



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI-UNIVATES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

**A INDISSOCIAÇÃO DA ELETRICIDADE E DO MAGNETISMO POR  
MEIO DA INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E  
COMPUTACIONAIS**

Rosivaldo Carvalho Gama Júnior

Lajeado, Dezembro de 2018



Rosivaldo Carvalho Gama Júnior

**A INDISSOCIAÇÃO DA ELETRICIDADE E DO MAGNETISMO POR  
MEIO DA INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E  
COMPUTACIONAIS**

Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari, como exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Orientador: Prof. Dr. Italo Gabriel Neide

Lajeado, Dezembro de 2018

Rosivaldo Carvalho Gama Júnior

**A INDISSOCIAÇÃO DA ELETRICIDADE E DO MAGNETISMO POR MEIO DA  
INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS**

A banca examinadora abaixo aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na área de Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Italo Gabriel Neide - Orientador  
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

---

Dr. Ives Solano Araújo  
Avaliador 1

---

Dra. Maria Madalena Dullius.  
Avaliadora 2

---

Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.  
Avaliadora 3

Lajeado - RS, dezembro de 2018

*Dedico este trabalho aos  
meus pais, Rosivaldo Gama e Sônia Lobo,  
a minha irmã Sonáira Lobo da Gama,  
a minhas filhas Lívia Gama e Eloisa Gama,  
a minha esposa Cherliane Furtado,  
pessoas que sempre me apoiaram  
em minha carreira profissional.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Italo Gabriel Neide, por sua riquíssima parceria na orientação, e por ter mostrado grande parte do caminho a ser trilhado.

Ao Prof. Dr. Ives Solano Araújo, pelas suas fundamentais sugestões na banca de qualificação e na defesa.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Madalena Dullius, pela formação sólida que tive com as disciplinas de Matemática e pelo aceite em contribuir na construção deste trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, pelo brilhante trabalho na Modelagem Matemática e pelas suas ricas colocações na banca de defesa.

Ao professor Claudionor de Oliveira Pastana, pelo incentivo de ingresso e apoio contínuo durante o mestrado.

A todos os professores do mestrado que proporcionaram importantes momentos de reflexão da prática docente.

Aos meus familiares e amigos. Em especial, à minha esposa, Cherliane Feitosa Furtado, que sempre acreditou no sucesso desta caminhada.

Ao Reitor, ao coordenador e aos acadêmicos da Universidade do Estado do Amapá, Campus I, por sua participação.

A todos aqueles que me ajudaram e acreditaram neste grande e humilde projeto.

## RESUMO

Esta dissertação aborda a integração de atividades experimentais e computacionais como estratégia para a aprendizagem do tema eletromagnetismo. O questionamento que embasou este estudo foi: Como integrar atividades experimentais e computacionais considerando a indissociação entre a eletricidade e o magnetismo em uma turma do 4º semestre do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais da UEAP? O estudo foi realizado na UEAP, no município de Macapá, tendo, como participantes, vinte acadêmicos do 4º semestre do curso de Licenciatura em Ciências Naturais. Os objetivos específicos elencados para este estudo foram: identificar os conhecimentos prévios dos acadêmicos sobre os conceitos necessários para introduzir o tema eletromagnetismo; elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas às computacionais, considerando os conhecimentos prévios dos acadêmicos; analisar se houve indícios de aprendizagem significativa na integração das atividades; analisar a aceitação desta prática pedagógica e avaliar se a forma como foi desenvolvida a integração possibilitou uma visão holística do eletromagnetismo. O estudo foi de natureza qualitativa. Para levantamento dos dados, foram utilizados os seguintes instrumentos: um questionário de conhecimentos prévios; três guias POE, durante as atividades propostas; um questionário de receptividade; diário de campo; fotos; e filmagens. Os dados foram relatados descritiva e cronologicamente. Os resultados apontaram que: a) havia falta de alguns subsunçores relacionados aos conceitos do eletromagnetismo, visto que, em mais de 60 % das questões do questionário prévio, os acadêmicos não souberam identificar a qual grandeza física a voltagem estava relacionada, por exemplo; b) o material instrucional desenvolvido nesta intervenção foi potencialmente significativo, pois favoreceu a ampliação e o enriquecimento dos conhecimentos prévios de alguns acadêmicos, propiciando a identificação dos fenômenos eletromagnéticos no seu contexto diário, assim como a diferenciação progressiva dos três conteúdos temáticos abordados nas atividades; c) os acadêmicos gostaram de realizar as atividades experimentais e as computacionais, pois elas possibilitaram uma visão global do eletromagnetismo e promoveram a construção de conhecimento de forma significativa.

