha contendo descrição da bússola para ser utilizada pelos estudantes no jogo de RPG.....	72
Figura 4. 12: Questionário aplicado antes do desenvolvimento do produto educacional.....	74
Figura 4. 13: Resposta de um dos estudantes ao Questionário I sobre as características dos ímãs.....	75
Figura 4. 14: Resposta fornecida por um dos estudante sobre o que o projeto proporcionou, enfatizando a utilização de tecnologias e experimentos.....	76
Figura 4. 15: Opinião de um dos estudantes envolvidos na pesquisa sobre a metodologia utilizada.....	77
Figura 4. 16: Opinião de um dos estudantes envolvidos no projeto, enfatizando ter melhorado o gosto pela Física.....	77
Figura 4. 17: Opinião do estudante referindo-se a utilização da internet.....	78
Figura 4. 18: Estudante opinando por não gostar de aulas que utilizem apenas experimentações.....	78
Figura 4. 19: Opinião do estudante sobre o site ter auxiliado no desenvolvimento dos experimentos.....	79
Figura 4. 20: Opinião do estudante sobre participar do projeto.....	79
Figura 4. 21: Estudante descrevendo sobre como funciona um eletroímã.....	80
Figura 4. 22: Estudante descrevendo sobre a experiência de Oersted.....	80
Figura 4. 23: Opinião do estudante sobre a utilização do site.....	80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3. 1: Descrição das atividades desenvolvidas.....	48
Quadro 4. 1: Descrição da atividade desenvolvida no início da execução do produto. ....	54
Quadro 4. 2: Descrição da atividade sobre apresentação e introdução do conteúdo.....	57
Quadro 4. 3: Descrição das atividades desenvolvidas sobre a introdução do magnetismo.....	58
Quadro 4. 4: Atividades sobre a bússola e a experiência de Oersted. ....	61
Quadro 4. 5: Atividades sobre o Campo magnético.....	63
Quadro 4. 6: Atividades sobre Indução e Força Magnética. ....	66

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	15
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	19
<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
2.1. FUNDAMENTOS DE APRENDIZAGEM .....	19
2.1.1 – Aprendizagem significativa segundo David Ausubel .....	19
2.1.2 – Ensino híbrido .....	22
2.2. O RPG .....	24
2.3. O ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO .....	26
2.3.1 – Força de Lorentz .....	30
2.3.2 – Fontes de campo magnético .....	31
2.3.3 – Indução, Lei de Faraday e de Lenz .....	34
2.3.4 – Equações de Maxwell .....	35
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	39
<b>METODOLOGIA</b> .....	39
3.1. LOCAL E EXECUÇÃO DO TRABALHO .....	39
3.2. SOBRE O PRODUTO EDUCACIONAL E SUA APLICAÇÃO .....	39
3.2.1 – Criando o <i>site</i> .....	41
3.2.2 – Manipulando o <i>site</i> .....	45
3.2.3 – Entendendo a sequência das aulas com experimentações .....	47
3.2.4 – Jogando RPG .....	49
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	53
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	53
4.1. ANÁLISE DAS AULAS .....	53
4.1.1 – Palestra “aprendizagem na <i>internet</i> ” .....	54
4.1.2 – Considerando conhecimentos prévios e suas aplicações ao eletromagnetismo .....	57
4.1.3 – Aulas sobre o magnetismo .....	58
4.1.4 – Aulas sobre a bússola e a experiência de Oersted .....	60
4.1.5 – Aulas sobre o campo magnético .....	63
4.1.6 – Aulas sobre a indução e força magnética .....	66
4.2. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO JOGO .....	69

4.3. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS E CONCLUSÕES .....	73
4.4. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DOS ALUNOS .....	81
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	83
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	85
<b>APÊNDICE I - PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	89
<b>APÊNDICE II - QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS I</b> .....	94
<b>APÊNDICE III - QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS II</b> .....	96
<b>APÊNDICE IV - QUESTÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DOS ÍMÃS</b> .....	98
<b>APÊNDICE V- QUESTÕES SOBRE BÚSSOLA E A EXPERIÊNCIA DE OERSTED</b> .....	99
<b>APÊNDICE VI – QUESTÕES SOBRE O CAMPO MAGNÉTICO</b> .....	100
<b>APÊNDICE VII – QUESTÕES SOBRE FORÇA MAGNÉTICA E A INDUÇÃO DE FARADAY</b> .....	101
<b>ANEXO I – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO PLATAFORMA</b> .....	102
<b>ANEXO II – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO PARTICIPANTES</b> .....	103
<b>ANEXO III – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA</b> .....	104
<b>ANEXO IV - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO / RESPONSÁVEL</b> .....	105
<b>ANEXO V– TERMO DE CONSENTIMENTO/ ASSENTIMENTO</b> .....	107



## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

Os docentes buscam por algo que facilitem suas aulas e que possa disponibilizar complementação fora do ambiente escolar, ferramentas que proporcionem um aprendizado embasados em fontes seguras, nesse quesito uma sequência de ensino disponível em um ambiente virtual pode assegurar esse tipo de auxílio, uma vez que “recursos como celular, a câmera digital e o computador deveriam ser incorporados de forma vantajosa as práticas pedagógicas” [1].

Aliar tecnologias, experimentos e jogos no aprendizado pode tornar o ensino realmente significativo e contentar estudantes que buscam por predisposição a aprendizagem, algo diferenciado que desperte o desejo por aprender.

Considerando a importância da utilização de uma melhor didática no ensino de Física é necessário buscar sempre exercer a docência com aulas dinâmicas que aguce o interesse do aluno pelo aprendizado em Física.

Neste aspecto, muitos justificam tal falta de dinamismo devido a maioria das escolas não possuírem equipamentos laboratoriais. No entanto, atualmente tem-se ao nosso favor as tecnologias da informação para que, dentre outras maneiras possa acessar textos e vídeos com instruções e realizarmos experimentação sem a necessidade de laboratórios físicos, utilizando materiais de preço acessíveis.

Os alunos, adolescentes, são “curiosos” na experimentação e utilizam tecnologias em seu dia-a-dia. Aliando experimentação, jogos e tecnologias é possível realizar atividades que permitam desenvolver a potencialidade do protagonismo juvenil e aprimorar o conhecimento.

Nesta vertente, ciente que a utilização de meios eletrônicos torna o ensino atraente, busca-se inovar o ensino e aprendizagem em Física ao permitir a visualização e aprendizagem do tema eletromagnetismo utilizando mídias audiovisuais.

O objetivo do presente trabalho é utilizar uma sequência didática com conteúdos de eletromagnetismo disponibilizados em um *site*, tendo fundamentação teórica e vídeos com instruções necessárias para realização de experimentos, ambos indispensáveis para entender um roteiro de jogo no estilo do *Role-Playing Game* (RPG).

Esta sequência didática busca implementar estratégias de ensino que tenham como recursos didáticos jogos e outras tecnologias para o ensino de Física, consolidando e aprofundando os conhecimentos adquiridos, através de estudos sobre o assunto por meio de um ambiente virtual. Nesse sentido pode se valer de roteiros didáticos ao trabalhar com conteúdo sobre eletromagnetismo, para produzir reflexões sobre a importância e aplicabilidade da Física.

Ao utilizar as mídias é possível proporcionar maneiras que os educandos visualizem e interajam com um conceito de diferentes estilos, sendo que em uma destas ou no conjunto ocorra uma aquisição de conhecimento satisfatória. Logo, a aprendizagem poderá ser significativa e ir ao encontro a individualidade do educando, sendo que um aprende melhor de uma maneira do que de outra, nesse sentido a disponibilidade de vídeo, textos e jogos em um *website* permitem o acesso ao conteúdo em diferentes momentos e quantas vezes considerar necessário.

Para verificar os resultados proporcionados pela utilização das mídias, foi utilizado uma metodologia de pesquisa qualitativa, conforme defendido por Weller e Pfaff [2] esta abordagem foi baseada na análise do discurso e de textos digitalizados (documentos e entrevistas) como as principais fontes utilizadas. Considerando assim, as perspectivas que defende a necessidade de levar em conta todos os componentes de uma situação em suas interações e influências recíprocas, ponderando o contexto particular, usando dados de observação, com design para inclusão de eventos não previstos, onde os valores e ponto de vista do avaliador sejam revelados no ato da pesquisa.

Nesse sentido, os resultados baseiam-se na análise e comparação de dados adquiridos através de questionários e observações, solicitando que os estudantes envolvidos ponderem suas opiniões sobre a utilização das mídias utilizadas na aplicação do produto.

A aplicação do produto educacional é proporcionada pela construção de várias unidades de aula, que estão disponíveis no *site* <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)>, contendo teoria e prática necessária ao entendimento do eletromagnetismo e a construção de um roteiro que permite o desenvolvimento de um jogo de RPG correlacionado aos conteúdos propostos. Antes da aplicação desta sequência ocorre a orientação para a conscientização da importância de usar as mídias para aprendizagem e utiliza-se uma palestra para falar da necessidade de usar corretamente a tecnologia de informação e comunicação nos estudos.

Ao final da sequência os alunos dispõem de um jogo com um mestre narrando o roteiro aos demais colegas que ficam responsáveis por interpretar vida e obra dos cientistas precursores do eletromagnetismo.

O presente trabalho foi dividido por tópicos de apresentação, no Capítulo 2, aborda-se a fundamentação teórica sobre os conceitos de Física voltados para o estudo do eletromagnetismo, descrevendo a força de Lorentz, as fontes do campo magnético ao integrar os elementos de corrente do circuito e ao considerar um circuito formado por um fio conduzindo corrente elétrica em forma de uma espira, de um solenoide e em um fio reto. Neste tópico também é descrito a indução de uma força eletromotriz pela variação do fluxo magnético e as equações de Maxwell que reuni a eletricidade e o magnetismo, resumando as leis de Coulomb, Gauss, Biot-Savart, Ampere e Faraday [3].

No Capítulo 2 ainda é delineado a fundamentação teórica de educação e de aprendizagem que norteou esta pesquisa ao buscar utilizar o cognitivismo que considera o intelecto do indivíduo, o seu pensar, proporcionando uma aprendizagem significativa em um processo onde uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não eventual à estrutura cognitiva do aprendiz, ponderando os conhecimentos prévios [4]. É também explanado sobre o ensino híbrido, que busca combinar vários espaços, tempos, atividades, metodologias, público, nesse sentido mesclar o virtual com o presencial. Além de ser exposto uma breve caracterização do jogo de RPG utilizado como uma das metodologias para aprendizagem dos conceitos de eletromagnetismo.

O Capítulo 3 aborda a metodologia aplicada à pesquisa, definindo o local e execução do trabalho, contendo explicações do passo-a-passo de como o produto foi criado e como se deve fazer sua manipulação, esclarecendo como foi a aplicação da sequência de aulas, assim como ocorreu a aplicação do jogo.

Já no Capítulo 4 aborda-se sobre as observações dos resultados proporcionados pela aplicação da palestra considerando a necessidade do uso da *internet* com responsabilidade. Foi descrita a análise do que proporcionou a aprendizagem dos conceitos sobre eletromagnetismo na aplicação das aulas. Observou-se quais foram as perspectivas sobre o conhecimento adquirido com a utilização do jogo e dos questionários que foram aplicados para realização da pesquisa. E por fim, o Capítulo 5 traz as considerações finais.



## CAPÍTULO 2

### REFERENCIAL TEÓRICO

#### 2.1. FUNDAMENTOS DE APRENDIZAGEM

##### 2.1.1 – Aprendizagem significativa segundo David Ausubel

O aproveitamento de conceitos vistos no cotidiano pode ser utilizado como preconcepções para tornar a nova aprendizagem significativa, promovendo uma potencialização no entendimento do assunto e a organização do conhecimento de forma coerente.

Ausubel emprega a aprendizagem significativa, sendo considerado um cognitivista, onde “A aprendizagem cognitiva é aquela que, no processamento predominam os elementos de natureza intelectual, tais como a percepção, raciocínio, memória etc” [5].

Concordando com a teoria de aprendizagem de Ausubel, a teoria de educação desenvolvida por Matthew Lipman, filósofo americano reconhecido como fundador da filosofia para crianças e que a trouxe para os jovens, o qual procurou desenvolver-lhes a habilidade de raciocínio através da lógica, este considera [6] que a articulação do pensar crítico, criativo e cuidadoso levam ao pensamento de ordem superior, o qual tende a ser altamente significativo. Nessa teoria as características de riqueza e estruturação podem ser relacionadas com práticas características da abordagem fundamentada na teoria de aprendizagem de Ausubel. Para que o pensamento de ordem superior ocorra faz-se necessário desenvolver certas habilidades cognitivas relacionadas ao raciocínio, tendo capacidade de haurir conclusões ou inferências a partir de conhecimentos prévios, além da habilidade de formação de conceitos, investigação e tradução.

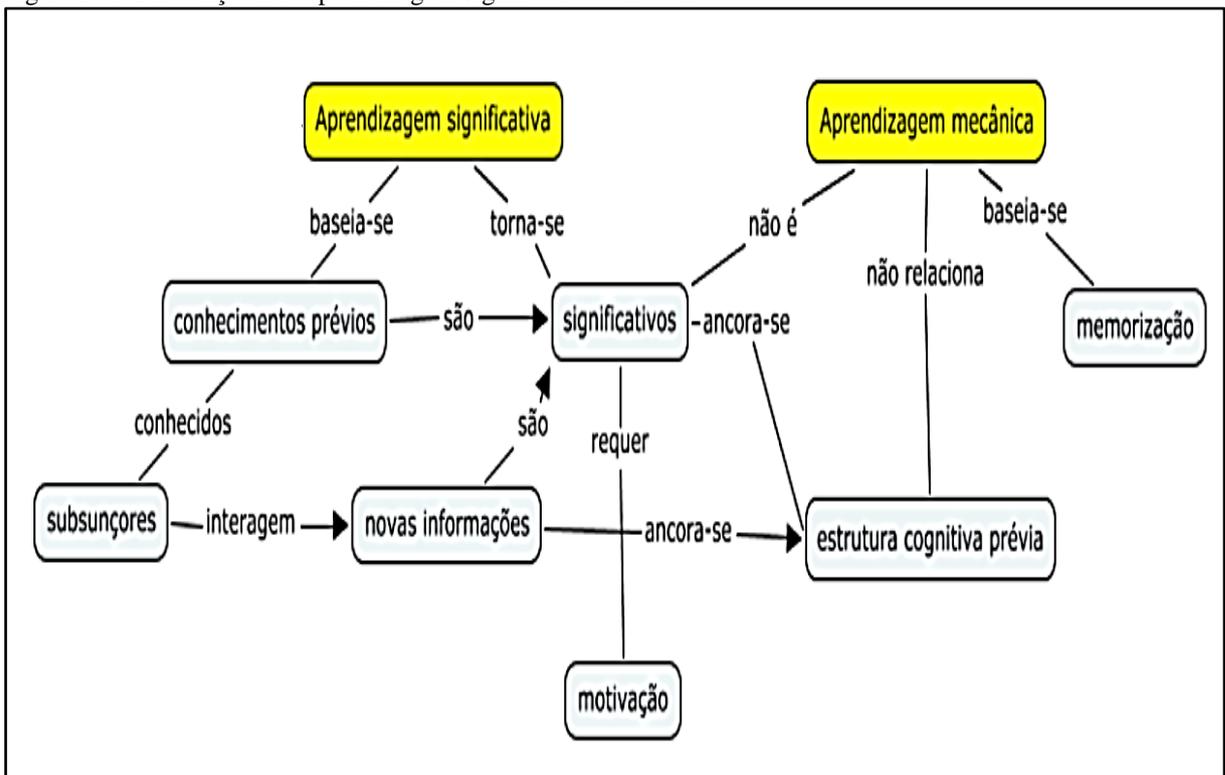
A teoria de Ausubel [7] tem como princípio a aquisição e a retenção de conhecimentos estruturados de forma lógica ou que são passíveis de serem aprendidos de forma significativa. Esta estruturação de conhecimento pode ser baseada na utilização do conhecimento preexistente para o desenvolvimento de novos conceitos na estrutura cognitiva do educando, onde “na

perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa” [4].

De acordo com Moreira e Masini [8] “A psicologia cognitivista preocupa-se com o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição, e tem como objetivo identificar os padrões estruturados dessa transformação.” Compreender uma informação, transformar em algo útil e armazenar faz parte de um processo de aprendizagem significativa.

Ao receber novas ideias, uma informação já assentada na estrutura cognitiva pode funcionar como âncora para novos conceitos. Para Moreira e Masini [8] “O conceito mais importante da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo.”

Figura 2. 1: Diferença entre aprendizagem significativa e mecânica.



Fonte: Adaptado de [9].

Nesta vertente Ausubel é um representante do cognitivismo e distingue a aprendizagem em significativa e mecânica. A aprendizagem mecânica (Figura 2.5) ocorre por meio da memorização, este processo de memorizar faz parte de uma metodologia de um ensino tradicional, mas pode considerar que o aprendiz não conheça nada do assunto a ser abordado.

A outra, a aprendizagem significativa, ocorre por meio de um conhecimento pré-existente, organizadores prévios, ou seja, ocorre uma interação entre a nova aprendizagem com algo existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

A aprendizagem significativa resulta da integração do material na estrutura cognitiva, por meio de uma estrutura hierárquica de conceitos e é dividida em três fases. Na primeira fase terá [10] “o uso dos organizadores prévios como estratégia para manipular a estrutura cognitiva, quando o aluno não dispõe de subsunçores para ancorar as novas aprendizagens”. Esses organizadores prévios servirão de ancora para o novo conceito levando ao desenvolvimento do que Ausubel definiu como conceito subsunçor.

“Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referente a certos tipos de força e campo como, por exemplo, as forças e o campo eletromagnético. Entretanto, este processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, ou limitados e poucos desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor” [8].

O “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo, isto é, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação, apropriando de uma ideia que desenvolve significativamente novas ideias.

Os organizadores prévios funcionam como pontes cognitivas, entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber auxiliando na formação de uma aprendizagem significativa.

“A aprendizagem significativa pressupõe que: a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-literal (substantiva); b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva” [8].

Esse pressuposto da ênfase as demais fases de aprendizagem significativa, sendo que na segunda fase sugere que o material seja potencialmente significativo para o estudante e na terceira fase [10] “os saberes serão remodelados ou ressignificados e tornar-se-ão mais importantes, atuando como subsunçores ou conhecimentos prévios”, assim a nova aprendizagem aprimora o conhecimento anterior e se torna subsunçor para uma nova aprendizagem, promovendo a ocorrência de indícios de aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira e Masini [8]“(…) uma outra alternativa para testar a ocorrência da aprendizagem significativa é a de propor ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem,

sequencialmente dependente de outra, que não pode ser executada sem um perfeito domínio da precedente.”

A aprendizagem significativa faz-se mediante a relação entre o conteúdo a ser ensinado e os conhecimentos já existentes na estrutura mental do educando. É, pois, uma aprendizagem que se realiza intencionalmente com certo objetivo ou tem como meta algum critério em que o educando dá sentido ao conteúdo que aprende. O professor para tornar receptivo o que irá ensinar estabelece os conteúdos e a estrutura do material a ser ensinado, levando o aluno a uma aprendizagem mais rápida, pois os conteúdos organizados intencionalmente despertam o interesse dos mesmos para participar ativamente e não passivamente do processo.

Quando o aluno já possui em sua estrutura cognitiva conceitos relevantes, pode ocorrer uma aprendizagem significativa, a nova informação é assimilada por um subsunçor que cresce e se modificam, esses são formados através da experiência que o indivíduo vai tendo através da interação com os seres. Há disponíveis maneiras diversas que buscam a melhoria da didática no intuito de obter uma aprendizagem significativa, sendo plausível a utilização do ensino híbrido, que mescla o virtual com o presencial, além de jogos que potencializam o ensino.

### **2.1.2 – Ensino híbrido**

No cotidiano das pessoas as tecnologias são utilizadas de maneira abrangente “ O acesso a terminais eletrônicos, pagamentos via cartão, serviço de compra *on-line*, sistemas operacionais em substituição a trabalhos manuais, telefone celular, acesso à *internet*, comunicação virtual, são exemplos de como a tecnologia afeta o cotidiano das pessoas” [11]. Os jovens que têm acessado aleatoriamente as redes, necessitam filtrar essas informações, para melhor aproveitamento na aquisição do conhecimento.

“Os alunos, como todos nós, são bombardeados por diversas fontes que chegam, inclusive, a produzir uma saturação informativa; nem sequer precisam procurar pela informação: é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes dos que os utilizados na escola, procura por eles” [12].

Além da necessidade de optar por informações que promovam o conhecimento, é preciso que eles não sejam influenciados pela “desinformação e circulação de notícias falsas (*fake news*)” [13], que atualmente tem-se propagado até mesmo em assuntos relacionados as investigações científicas.

“Existe uma necessidade de educar a população em geral para que possam reconhecer e separar fontes científicas de informações triviais ou falsas. Nos últimos anos, a disseminação das chamadas *fake news* têm levantado diversas discussões sobre a importância da educação científica no meio escolar e na comunidade em geral, alertando a população sobre os impactos negativos que esse tipo de notícia implica. Embora a propagação de notícias falsas seja um problema antigo, a internet impulsionou a sua circulação, efeito chamado de viralização” [14].

Ao utilizar a *internet* em sala de aula, o professor estará adaptando-se a um ensino híbrido. A educação sempre foi misturada, híbrida, sempre combinou vários espaços, tempos, atividades, metodologias e públicos. Com a mobilidade e a conectividade é necessária adaptação que forneça acesso ao conhecimento presencial e *on-line*, sendo que “O ensino híbrido, ou *blended learning*, é uma das tendências da Educação do século XXI, que promove uma integração entre o ensino presencial e propostas de ensino *on-line* visando a personalização do ensino” [15].

Dentro do ensino híbrido há a sala de aula invertida ou *flipped classroom* em que [16] “O principal objetivo dessa abordagem, em linhas gerais, é que o aluno tenha prévio acesso ao material do curso – impresso ou *on-line* – e possa discutir o conteúdo com o professor e os demais colegas.”

Ao disponibilizar em um ambiente virtual o conteúdo necessário para aquisição inicial do que será abordado em sala de aula, e também permitir que esses conceitos sejam visto posteriormente para aprofundamento do assunto, o docente estará permitindo que o discente estude no tempo que estiver disponível, além de aperfeiçoar o seu aprendizado.

O docente pode disponibilizar o endereço eletrônico destes ambientes virtuais e até mesmo utilizar *QR CODE (Quick Response Code)*, que é “Um leitor de códigos de barra bidimensional” [17] onde pode-se empregar o celular para uma busca direta.

O conteúdo na *internet* respeita a individualidade e o tempo de cada aluno, ao acessar esses conteúdos, realizando uma extensão da sala de aula ao mundo virtual, desenvolve a autonomia dos estudantes, permitindo que sejam sujeitos ativos no processo de aprendizagem.

“Os discentes precisam de orientações e acompanhamento dos docentes, para aprender a pesquisar, transformar as informações adquiridas, tanto as científicas, quanto as que vivem cotidianamente, aliando os recursos tecnológicos que possuem e assim refletir e compreender os acontecimentos da sociedade” [18].

Com o acesso à *internet* as informações são disseminadas com altíssima velocidade, cabe ao educador conscientizar o educando e orientar sobre a utilidade das informações disponíveis.

Na área da educação, principalmente em sala de aula, a tecnologia é uma ferramenta muito importante, é uma aliada para ser explorada além de despertar o interesse e a curiosidade nos alunos [19]. Nesse sentido deve ser utilizada como forma de melhorar a aprendizagem e a didática no ensino.

Dentre as ferramentas auxiliadoras, Jardim e Cecílio [20] citam que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) vêm para auxiliar e ampliar as metodologias de ensino, onde o momento atual exigem novas atitudes do meio docente frente às tecnologias. Podendo ser utilizada como auxílio em suas aulas, como o caso de materiais *on-line*, vídeos, jogos, *softwares*, entre outros que promovem o compartilhamento de conhecimento e a autonomia dos alunos. A predisposição a aprendizagem e a busca pela autonomia dos discentes pode ser proporcionada por jogos, como os de RPG.

## 2.2. O RPG

A busca por melhorias na didática do ensino de Física tem feito cada vez mais docentes usar novos métodos de ensino. A dramatização tem sido um desses métodos, onde se faz a narração de cenas que buscam soluções imaginárias de problemas relacionados aos conceitos físicos, nesta interpretação os discentes podem atuar como formadores de seu próprio conhecimento.

Em um psicodrama, os estudantes podem escolher os papéis que vão desempenhar na dramatização de uma situação. Quando este é utilizado no ensino e aprendizagem contribui para que o aluno coloque, por meio da “ação” o seu aprendizado, Cleophas e Soares, ressalta que:

“Uma das técnicas mais conhecidas do psicodrama para treinar o desenvolvimento de um papel é chamada de *Role Playing* (Jogo de papéis). O Role Playing é bastante útil porque permite colocar o indivíduo diante de situações muito semelhantes aquelas reais, onde os participantes se encontram envolvidos com as seguintes questões: o que fazer diante de tal fato ou situação? Como resolver? Qual o melhor desempenho para se obter resultados?” [21]

Num jogo de interpretação de papéis, conhecido como RPG, há sempre um mestre que dita uma história e propõe desafios, onde os jogadores rolam dados e decidem o que farão para vencer os obstáculos. Sobre o surgimento do RPG verifica-se que:

“Tudo partiu da cabeça de dois americanos brilhantes, na década de 70: Gary Gygax e Dave Arneson. Eles se inspiram nas histórias de Tolkien, criador da terra média e autor da trilogia “O Senhor dos Anéis”, e em antigos jogos de guerra para criar o primeiro jogo de RPG: Dungeons & Dragons (D&D). Após seu lançamento em 1974, D&D espalhou-se pelo mundo, conquistando fãs e jogadores até os dias atuais. Ademais, outros sistemas de RPG foram criados desde então. A maioria com regras descritas em manuais com centenas de páginas” [22].

Ao se utilizar o RPG tem-se como proposta favorecer o aprendizado através do jogo e este com papel de narração interativa, uma vez que os alunos poderão assumir papéis de cientista. O RPG mistura teatro e jogo de estratégia, na qual esta mistura gera personagens que são controlados pelos jogadores, mas sem nenhum roteiro fixo.

“O *Role Playing Game* é uma brincadeira de contar histórias. Mas uma brincadeira levada a sério por seus jogadores. Nesse jogo, todos os participantes devem ajudar a construir uma história, a qual se dá o nome de aventura. Na maioria das vezes, cada jogador é responsável por um personagem da aventura. Assim, ele deve falar pelo personagem, informar a ação que ele deseja fazer, e buscar atingir as metas daquele personagem que está sob seus cuidados. Para que o jogo aconteça, não são necessários cenários, figurinos ou qualquer outro elemento teatral. Os jogadores se reúnem ao redor de uma mesa e só precisam de sua imaginação. Talvez lápis e papel para registrar informações úteis ao longo do jogo, dados para testar a sorte, mas nem mesmo esses elementos são fundamentais” [22].

Com o RPG, pode-se usar a imaginação para criar simulações que exigiriam muitos recursos ou até seriam impossíveis, se quiser vivê-las de fato na realidade, porém é possível vivê-la com o jogo.

A diversão do RPG não está em vencer ou derrotar os outros jogadores, mas em utilizar a inteligência e a imaginação para, em cooperação com os demais participantes, buscar alternativas que permitam encontrar as melhores respostas para as situações propostas no roteiro.

Sobre demonstrar desejo de aprender mais sobre o assunto, Amaral [22] descreve que “Talvez porque a aula se desenvolva de uma forma descontraída e prazerosa, em que todos tem o direito de expressar sua opinião, ou porque os alunos consigam associar os conteúdos imediatamente a uma situação prática.” Assim, conteúdos que já conhecem são aprendidos significativamente, servindo como subsunção ao jogo.

Ao utilizar o RPG para sua aula, o professor pode modificar o roteiro de acordo com a realidade escolar, Amaral [22] ressalta que “Cada sala de aula é um universo diferente e você deverá encontrar a chave para abrir o baú que guarda os segredos de uma fantástica experiência do RPG na escola.” Para incentivar a utilização do RPG Amaral [22] lembra que “Além disso, as regras do RPG utilizado na escola são mais simples do que as do jogo comercial. Isso é muito

importante, visto que o professor dispõe de pouco tempo em sala de aula, e seu objetivo é dar agilidade ao jogo”.

Neste jogo, aplicado aos conceitos físicos espera-se a participação ativa dos alunos, pois eles poderão construir e testar seu próprio conhecimento, onde Amaral [22] enfatiza que “Eles fazem suas descobertas durante a aventura e aprendem a partir de seus próprios erros, sem a necessidade da intervenção imediata do professor para lhe dizer o que está certo ou errado.”

Amaral [22] descreve que “Dentro do jogo, cada participante pode mostrar o que tem de melhor em prol da resolução dos problemas que vão surgindo”, assim no desenvolvimento de um roteiro de RPG ocorre o fortalecimento das relações sociais, nesse sentido, para obter sucesso no jogo os participantes precisam de ajuda mútua.

A utilização do jogo de RPG pode proporcionar a aprendizagem de diversos conceitos, aqui como a proposta é aprender sobre o eletromagnetismo, será apresentado os conceitos relacionados a esse estudo da física.

### 2.3. O ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO

A relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos ficou por muito tempo desconhecida. Até o fim do século XVII eletricidade e magnetismo eram tidas como curiosidade de laboratório, se conheciam apenas os fatos estáticos correlacionados a estes estudos. A origem da palavra eletricidade veio de âmbar, que em grego é “*elektron*”, tido como nome da partícula elementar “elétron”, este tem a propriedade de eletrização por atrito, proveniente da descoberta de que quando atritada com peles de animais atraía partículas leves [23]. Posteriormente, Willian Gilbert de Colchester (1544-1603), em 1600, mencionou outros corpos que se eletrizavam por atrito [24].

Os fenômenos elétricos vieram a ser estudados de maneira mais metódica a partir de 1672, quando uma máquina que produzia eletricidade foi inventada por Otto Von Guericke utilizando fricção de uma esfera de enxofre posta em rotação, sendo que nos próximos anos continuou a apresentação ao público como a eletricidade sendo um espetáculo [25]. Em 1729, Stephen Gray descobriu a transmissão da eletricidade e distinguiu entre isolantes e condutores [25]. A existência de dois tipos diferentes de cargas, positivas e negativas, foi descoberta por Charles Du Fay em 1733 [24]. Por volta de 1745 o holandês Musschebroek, demonstrou a armazenagem de cargas elétricas em uma garrafa de Leyden, já Benjamin Franklin estudou a eletricidade envolvida nas propriedades do raio [26].

Para melhor compreensão sobre a eletricidade é necessário entender a composição da matéria. Após observarem que a matéria era constituída por átomos, definiram que estes são estruturados por três partículas principais: “elétrons carregados negativamente, prótons de carga positiva e nêutrons, sem carga” [27]. Em seguida, provou-se experimentalmente que “prótons repelem prótons e elétrons repelem elétrons, ao passo que próton e elétron atraem-se mutuamente” [23].

Quando o número total de prótons iguala o número total de elétrons o corpo como um todo é eletricamente neutro. Se cargas negativas (elétrons) são adicionadas ou removidas, têm-se uma carga excedente, assim a carga de um corpo refere-se somente a sua carga em excesso [27]. Ao mensurar a carga de um corpo, considera-se que esta é um múltiplo inteiro da carga elétrica elementar  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ , onde  $Q = \pm n \cdot e$ , sendo  $n$  o excesso ou falta de elétrons, e  $Q$  sendo a quantidade de carga elétrica com unidade de medida “C” em homenagem ao físico e engenheiro francês Charles Augustim Coulomb [23].

Na sua capacidade de interagir com outras cargas, a carga elétrica traz consigo o seu campo. Cada uma das cargas cria um campo elétrico e a força associada a interação aparece quando uma outra carga está imersa no campo da primeira [28].

A primeira investigação quantitativa sobre a lei da força entre corpos carregados foi efetuada por Charles Augustim de Coulomb em 1784 [27], ficando conhecida como a lei de Coulomb, a qual descreve a força entre duas cargas puntiformes em repouso, como representada pela equação 2.1 [27].

$$F = k \frac{|qq'|}{r^2} . \quad (2.1)$$

Onde  $k$  é uma constante de proporcionalidade, cujo valor é aproximadamente  $8,98755 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$ ;  $q$  e  $q'$  são as cargas elétricas medidas em *coulomb* (C) e  $r$  a distância em *metros* (m) entre as duas partículas carregadas [24]. Sendo que “ A força de atração ou repulsão entre duas cargas puntiformes é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas” [27].

Num material condutor a carga elétrica se move de uma região para outra, o movimento de um elétron livre no interior de um metal, por exemplo, contribui para a corrente elétrica, devido ao campo elétrico gerado pela fonte de energia externa. Em torno de 1780 Alessandro Volta “construiu um dispositivo superpondo um grande números de placas de zinco, de cobre

e de papelão embebidas em ácido. Foi a primeira ‘pilha’ elétrica. Dali em diante, tornou-se possível criar correntes elétricas estáveis e suscetíveis de serem estudadas com calma” [25].

A intensidade da corrente ( $i$ ) elétrica está relacionada ao número de elétrons livres que no interior dos fios se movem, nesse caso, um determinado número de elétrons ( $\Delta Q$ ) atravessam a superfície imaginária durante um certo intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) em segundos, conforme expressado pela equação 2.2 [28].

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}. \quad (2.2)$$

A unidade SI (Sistema Internacional) de corrente, *um coulomb por segundo* é chamada de *um Ampère* (1 A), em homenagem ao cientista francês André Marie Ampère (1775-1836) [27]. Ampère deduziu que o magnetismo não é um fenômeno isolado e resulta da presença de uma corrente elétrica “interpretou ainda a ação de um ímã comum pela existência, na matéria imantada, de correntes permanentes que exerciam forças atrativas ou repulsivas sobre as correntes homólogas de um segundo ímã” [25].

Quando uma corrente passa no interior de um condutor em presença de um campo magnético, forças magnéticas agem sobre as cargas dentro desse condutor [27]. Os fenômenos magnéticos foram descobertos há muitos anos atrás, segundo Bem-Dov:

“Certos fenômenos elétricos e magnéticos são conhecidos desde a Antiguidade. Os gregos conheciam a existência de uma pedra que chamava magnês, a partir de Magnésia, a cidade da Ásia Menor de onde ela provinha – que possuía a propriedade de atrair os metais” [25].

No século XIII, Pierre Pelerin de Maricourt descobriram que a força atrativa do ímã está concentrada em dois pontos, chamados “polos”, que se orientavam espontaneamente um para o norte e outro para o sul da esfera terrestre [25]. O ímã tem propriedade de atrair metais, esta atração é mais forte nas extremidades, as quais são chamadas de polos. Diferencia-se os polos pela orientação do campo magnético da Terra, sendo que um deles sempre aponta no sentido do campo magnético terrestre.

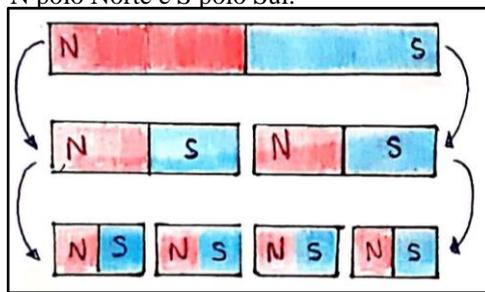
Há ímãs naturais que são encontrados na natureza como o *magnês* e outros objetos que podem ser imantados, constituídos por material ferromagnético, na presença de um campo magnético. Nos materiais diamagnéticos, há um magnetismo muito fraco, apresentando uma magnetização em sentido contrário ao campo magnético, sendo repelido pelo objeto que gera esse campo externo; os paramagnéticos apresentam magnetização somente na presença de um

campo magnético externo, como o alumínio por exemplo. Já nos materiais ferromagnéticos, a magnetização ocorre com certa facilidade, por causa da existência do alinhamento dos domínios magnéticos [23].

As propriedades magnéticas, de atrair outros materiais, de uma substância podem ser perdidas por uma agitação térmica, geralmente a alta temperatura, denominada ponto de Curie, temperatura limite para que o material continue ferromagnético, provocando uma desorganização dos domínios magnéticos [23].

Outra propriedade magnética dos ímãs é a inseparabilidade de seus polos, cortando um ímã transversalmente cada parte constituirá um ímã completo, conforme a Figura 2.1.

Figura 2. 2: Inseparabilidade dos polos, sendo N polo Norte e S polo Sul.



Fonte: Elaborado pela autora.

Um ímã possui polo sul e polo norte (Figura 2.1), sendo que polos de mesmo nome se repelem e de nomes contrários se atraem. Um ímã ou material imantado, quando suspensos, de modo que possam girar livremente, orientam-se aproximadamente na direção norte-sul geográfica da Terra. Bem-Dov [25] ao descrever sobre a característica do ímã cita que “No século XI, o sábio chinês Chen Koua fez uma experiência com uma agulha imantada flutuando sobre um líquido e descreveu a aplicação potencial desta “bússola” a navegação.”

A literatura chinesa tem referências a conchas e colheres (que giravam para apontar para o sul), modeladas na forma da Ursa Maior, feitas de magnetita sendo que a bússola foi o primeiro instrumento a permitir navegadores no mar, em terra e muito mais tarde no ar, tornando-se a mais importante invenção tecnológica desde a roda [29].

A flutuação da agulha imantada se dá como uma orientação geográfica, considerando o magnetismo terrestre onde “As linhas de campo saem do polo norte magnético, que está próximo ao polo sul geográfico, e entram no polo sul magnético, que está próximo ao polo sul geográfico” [3]. A Terra se comportando como um grande ímã foi descrito num tratado publicado em 1600 por Willian Gilbert, já atualmente esse magnetismo terrestre é atribuído a

correntes de convecção no ferro liquefeito do núcleo externo terrestre movido pela rotação da Terra [24].

Em 1820, Hans Christian Oersted descobriu que a passagem de uma corrente elétrica por um fio condutor desvia uma agulha imantada, situada nas proximidades, caso esta esteja paralela a posição do fio. Sendo que Einstein [30] ao falar sobre a experiência de Oersted diz que “A experiência é interessante, em primeiro lugar porque mostra uma relação entre dois fenômenos aparentemente muito diferentes, o magnético e a corrente elétrica.”

O movimento de uma carga elétrica pode ser acompanhado por um campo magnético, conforme experiência de Oersted, sendo que enquanto uma carga está em repouso, há apenas um campo eletrostático. Mas um campo magnético aparece assim que a carga começa a se mover [30].

Faraday provou experimentalmente que assim como um campo magnético surge com o movimento da carga, a alteração de um campo magnético é acompanhada de um campo elétrico [30]. Suas pesquisas contribuíram para enfatizar as relações entre eletricidade e magnetismo, uma das suas observações levou a explicação do funcionamento do motor pela atração entre os polos magnéticos e a corrente, por volta de 1821, resultado da investigação do fenômeno de rotação de um fio em torno de um polo magnético e vice-versa [31].

Os resultados produzidos nas alterações de um campo elétrico e magnético dependentes da força da carga podem ser estimados utilizando a equação denominada como força de Lorentz, enquanto a Lei de Ampere é utilizada para obter o campo magnético num elevado nível de simetria e a Lei de Biot e Savart fornece o campo magnético produzido devido a corrente total em um circuito.

### **2.3.1 – Força de Lorentz**

A força de uma carga depende de onde ela está e de como se move, sendo que a elétrica pode ser descrita independente do movimento através da força elétrica, contudo a magnética depende se a carga está em movimento, sendo que a magnitude depende da direção da partícula e é perpendicular ao vetor velocidade.

Experimentalmente se observa que uma carga em movimento produz um campo magnético  $\vec{B}$ , quando uma força proporcional à uma carga  $q$  é lançada com uma velocidade  $\vec{v}$

em um campo magnético  $\vec{B}$ . A equação 2.3 define o campo magnético  $\vec{B}$  em termos de força  $\vec{F}$  exercida sobre cargas móveis [32].

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}. \quad (2.3)$$

Um fio com corrente tem cargas elétricas em movimento, estes também produzem um campo magnético. Nesse sentido, a força magnética é nula quando cargas elétricas estão em repouso e quando o lançamento for paralelo. Calcula-se também uma força magnética sobre um segmento por onde passa corrente pela equação 2.4, sendo  $i$  a corrente elétrica que percorre o fio condutor e  $\vec{l}$  o comprimento do fio, temos [32]:

$$\vec{F} = i\vec{l} \times \vec{B}. \quad (2.4)$$

Se além de existir um campo magnético, haver também um campo elétrico  $\vec{E}$ , a força resultante será definida pela equação 2.5, que recebe o nome de força de Lorentz [24].

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}). \quad (2.5)$$

A equação além de mensurar a força envolta em um campo magnético e a força resultante quando há campo elétrico e magnético, ela também pode calcular o valor do campo magnético de acordo com a sua fonte, seja esse campo existente no centro de uma espira em um solenoide longo ou em um fio reto, entre outros.

### 2.3.2 – Fontes de campo magnético

Um campo magnético é toda região do espaço em torno de um condutor percorrido por corrente ou em torno de um ímã, onde as linhas de indução saem do polo norte e chegam ao polo sul, sendo que sua concentração indica a intensidade do campo magnético. Pelo fato de um ímã ser um dipolo, as linhas de campo magnético são idênticas as linhas de campo elétrico.

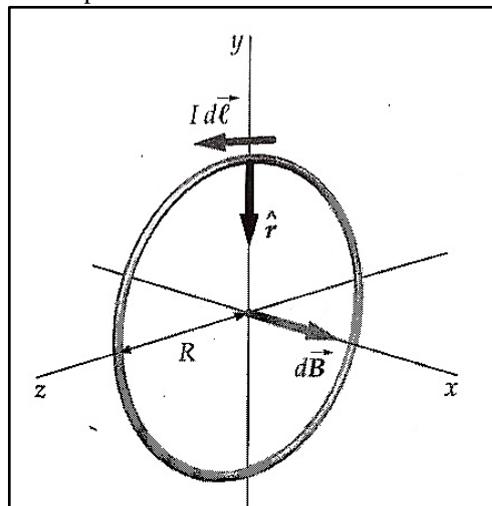
Em um condutor retilíneo, com corrente elétrica  $i$  o vetor  $\vec{B}$  num ponto  $P$ , à distância  $r$  do fio, pode ser calculado, de acordo com a Lei de Biot e Savart, pela Equação 2.6 [3] que fornece o campo magnético produzido por um elemento de corrente.

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \vec{dl} \times \vec{r}}{r^2} . \quad (2.6)$$

Onde  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética do vácuo, tendo valor igual a  $4\pi \times 10^{-7} \text{T}$ .

Integrando os elementos de corrente do circuito na equação 2.6 é possível encontrar o valor do campo. Ilustrando o uso da Lei de Biot e Savart este campo também pode ser obtido considerando um circuito formado por um fio conduzindo corrente elétrica em forma de uma espira de raio  $R$  (Figura 2.2), de um solenoide (Figura 2.3) e em um fio reto (Figura 2.4).

Figura 2. 3: Campo magnético no centro de uma espira circular

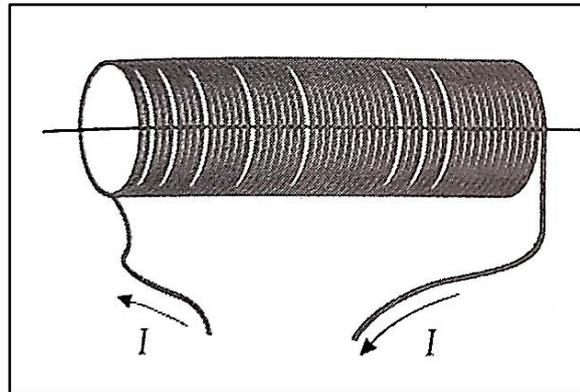


Fonte: [3]

O valor do campo magnético no centro do arco de circunferência completa pode ser calculado pela equação 2.7, sendo que atinge seu valor máximo no plano da espira e diminui à medida que a distância ao centro aumenta. A direção do campo é determinada pela regra da mão direita, ao envolver o fio com a mão direita, com o polegar na direção da corrente, e os dedos encurvados na direção do campo magnético [32], conforme pode ser observado na figura 2.4.

$$B = \frac{\mu_0 i}{2R} . \quad (2.7)$$

Figura 2. 4: Corrente elétrica que percorre um solenoide



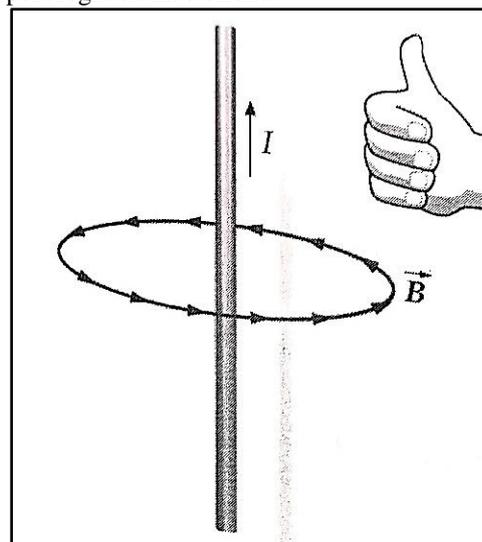
Fonte: [3]

Um solenoide (Figura 2.3) é composto por um fio enrolado com voltas de espaçamento muito próximo, usado na produção de um campo magnético forte e uniforme na região de suas espiras, num solenoide longo (ideal), o campo magnético é calculado conforme a equação 2.8 [3]:

$$B = \mu_0 n i . \quad (2.8)$$

Sendo  $n$  o número de voltas por unidade de comprimento.

Figura 2. 5: Campo magnético num fio reto longo transportando corrente representado pela regra da mão direita.



Fonte: [3]

Quando calcula-se o campo magnético em um ponto devido a corrente no segmento de fio reto muito longo (Figura 2.4) o resultado é dado pela equação 2.9, onde  $R$  é o comprimento do fio [3]:

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{R} . \quad (2.9)$$

A lei para o campo magnético é denominada Lei de Ampère, este realizou experimentações que culminou num resultado de interação magnética entre dois fios transportando correntes paralelas [24]. A Lei de Ampère relaciona a integral de linha de um campo magnético em torno de uma espira fechada a corrente total que passa através da espira, simplificando o cálculo do campo magnético quando há simetria.

A componente tangencial  $B_t$  do campo magnético somada (integrada) em torno de uma curva fechada  $C$  com a corrente líquida  $I_c$  que passa através de qualquer superfície  $S$  limitada pela curva  $C$  é uma relação denominada Lei de Ampère, descrita na forma matemática conforme a equação 2.10 [32]:

$$\oint_C B_t dl = \oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_c . \quad (2.10)$$

A equação 2.10 é usada para obter o campo magnético em um elevado nível de simetria para correntes permanentes e contínuas, ou seja, a corrente não varia com o tempo e a carga não se acumula em um lugar.

### 2.3.3 – Indução, Lei de Faraday e de Lenz

A corrente elétrica gera um campo magnético e esse efeito está associado aos processos de transformação de energia elétrica em outras formas de energia. Há processos pelos quais outras formas de energia também podem ser transformadas em energia elétrica, ou seja, geradores de campo elétrico.

Para promover o aparecimento desse campo, uma das maneiras é baseada no emprego de campos magnéticos, como por exemplo, o funcionamento dos dínamos de bicicleta, automóveis, alternadores e geradores de usinas elétricas.

Em um dínamo, quando o ímã é girado o campo magnético passa a variar com o tempo, esta variação gera o campo elétrico que produz uma corrente elétrica.

O funcionamento do dínamo ilustra a Lei de Faraday onde um campo variável com o tempo produz uma corrente elétrica. Embora pela lei de Faraday um campo magnético variável

com o tempo cria um campo elétrico que existe em todo o espaço, isso é independente de ali haver ou não condutores metálicos [28].

Em circuitos de corrente alternada, há geração de campos elétricos, como na maioria dos geradores das usinas hidrelétricas.

A grandeza escalar que mede o número de linhas de indução que atravessam a área  $A$  de uma espira imersa num campo magnético uniforme é chamada fluxo magnético  $\Phi$ , sendo definida pela equação 2.11 [28]:

$$\Phi = B A \cos\theta . \quad (2.11)$$

Sempre que ocorrer uma variação do fluxo magnético através de um circuito, aparecerá, neste circuito, uma força eletromotriz (*fem*) induzida. O valor desta *fem* ( $e$ ), é dada pelo quociente entre a variação do fluxo magnético  $\Delta\Phi$  e o intervalo de tempo  $\Delta t$  no qual ocorre esta variação correspondente ao módulo da força eletromotriz [28], determinada pela equação 2.12:

$$e = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} . \quad (2.12)$$

Lenz defende que a força eletromotriz induzida está em uma direção que se opõe, ou tende a se opor, à variação que a produz. Determinando, o sinal negativo, na Lei de Faraday, que se relaciona com a direção da força eletromotriz induzida pela convenção de sinais [28].

A Lei de Faraday-Lenz descrita no parágrafo anterior foi proposta por Maxwell, assim como a Lei de Ampere e de Gauss, significando que um campo magnético variável no tempo cria um campo elétrico que varia no tempo e vice-versa.

### 2.3.4 – Equações de Maxwell

James Clerk Maxwell, escocês, nasceu em 1831 [24] e desenvolveu seus estudos tendo como ponto de partida o que se conhecia sobre os campos elétrico e magnético na época. Além de reunir a eletricidade e o magnetismo, uma das principais conclusões dos trabalhos de Maxwell foi demonstrar que a luz é uma onda eletromagnética. Suas equações sumarizam as

leis de Coulomb, Gauss, Biot-Savart, Ampere e Faraday, com um papel no eletromagnetismo clássico análoga a lei de Newton para a mecânica clássica [3].

As equações de Maxwell são [3]:

$$\oint_S E_n dA = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{int} \quad (2.13)$$

$$\oint_S B_n dA = 0 \quad (2.14)$$

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \int_S B_n dA = -\int_S \frac{\partial B_n}{\partial t} dA \quad (2.15)$$

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \int_S \frac{\partial E_n}{\partial t} dA \quad (2.16)$$

O entendimento dos fenômenos, como por exemplo o surgimento de uma corrente elétrica em um fio condutor, necessita da compreensão da lei de Gauss, sendo também uma das equações de Maxwell para escrever uma generalização para o campo elétrico, conforme a equação 2.13, onde estabelece que “o fluxo do campo elétrico através de qualquer curva fechada é igual a  $1/\epsilon_0$  vezes a carga líquida dentro da superfície” [3].

Uma vez que a lei de Gauss fornece uma compreensão do comportamento dos campos elétricos, é necessário descrever o campo magnético para posteriormente estabelecer relações entre os dois. O magnetismo tem como característica o fato de nunca ter sido observado a presença de monopolos magnéticos isolados. Uma superfície fechada que envolve um material magnético tem um fluxo total de campo magnético fluindo igual a zero, que pode ser descrito conforme a equação 2.14. Esta equação reflete o fato da ausência de monopólios magnéticos [3].

Estas leis demonstradas nas equações 2.13 e 2.14 fornece a compreensão dos campos elétricos e magnéticos. As outras duas leis de Maxwell que completam o conjunto estabelecem uma relação entre esses campos.

Com base na indução de uma força eletromotriz pela variação do fluxo magnético, fenômeno observado por Faraday [30], temos a equação 2.15 que “descreve como as linhas de

campo elétrico circulam qualquer área através da qual o fluxo magnético está variando, relacionando o vetor campo elétrico  $\vec{E}$  à taxa de variação do vetor campo magnético  $\vec{B}$ ” [3].

A última das equações de Maxwell tem como ponto de partida a lei de Ampère. A equação 2.16 “estabelece que a integral de linha do campo magnético  $\vec{B}$  em torno de qualquer curva fechada C é igual a  $\mu_0$  vezes a taxa de variação do fluxo elétrico através da mesma superfície” [3]. Esta lei relaciona o campo magnético gerado por uma densidade de carga elétrica em movimento. Maxwell foi o responsável por complementar a lei de Ampère com o termo chamado de corrente de deslocamento e é uma das maiores contribuições de Maxwell para a teoria do eletromagnetismo. Significando assim que um campo magnético que varia no tempo cria um campo elétrico que varia no tempo e que um campo elétrico que varia no tempo gera um campo magnético variável no tempo.

A aprendizagem sobre qualquer conceito, em especial aqui sobre o eletromagnetismo, pode ser proporcionado optando por diferentes métodos de ensino. Entre eles tem-se o que considera que o discente já possui algum conhecimento sobre o assunto e utiliza como subsunçor para o seu avanço, conforme o fundamento de aprendizagem proposto por David Ausubel, aliado a tecnologias, experimentos e jogos, os quais foram as propostas para desenvolvimento deste produto.



## CAPÍTULO 3

### METODOLOGIA

#### 3.1. LOCAL E EXECUÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa foi realizada com os alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Nilson Silva”, localizada na Avenida Aracajú nº 3277, Bairro Jardim Tropical, município de Rolim de Moura. A referida escola é uma instituição de ensino mantida pelo Governo do Estado de Rondônia, representado pela Secretaria de Estado da Educação e pertence à Rede Pública Estadual de Ensino.

A pesquisadora atua na escola como docente da comunidade que recebeu a proposta de produto educacional, esta foi uma turma de alunos do 3º ano do ensino médio, turno vespertino, que no início da pesquisa era composta por 22 alunos e a esta turma foi agregado 2 estudantes no decorrer da pesquisa.

Uma vez que a pesquisadora optou por elaborar um produto voltado ao tema eletromagnetismo, devido as dificuldades encontradas por alguns docentes em obter subsídios para esse conteúdo e, este está incluso no referencial curricular do estado de Rondônia [33] como proposta de ensino a esta série.

#### 3.2. SOBRE O PRODUTO EDUCACIONAL E SUA APLICAÇÃO

A proposta do desenvolvimento deste produto (Apêndice I) foi de ensinar eletromagnetismo aos alunos do ensino médio de uma forma mais dinâmica, para isto criou-se uma sequência didática incluindo um roteiro de jogo no modelo de RPG que pode ser acessado através do *link* <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)> tanto por alunos quanto professores.

O projeto foi submetido a Plataforma Brasil, sendo aprovado pelo Comitê de Ética: CAAE 07193418.0.0000.5300, sob número do parecer 3.233.852. Bem como a pesquisadora firmou compromisso de devolutiva à plataforma (Anexo I) e de divulgação dos resultados aos

participantes (Anexo II), tendo autorização da escola para desenvolvimento da pesquisa (Anexo III), e os discentes e responsáveis consentiram com a participação ao assinarem os termos de compromissos, conforme modelos disponíveis nos Anexos IV e V.

Os alunos foram convidados a responder um questionário (Apêndice II) para verificação das percepções que eles tinham sobre a metodologia que seria empregada ao aplicar o presente produto, bem como observar o que eles já traziam consigo sobre os conceitos que seriam ministrados. Ao final da aplicação desta pesquisa responderam novamente a um outro questionário (Apêndice III), para anotarem imparcialmente as suas perspectivas sobre o produto aplicado e observar parte do conhecimento adquirido nesta aplicação.

Os questionários propostos buscaram avaliar em um contexto diferente do encontrado em materiais instrucionais, no intuito de possibilitar verificar indícios de uma aprendizagem significativa [34].

Diante da necessidade de inovar o processo de ensino e aprendizagem, para que os alunos se sintam motivados a aprender a Física a aplicação do produto educacional ocorreu empregando as seguintes etapas:

1º etapa: construção de vários roteiros de aula, contendo a teoria e prática necessárias para uma introdução ao eletromagnetismo. Nesta etapa também ocorreu a elaboração de um roteiro que permitiu o desenvolvimento de um jogo de RPG correlacionado aos conteúdos propostos.

2º etapa: realização de uma palestra para falar da necessidade de usar corretamente a tecnologia de informação e comunicação nos estudos;

3º etapa: os discentes da turma selecionada responderam a um questionário contendo perguntas relacionadas a todos os conceitos que seriam ministrados durante toda a execução do projeto, para posterior análise;

4º etapa: os alunos visualizaram a sequência didática, de acordo com o conteúdo requisitado para aquele momento, sendo orientados pela pesquisadora como deviam seguir com as atividades, observando os pré-requisitos sugeridos;

5º etapa: os alunos tiveram contato com o jogo cumprindo as fases solicitadas, sendo que o acesso a sequência didática e aos roteiros experimentais garantiram que o educando tivesse os conhecimentos prévios necessários para avançar no jogo;

6º etapa: os alunos responderam ao segundo questionário contendo questões sobre o assunto estudado.

Para o desenvolvimento destas etapas foi necessário a criação do *site* como produto (Apêndice I), onde ficavam disponíveis os materiais utilizados no desenvolvimento das aulas e

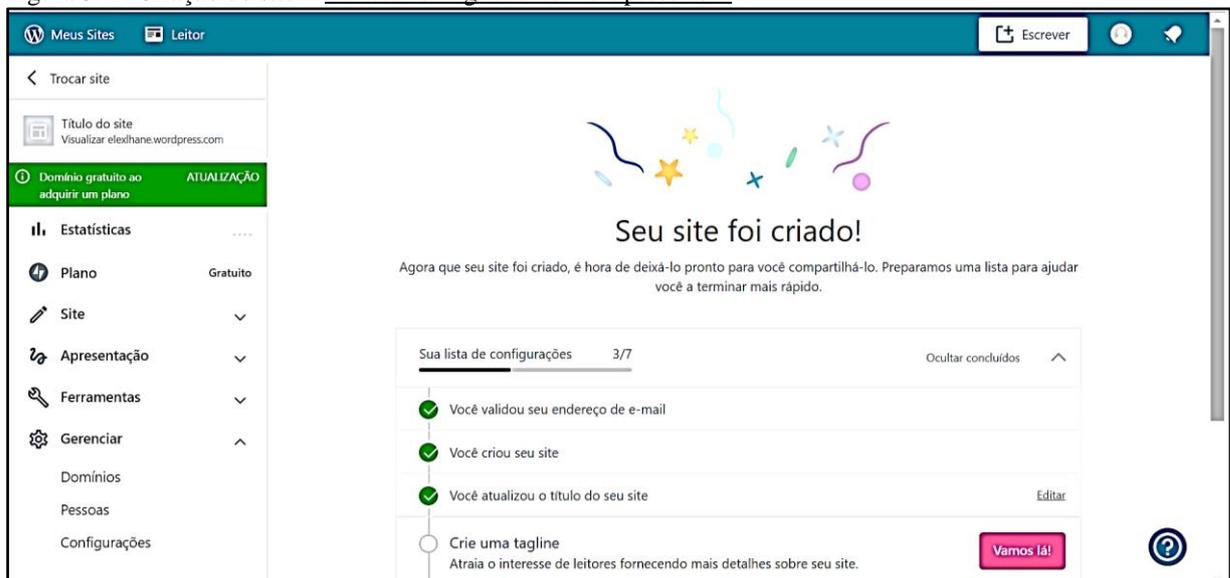
experimentações e as mídias necessárias para aplicação do jogo de RPG, além dos arquivos produzidos pelos estudantes sobre o uso do eletromagnetismo no cotidiano.

### 3.2.1 – Criando o *site*

Devido à necessidade da utilização de um gerenciador de conteúdo como um sistema para administrar *websites* com facilidade, optou-se pelo *WordPress.com*, este é gratuito e possibilita a criação de páginas digitais bem simples e também de fácil atualização de conteúdo. Quando necessário é possível alterar o design e fazer as modificações pretendidas, sem recorrer a um estudo aprofundado.

Ao acessar o *link* <<https://wordpress.com/jetpack/new?ref=calypso-selector>>, abrirá uma página que fornece a opção de criar um *site* novo conforme Figura 3.1, seguindo os passos e instruções ocorre a escolha do domínio, endereço que as pessoas digitam no navegador para acessarem, neste o *site* da autora ficou nomeado como <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)>.

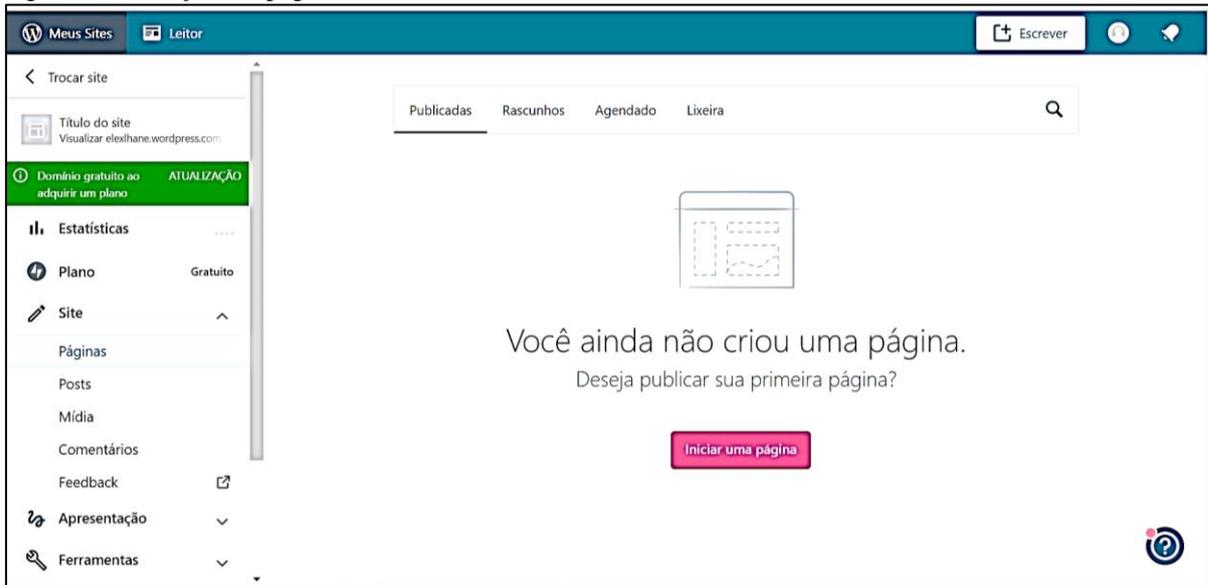
Figura 3. 1: Criação do *site* <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)>.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a criação do *site*, já ficou disponível o modelo conforme a Figura 3.2 para ser gerenciado, nesta etapa deve-se adicionar as páginas desejadas que serão utilizadas posteriormente para incrementar os conteúdos.

Figura 3. 2: Criação das páginas no *site*.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao criar a página (Figura 3.3) fica acessível a opção de adicionar um título e de inserir *hiperlinks*, imagens, vídeos, dentre outros, podendo ser colocado neste local a sequência desejada.

Figura 3. 3: Editando as páginas criadas no *site*.



Fonte: Elaborada pela autora.

Ao optar por publicar a página gera-se um *link*, que pode ser copiado no canto superior direito conforme Figura 3.4, que permite associar este conteúdo às demais páginas e *menus*.

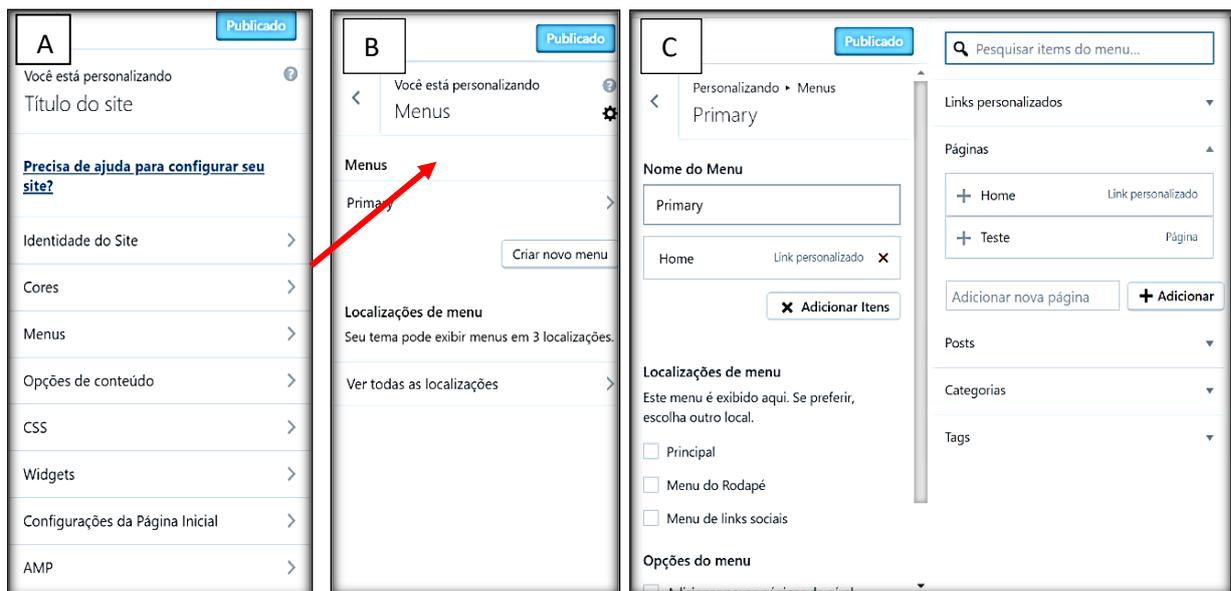
Figura 3. 4: Copiando endereço de acesso a página.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao acessar o tópico “Menus” (Figura 3.5 (A)), foi possível inserir itens como link personalizado ou página (Figuras 3.5 (B) e (C)).

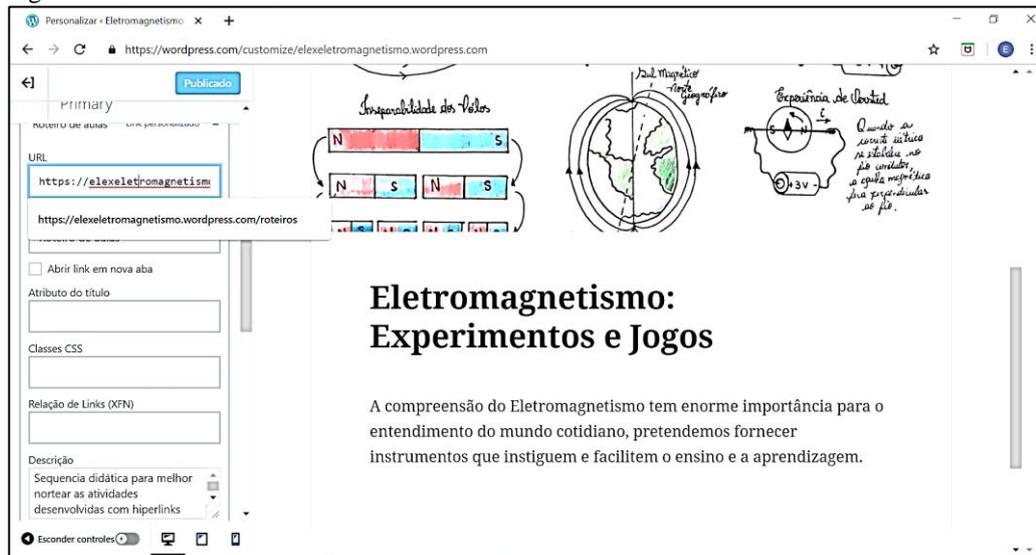
Figura 3. 5: Criando o “Menu” do site



Fonte: Elaborado pela autora.

Para dar prosseguimento na criação do “Menu” ao optar por publicar a página adquire-se um *link*, que é inserido no *Uniform Resource Locator* (URL), um localizador uniforme de recursos, sugerido no “Menu”, conforme Figura 3.6, deixando organizado o *site* que estará pronto para acesso.

Figura 3. 6: Inserindo o URL no *Menu*.



Fonte: Elaborado pela autora.

A figura exposta na página de abertura do produto foi elaborada pela pesquisadora e a aparência do *site* criado ficou conforme a Figura 3.7, onde, ao clicar em um dos itens do lado esquerdo é possível o acesso aos conteúdos inseridos.

Figura 3. 7: Página inicial do *site* <elexeletromagnetismo.wordpress.com>.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a criação do *site* o endereço pode ser acessado digitando <elexeletromagnetismo.wordpress.com> na busca do navegador na *internet* ou através de um *QR CODE* para acesso direto (Figura 3.8).

Figura 3. 8 : *QR Code* para acesso ao *site* <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)>.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para criar o *QR CODE*, pode-se utilizar o *QR Code Generator* [35] e criá-lo gratuitamente, adicionando o *site* pretendido e realizando *download*.

### 3.2.2 – Manipulando o *site*

Com o *site* <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)> criado ficou disponibilizado um *menu* de acesso dividido em abas. Neste sentido, o produto educacional (*site*), conforme Apêndice I, foi distribuído em diversos tópicos.

Ao acessar o item “Sobre” haverá uma breve descrição das aptidões da pesquisadora. As orientações nomeadas como “Dicas aos docentes” vêm com sugestões para otimizar a utilização e aplicação do produto, tendo um maior aproveitamento do material disponibilizado.

No item “Aprendizagem na *Internet*” foi disponibilizado a palestra inicial que levou os alunos a refletirem sobre a necessidade de pesquisas confiáveis nas redes e também a utilização das buscas na *internet* como aliada ao ensino e aprendizagem, além de apresentar sugestões de *sites*, canais do *You Tube* e *apps* para estudo, entre outras instruções para navegação e uso da *internet* com responsabilidade.

Já no tópico “História do Eletromagnetismo” foi disponibilizado *hiperlinks* com acessos a materiais científicos sobre o assunto estudado, gerando um embasamento as pesquisas extras que podem surgir como curiosidade dos discentes ou necessidade de aprofundamento sobre as aulas ministradas. Considerando a necessidade da correta aquisição de conceitos físicos concernentes ao eletromagnetismo e de se estimular um aprendizado mais aprofundado da Física.

A subdivisão “Roteiro de aulas” foi criada para melhor nortear os docentes quanto as atividades desenvolvidas. Nesta aba é possível encontrar *hiperlinks* que permitem o acesso a documentos que auxiliem nas aulas, há também disponibilidade de acesso as questões de verificação de aprendizagem da sequência de aula teórica e experimentações.

Acessando “Experimentando” pode-se verificar o roteiro experimental que vem como sugestão para ser realizado pelo discente. Neste tópico está disponível vídeos feitos pela pesquisadora explicando sucintamente a montagem experimental. Este item foi criado no intuito de utilização direta pelos discentes, na busca por relacionar a teoria com a prática no ensino da disciplina permitindo o desenvolvimento, compreensão e aprimoramento do assunto.

Na aba “Jogos no Ensino de Física” encontra-se orientações sobre o jogo de RPG no ensino e aprendizagem de eletromagnetismo, assim como a disponibilidade do roteiro do jogo e os anexos necessários para ter sucesso no desenvolvimento deste. Este item deve ser lido pelos docentes e mestre do jogo.

O recurso de se aplicar jogos em sala de aula torna o ensino atraente e inova a maneira de lecionar Física, a visualização do tema eletromagnetismo utilizando roteiro de jogo no estilo do RPG pode ser usado para complementar os experimentos reais. Nesse jogo os participantes interpretam personagens dentro de uma narrativa construída de forma que todos precisam colaborar, definindo as atitudes de um personagem diante dos eventos que ocorrem, podendo ser alterado conforme imaginação do mestre.

Foi colocado no *menu* o acesso a “Cartas”, que versa sobre a vida e obra dos cientistas e permite que o docente instrua os alunos a lê-las antes da aplicação do jogo, apesar de ter ficado disponível também junto a aba de jogos citada anteriormente, ela separada em outro comando do *menu* facilita o acesso dos discentes, não sendo necessário o docente desprender de muito tempo para explicação aos estudantes sobre como acessar o que considera necessário.

Em “Aplicações do Eletromagnetismo” é possível ter acesso a textos com descrições de objetos usados no cotidiano. A criação deste tópico dependeu dos conhecimentos relacionados ao eletromagnetismo que os estudantes foram adquirindo no decorrer da aplicação deste produto, sendo que conhecer a aplicabilidade dos conceitos os instigou a aprender ainda mais.

Como último item do *menu* tem-se uma lista da “Bibliografia Consultada”, oferecida como uma lista das leituras e releituras sugeridas para melhor aprofundar sobre os temas desenvolvidos neste produto e entender melhor a sequência didática disponível.

### 3.2.3 – Entendendo a sequência das aulas com experimentações

Ao iniciar a sequência didática, com um intervalo de três semanas antes da apresentação do primeiro experimento pelos discentes, foi distribuído aos alunos as instruções e os títulos dos experimentos que seriam apresentados posteriormente, utilizando o modelo da Figura 3.9.

Figura 3. 9: Modelo de instruções para posterior apresentação experimental.

	<p><b>MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF) POLO DE JI-PARANÁ/UNIR – PJIPAMNPEF</b></p>	
<p>Instruções:</p>		
<p>Acesse o <i>site</i> &lt;<a href="http://elexeletromagnetismo.wordpress.com">elexeletromagnetismo.wordpress.com</a>&gt; clique em experimentando e acesse o roteiro experimental e o vídeo referente ao _____, providencie os materiais necessários e construa junto ao seu colega o experimento, leve para apresenta-lo aos demais colegas da sala em ____/____/____. Aproveite par visitar no <i>site</i> o <i>menu</i> história do eletromagnetismo para melhor compreensão e apresentação.</p>		

Fonte: Elaborado pela autora.

É possível observar que neste modelo continha o local que deveriam acessar o roteiro do experimento, o vídeo, o título e a data de apresentação. Desta forma eles se organizavam com antecedência no decorrer do bimestre, podendo acessar o *site* sempre que necessário para sanar possíveis dúvidas.

Uma vez que o aluno teria prévio acesso as instruções para montagem experimental, sendo [36] “Uma das estratégias do modelo da sala de aula invertida consiste em o professor produzir vídeo em que expõe o assunto a ser abordado para que os alunos possam assisti-lo previamente, evitando a exposição tradicional em sala de aula.”

Para aplicação do produto relacionado as aulas expositivas concomitante as experimentações, foi utilizado uma sequência conforme o cronograma exposto no Quadro 3.1. Estas aulas que culminou com o fechamento de uma unidade de aprendizagem sobre o eletromagnetismo foi ministrada utilizando um total de 13 horas/aulas destinados a palestras, sala de aula e experimentação.

Quadro 3. 1: Descrição das atividades desenvolvidas.

Módulo	Horas/Aulas	Atividade desenvolvida
1.	02	Palestra sobre “Aprendizagem na <i>Internet</i> ” e apresentação do <i>website</i> “ <a href="http://elexeletromagnetismo.wordpress.com">elexeletromagnetismo.wordpress.com</a> ”, assim como sorteio dos temas do experimento com as respectivas datas que os grupos de discentes iriam fazer apresentação.
2.	02	Aula expositiva com a utilização de <i>slides</i> para verificação de conhecimentos prévios sobre o eletromagnetismo e citar aplicações do eletromagnetismo. Breve revisão sobre a eletricidade e apresentação do tema com aula expositiva.
3.	03	Aula expositiva conceituando as propriedades dos ímãs, campo magnético terrestre e ponto de Curie, com manuseio de ímãs e objetos ferromagnéticos. Aplicação de questões para verificação de aprendizagem sobre as propriedades dos ímãs (Apêndice IV).
4.	03	Aula expositiva com contexto histórico sobre “Bússola e a Experiência de Oersted”. Aplicação de questões sobre “Bússola e Experiência de Oersted” (Apêndice V)
5.	03	Aula expositiva explicando sobre o “Campo Magnético”, utilizando a atividade experimental desenvolvida pela pesquisadora e pelos alunos na construção de eletroímãs. Apresentação experimental feita pelos alunos utilizando uma “Campainha Magnética”. Aplicação de questões sobre “Campo Magnético” (Apêndice VI).
6.	03	Aula expositiva explicando sobre o “Indução e Força Magnética”. Apresentação experimental feita pelos alunos utilizando o “Motor de Faraday” e “Corrente Induzida”. Aplicação de questões sobre o “Força Magnética e Indução” (Apêndice VII).

Fonte: Elaborado pela autora.

A aplicação do produto, conforme material disponível no *site* <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)> ocorreu durante as aulas (Quadro 3.1) e conforme via-

se a necessidade e dúvidas dos alunos. Ao final criou-se um roteiro de jogo estilo RPG, utilizando três horas/aulas para o seu desenvolvimento e como conclusão os alunos produziram alguns artigos de revisão literária.

### **3.2.4 – Jogando RPG**

Os jogos estão muito presentes no cotidiano dos adolescentes, e o RPG é um destes. Com este jogo precisa da imaginação e de trabalho em equipe para participar de uma história que busca a superação das dificuldades vividas por personagens. Os estudantes podem aperfeiçoar o conhecimento sobre o eletromagnetismo bem como melhorar a convivência com os demais colegas, algo que vem se tornando cada vez mais difícil neste mundo de grandes tecnologias.

O jogo de RPG aplicado neste trabalho utilizou conteúdos de Física sobre eletromagnetismo para obter a solução dos desafios que surgiram. Foi criada uma aventura curta com cenas sequenciadas, onde o jogador estava ‘preso’ à sequência da aventura que ia sendo narrada a critério do mestre. O mestre/narrador da história foi selecionado de acordo com os conhecimentos prévios apresentados na verificação de aprendizagem sobre os conceitos de eletromagnetismo em sala de aula, assim como seu interesse pelo jogo.

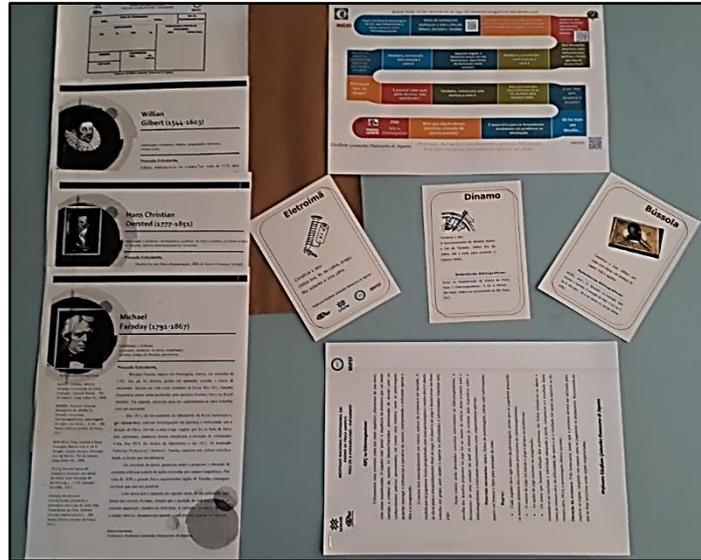
O mestre conta a história utilizando um roteiro fornecido a ele antecipadamente contendo o esboço da aventura. Nesta aventura as personagens podem interagir e influenciar a narrativa do mestre, interpretando e utilizando apenas a fala e a imaginação. A medida que os jogadores iam progredindo com suas personagens o mestre fornecia dicas para o encaminhamento final do jogo. O objetivo do jogo é desenvolver um bom trabalho em grupo para ajudar a superar as dificuldades e adversidades impostas. Para concluir a atividade com êxito os alunos dependiam da participação nas aulas expositivas sobre o eletromagnetismo e dos experimentos vistos em sala de aula.

Os materiais necessários foram dados virtuais que podem ser adquiridos gratuitamente na *play store* (loja virtual para aquisição de aplicativos), fichas de personagens, cartas com informações, papéis em branco e lápis para anotação de cada discente, quando julgar necessário.

Quanto as regras, estas se assemelham as do RPG tradicional, onde cada jogador deve agir dentro da personagem sendo que, no caso deste produto os jogadores possuíam os mesmos

atributos dos cientistas precursores do eletromagnetismo e o mestre do jogo pode propor os problemas, aperfeiçoando as cenas conforme considerar necessário.

Figura 3. 10: Material confeccionado pela pesquisadora para ser utilizado no jogo.



Fonte: Elaborado pela autora.

A aventura durou em média três horas-aula, sendo que a primeira aula foi utilizada para explicar as regras, e para distribuir aos estudantes o papel que cada um deveria desempenhar no jogo. Na sala havia dois alunos que já conheciam jogos com regras semelhantes, estes em uma aula de horário oposto explicaram o RPG a outros três discentes, totalizando oito alunos que compreendiam a dinâmica proposta e que receberam um kit (Figura 3.10) e se tornaram os mestres em cada grupo.

As duas aulas seguintes foram sequenciadas de maneira a não interromper o jogo. Dividiu-se a sala em grupos, inicialmente foram distribuídas cartas sobre a vida dos cientistas Gilbert, Oersted e Faraday, precursores do eletromagnetismo. Para jogar foram necessários quatro integrantes entre estes, três representando as habilidades dos cientistas e o outro foi o mestre que usou de sua criatividade para deixar a história mais divertida, explorando sempre que possível o conhecimento relacionado ao conteúdo tratado.

Figura 3. 11: Grupos formados pelos alunos para jogarem RPG.



Fonte: Elaborado pela autora.

O mestre de cada grupo possuía o roteiro e as fichas sobre dínamo, eletroímã e bússola que seriam necessárias no desenvolvimento do jogo, os demais jogadores poderiam utilizá-las quando considerassem necessário. Cada jogador teve acesso as fichas dos personagens e a equipe possuía um guia em forma de tabuleiro para nortear a aventura. Para superar os desafios propostos, caso fosse necessário, os jogadores deveriam pensar e falar a solução adequada, bem como lançar os dados somando o número adquirido as habilidades de cada personagem.



## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos durante a aplicação do produto que pode ser encontrado em <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)>, sendo que ao citar “*site*” nestes resultados se faz referência ao produto desenvolvido pela pesquisadora. O intuito é de disponibilizar aos docentes uma unidade de aula sobre eletromagnetismo, de forma diferenciada, fornecendo meios de mostrar aos estudantes a necessidade de se explorar melhor os conteúdos disponíveis na *internet*.

Para isso propôs-se uma sequência que intercalou aulas expositivas com experimentação e fez-se uso de um jogo de interpretação de papéis sobre a vida e obra de cientistas, buscando aprimorar os conceitos prévios dos estudantes sobre o eletromagnetismo.

#### 4.1. ANÁLISE DAS AULAS

Para as aulas de exposição teórica, as explicações dos roteiros de experimentações e jogos em sala de aula fez-se uso de um projetor multimídia a fim de exibir os *slides* com os conteúdos a serem trabalhados, todos estes documentos estão disponíveis no produto. Além das aulas expositivas, experimentações e jogos, foi realizada uma palestra sobre o uso de meios eletrônicos com responsabilidade.

Ao final de cada tema proposto, com *slides* e experimentos, ocorreu a aplicação de algumas questões, obtendo respostas de acordo com o conhecimento adquirido pelos alunos, buscando indícios de uma aprendizagem significativa, levando os estudantes a refletirem sobre os conceitos estudados.

As respostas dadas pelos alunos as questões aplicadas durante as aulas serão identificadas pela letra E seguida de uma numeração, por exemplo E1, para designar o estudante 1, e assim sucessivamente. Ressalta-se que as frases foram transcritas sem alteração de significados.

#### 4.1.1 – Palestra “aprendizagem na *internet*”

No início da execução do produto os responsáveis pelo setor de Núcleo de Tecnologia da Coordenadoria de Educação de Rolim de Moura [37], apresentaram uma palestra intitulada “Aprendizagem na *Internet*: navegação e uso com responsabilidade” (Quadro 4.1). Sendo que para esta atividade foram necessárias duas horas/aulas.

Quadro 4. 1: Descrição da atividade desenvolvida no início da execução do produto.

Horas/Aulas	Atividade desenvolvida
02	Palestra intitulada “Aprendizagem na <i>Internet</i> : navegação e uso com responsabilidade” e apresentação do <i>site</i> , assim como sorteio dos temas dos experimentos com as respectivas datas que os grupos de discentes fizeram apresentação com o auxílio dos vídeos e roteiros experimentais.

Fonte: Elaborado pela autora.

A palestra ocorreu no dia 07 de maio de 2019 e foi apresentada aos estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Nilson Silva (Figura 4.1). Foi abordado a importância de acessar conteúdos confiáveis para aprendizagem, forneceu-se lista de *sites* e aplicativos disponíveis para estudos e como fontes de pesquisas. Apresentou-se funções básicas para formatação de trabalhos na ferramenta de escrita *Word*, ressaltando a importância e o cuidado em se fazer referências corretamente para não ocorrer o risco de plágio.

Ao final da palestra um dos estudantes ponderou, “alguns destes *sites* e aplicativos já utilizo, mas tem alguns que foram citados que eu ainda não tinha visto”. Após a apresentação os alunos comentaram que é importante o que viram e ouviram para potencializar o aprendizado, tendo mais opções seguras de busca por conceitos na área da Física, assim como em outras áreas do conhecimento.

Figura 4. 1: Palestra apresentada pelo setor de Núcleo de Tecnologia da Coordenadoria de Educação de Rolim de Moura, com o título "Aprendizagem na *internet*: navegação e uso com responsabilidade"



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto aos esclarecimentos fornecidos sobre formatação e referenciação de trabalhos, propiciou uma realização de digitação propiciou a escrita dos “mini artigos” no formato acadêmico em momento extraclasse ao final da aplicação do produto, considerando a necessidade deste conhecimento no ensino médio, assim como na universidade, próxima etapa almejada pelos discentes envolvidos.

As informações proporcionadas pela palestra buscou incentivar pequenas pesquisas, que “são uteis para estabelecer conexões entre os conceitos teóricos e suas aplicações práticas, enquanto ajudam na transferência dos conhecimentos escolares para contextos mais cotidianos” [12]. As pesquisas realizadas pelos discentes veio como um dos resultados da aplicação do produto, com foco nesta apresentação sobre fontes seguras de informação e normas para formatação de trabalhos, os alunos produziram ao final do desenvolvimento das aulas sobre o eletromagnetismo, textos considerados como “mini artigos”, que aliavam o eletromagnetismo ao cotidiano, uma vez que tem a estrutura de um artigo, mas não possui muitas páginas (Figura 4.2).

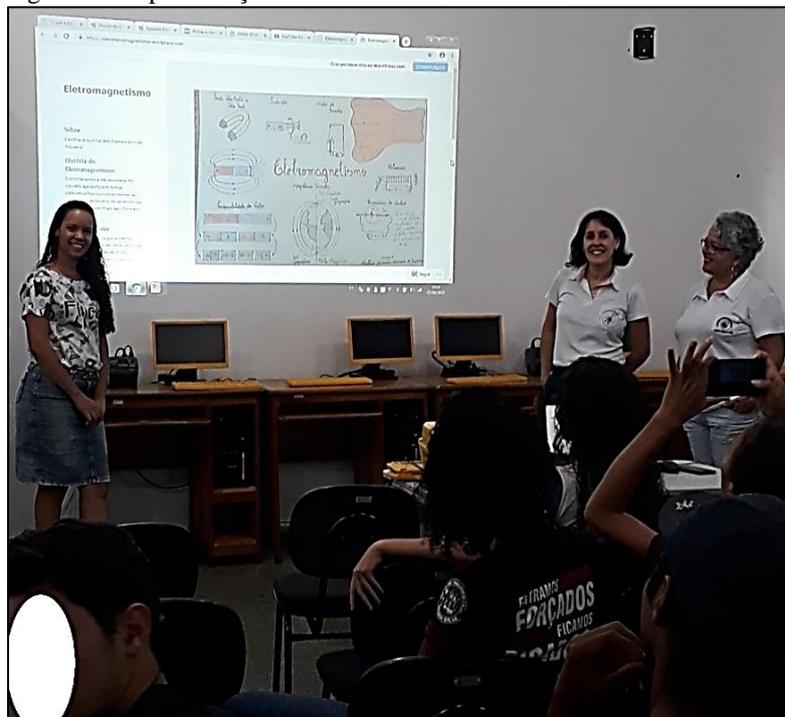
Figura 4. 2: “Mini artigos” produzidos pelos estudantes e anexados no *site*.



Fonte: Elaborado pela autora.

No decorrer da palestra (Figura 4.3) ocorreu também a apresentação do produto educacional demonstrando aos alunos o que era possível acessar em cada tópico do “Menu”.

Figura 4. 3: Apresentação do *site* aos discentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os discentes foram motivados a acessar e explorar o *site* em outros momentos, não somente na escola, para assim melhorar o aproveitamento de conteúdo nos próximos encontros.

Para obterem melhores resultados na aprendizagem dos conceitos sobre eletromagnetismo que seriam ministrados nas demais aulas eles dependiam deste acesso, uma vez que baseados nos materiais disponíveis complementaríamos os conhecimentos prévios.

#### 4.1.2 – Considerando conhecimentos prévios e suas aplicações ao eletromagnetismo

Nas aulas descritas no Quadro 4.2 foram verificados os conhecimentos prévios dos alunos, utilizando um questionário (Apêndice II), estes foram indagados sobre o que sabiam concernente aos ímãs e ao magnetismo e se conheciam alguma relação do magnetismo com a eletricidade.

Quadro 4. 2: Descrição da atividade sobre apresentação e introdução do conteúdo.

Horas/Aulas	Atividade desenvolvida
02	Realizou a verificação de conhecimentos prévios sobre o eletromagnetismo, foi citada algumas aplicações ao mundo moderno dos estudos do eletromagnetismo e realizado uma breve revisão sobre a Eletricidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

Como exemplo de conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes sobre o conceito de magnetismo a maioria defendeu que os “ímãs têm o poder de atração”, outros denotaram que “os ímãs atraem e repelem-se”, e poucos reconheciam que “os ímãs possuem dois polos (norte e sul) e que polos diferentes se atraíam e polos iguais se repeliam”. A partir destas informações pode ser explorado junto a eles outros saberes, como por exemplo, o campo magnético terrestre, o funcionamento de bússolas, dentre outros.

A busca pelos conhecimentos prévios continuou quando foi abordado o assunto sobre eletricidade e magnetismo, sendo solicitado que os estudantes falassem sobre motores, onde disseram que “quando o aparelho é ligado a tomada o motor funciona”, mas não mencionaram que havia um fenômeno eletromagnético envolvido nesse processo. Ocorreu também a seguinte fala sobre os eletroímãs “sei construir um eletroímã, mas não sei explicar seu funcionamento”.

Sabe-se que “toda tentativa de dar significado apoia-se não apenas nos materiais de aprendizagem, mas nos conhecimentos prévios ativados para dar sentido a esses materiais” [12]. Esta é outra condição para que ocorra um aprendizado significativo segundo Ausubel, além de

se adotar a condição de se partir desses conhecimentos prévios, foi feita uma breve revisão sobre eletricidade.

Durante a revisão mencionou-se a garrafa de Leyden, do holandês Musschebroek, as propriedades do raio estudado pelo americano Benjamin Franklin, a pilha do físico Alessandro Volta, dentre outros [26], no intuito de utilizar alguns desses conceitos ao final das explicações.

#### 4.1.3 – Aulas sobre o magnetismo

Após a análise dos conhecimentos prévios fornecidos pelos alunos, em uma aula seguinte foi apresentado a eles as propriedades dos ímãs, campo magnético terrestre e ponto de Curie. A pesquisadora realizou uma aula expositiva, e também levou para a sala de aula alguns ímãs, alfinete e clipe (veja Quadro 4.3)

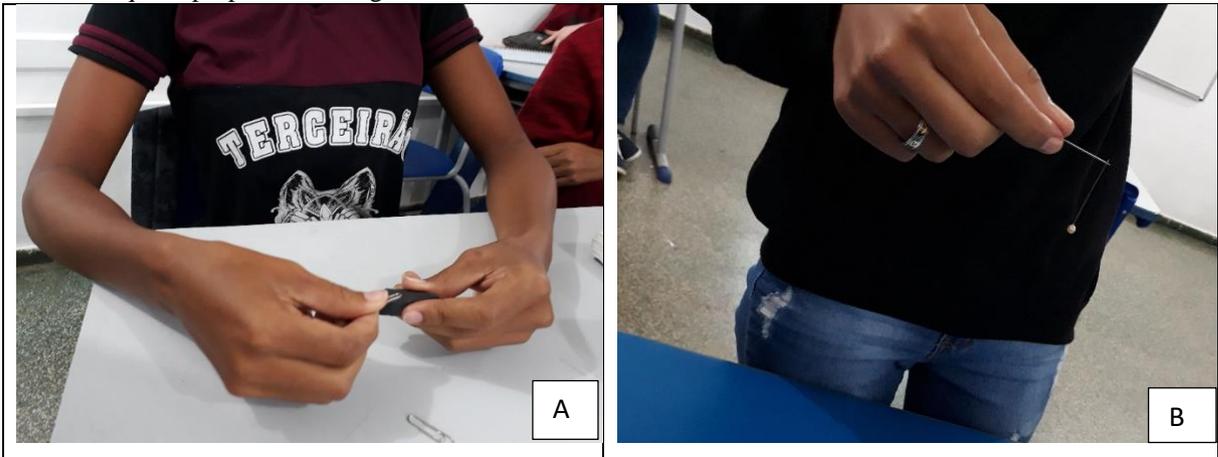
Quadro 4. 3: Descrição das atividades desenvolvidas sobre a introdução do magnetismo.

Horas/Aulas	Atividade desenvolvida
03	<p>Aula expositiva conceituando as propriedades dos ímãs, explanando sobre o campo magnético terrestre e ponto de Curie, tendo vídeos e apresentação experimental da pesquisadora sobre o tema.</p> <p>Aplicar questões para verificar a aprendizagem sobre o tema (Apêndice IV), também disponíveis no <i>site</i>, no <i>menu</i> “Roteiro de aulas”.</p>

Fonte: Elaborado pela autora

Ao manusearem estes objetos, os discentes observaram a atração dos ímãs pelo material ferromagnético (o alfinete), observando também que ao partirem um ímã retangular ao meio é visível a inseparabilidade dos seus polos, assim como a atração e repulsão entre estes. Após observarem as propriedades de atração, repulsão, inseparabilidade dos polos de um ímã, buscaram também magnetizar (Figura 4.4(A)) um material ferromagnético pela fricção sempre em uma mesma direção sobre o objeto, reforçando o campo magnético do novo ímã, sabendo que se passar mais vezes o ímã no alfinete tem-se um alinhamento mais uniforme dos átomos [38].

Figura 4. 4: Estudantes realizando a magnetização de materiais ferromagnéticos pela fricção em ímãs. (A) Magnetização realizada ao friccionar o material ferromagnético sempre na mesma direção. (B) Testando se o material adquiriu propriedades magnéticas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao conseguirem “magnetizar” o alfinete (Figura 4.4 (B)) permitiram-se “brincar” com os materiais disponíveis que demonstravam o fenômeno mencionado na aula, sendo que o manuseio destes objetos proporcionou um tipo de espanto a veracidade das informações repassadas pela pesquisadora, um dos discentes enfatizou “Não dá mesmo para unir novamente esses pedaços do ímã quebrado”, se referindo a inseparabilidade dos polos. Este fato vem confirmar a utilidade da experimentação para proporcionar uma internalização dos conceitos, ou até mesmo mudanças de paradigmas, permitindo que o aluno que está insatisfeito com suas concepções alternativas, ou esteja em dúvida sobre a funcionalidade de um determinado conceito da ciência, tenha a sua disposição uma nova concepção que lhe pareça plausível e mais produtiva [12].

A mudança ou ajustamento dos conceitos prévios do estudante proporciona que ele avance na busca pelo conhecimento em momento extraclasse, nesse sentido os alunos acessaram o *site* para concluírem a visualização dos conteúdos apresentados. Buscando assim conhecimento para demonstrarem a aprendizagem sobre as características dos ímãs no próximo encontro.

Ao fim de cada módulo (Quadro 3.1) era verificado o aprendizado sobre as atividades realizadas por meio de questões discursivas que correlacionavam as aulas e as experimentações (Apêndice IV). Estas questões foram apresentadas como problemas qualitativos, que “são problemas abertos, nos quais deve predizer ou explicar um fato, analisar situações cotidianas e científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos pessoais e/ou do marco conceitual que a ciência proporciona”. [12]

Em uma das questões (Apêndice IV), foi pedido que eles dissessem o que sabiam sobre imantação, a seguir temos algumas respostas fornecidas pelos estudantes.

Resposta do E1: “Quando você não tem um metal magnético, depois de atritá-lo no ímã, ele ganha força magnética, assim atraindo outros objetos.”

Resposta do E2: “É o processo no qual o ferromagnético adquire temporariamente a capacidade atrativa por intermédio do atrito com um ímã.”

Resposta do E3: “É quando se fricciona um ímã em um metal somente para uma direção (Essa é a imantação por fricção). Deixando o objeto virar ímã.”

Resposta do E4: “É o processo que torna os metais em ímãs.”

Ao comentar sobre as questões propostas (Apêndice IV) a pesquisadora solicitava que deveriam recordar sempre das experimentações (Figura 4.4) realizadas em sala. Nas respostas fornecidas pelos estudantes, observa-se que estavam associadas à manipulação dos ímãs, como exemplo o que é descrito pelo E1, outros mencionavam detalhes, análise que E2 escreve que “adquire temporariamente” e E3 fala sobre precisar de ser “somente em uma direção”. Percebe-se que os alunos, como por exemplo o E4, se sentiam instigados a descreverem os fenômenos físicos com suas próprias palavras, mas buscavam sempre manter o mesmo significado do descrito com o rigor científico.

#### **4.1.4 – Aulas sobre a bússola e a experiência de Oersted**

Após a sequência de aulas sobre as características dos ímãs, a pesquisadora começou uma nova sequência de aulas (Quadro 4.4) entregando aos alunos copo descartável, água, papel, ímã e agulha para construir uma bússola rudimentar. Como em aulas anteriores durante as experimentações os estudantes já haviam friccionado um ímã (Figura 4.4 (A)) em um material ferromagnético obtendo um objeto imantado, tomou-se isso como ponto de partida. Abordou-se também a história por trás do surgimento da bússola e o princípio de seu funcionamento, para isso fez-se uso de alguns *slides* que pode ser encontrado na aba “roteiro de aulas” no “*menu*” do *site*.

Quadro 4. 4: Atividades sobre a bússola e a experiência de Oersted.

Horas/Aulas	Atividade desenvolvida
03	Aula expositiva explicando sobre os primórdios relacionados a invenção da bússola e a experiência de Oersted; Apresentação do experimento de construção de bússola feita pela pesquisadora e alunos; Experimentos feito pelos alunos sobre o “Experimento de Oersted”; Questões sobre “Bússola e Experiência de Oersted”.

Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse sentido foi estimado o que o aluno já sabia, sempre buscando aplicar a teoria de Ausubel, considerando que “cada novo conteúdo conceitual deveria se apoiar nos conteúdos anteriores e se relacionar explicitamente com eles” [12]. Sendo que após visualizarem a construção e o funcionamento da bússola, foi comentado pela pesquisadora aos estudantes sobre a vida e obra de Oersted. Em seguida, um grupo de alunos fez a apresentação do “experimento de Oersted”, conforme pode ser observado na Figura 4.5, utilizando os roteiros e vídeos disponíveis no *site* em *menu* “Experimentando”.

Figura 4. 5: Experimento confeccionado com materiais acessíveis realizado pelos alunos sobre experimento de Oersted.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao demonstrarem a “Experiência de Oersted” (Figura 4.5) puderam observar a deflexão da bússola, conforme a descrição histórica relatou. Um aluno ainda enfatizou “observem que

quando eu mudo o polo da pilha muda também o sentido da deflexão”, fenômeno físico observado nesse experimento [39].

Para terem um domínio da fundamentação teórica utilizado na explicação da demonstração experimental foram instigados a acessarem o *site* e verificarem na aba de “História do Eletromagnetismo” artigos que evidenciam estes estudos.

Considerado a exposição dos conceitos sobre a bússola e a experiência de Oersted, no encontro seguinte foi entregue aos alunos algumas questões (Apêndice V) para que pudessem refletir sobre o conhecimento adquirido nas aulas mencionadas no Quadro 4.4 e de forma qualitativa responderem as questões propostas.

Nesse sentido, sugerindo que recordassem da apresentação experimental realizada pelos colegas de sala, foi solicitado em uma das questões (Apêndice V) que eles fizessem um pequeno relato sobre a histórica experiência de Oersted, que unificou a eletricidade e o magnetismo, algumas das respostas foram como segue.

Resposta do E5: “A bússola tem que está alinhada ao fio de cobre, onde se conecta o fio em pilhas, o ponteiro da bússola ficar alinhada ao norte e sula para depois passar a corrente elétrica.”

Resposta do E6: “ Oersted fez experimento com uma bússola paralela a um fio que conduz corrente elétrica. Ele então percebeu que ao fechar a chave do fio, a bússola mexia o ponteiro deixando de ficar em paralelo.”

Resposta do E7: “Oersted não acreditava que o Eletromagnetismo existia. Ele falava que ambos eram diferentes. Oersted tentou provar isso, colocando uma corrente elétrica próxima a bússola e quando fez isso a agulha da bússola moveu e parou perpendicularmente.”

Resposta do E8: “Em um experimento ele viu que a condução da energia elétrica quando era colocada perto da bússola, ela ficava sem sentido procurando o polo Norte e o Sul, sem se alinhar corretamente.

Aqui observa-se os estudantes descrevendo o fenômeno sobre o que ocorre quando um fio percorrido por corrente elétrica é aproximado de uma bússola, sendo que o E5 descreveu-o como se estivesse montando um experimento (Figura 4.5), enquanto que o E6 enfatizou que antes de fechar o circuito era necessário que a bússola estivesse paralela ao fio e o E7 cita que ao circular a corrente elétrica a bússola fica perpendicular, já o E8 menciona a sua percepção sobre o que viu na apresentação experimental. Observando aqui a aprendizagem sobre os conceitos, ao verificar que conseguiram responder plausivelmente esta e outras questões (Apêndice V), sendo esta aquisição facilitada por buscar solucionar problemas com base em conhecimentos prévios.

Após as aulas sobre características da bússola e evidenciando que a experiência de Oersted proporcionou a unificação da eletricidade com o magnetismo, iniciou-se uma aula com o intuito de buscar a compreensão sobre a corrente elétrica como fonte de campo magnético.

#### 4.1.5 – Aulas sobre o campo magnético

Na aula seguinte (Quadro 4.5) foi verificado o conceito do campo magnético, associado aos cálculos em um fio retilíneo, em uma espira circular e em um solenoide. Durante essas explicações foram realizadas algumas estimativas, sendo que até neste momento da aplicação do produto ainda não havia sido utilizado fórmulas, o que gerou uma reação de preferência a aulas teóricas se contrapondo a utilização da formulação matemática.

Quadro 4. 5: Atividades sobre o Campo magnético.

Horas/Aulas	Atividade desenvolvida
03	Aula expositiva explicando sobre o “Campo Magnético” e utilizando atividade experimental realizada pela pesquisadora e alunos na construção de eletroímãs; Apresentação experimental feita pelos alunos utilizando uma “Campainha Magnética”; Aplicação de questões sobre o “Campo Magnético”;

Fonte: Elaborado pela autora.

Além da aula expositiva, a pesquisadora fez uso de pilha, fio condutor e prego, para que os alunos pudessem construir eletroímãs. O prego funcionou como um meio que conduz as linhas de campo, tornando seu acoplamento magnético mais eficiente. Já corrente elétrica que percorre as espiras, feitas através do fio condutor envoltos no prego, proporcionou a atração de um material ferromagnético, permitindo aos discentes envolvidos a confirmação de conceitos aprendidos em aula [40].

Figura 4. 6: Apresentação experimental feita pelos alunos sobre funcionamento de uma Campainha Magnética.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tendo construído o eletroímã junto aos alunos da turma, na aula seguinte o experimento da Figura 4.6 foi apresentado por um grupo de discentes, mostrando uma campainha magnética, onde um eletroímã ficou próximo a um material ferromagnético e quando ocorreria a passagem da corrente elétrica havia a atração pelo pedaço metálico, sendo utilizada corrente alternada para que o som da campainha fosse resultado da frequência proporcionada. Os estudantes perceberam que precisavam reduzir a voltagem para não ocorrer curto-circuito, e que a quantidade de espiras é proporcional a intensidade do campo magnético, informações estas, adquiridas no roteiro experimental.

Observando o sucesso do experimento baseado no roteiro experimental e vídeo disponível no *site*, percebeu-se a necessidade de oferecer aos educandos informações seguras em todos os âmbitos, uma vez que inúmeros roteiros de experimentos ou vídeos de suas execuções acabaram por não dar certo, essa frustração ocasiona no aluno a descrença de aplicações do conhecimento científico onde “A missão de encontrar um caminho seguro para navegar nesse imenso oceano tecnológico deve ser atribuída à educação” [41].

Ao finalizar mais uma sequência (Quadro 4.5) foi aplicado novamente algumas questões (Apêndice VI) para verificação de aprendizagem. Nestas refletiu-se sobre a influência do número de espiras e do núcleo de ferro na intensidade do campo magnético em um solenoide. Resposta do E9: “Pois quando número de espiras é maior, terá muito mais intensidade. Também dependerá do valor da corrente elétrica. Porém um solenoide funciona sem o núcleo de ferro.” Resposta do E10: “O número de espiras por unidade de comprimento e do valor da corrente.”

Resposta do E11: “Se não houver bastante voltas de espiras sobre o núcleo de ferro não terá força o suficiente para funcionar a campainha.

Resposta do E12: “Quanto mais espiras, mais forte será o campo magnético, o núcleo acumula a energia magnética.

O estudante E9 enfatiza que de acordo com seu aprendizado não é necessário um núcleo de ferro para existência do eletroímã e ainda deixa subentendido que o campo é diretamente proporcional ao número de espiras, já o E10 afirmou que dependia do “número de espiras por unidade de comprimento e do valor da corrente” associando a pergunta a fórmula matemática estudada para um campo magnético em um solenóide. A resposta do E11, está totalmente associada ao experimento (Figura 4.6) “Campainha magnética”, comprovando que os indícios de ter sido proporcionado essa e outras respostas corretas foi a visualização dos experimentos em sala de aula e a oportunidade de poderem rever o que foi disponibilizado no ambiente virtual.

Ainda nas questões propostas para verificar a aprendizagem (Apêndice VI) precisou calcular a intensidade da corrente que percorre uma bobina chata, os estudantes ressaltaram que tiveram dificuldade na resolução das questões que envolvia cálculos, consideraram pouco tempo utilizado nas aplicações em sala de aula para desenvolvimento de exercícios de fixação.

A utilização de cálculos pode também contribuir para propor subsunção, considerando que as fórmulas não devem ser simplesmente memorizadas, uma vez que [42] “a simples memorização de fórmulas situar-se-ia em um dos extremos desse continuum (o da aprendizagem mecânica), enquanto que a aprendizagem de relações entre conceitos poderia estar no outro extremo (o da aprendizagem significativa)”, assim é necessário buscar relacionar as fórmulas aos conceitos aprendidos.

Nos parâmetros curriculares nacionais, é ressaltado que além da Física permitir interpretar os fenômenos naturais e tecnológicos, utilizando relações matemáticas, “a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade” [43], nesse sentido a história da Física precisa ser mais difundida durante as aulas, desviando um pouco o foco por utilização de cálculos.

Além das características dos ímãs, as explanações da experiência de Oersted e sobre o campo magnético, foi apresentado aos estudantes os conceitos que envolvia a indução magnética, com ênfase na proposta de Faraday onde a variação do campo magnético produz corrente elétrica.

#### 4.1.6 – Aulas sobre a indução e força magnética

Na aula sobre indução e força magnética (Quadro 4.6) foi lhes apresentado os conceitos relacionados a força magnética, baseando-se em teoria e cálculos. Buscou-se mostrar a eles que a indução de Faraday seria como “o oposto” da experiência de Oersted, onde “a variação do campo magnético produz corrente elétrica”.

Quadro 4. 6: Atividades sobre Indução e Força Magnética.

Horas/Aulas	Atividade desenvolvida
01	Aula expositiva explicando sobre a “Indução e Força Magnética”; Apresentação experimental feita pelos alunos utilizando o “Motor de Faraday” e “Corrente Induzida”; Questões sobre a “Força Magnética e Indução”.

Fonte: Elaborado pela autora.

Além da aula expositiva, um grupo de discentes realizaram apresentação experimental demonstrando de maneira rudimentar o motor de Faraday (Figura 4.7). Esta apresentação fez referência a demonstração feita por Faraday representando o funcionamento de um motor com base em “rotação de um fio em torno de um polo magnético” [31], onde foi possível verificar com o experimento mencionado que o ímã fixo, utilizado como fonte magnética, provocou uma força magnética resultando na rotação do fio que estava suspenso. Esta demonstração proporcionou a aplicação ao cotidiano ao associarem a evolução que teve o funcionamento de motores utilizados atualmente partindo deste demonstrado por Faraday.

Figura 4. 7: Experimento do motor de Faraday apresentado pelos estudantes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Outro grupo de discentes fizeram a apresentação de um experimento que demonstrava a indução (Figura 4.8), onde deveriam movimentar ímãs dentro de espiras, sendo que estas espiras estariam com suas extremidades conectadas a uma *LED* (Diodo Emissor de Luz). A variação do campo magnético faria surgir uma corrente elétrica nas espiras, provocando o acendimento da lâmpada.

Figura 4. 8: Ilustração da indução feita pelos estudantes através de um experimento.



Fonte: Elaborado pela autora.

A experiência demonstrada na Figura 4.8 é executada pelo movimento de ímãs dentro da bobina, onde as extremidades do fio que constituíam a bobina estavam conectadas a um LED, sendo que “em 1831, ao movimentar uma barra magnética dentro de uma bobina, Faraday convenceu-se da produção da corrente elétrica através da variação do campo magnético, com isso concluiu que ao movimentar um ímã gera um corrente elétrica” [44]. A exposição do experimento sugeriu que os estudantes associassem esta experiência aos conceitos utilizados na aula expositiva realizada num momento anterior, conforme Quadro 4.6.

Ao montarem suas experiências e reverem as aulas, os estudantes já estavam utilizando o material disponível no *site* como recursos de uma sala de aula invertida, e eles mesmo sendo os responsáveis por terem autonomia na busca pelo conhecimento disponibilizado. Ao referir a esse tipo de aprendizagem é assinalado que “Tal condição é favorável ao emprego de técnicas de aprendizagem significativa, visto que o aluno está agora em um ambiente de colaboração no qual passa a assumir um papel central na sua formação” [45]. O aluno auxilia na sua formação ao tornar-se o protagonista de sua aprendizagem, visto a liberdade de acessar a sequência de aula proposta antecipadamente à ministração da aula permitindo demonstrar um melhor aproveitamento ao verificar os conhecimentos adquiridos.

Com a verificação de conceitos proporcionadas pelo acesso ao *site* quando e onde desejarem, os estudantes tiveram sucesso nas respostas as questões propostas (Apêndice VII), onde completaram que o “movimento do ímã, em direção ao anel produz” corrente alternada no anel. Uma outra questão questionava “Como podemos descrever a lei de Indução de Faraday?”

Resposta do E13: “Induz o ímã a criar uma corrente elétrica que assim acende a luz”.

Resposta do E14: “Um ímã é flexionado dentro do anel metálico gerando corrente elétrica.”

Resposta do E15: “Quando há uma variação no campo magnético, em um condutor, gera corrente elétrica.”

Enquanto o E13 e o E14 descreveram a atividade experimental (Figura 4.8), o E15 e outros seis estudantes explicaram o que ocorre quando iniciamos ou paramos o movimento de um ímã no interior de um solenoide, ou seja variando o campo magnético uma corrente elétrica é induzida nesse circuito, associando esta questão a descrição citada em sala, assim como as respostas dos demais alunos não mencionados.

A unidade de aulas intercaladas com experimentações foi finalizada após o estudo das características dos ímãs, do conhecimento sobre a bússola e a experiência de Oersted, das explanações sobre o campo magnético e o estudo da indução, sendo proposto que utilizassem todo o conhecimento adquirido até o momento como subsunçor a um jogo.

Considerando que para testar a ocorrência da aprendizagem significativa propõe-se ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem sequencialmente dependente de outra, nesse sentido o jogo propõe a interpretação da vida e obra de cientistas precursores do eletromagnetismo que requer um domínio dos conceitos envolvidos nas unidades de aulas precedentes. Sendo que a exposição as informações nas unidades de aulas com experimentações, promoveu alteração no conhecimento prévio dos estudantes e tornou-se ancora para vencer os desafios propostos no jogo.

#### 4.2. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO JOGO

Para finalizar a aplicação do presente produto educacional foi confeccionado um jogo no formato RPG. Utilizando fichas com *QR CODE* (Figura 4.9) para fazer um sorteio, os discentes fariam uma releitura sobre os cientistas precursores do eletromagnetismo para que pudessem interpretar a vida e obra deles e demonstrar os conhecimentos prévios adquiridos na sequência de aulas expositivas e experimentais, sendo que na aula seguinte o jogo seria iniciado.

Figura 4. 9: Fichas para sorteio e acesso sobre a vida e obra dos cientistas precursores do eletromagnetismo.



Fonte: Elaborada pela autora.

Inicialmente foi apresentado aos discentes as regras do jogo. As quais consistem em jogar sentados, serem coordenados pelo mestre, necessitarem apenas de usar a imaginação e usar rolagem de dados.

Os “mestres” foram selecionados previamente e instruídos pela pesquisadora para que pudessem compreender a dinâmica do jogo antecipadamente (caso os alunos não saibam sobre o jogo e como brincar, no *site* do produto educacional consta um vídeo explicativo) e receberam um kit que pode ser adquirido fazendo o *download* no *site*. Caso julgue necessário todo o material disponível pode ser impresso.

No próximo encontro foi formado a equipe do jogo, onde necessitou-se de quatro integrantes, entre estes, três representaram as habilidades dos cientistas e o outro foi o mestre.

O discente que representou Gilbert deveria saber as habilidades e principais descobertas deste cientista, por exemplo as suas descobertas relacionadas ao aprimoramento da bússola. Ao que precisou conhecer vida e obra de Oersted pode observar a sua experiência para vencer desafios impostos no decorrer da trama. Para aquele discente que buscou conhecer sobre as aplicabilidades dos estudos de Faraday, este lembrou o fenômeno da indução, já exposto nas aulas expositivas e na apresentação experimental.

O mestre seguiu o roteiro disponibilizado e usou de sua criatividade para deixar a história mais divertida, explorando sempre que possível o conhecimento relacionado ao eletromagnetismo, um dos estudantes que assumiu o papel de mestre acrescentou ao roteiro “se não propuserem uma solução em trinta segundos, terão que levar o equipamento pesado nas costas perdendo três pontos de vitalidade”, deixando o aprendizado mais dinâmico.

Além de portar o roteiro essencial para prosseguimento do jogo, o mestre distribuiu aos demais jogadores fichas que constavam as habilidades de cada personagem, quando o número de dados rolados não eram suficientes, os jogadores associavam a necessidade aos pontos da habilidade que constava na ficha (Figura 4.10)

Figura 4. 10: Ficha do jogo de RPG para o estudante que irá interpretar a vida e obra de Faraday.

 		<b>MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM          ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)          POLO DE JI-PARANÁ/UNIR – PJIPAMNPEF</b>		 <b>MNPEF</b>	
<b>FICHA DE PERSONAGEM</b>				<b>RPG NO</b>	
<b>NOME: OERSTED</b>		<b>IDADE: 63 ANOS</b>		<b>ELETROMAGNETISMO</b>	
<b>FARMACÊUTICO: 20 PONTOS</b>					
<b>EQUIPAMENTOS</b>			<b>HABILIDADES (PONTOS DE VITALIDADE)</b>		
<b>ITEM</b>	<b>ITEM</b>	<b>NOME</b>	<b>PONTOS:</b>		
Fio Condutor	Lixa	Força	<b>5</b>		
Prego		Resistência	<b>5</b>		
Pilha de Volta		Visão	<b>10</b>		
Fita Isolante		Habilidade Geográfica	<b>10</b>		
<i>Professora Elexhane Guimarães Damasceno de Siqueira</i>					

Fonte: Elaborado pela autora.

No decorrer do jogo além de utilizar as habilidades descritas nas fichas como complemento ao número de dados, havia necessidade de valer-se das descobertas relacionadas ao eletromagnetismo para superar alguns desafios encontrados. Neste caso o mestre poderia entregar, se solicitado pelos jogadores fichas que continham explicação sobre a construção e utilidade de eletroímã, bússola e dínamo (Figura 4.11).

No momento em que utilizavam essas fichas, tanto o mestre quanto os demais jogadores puderam associar esses temas ao que já haviam visto em sala de aula com as exposições orais e experimentações.

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 (subsúcores) preexistentes na estrutura cognitiva. Novas ideias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis. [4].

Figura 4. 11 Ficha contendo descrição da bússola para ser utilizada pelos estudantes no jogo de RPG.

<p><b>Descrição:</b></p> <p>No século XI, o sábio chinês Chen Koua fez uma experiência com uma agulha imantada flutuando sobre um líquido e descreveu a aplicação potencial dessa "bússola" para navegação.</p> <p>A literatura chinesa tem referências a conchas e colheres ( que giravam para apontar para o sul), modeladas na forma da Ursa Maior, feitas de magnetita.</p> <p>Primeiro instrumento a permitir navegadores no mar, em terra e – muito mais tarde – no ar. A mais importante invenção tecnológica desde a roda.</p> <p><i>Professora Elexiane Guimarães Damasceno de Siqueira</i></p> <p>  </p>	<p style="text-align: center;"><b>Bússola</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Construa a sua: Utilize um copo com água, um pedaço de papel, ímã e agulha.</p> <p><b>Referências Bibliográficas:</b></p> <p>ACZEL, Amir D. Bússola: a invenção que mudou o mundo: tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.</p>
---	---

Fonte: Elaborado pela autora.

Devido à falta de um dos alunos naquele dia, uma das equipes ficou incompleta, sendo convidado um funcionário da escola, a ser integrante daquele grupo, para que todos presentes tivessem oportunidade de participar da metodologia. O funcionário supracitado é um supervisor que havia acompanhado o planejamento das aulas, o qual assegurou que “a interpretação dos alunos no decorrer do jogo só seria possível se o aluno tivesse entendido os conceitos repassados em sala de aula”, enfatizou que “todos os grupos chegaram ao final do jogo pois relacionaram a teoria com a prática, e no jogo fizeram esta associação na imaginação proporcionando solução verbais aos problemas”.

Ao solicitar a opinião dos discentes sobre o jogo um dos alunos escreveu que “com o jogo pude lembrar conceitos e experiências que vimos em aulas anteriores e aplica-los em problemas imaginários”. Pedi a outro estudante para fazer um comentário sobre sua perspectiva a respeito do jogo e ele enfatizou que “teve que estudar sobre a biografia dos físicos e depois usar isso como forma de vencer os obstáculos”. Já outro jogador falou sobre a dinâmica do jogo considerando “bem divertido e fácil de entender o conteúdo, a história curta porém continha várias coisas que necessitavam de um certo conhecimento do assunto”, outro disse que “foi uma experiência muito boa, nunca tinha jogado RPG, aprendeu usar a imaginação, e foi muito bom”.

O jogo permitiu rever os conceitos utilizando uma outra didática, em uma cena do jogo em que deveriam utilizar a bússola, em comparação com a experiência de Oersted, um dos

alunos (mestre no jogo) disse ao outro (jogador) “lembre daquele experimento que você apresentou”, sendo que a ação associada a este experimento propiciava superar o desafio proposto pelo jogo.

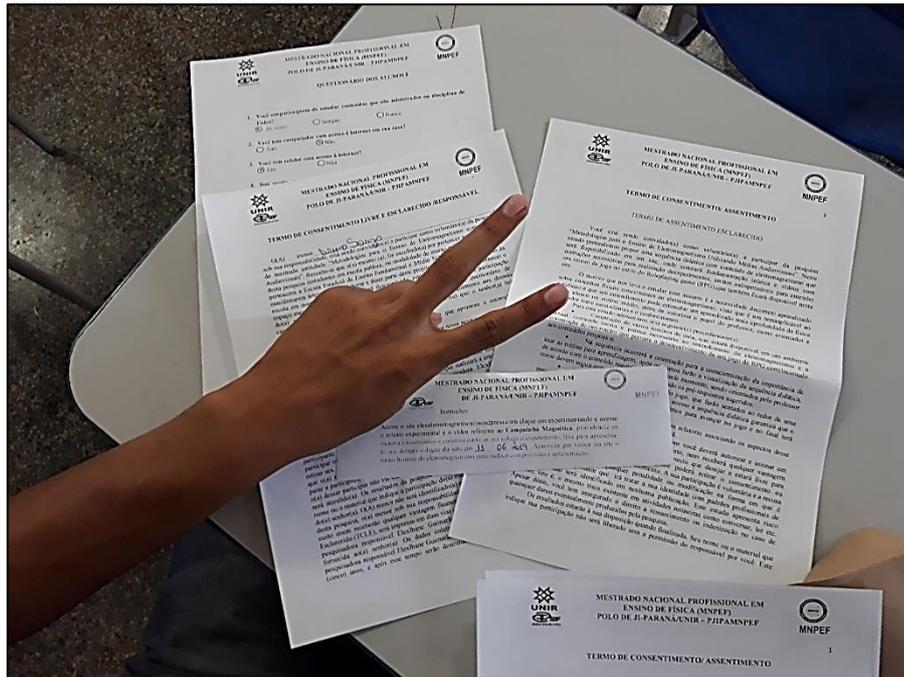
Com a finalização da aplicação do produto educacional proposto, tendo os discentes visto os conceitos conforme a sequência disponibilizada no *site*, tornando autor de sua aprendizagem ao buscar conhecimento de ciência por meio de ambientes virtuais seguros, manipular os experimentos e superar os desafios proposto pelo jogo, foi sendo registrado indícios de aprendizagem significativa destes no decorrer da aplicação do produto.

Durante a aplicação do produto a pesquisadora observou pelas percepções espontâneas dos alunos envolvidos que estes apresentavam estar compreendendo os conceitos que abrangiam o conteúdo proposto. Foi solicitado que preenchessem um questionário antes da execução do produto relatando sobre as expectativas com o método utilizado na ministração de aulas de Física e o que possuíam de conhecimento sobre o eletromagnetismo. Foi novamente sugerido em um segundo questionário que anotassem suas considerações sobre a metodologia do produto aplicado, assim como um pouco do conhecimento adquirido com a participação no projeto. Os resultados encontram-se apresentados na próxima seção.

#### 4.3. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS E CONCLUSÕES

Para realizar este trabalho, inicialmente foi recolhido termos de autorização (Anexos IV e V) da pesquisa e foi aplicado questionários conforme Figura 4.12 (Apêndice II) que permitiam aos discentes anotarem sobre simpatizar com a ministração das aulas de Física, a disponibilidade de acesso as mídias e a utilização destas como metodologias de aprendizado, além do conhecimento prévio que tinham sobre o eletromagnetismo.

Figura 4. 12: Questionário aplicado antes do desenvolvimento do produto educacional.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na aplicação do Questionário I (Apêndice II) observou-se que 19 dos 22 alunos pesquisados assinalaram que “Às vezes” simpatizam/gostam de estudar conteúdos que são ministrados nas aulas de Física, enquanto uma das respostas foi que “Nunca” e os outros dois disse que “Sempre”.

Observando aqui a necessidade de novas metodologias para que uma maior parcela dos estudantes, seja os envolvidos na pesquisa ou não, passa a “Sempre” simpatizar/gostar de estudar conceitos de Física.

Para o acesso a essas metodologias foi proposto a utilização de mídias, sendo necessário averiguar sobre a facilidade dos estudantes em ter acesso a aparatos, nesse quesito foi verificado se estes “Possuíam computador com acesso à *internet* em sua casa?” ou se “Tinham celular com acesso à *internet*?”, sendo que todos os envolvidos responderam que sim a última questão, embora oito destes não tinham um computador em casa.

A falta de computador em casa pode ser suprida na escola onde a pesquisa foi realizada, que conta com computadores disponíveis para pesquisa com acesso à *internet*. Sendo que dos 22 estudantes envolvidos na pesquisa, 17 julgavam ter tempo disponível para visualização/estudo de vídeos com instruções para experimentações com materiais de baixo custo ou *links* com assuntos relacionados ao conteúdo de eletromagnetismo, enquanto que cinco destes ponderavam não ter tempo para esse acesso.

Com a tecnologia o tempo tornou-se algo adaptável as necessidades cotidianas, uma vez que 20 dos pesquisados respondeu “sim” à pergunta se “a utilização das novas Tecnologias de Informação e Comunicação facilitaria o aprendizado em Física, desde que fosse utilizado voltado para a aprendizagem”.

Além da utilização das TICs, foi um “Sim” unanime a resposta ao questionário sobre a se já utilizaram experimentação em aulas de Física, seja no ensino Fundamental e/ou Médio, assim como todos responderam que “Sim” “gostaria de utilizar jogos em aulas de Física”. O jogo empregado como metodologia foi o “*Role Playng Game – RPG*”, e sobre conhecer esse estilo de jogo apenas sete dos vinte e dois envolvidos responderam positivamente.

Além da metodologia supracitada os alunos envolvidos na pesquisa também puderam colocar no papel suas respostas com relação ao que conheciam sobre eletromagnetismo, foi realizado indagações sobre como os estudantes descreveriam uma bússola, o que eles sabiam sobre as características dos ímãs, a funcionalidade de um eletroímã, a experiência de Oersted e outras descobertas relacionadas ao eletromagnetismo.

Ao falarem sobre a bússola a descreveram como “um meio de achar uma localização” e “um aparelho capaz de mostrar as direções”, não aprofundando as observações deles com a descrição do magnetismo terrestre e também não relacionando o funcionamento da bússola as características dos ímãs. Ao ressaltarem as características dos ímãs o fizeram de maneira superficial sem muita profundidade (Figura 4.13).

Figura 4. 13: Resposta de um dos estudantes ao Questionário I sobre as características dos ímãs.

b. Sobre as características dos ímãs, quais podemos ressaltar?

*Porui 2 pólos, um positivo e outro negativo  
A pole atrai ou repelin metais*

Fonte: Elaborado pela autora.

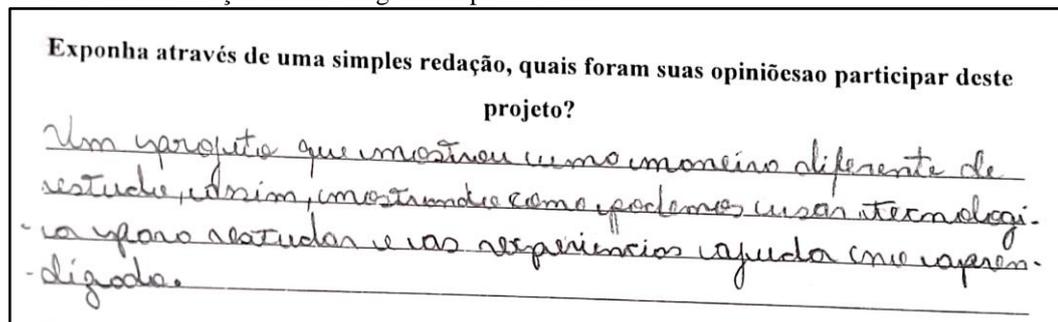
Na questão “c” do primeiro Questionário (Apêndice II) perguntou-se sobre o funcionamento de um eletroímã. Sendo que 21 dos 22 responderam não saber, um dos estudantes disse que seria um fluxo de carga em um pedaço de metal, dando a ele a capacidade de atrair outros metais. As respostas “não sei” a estas questões sobre o eletromagnetismo pode expressar a não familiaridade com o assunto, ou terem ouvido poucas vezes sobre o mesmo, o único estudante que respondeu com tanta clareza a pergunta realizada demonstrou ter curiosidade de realizar pesquisas sobre o assunto. Já sobre a experiência de Oersted e as outras descobertas do eletromagnetismo declararam desconhecer.

Ao finalizar a sequência didática (Apêndice I) foi aplicado o Questionário II (Apêndice III) a 24 estudantes, estes anotaram as suas argumentações sobre a metodologia de desenvolvimento do produto e escreveram sobre os conceitos aprendidos.

Um das questões sugeria que versassem sobre o tempo utilizado para o estudo da disciplina na semana, fora da sala de aula. As respostas foram que esse período seria inferior a três horas, mesmo que possuíssem as mídias para acesso fora do ambiente escolar, o que deve ser elucidado pelo docente a necessidade da disponibilidade de tempo. Sendo que 12 dos entrevistados disseram que os momentos em que não acessaram previamente o *site* foi por terem esquecido.

Em seguida, foi questionado se o acesso as mídias (jogos, experimentos e vídeos) facilitou a aprendizagem, onde 23 disseram que essa metodologia auxiliou na promoção da aprendizagem, o que também pode ser apontado na descrição de um dos estudantes sobre o projeto (Figura 4.14).

Figura 4. 14: Resposta fornecida por um dos estudante sobre o que o projeto proporcionou, enfatizando a utilização de tecnologias e experimentos.



Fonte: Elaborado pela autora.

O discurso de um dos estudantes (Figura 4.14) quanto a opinião ao participar do projeto, elucidou que foi importante mostrar como se deve usar as tecnologias nos estudos e que as experiências ajudaram no aprendizado.

Além de serem questionados sobre o uso das mídias facilitarem a aprendizagem, foram indagados sobre as opiniões a respeito das aulas com a utilização de vídeos, experimentações e jogos em comparação as aulas denominadas “tradicionais”, pedindo a eles para descreverem se preferiam aulas com as dinâmicas utilizadas na aplicação do produto, contrapondo a apenas aulas expositivas com utilização de exercícios de fixação. Nesta questão, 21 dos 24 entrevistados, optaram por utilização de aulas com o estilo desta sequência didática, justificando que ocorreu uma melhoria no aprendizado, conforme a opinião de um estudante, veja Figura 4.15.

Figura 4. 15: Opinião de um dos estudantes envolvidos na pesquisa sobre a metodologia utilizada.

**Exponha através de uma simples redação, quais foram suas opiniõesao participar deste projeto?**

Que teve um aprendizado maior que com os experimentos com a prova de escrita sem aquela mentalidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

As aulas tradicionais vêm sendo ministradas muitas vezes com maior ênfase nos cálculos. Ao se referir a “prova de escrever”, o estudante (Figura 4.15) demonstrou sua preferência por atividades que visam o entendimento de uma experiência ou que seja mencionado sobre a história da Física, sendo que a “introdução da dimensão histórica pode tornar o conteúdo científico mais interessante e mais compreensível exatamente por trazê-lo para mais perto do universo cognitivo” [46]. O que pode levar o estudante a ter preferência por esse tipo de abordagem, sem muitos cálculos, no ensino e aprendizagem de Física.

A utilização destas aulas com experimentações e jogos, evidenciando a história da Física, favoreceu que entre os alunos envolvido no projeto 15 passassem a declarar que atualmente “gosto mais” de estudar (Figura 4.16).

Figura 4. 16: Opinião de um dos estudantes envolvidos no projeto, enfatizando ter melhorado o gosto pela Física.

**Exponha através de uma simples redação, quais foram suas opiniõesao participar deste projeto?**

Foi muito bom pois com essas aulas foram mais fácil os aprendizados e até mesmo para quem não gosta de física passou a amar assim como eu.

Fonte: Elaborado pela autora.

Esse gosto pela Física pode ser proporcionado pela dinâmica da aula, por conseguirem associar o experimento aos conceitos estudados, por se engajarem num jogo que busca a aprendizagem de maneira divertida. Essa aprendizagem dinâmica e com recursos utilizados pelos jovens pode ser proporcionado pelas TICs, onde todos os 24 que responderam ao questionário final enfatizaram que a utilização das TICs facilitou o aprendizado. Sendo que quando foi solicitado a opinião sobre a participação no projeto, enfatizaram que gostaram por

utilizar um recurso da atualidade (Figura 4.17). Corroborando com a afirmação de “ser possível inovar o conteúdo de Física no 2º grau usando o potencial representado pelo computador” [47].

Figura 4. 17: Opinião do estudante referindo-se a utilização da *internet*.

Exponha através de uma simples redação, quais foram suas opiniões ao participar deste projeto?

Este projeto foi interessante por que usamos um dos recursos que mais existe na atualidade agora que é a "internet". Isso melhorou muito minha aprendizagem.

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto a utilizar experimentos como enriquecedor do aprendizado nas aulas de Física, três alunos assinalaram “não”, podendo observar a necessidade de se utilizar metodologias diferenciadas. Um destes métodos poderá auxiliar os estudantes, pois enquanto um aprende/gosta de aulas com experimentações e jogos outro tem preferência por aula expositiva.

Figura 4. 18: Estudante opinando por não gostar de aulas que utilizem apenas experimentações.

Exponha através de uma simples redação, quais foram suas opiniões ao participar deste projeto?

Foi bom, mais eu aprendo ~~no~~ na prática eu não gosto.

Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando os alunos que assinalaram “sim”, afirmaram que a utilização de experimento torna-se algo mais atrativo e pode inculcar os conceitos no educando (Figura 4.19). Validando o que foi mencionado por Araújo que “Uma modalidade de uso da experimentação que pode despertar facilmente o interesse dos estudantes relaciona-se à ilustração e análise de fenômenos básicos presentes em situações típicas do cotidiano” [48], uma vez que manipularam objetos de seu cotidiano ou de fácil acesso, essa fala de Araújo evidencia a importância do uso da experimentação, mesmo que não “agrada” a todos os envolvidos.

Figura 4. 19: Opinião do estudante sobre o site ter auxiliado no desenvolvimento dos experimentos.

**Exponha através de uma simples redação, quais foram suas opiniões ao participar deste projeto?**

*Foi mais prático para aprender, e ao fazer os experimentos, com a ajuda do site pode ter exemplo de como fazer, tem um pouco de história de cada um, ajudar bastante com esse projeto.*

Fonte: Elaborado pela autora.

Além do auxílio a manipulação de objetos para realização das experiências propostas, o site possui roteiro para o desenvolvimento de um jogo. Quanto a utilização dos jogos em sala de aula, todos disseram que “sim, gostaram de utilizar jogos” percebendo como essa dinâmica está presente na vida dos estudantes, assim como pode facilitar a aprendizagem (Figura 4.20) corroborando com Nardi que diz “O uso de brinquedos e jogos para o ensino da Física, a nosso ver, é uma ‘ferramenta’ pedagógica poderosa, interessante e sedutora para ajudar a construir essa possibilidade educacional” [49].

Figura 4. 20: Opinião do estudante sobre participar do projeto.

**Exponha através de uma simples redação, quais foram suas opiniões ao participar deste projeto?**

*O projeto foi de suma importância para o aprendizado de quem realmente queria aprender. O jogo em RPG foi muito bom! Tomar-se-á mais fácil o aprendizado. Uma mistura que realmente deu certo. Meus parabéns, professora. Seu esforço valeu o pena!! Sucesso!!*

Fonte: Elaborado pela autora.

Além das perguntas sobre a utilidade das metodologias empregadas, as descrições superficiais sobre a bússola, as características dos ímãs e o eletroímã, ganharam aprofundamento nas respostas do segundo questionário. Sobre a característica dos ímãs um aluno descreveu que “Um ímã quando se quebra ele não gruda mais”, ao falar sobre a inseparabilidade dos polos. Além de descreverem as características dos ímãs, o que a maioria não sabia falar no início da aplicação do produto, agora todos escreveram algo sobre o funcionamento de um eletroímã, um dos estudantes ainda citou a influência da quantidade de espiras (Figura 4.21).

Figura 4. 21: Estudante descrevendo sobre como funciona um eletroímã.

Como funciona um eletroímã?

a parte de um eletroímã é a definição  
sua quantidade de espiras, quando elas  
são giradas suas espiras produzem um  
campo magnético.

Fonte: Elaborado pela autora.

Sobre a experiência de Oersted, enquanto a maioria colocou como “Não sei” no Questionário I, ao responderem (Figura 4.22) o segundo questionário já descreveram com detalhes, assim como enfatizaram outras descobertas do eletromagnetismo como, por exemplo, a descoberta de Faraday dizendo que “A de Faraday que foi o inverso de Oersted”.

Figura 4. 22: Estudante descrevendo sobre a experiência de Oersted.

Como foi realizada a experiência de Oersted e qual foi sua descoberta?

ele queria mostrar que corrente elétrica e  
magnetismo não tinham nada haver, mas  
descobriu que magnetismo e corrente elétrica  
andam em conjunto.

Fonte: Elaborado pela autora.

Como um apanhado geral, a Figura 4.23, mostra a resposta de um estudante quanto as metodologias utilizadas na aplicação do produto, com ênfase no uso de *sites* confiáveis. Demonstrando que as informações disponíveis (Apêndice I) foram averiguadas pelos discentes e proporcionou sucesso na construção experimental.

Figura 4. 23: Opinião do estudante sobre a utilização do *site*.

**Exponha através de uma simples redação, quais foram suas opiniões ao participar deste projeto?**

foi um bom aprendizado. Aprendi a buscar  
informações em sites confiáveis, tendo em vista  
ver todos os experimentos dando certo, devido as  
especificações e ensinamento correto.

Fonte: Elaborado pela autora

As observações realizadas no decorrer da aplicação deste produto, assim como as anotações dos alunos nos questionários aplicados, fizeram perceber que eles obtiveram ganhos de aprendizagem, propulsionados pela motivação de se utilizar um ambiente virtual. Participando da construção do próprio conhecimento ao permitirem-se plotar esse ambiente,

assim como construírem os experimentos sugeridos. O entusiasmo foi percebido no desenrolar do jogo com características inéditas como metodologia no ensino aprendizagem de Física. Os estudantes foram instigados pela relevância da aplicabilidade destes conceitos e devido a aproximação do ensino a vida real.

#### 4.4. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DOS ALUNOS

Ao fazerem a pesquisa bibliográfica para produção dos “mini artigos”, os alunos aplicaram os conceitos aprendidos na aplicação do produto para produzirem textos que exemplificam as aplicações do eletromagnetismo.

Considerando o que a palestra inicial apresentou sobre formatação de trabalhos acadêmicos foi sugerido que em duplas ou individual escrevessem sobre alto-falantes, campainha magnética, fitas magnéticas, galvanômetro, geradores, ignição de automóvel, microfones, motor elétrico, relógio medidor de luz, ressonância magnética, transformadores e trem de levitação magnética.

A produção deveria vir na estrutura de um artigo científico, contendo resumo, palavras-chave, introdução, objetivos, fundamentação teórica, considerações finais e referências. Os textos produzidos vieram com formatação adequada e na sua maioria os discentes transcreveram com suas palavras sobre o assunto estudado concernente ao tema do seu trabalho.

Ao considerar os textos transcritos, os discentes foram convidados pela pesquisadora para se inscreverem e submeter artigo no evento intitulado “I ENSINA - Encontro de Ensino de Ciências da Natureza do PGEEN”.

Trata-se do I Encontro de Ensino de Ciências da Natureza realizado pelos mestrados do Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Unir no campus de Rolim de Moura, com a proposta de oferecer formação aos professores da região, acadêmicos e comunidade em geral na área de ensino de ciências da natureza através de mini-cursos com experimentações, palestras, mesa redonda e exposição de banners com publicação de resultados e/ou pesquisas em andamento realizadas por mestrados do PGEEN e de outros programas da instituição [50].

Cinco discentes envolvidos na pesquisa aceitaram a proposta de escrever e submeter de maneira colaborativa um artigo científico que abordasse a aplicação do projeto e os resultados obtidos, com ênfase nos “mini artigos” por eles produzidos. A Comissão do evento aceitou o

artigo, foi apresentado pelos alunos no formato de *banner*, ao final da apresentação a coordenadora do curso que promoveu o evento, enfatizou que “a apresentação destes alunos supera muitas apresentações de universitários”, o que os deixou ainda mais instigados a aprendizagem e pesquisa.

O evento ocorreu em outubro de 2019 e disponibilizará em janeiro de 2020 os anais com o trabalho mencionado, mas é possível verificar no cronograma do evento o nome dos alunos e da pesquisadora com a data e local da apresentação [51].

Um outro evento que ocorre uma vez por ano é o Seminário de Tecnologias em Rolim de Moura, organizado pelo Núcleo de Tecnologias da Coordenadoria de Educação de Rolim de Moura [37], para este seminário são selecionados geralmente seis projetos que envolva tecnologias empregadas no ensino médio em Rolim de Moura e região, neste ano de 2019 os alunos e a pesquisadora se inscreveram para participar e foram convidados a apresentarem sobre o produto educacional disponível no *website* <[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)>.

## CAPÍTULO 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, foi abordado a importância do uso das tecnologias voltadas para o ensino de Física, boa parte da geração atual apesar de saber lidar bem com aparatos tecnológicos, ainda não sabem como utilizá-los para melhorar seu próprio processo de aquisição de conhecimento.

Notou-se que a tecnologia pode ser empregada na aprendizagem dos conceitos, em especial pela busca segura sobre a teoria do eletromagnetismo, conforme proporcionado pela criação de um *site* como produto educacional (<[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)>), de onde pode ser extraído uma sequência didática para ser utilizada no ensino de Física.

O sitio eletrônico pode facilitar o planejamento do docente, pois disponibiliza uma sequência para ministração de conteúdos de Física e também proporciona o complemento das aulas, uma vez que os discentes podem acessar o *site* para verificação dos conceitos e obtenção de roteiros necessários para prosseguimento dos estudos sempre que considerarem necessário e em tempo oportuno.

A sequência foi construída com conteúdo que visa a aplicação da teoria de Ausubel, na qual os alunos demonstraram que possuíam conhecimento prévio, fizeram experimentações e por fim utilizaram todo o aprendizado adquirido nas aulas em um jogo de interpretação de papéis superando os desafios propostos ao avançarem no conhecimento sobre a vida e obra de cientistas precursores do eletromagnetismo.

Na aplicação do produto desenvolveu as fases da aprendizagem significativa segundo David Ausubel, após o diagnóstico do conhecimento prévio, os estudantes foram expostos a uma nova informação ao participarem das aulas com experimentações, as unidades de aula mencionadas ancorou-se na estrutura cognitiva prévia proporcionando alterações dos conhecimentos prévios dos discentes, conhecimentos utilizados para vencer os desafios no jogo de RPG e apresentarem indícios de aprendizagem significativa na nova avaliação diagnóstica.

Moreira [52] ao mencionar as teorias de Ausubel, disse que “O importante é relacionar interativamente o novo conhecimento com algum conhecimento prévio, com algum subsunçor”. Na aplicação deste produto observou-se a ampliação do conhecimento prévio dos estudantes, com indícios de produção de reflexões sobre a importância e aplicabilidade da Física, ao acessarem o ambiente virtual, e também complementar os experimentos reais ao

utilizar jogos. A utilização das mídias proporcionou diversas maneiras para os educandos visualizarem e interagirem com um conceito de diferentes maneiras, ajustando uma aprendizagem prazerosa e satisfatória.

Nesta perspectiva o *site* foi de grande valia de modo a dar um significado maior para o aluno, além de motivar e estimulá-lo para o encaminhamento nas suas formações para a vida e para o exercício da cidadania. O presente produto consolidou o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos durante a sua aplicação, possibilitando o prosseguimento de estudos sobre o assunto por meio de um ambiente virtual, tornando o estudante protagonista de sua aprendizagem.

Considera-se que a utilização do ambiente virtual pelo aluno desenvolve sua autonomia na busca pelo conhecimento, os indícios de uma aprendizagem significativa foram apresentados na capacidade de construir e explicar os experimentos baseando-se nos roteiros disponíveis no site eletrônico e nas descrições sugeridas sobre os conceitos do eletromagnetismo. Além de ter sido observado uma captação de significados ao aplicarem o conhecimento para resolverem situações problemas, propostas no jogo de interpretação de papéis, como exemplo o mestre do jogo sugeriu que os personagens recordassem os experimentos desenvolvidos para solucionar os desafios do jogo.

Esta pesquisa não pode ser tomada como sentença, pois sabe-se que cada um aprende de forma diferenciada, mas, as mídias aqui mencionadas quando bem aplicadas e com um bom planejamento, concentrando no que o aluno está aprendendo e no conhecimento que ele traz consigo, somente terá a contribuir para o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias para a construção da aprendizagem significativa e um conhecimento crítico e científico.

## REFERÊNCIAS

- [1] M. V. Pereira e S. S. de Barros, “Análise da produção de vídeos por estudantes como uma estratégia de laboratório de física no Ensino Médio,” *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 32, nº 4, p. 4401, 2010.
- [2] W. Weller e N. Pfaff, *Metodologias da pesquisa qualitativa no Brasil*, Petrópolis: Vozes, 2013.
- [3] P. A. Tipler, *Física para cientistas e engenheiros, v.2: eletricidade e magnetismo; ótica*, Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- [4] M. Moreira, M. Caballero e M. Rodríguez, “Aprendizagem Significativa: Um conceito Subjacente,” Burgos, España., 1997.
- [5] D. M. da S. Campos, *Psicologia da Aprendizagem*, Petrópolis: Vozes, 2010.
- [6] O. L. da S. Filho e M. Ferreira, “Teorias da Aprendizagem e da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman,” *Revista do professor de física*, vol. 02, nº 02, p. 22, 2018.
- [7] J. de P. Martins, *Didática Geral: fundamentos, planejamento, metodologia e avaliação*, São Paulo: ATLAS, 1990.
- [8] M. A. Moreira e E. F. S. Masini, *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*, São Paulo: CENTAURO, 2001.
- [9] C. Martins, “Diferença entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa,” 2015.
- [10] A. C. Schirlo e S. da C. R. da Silva, “Teoria Da Aprendizagem Significativa de Ausubel: Reflexões para o Ensino de Física ante a Nova Realidade Social.,” *Imagens da Educação*, vol. 4, nº 1, p. 36-42, 2014.
- [11] C. de F. V. do Nascimento, “Desafio docente: era (digital) da informatização,” *Revista Thema*, vol. 9, nº 2, p. 01-17, 2012.
- [12] J. I. Pozo e M. A. G. Crespo, *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*, Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [13] A. Brisola e A. C. Bezerra, “Desinformação e circulação de "fake news": distinções, diagnóstico e reação,” Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.
- [14] B. M. do Nascimento, “Percepção dos alunos de graduação acerca do papel do professor de biologia na popularização da ciência frente a disseminação de fake news,” *Realize*. [Online]. Available: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos> [Acesso em 03 outubro 2019].

- [15] L. Bacich, A. T. Neto e F. de M. Trevisani, *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*, Porto Alegre: Penso, 2015.
- [16] F. J. A. Filho, “Sala de aula invertida,” *Ensino Inovativo*, vol. 1, nº 1, p. 14-17, 2015.
- [17] A. C. Ribas e et. al, “O uso do aplicativo Qr Code como recurso pedagógico no processo de ensino e aprendizagem,” *Ensaaios pedagógicos*, vol. 7, nº 2, p. 12-21, 2017.
- [18] M. R. V. Ramos, “O uso de tecnologias em sala de aula,” *LENPES - PIBID de Ciências Sociais - UEL*, vol. 1, p. 21 - 16, 2012.
- [19] R. Klein, G. Staub e M. P. Welter., “Tecnologia na educação: aliada ou vilã?,” 6º SEMIC - FAIFACULDADES, Itapiranga, 2017.
- [20] L. A. Jardim e W. A. G. Cecilio, “Tecnologias educacionais: aspectos positivos e negativos em sala de aula,” Pontífice Universidade Católica, Paraná, 2013.
- [21] M. das G. Cleophas e M. H. F. B. Soares, *Didatização lúdica no ensino de química/ciências: teorias de aprendizagem e outras interfaces*, São Paulo: Livraria da Física, 2018.
- [22] R. R. do Amaral, *RPG na escola: aventuras pedagógicas*, Recife: Universitária da UFPE, 2013.
- [23] A. E. A. de Barros e P. G. Barreto, *Eletromagnetismo: uma viagem do macro ao micro*, São Paulo: Livraria da Física, 2017.
- [24] H. M. Nussenzveig, *Curso de física básica, 3: eletromagnetismo.*, São Paulo: Blucher, 2015.
- [25] Y. Bem-Dov, *Convite á física*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.
- [26] P. S. de Jesus, *Origens e evolução das ideias da física*, Salvador: EDUFBA, 2015.
- [27] F. Sears, M. W. Zemansky e H. d. Young, *Física 3 Eletricidade e Magnetismo*, 2 ed., Rio de Janeiro: LTC -Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984.
- [28] Grupo de Reelaboração de Ensino de Física, *Física 3: Eletromagnetismo*, São Paulo: EDUSP, 2005.
- [29] A. de Aczel, *Bússola: a invenção que mudou o mundo*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.
- [30] A. Einstein e L. Infeld, *A evolução da física*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.
- [31] A. P. B. da Silva e A. Guerra, *História da ciência e ensino: fontes primárias e propostas para sala de aula*, São Paulo: Livraria da Física, 2015.
- [32] D. Halliday, *Fundamentos de física*, vol. 3, Rio de Janeiro: LTC, 2007.

- [33] Brasil, “Referencial curricular de Rondônia - Ensino Médio,” Secretaria de Estado de Educação do Estado de Rondônia, Porto Velho, 2012.
- [34] M. A. Moreira, Teorias de Aprendizagem, São Paulo: EPU, 2014.
- [35] “QR Code Generator,” 2019. [Online]. Available: <https://br.qr-code-generator.com/>. [Acesso em 14 outubro 2019].
- [36] N. Studart, “Simulação, Games e Gamificação no Ensino de Física,” *Simposio Nacional de Ensino de Física*, vol. 21, p. 1-17, 2015.
- [37] Equipe do Núcleo de Tecnologia Educacional de Rolim de Moura, “Núcleo de Tecnologia Educacional,” [Online]. Available: <http://nterolim.blogspot.com/>. [Acesso em 03 outubro 2019].
- [38] A. dos Santos, “Cadernos PDE - Estudo do Eletromagnetismo através de aulas práticas,” Governo do Estado. Secretaria de Educação., Paraná, 2013.
- [39] J. Assis e A. Chaib, “Experiência de Oersted em sala de aula,” *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2007.
- [40] G. Sefstroem, “Sequência didática com atividades investigativas para o ensino e a aprendizagem de magnetismo no ensino médio,” Universidade Tecnológica Federal, Paraná, 2018.
- [41] W. T. L. Junior e M. B. Machado, Tecnologia, comunicação e ciência cognitivo, São Paulo: Momento, 2014.
- [42] M. A. Moreira, “Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador no Ensino de Ciências : A Teoria da Aprendizagem Significativa,” Instituto de Física, UFRGS, Brasil, Porto Alegre, 2016.
- [43] Brasil, “Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +). Física.,” MEC, Brasília, 2006.
- [44] V. P. M. Barreto, “Uma abordagem experimental física sobre freio magnético e corrente de Foucault,” Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.
- [45] L. A. Scheneiders, “O método da sala de aula invertida (flipped classroom),” em *Metodologia Ativas de Aprendizagem*, Lajeado, Ed. da Univates, 2018, p. 19.
- [46] R. S. de Castro e A. M. P. de Carvalho., “História da Ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau,” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol. 9, nº 3, pp. 225-237, 1992.
- [47] D. Schiel e M. G. de M. Magalhães, “Educação a distância usando tecnologia WWW,” vol. 16, nº 70, 2008.

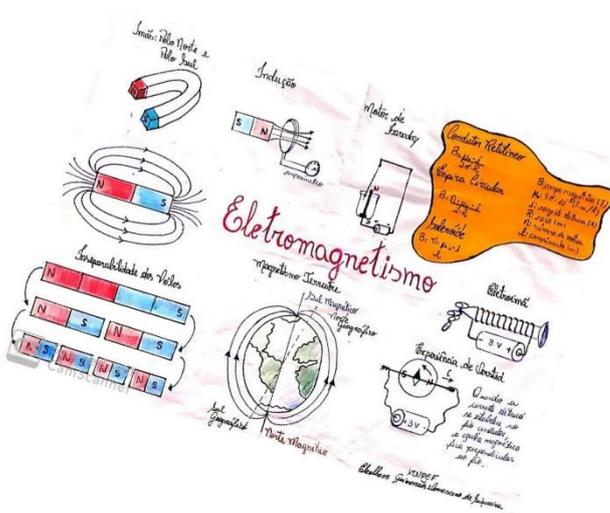
- [48] M. S. T. de Araujo, “Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades,” *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 2, nº 25, 2003.
- [49] R. Nardi, *Pesquisas em ensino de física*, Escrituras Editora e Distribuidora de Livros LTDA, 1998.
- [50] Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Natureza, “Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências da Natureza,” UNIR, Rolim de Moura.
- [51] Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Natureza, “Cronograma I Ensina”.
- [52] M. A. Moreira, *Aprendizagem significativa em mapas conceituais*, Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2013.
- [53] M. V. Pereira e S. S. de Barros, “Análise da produção de vídeos por estudantes como uma estratégia de laboratório de física no Ensino Médio,” *Revista Brasileira de* .

## APÊNDICE I - PRODUTO EDUCACIONAL



# METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO MÍDIAS AUDIOVISUAIS

ELEXLHANE GUIMARÃES DAMASCENO DE SIQUEIRA





Caro (a) professor (a), esta obra é resultado de uma pesquisa realizada como requisito obrigatório do programa de Mestrado Profissional no Ensino de Física – MNPEF, promovido pela Sociedade Brasileira de Física – SBF.

Desse modo, a presente obra trata-se de um produto educacional, no qual está descrita na dissertação intitulada: “METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO MÍDIAS AUDIOVISUAIS”, da Mestranda Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira sob a orientação da professora Dr<sup>a</sup> Queila da Silva Ferreira, pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR, no Campus de Ji-Paraná.

Este produto educacional está contido no website [elxeletromagnetismo.wordpress.com](http://elxeletromagnetismo.wordpress.com) utilizado para o ensino de eletromagnetismo



[elxeletromagnetismo.wordpress.com](http://elxeletromagnetismo.wordpress.com)

### Sobre

Ao acessar o item “Sobre” haverá uma breve descrição das aptidões da pesquisadora.

### Dica aos Docentes

As orientações nomeadas como “Dicas aos docentes” vêm com sugestões para otimizar a utilização e aplicação do produto, tendo um maior aproveitamento do material disponibilizado no site.

### Aprendizagem na Internet

No item “Aprendizagem na Internet” foi disponibilizado a palestra inicial que levou os alunos a refletir sobre a necessidade de pesquisas confiáveis nas redes e também a utilização das buscas na *internet* como aliada ao ensino e aprendizagem, além de apresentar sugestões de “*sites*”, “canais do *You Tube*” e “*apps* para estudo”, entre outras instruções para navegação e uso da internet com responsabilidade.

### História do Eletromagnetismo

No tópico “História do Eletromagnetismo” foi disponibilizado *hiperlinks* com acessos a materiais científicos sobre o assunto estudado, gerando um embasamento as pesquisas extras que podem surgir como curiosidade dos discentes ou necessidade de aprofundamento sobre as aulas ministradas. Considerando a necessidade da correta aquisição de conceitos físicos concernentes ao eletromagnetismo e de se estimular um aprendizado mais aprofundado da física.



### Roteiro de aulas

A subdivisão “roteiro de aulas” foi criada para melhor nortear os docentes quanto as atividades desenvolvidas. Nesta aba é possível encontrar *hiperlinks* que permitem o acesso a documentos que auxiliem nas aulas, assim como instruções sobre a aula, além de que ficou nesse tópico disponível material para desenvolvimento das aulas expositivas, há também o acesso as questões de verificação de aprendizagem da sequência de aula teórica e experimentações.

### Experimentando

Acessando “experimentando” pode-se verificar o roteiro experimental que vem como sugestão da aplicação pelo discente. Neste tópico está disponível vídeos feitos pela pesquisadora explicando sucintamente a montagem experimental, este item foi criado no intuito de utilização direta pelos discentes, na busca por relacionar a teoria com a prática no ensino da disciplina permitindo o desenvolvimento da compreensão e aprimoramento do assunto.

### Jogos no Ensino de Física

Na aba “Jogos no Ensino de Física” encontra-se orientações sobre o jogo de *Role Playing Game - RPG* no ensino e aprendizagem de eletromagnetismo, assim como a disponibilidade do roteiro do jogo e os anexos necessários para ter sucesso no desenvolvimento deste. Este item deve ser lido pelos docentes e mestre do jogo.

### Cartas

“Cartas” versa sobre a vida e obra dos cientistas e permite que o docente instrua os alunos a lê-las antes da aplicação do jogo, apesar de ter ficado disponível também junto a aba de jogos citada anteriormente, ela separada em outro comando do menu facilita o acesso dos discentes.



**William Gilbert (1544-1603)**

**Biografia e contexto:**  
Físico e astrônomo inglês, pioneiro na demonstração de que a Terra é um ímã gigante.

**Prêmio Estudante:**  
Físico inglês, pioneiro na demonstração de que a Terra é um ímã gigante.

**Prêmio Estudante:**  
Físico inglês, pioneiro na demonstração de que a Terra é um ímã gigante.

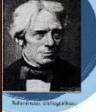


**Hans Christian Oersted (1777-1851)**

**Biografia e contexto:**  
Físico dinamarquês, descobridor da relação entre eletricidade e magnetismo.

**Prêmio Estudante:**  
Físico dinamarquês, descobridor da relação entre eletricidade e magnetismo.

**Prêmio Estudante:**  
Físico dinamarquês, descobridor da relação entre eletricidade e magnetismo.



**Michael Faraday (1791-1867)**

**Biografia e contexto:**  
Físico inglês, pioneiro na descoberta da indução eletromagnética.

**Prêmio Estudante:**  
Físico inglês, pioneiro na descoberta da indução eletromagnética.

**Prêmio Estudante:**  
Físico inglês, pioneiro na descoberta da indução eletromagnética.

PROFESSORA ELEIZIANE G. D. DE SIQUEIRA

Michael Faraday (1791-1867)  
Hans Christian Oersted (1777-1851)  
William Gilbert (1544-1603)

Saiba mais em:  
[elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)




elexeletromagnetismo.wordpress.com

### Aplicações do Eletromagnetismo

Em “Aplicações do Eletromagnetismo” é possível ter acesso a textos com descrições de objetos usados no cotidiano. a criação deste tópico dependeu dos conhecimentos relacionados ao eletromagnetismo que os estudantes foram adquirindo no decorrer da aplicação deste produto, sendo que conhecer a aplicabilidade dos conceitos os instigou a aprender ainda mais.

### Bibliografia Consultada

Como último item do menu tem-se uma lista da “Bibliografia Consultada”, oferecida como uma lista das leituras e releituras sugeridas para melhor aprofundar sobre os temas desenvolvidos neste produto.

Accesse todas cartas necessárias ao jogo em [elexeletromagnetismo.wordpress.com](http://elexeletromagnetismo.wordpress.com)

**Parabéns, concluíram com sucesso a cena 2.**

**Parabéns, concluíram com sucesso a cena 1.**

**Parabéns, concluíram com sucesso a cena 3.**

**Só há mais um desafio...**

Imaginem que podem construir uma bússola, eletroímã e um dínamo.

Qual das opções anteriores vocês utilizaram para verificar o trajeto que leva ao destino final?

O que fazer para recuperar a bicicleta?

Só há mais um desafio...

*e Guimarães Damasceno de Siqueira* MESTRE:

#### Dinamo



Construa o seu:  
O funcionamento do dínamo baseia-se na Lei de Faraday. Utilize fios de cobre, lã e imã para produzir o mesmo efeito.

**Referências Bibliográficas:**  
Grupo de Investigação do Ensino de Física, Física 3: Eletromagnetismo - 5. Ed. G. Bazar - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2017.

#### Bússola



Construa a sua. Utilize um copo com água, um pedaço de papel, lã e agulha.

**Referências Bibliográficas:**  
ACOSTA, Anir D. Bússola: a invenção que mudou a história. Tradução de Henrique F. de A. Borges. - Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

#### Eletroímã



Construa o seu:  
Utilize lã, fio de cobre, prego, fita isolante e uma pilha.

**Professores Guiomar Guimarães Damasceno de Siqueira**



**APÊNDICE II - QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS I**

(Antes da aplicação do produto educacional)

1. **Você simpatiza/gosta de estudar conteúdos que são ministrados na disciplina de Física?**  
 As vezes                       Sempre                       Nunca
2. **Você tem computador com acesso à internet em sua casa?**  
 Sim                       Não
3. **Você tem celular com acesso à internet?**  
 Sim                       Não
4. **Sua escola conta com computadores disponíveis para pesquisa com acesso à internet?**  
 Sim                       Não
5. **Durante o seu dia você tem disponibilidade para acessar site para visualização/estudo de vídeos com instruções para experimentações com materiais de baixo custo ou links com assuntos relacionados ao conteúdo de Eletromagnetismo?**  
 Sim                       Não
6. **Em sua opinião, a utilização das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) facilitaria o aprendizado em Física, desde que fosse utilizado voltado para a aprendizagem?**  
 Sim                       Não
7. **Você já utilizou alguma experimentação em aulas de Física (Ensino Fundamental e/ou Ensino Médio)?**  
 Sim                       Não
8. **Você gostaria de utilizar jogos em aulas de Física?**  
 Sim                       Não
9. **Você já brincou com jogos no estilo de “Role Playing Game - RPG”?**  
 Sim                       Não
10. **Com relação ao seu conhecimento sobre eletromagnetismo, responda o questionário abaixo:**
  - a. Uma bússola é descrita como:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b. Sobre as características dos ímãs, quais podemos ressaltar?

---

---

---

c. Como funciona um eletroímã?

---

---

---

d. Como foi realizada a experiência de Oersted e qual foi sua descoberta?

---

---

---

e. Além da descoberta de Oersted, quais outras descobertas em relação ao eletromagnetismo você pode destacar?

---

---

---

Rolim de Moura/RO, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

**APÊNDICE III - QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS II**  
(Após a aplicação do produto educacional)

1. **Dê uma nota de 0 a 10, sendo 0 muito ruim e 10 excelente, aos seguintes pontos sobre o desenvolvimento da disciplina ao utilizar o site e o jogo:**
  - (a) Metodologia: \_\_\_\_\_
  - (b) Organização do site: \_\_\_\_\_
  - (c) Vídeo aulas: \_\_\_\_\_
  - (d) Aula motivadora: \_\_\_\_\_
  - (e) Roteiro do Jogo: \_\_\_\_\_
  
2. **Quanto tempo semanal, em média, você estudou para a disciplina fora da sala de aula?** \_\_\_\_\_
  
3. **Qual o principal motivo para você não assistir previamente ao que foi postado no site?**

Não tive tempo       Esqueci de assistir       Não vi a postagem do vídeo
  
4. **Você considera que o método de utilização de jogos, experimentos e vídeos facilitou sua aprendizagem?**

Sim                       Não
  
5. **Ao comparar as aulas com utilização de vídeos, experimentação e jogos, as tradicionais. Você prefere aulas com essa dinâmica ou aulas expositivas onde os alunos resolvem exercícios?**

\_\_\_\_\_
  
6. **Após a aplicação desse projeto, quanto a simpatizar/gostar de estudar conteúdos que são ministrados na disciplina de Física?**

Continuo do mesmo jeito       Gosto mais atualmente
  
7. **Em sua opinião, a utilização das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) facilitou o aprendizado em Física, desde que utilizado voltado para a aprendizagem?**

Sim                       Não
  
8. **Você gostou de utilizar jogos na disciplina de Física?**

Sim                       Não
  
9. **Gostaria que as aulas de Física fossem sempre associadas a algum experimento e/ou jogos?**

Sim                       Não
  
10. **Com relação ao seu conhecimento sobre eletromagnetismo, responda o questionário abaixo:**
  - a. Uma bússola é descrita como:

---

---

---

b. Sobre as características dos ímãs, quais podemos ressaltar?

---

---

---

c. Como funciona um eletroímã?

---

---

---

d. Como foi realizada a experiência de Oersted e qual foi sua descoberta?

---

---

---

e. Além da descoberta de Oersted, quais outras descobertas em relação ao eletromagnetismo você pode destacar?

---

---

---

---

**Exponha através de uma simples redação, quais foram suas opiniões ao participar deste projeto?**

---

---

---

---

Rolim de Moura/RO, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

**APÊNDICE IV - QUESTÕES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DOS ÍMÃS**

1) Considerando as propriedades dos ímãs, analise as afirmativas abaixo, indique se são falsas ou verdadeiras, justifique sua resposta.

I- Quando temos dois ímãs, podemos afirmar que seus polos magnéticos de mesmo nome (norte e norte, ou sul e sul) se atraem.

( ) Falsa ( ) Verdadeira

Justificativa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

II- Quando quebramos um ímã em dois pedaços, os pedaços quebrados são também ímãs, cada um deles tendo dois polos magnéticos (norte e sul).

( ) Falsa ( ) Verdadeira

Justificativa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2) A Terra é considerada um ímã gigantesco, quais as características que a faz ter esse comportamento?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) Assim como a força gravitacional e a força elétrica, a força magnética é uma interação à distância, ou seja, não necessita de contato. Desta 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:

\_\_\_\_\_

4) Descreva o que você sabe sobre o ponto de CURIE.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5) Diga o que você sabe sobre o processo de imantação.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**APÊNDICE V- QUESTÕES SOBRE BÚSSOLA E A EXPERIÊNCIA DE OERSTED**

1) (UFSCAR-2003-Adaptada) Os antigos navegantes usavam a bússola para orientação em alto mar, devido à sua propriedade de se alinhar de acordo com as linhas do campo geomagnético. Podemos afirmar que:

- (A) o polo sul do ponteiro da bússola aponta para o Polo Norte geográfico, porque o norte geográfico corresponde ao sul magnético.
- (B) o polo norte do ponteiro da bússola aponta para o Polo Sul geográfico, porque o sul geográfico corresponde ao sul magnético.
- (C) o polo sul do ponteiro da bússola aponta para o Polo Sul geográfico, porque o sul geográfico corresponde ao sul magnético.
- (D) o polo norte do ponteiro da bússola aponta para o Polo Sul geográfico, porque o norte geográfico corresponde ao norte magnético.
- (E) o polo sul do ponteiro da bússola aponta para o Polo Sul geográfico, porque o norte geográfico corresponde ao sul magnético.

2) Faça um pequeno relato sobre a histórica experiência de Oersted, que unificou a eletricidade e o magnetismo:

---

---

---

---

---

3) Descreva o efeito que um ímã causa ao ser aproximado da bússola.

---

---

4) Por que, a agulha magnética adquire naturalmente a direção norte-sul geográfico?

---

---

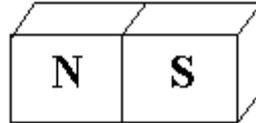
5) Por que uma bússola tende a se alinhar perpendicularmente a um fio percorrido por corrente elétrica?

---

---

## APÊNDICE VI – QUESTÕES SOBRE O CAMPO MAGNÉTICO

1) Represente através de linhas de força, o campo magnético do ímã abaixo:



2) (UFGO) Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica  $i = 4,0$  A. Sabendo que a permeabilidade magnética do meio é ( $\mu = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$ ), pode-se afirmar que o módulo do campo magnético, a uma distância  $d = 0,5$  m do fio é:

- (A)  $1,0 \cdot 10^{-7} \text{T}$
- (B)  $2,0 \cdot 10^{-7} \text{T}$
- (C)  $4,0 \cdot 10^{-7} \text{T}$
- (D)  $8,0 \cdot 10^{-7} \text{T}$
- (E)  $16,0 \cdot 10^{-7} \text{T}$

3) (AFA-SP) Um solenoide é percorrido por uma corrente elétrica constante. Em relação ao campo magnético no seu interior, pode-se afirmar que depende:

- (A) só do comprimento do solenoide.
- (B) do comprimento e do diâmetro interno.
- (C) do diâmetro interno e do valor da corrente.
- (D) do número de espiras por unidade de comprimento e do valor da corrente.
- (E) só do diâmetro interno.

4) (USINA-SP) Uma bobina chata é formada de 40 espiras circulares, de raio 8,0 cm. A intensidade da corrente que percorre a bobina, quando a intensidade do vetor campo magnético no centro da bobina é  $6,0 \cdot 10^{-4} \text{T}$ , é de ( $\mu = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$ ):

- (A) 1,9 A
- (B) 2,5 A
- (C) 3,8 A
- (D) 5,0 A
- (E) 10,0 A

5) Qual a influência do número de espiras e do núcleo de ferro na intensidade do campo magnético em um solenoide?

---



---

## APÊNDICE VII – QUESTÕES SOBRE FORÇA MAGNÉTICA E A INDUÇÃO DE FARADAY

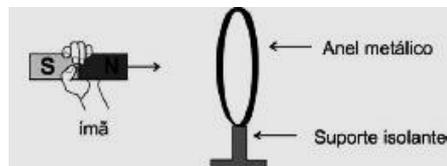
- 1) Um fio de comprimento 1,5 m, que conduz corrente elétrica de 0,2 A, está mergulhado em uma região de campo magnético. Determine o valor da força magnética sobre o fio sabendo que o valor do campo magnético é de 10 T e que a direção do fio forma um ângulo de  $30^\circ$  com a direção do campo.

Dados:  $\text{Sen } 30^\circ = 0,5$  e  $F = B \cdot i \cdot l \cdot \text{sen}\theta$

- a) 0,5
- b) 2,5
- c) 3,0
- d) 1,5
- e) 1,25

- 2) (UFMG) A corrente elétrica induzida em uma espira circular será:
- a) nula, quando o fluxo magnético que atravessa a espira for constante
  - b) inversamente proporcional à variação do fluxo magnético com o tempo
  - c) no mesmo sentido da variação do fluxo magnético
  - d) tanto maior quanto maior for a resistência da espira
  - e) sempre a mesma, qualquer que seja a resistência da espira.

- 3) Observe a figura e analise o que ocorre, sabendo que nela ocorre a aproximação de um ímã de um anel metálico fixo em um suporte isolante.



(FUVEST-2010)

O movimento do ímã, em direção ao anel produz \_\_\_\_\_.

- 4) O desenvolvimento do eletromagnetismo contou com a colaboração de vários cientistas, como Faraday, por exemplo, que verificou a existência da indução eletromagnética. Como podemos descrever a lei de indução de Faraday?

---



---



---



---

- 5) De exemplos de aplicações do efeito de indução magnética?

---



---

**ANEXO I – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO PLATAFORMA**

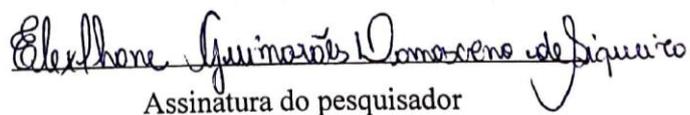
## ANEXO I

## DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO

Eu, Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira, portadora do RG nº 979150 SSP/RO e do CPF nº 948.211.942-87 residente na Rua Barão de Melgaço, nº 3357, Bairro Planalto, CEP 7690000, na cidade de Rolim de Moura/RO, professora, estudante do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física na Universidade Federal de Rondônia – Campus de Ji-Paraná, declaro para os devidos fins que me comprometo a anexar os resultados do projeto de pesquisa intitulado METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO MÍDIAS AUDIOVISUAIS na Plataforma Brasil após sua conclusão.

Por ser expressão da verdade, assino a presente declaração.

Rolim de Moura/RO, 17 de Dezembro de 2018.



Assinatura do pesquisador

**ANEXO II – DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO PARTICIPANTES**  
ANEXO II

DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO

Eu, Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira, portadora do RG nº 979150 SSP/RO e do CPF nº 948.211.942-87 residente na Rua Barão de Melgaço, nº 3357, Bairro Planalto, CEP 7690000, na cidade de Rolim de Moura/RO, professora, estudante do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física na Universidade Federal de Rondônia – Campus de Ji-Paraná, declaro para os devidos fins que me comprometo a dar o devido retorno dos resultados do projeto de pesquisa intitulado “METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO MÍDIAS AUDIOVISUAIS” aos participantes da pesquisa, na forma de acesso aos produtos.

Por ser expressão da verdade, assino a presente declaração.

Rolim de Moura /RO, 17 de Dezembro de 2018.

Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira  
Assinatura do pesquisador

**ANEXO III – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA**

ANEXO III

Escola Estadual de Ensino Fundamental  
e Médio "Nilson Silva"  
Decreto de Criação nº 233 de 29/05/86  
Ato de Recrutamento nº 073/98/CEE/RO  
Decreto de Determinação nº 031 de 25/02/00  
Port. nº 2128/2016 C.A.S. LUC DE 16/06/2016  
Av. Aracaju nº 3277 Fone (69) 3442-2043  
Rolim de Moura - RO

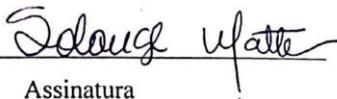
**DECLARAÇÃO**

Eu, Maria Solange Santiago Matter, matrícula nº 300059673, portadora do RG nº 7279303 SSP/PR e do CPF nº 645.055.450-91 residente na Avenida Aracaju, nº 3277, Bairro Jardim Tropical, CEP 7690000, na cidade de Rolim de Moura/RO, ocupante do cargo de diretora na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, declaro para os devidos fins que autorizo realização de estudo nesta instituição disponibilizaremos a seguinte infraestrutura para execução do projeto de pesquisa intitulado "METODOLOGIAS PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO MÍDIAS AUDIOVISUAIS", sob responsabilidade da pesquisadora Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira:

- Salas de aula nos períodos necessários;
- Computadores equipados com internet aos participantes do projeto;
- Laboratório de Ciências;

Por ser expressão da verdade, assino a presente declaração.

Rolim de Moura/RO, 05 de Fevereiro de 2019.



Assinatura

M<sup>te</sup> Solange Santiago Matter  
Diretora  
Port. nº 31/2018/SEDUC-NTFG  
EEFML Nilson Silva

## **ANEXO IV - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO / RESPONSÁVEL**

O(A) menor \_\_\_\_\_, sob sua responsabilidade, está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa de mestrado intitulada “Metodologias para o Ensino de Eletromagnetismo com Mídias Audiovisuais”. Ressalta-se que o(a) mesmo (a), foi escolhido(a) por pertencer ao público alvo desta pesquisa (estudantes em escola pública, na modalidade de ensino médio regular, a qual pertencem a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Nilson Silva) e também por manifestarem interesse em colaborar e fazer parte deste projeto. Lembrando que a direção da escola em questão, onde o projeto será desenvolvido, está de comum acordo em fornecer o espaço escolar para a execução do mesmo. Caso o (a) senhor(a) concorde na participação do(a) menor, ele(a) será convidado(a) inicialmente a responder um questionário de caracterização. Em seguida, ele(a) será convidado(a) a dar prosseguimento aos demais procedimentos da pesquisa. Para maiores informações, é preferível que o senhor(a) leia atentamente os termos abaixo:

1. Objetivo geral da pesquisa: desenvolver produto que aprimore e estimule a aprendizagem.

2. Caso o(a) Senhor(a) autorize a participação do menor nesta pesquisa, ele responderá aos questionários e entrevistas etc. Com relação aos procedimentos mencionados acima, serão previamente agendados a data, horário e local. Caso opte pelo local da escola em estuda/atua, ressalto que os procedimentos somente serão realizados mediante a autorização do(a) diretor(a) da escola, com data e horário definidos previamente. Embora seja importante para a pesquisa que o(a) menor responda a todas as questões, não é obrigatório responder a todas as perguntas e participar de todas as atividades. A pessoa que realizará a entrevista, aplicará os questionários e os demais procedimentos é a pesquisadora Elexlhane Guimaraes Damasceno de Siqueira, mestranda do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Rondônia – Campus de Ji-Paraná.

3. Caso o senhor(a) autorize a participação do(a) menor neste projeto de pesquisa: O senhor(a) e também o(a) participante terão o direito quando julgarem necessário, de exigirem esclarecimentos em quaisquer aspectos que desejarem em relação a esta pesquisa. O(A) participante terá todas as informações que quiserem sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O(A) senhor(a) como responsável pelo(a) menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele(a) a qualquer momento. Mesmo que o(a) senhor(a) queira deixá-lo(a) participar agora, o(a) senhor(a) poderá voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele(a) é voluntária e o fato em não o(a) deixar participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele(a) será atendido(a). Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do(a) menor não será liberado sem a permissão do(a) senhor(a). O(A) menor não será identificado(a) em nenhuma publicação. Para participar desta pesquisa, o(a) menor sob sua responsabilidade e o(a) senhor(a) não irão ter nenhum custo e nem receberão qualquer vantagem financeira. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), será impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pela pesquisadora responsável Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira e a outra será fornecida ao(a) senhor(a). Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora responsável Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. A pesquisadora Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira tratará a identidade do(a) participante com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

4. Benefícios e riscos: A realização deste estudo poderá trazer como benefício uma aula de Física mais dinâmica e interativa voltada sempre para o melhor desempenho do aluno, criando um ambiente envolvente e interativo para motivar e despertar a atenção do estudante; desenvolver a capacidade de trabalhar em grupos, estimular a criatividade, desenvolver iniciativa pessoal e tomada de decisões; Assim o professor poderá fazer o melhor uso do seu tempo face a face com os seus alunos e focar na aprendizagem e conexões entre os assuntos abordados, e não apenas a memorização mecânica básica e prática. O risco que porventura o(a) participante poderá ter, é o de se sentir constrangido(a) ao responder os questionários e entrevistas (lembrando que o mesmo não é obrigado a responder se não quiser fazê-lo), e também desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante gravações de áudio e vídeo (lembrando que ele não é obrigado a participar se não se sentir à vontade). A pesquisadora Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira se compromete a manter ampla e completa discricção, além do total anonimato dos voluntários (sujeitos participantes) da pesquisa como medida para amenizar esses riscos. Assim, a pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de segredo ao utilizar os dados coletados na pesquisa para produção de uma dissertação de mestrado, bem como para a produção de um produto educacional e publicação de artigos técnicos e científicos resultantes da pesquisa.

5. Esse projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Rondônia, que está localizado no Campus José Ribeiro Filho na Rodovia BR 364, Km 9,5, Bairro Zona Rural, CEP 76801-059, Porto Velho/RO, Telefone (69)2182-2100, email: cep@unir.br.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, entrar em contato com a pesquisadora Elexlhane Guimaraes Damasceno de Siqueira pelo email [elalexguimaraes@gmail.com](mailto:elalexguimaraes@gmail.com).

Após estes esclarecimentos, solicito o seu consentimento livre, de modo que permita a participação do(a) menor nesta pesquisa.

6. Eu \_\_\_\_\_ responsável pelo(a) menor \_\_\_\_\_ declaro que concordo em deixá-lo(a) participar da pesquisa intitulada “Metodologias para o Ensino de Eletromagnetismo com Mídias Audiovisuais” e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer a todas as minhas dúvidas.

Rolim de Moura, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

---

Assinatura do(a) responsável pelo(a) menor

---

Assinatura da pesquisadora responsável

## ANEXO V– TERMO DE CONSENTIMENTO/ ASSENTIMENTO

### TERMO DE ASSENTIMENTO ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Metodologias para o Ensino de Eletromagnetismo Utilizando Mídias Audiovisuais”. Neste estudo pretendemos propor uma sequência didática com conteúdo de eletromagnetismo que será disponibilizado em um site, onde constará fundamentação teórica e vídeos com instruções necessárias para realização de experimentos, ambos indispensáveis para entender um roteiro de jogo no estilo do Roleplaying game (RPG), que também ficará disponível neste site.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é a necessidade do correto aprendizado sobre conceitos físicos concernentes ao eletromagnetismo, visto que é um tema aplicável ao cotidiano e que seu entendimento pode estimular um aprendizado mais aprofundado da física pelos alunos no ensino médio, além de valorizar o papel do professor, como orientador e mediador entre os estudantes e o conhecimento.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s):

- Construção de vários roteiros de aula, que estará disponível em um ambiente virtual, contendo teoria e prática necessária ao entendimento do eletromagnetismo e a construção de um roteiro que permite o desenvolvimento de um jogo de RPG correlacionado aos conteúdos propostos.

- Na sequência ocorrerá a orientação para a conscientização da importância de usar as mídias para aprendizagem, após os alunos farão a visualização da sequência didática, de acordo com o conteúdo requisitado para aquele momento, sendo orientados pelo professor como devem seguir com as atividades, observando os pré-requisitos sugeridos.

- Os alunos terão contato com o do jogo, que farão sentados ao redor de uma mesa usando apenas a imaginação, sendo que o acesso a sequência didática garantirá que o educando terá os conhecimentos prévios necessários para avançar no jogo e no final terá condições de realizar o jogo por completo.

- Para finalizar a pesquisadora fará um relatório associando os aspectos desse aprendizado comparado ao método de aula tradicional.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, ler etc. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora responsável Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. A pesquisadora Elexlhane Guimarães Damasceno de Siqueira tratará a

sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Eu \_\_\_\_\_ declaro que fui informado(a) sobre todos os procedimentos da pesquisa de mestrado intitulada “Metodologias para o Ensino de Eletromagnetismo Utilizando Mídias Audiovisuais” que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto, e que será garantido o sigilo quanto ao meu nome e aos meus dados pessoais. Eu compreendo que neste estudo serão aplicados questionários, sendo que fui informado(a) que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Declaro também que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer a todas as minhas dúvidas.

Rolim de Moura, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura da pesquisadora responsável

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO**

Eu, Etelvane Guimarães Damasceno de Figueiro, abaixo-assinado, aluno(a) regularmente matriculado(a) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo Ji-Paraná/UNIR, portador(a) do RA: 2018.1000.199, CPF: 948.211.942-87, RG: 979.150 SSP/RO, venho por meio deste autorizar a disponibilização pelo Pólo do Departamento de Física de Ji-Paraná do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (PJIPAMNPEF) da minha dissertação em meios eletrônicos existentes ou que venham a ser criados.

Ji-Paraná, 23 de Dezembro de 2019

Etelvane Guimarães Damasceno de Figueiro

Nome por extenso