Palavras-chave: Atividades experimentais. Atividades computacionais. Aprendizagem significativa. Eletromagnetismo.

## **ABSTRACT**

This dissertation addresses the integration of experimental and computational activities as a strategy for learning the electromagnetism theme. The question that underpinned this study was: How to integrate experimental and computational activities considering the indissociation between electricity and magnetism in a class of the 4th semester of the Licenciatura Course in Natural Sciences of UEAP? The study was carried out at the State University of Amapá, in the city of Macapá, having, as participants, twenty academics of the 4th semester of the Degree in Natural Sciences. The specific objectives listed for this study were: to identify the previous knowledge of the academic about the concepts necessary to introduce the subject electromagnetism; to elaborate and to develop experimental activities integrated to the computational ones, considering the previous knowledge of the academics; analyze if there was evidence of significant learning in the integration of activities; analyze the acceptance of this pedagogical practice and evaluate if the way in which the integration was developed allowed a holistic view of electromagnetism. The study was qualitative in nature. For data collection, the following instruments were used: a prior knowledge questionnaire; three POE guides, during the proposed activities; a questionnaire of receptivity; field journal; Photos; and filming. Data were reported descriptively and chronologically. The results showed that: a) there was a lack of subsumers related to the concepts of electromagnetism, since, in more than 60% of the questions in the previous questionnaire, the academics did not know how much physical voltage was related, for example; b) the instructional material developed in this intervention was potentially significant, since it favored the amplification and enrichment of the previous knowledge of some academics, favoring the identification of electromagnetic phenomena in their daily context, as well as the progressive differentiation of the three thematic contents addressed in the activities; c) the academics liked to carry out the experimental and computational activities, as they provided a global view of electromagnetism and promoted the construction of knowledge in a significant way.

**Keywords:** Experimental activities. Computer activities. Meaningful learning. Electromagnetism.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Campo magnético gerado por um fio retilíneo de comprimento $2a$ que conduz uma corrente. ....	27
Figura 2 - Campo magnético sobre o eixo $Ox$ de uma espira.....	28
Figura 3 - Condutor cilíndrico composto de $N$ espiras.....	29
Figura 4 - Gráfico do campo magnético máximo no centro da espira ou da bobina	30
Figura 5 - Ímã entrando e saindo na bobina produz uma variação do fluxo magnético .....	31
Figura 6 - Fluxo do campo magnético através de um elemento de área .....	31
Figura 7 - Imagem frontal da Universidade do Estado do Amapá - Campus I. ....	46
Figura 8 - Laboratório de Física da UEAP.....	46
Figura 9 - Esquema dos três experimentos montados. ....	50
Figura 10 - Layout do primeiro simulador - O Experimento de Oersted.....	51
Figura 11 - Aparência do segundo simulador - Ímãs e Eletroímãs.....	51
Figura 12 - Aparência do terceiro simulador - Gerador.....	52
Figura 13 - Um momento da exibição dos vídeos. ....	53
Figura 14 - Acadêmicos realizando a 3ª atividade experimental e computacional. ....	54
Figura 15 - Gráfico das respostas convergentes e divergentes.....	56
Figura 16 - Percentual de respostas convergentes para cada questão. ....	56
Figura 17 - Respostas dadas à questão 1 pelos acadêmicos A5 e A6, respectivamente .....	57
Figura 18 - Respostas dadas à questão 1 pelos acadêmicos A15 e A16, respectivamente .....	58
Figura 19 - Respostas dadas à questão 2 pelos acadêmicos A1, A5 e A11, respectivamente .....	59

Figura 20 - Respostas dadas à questão 3 pelos acadêmicos A6 e A14 .....	60
Figura 21 - Respostas dadas à questão 3 pelos acadêmicos A2, A15 e A17, respectivamente.....	60
Figura 22 - Respostas dadas à questão 4 pelos acadêmicos A12 e A13 .....	61
Figura 23 - Respostas retratadas à questão 4 pelos acadêmicos A5, A10 e A14 ..	62
Figura 24 - Respostas à questão 5, dadas pelos acadêmicos A1, A7 e A14 respectivamente .....	63
Figura 25 - Experimentos de Oersted, eletroímã e a turbina eólica, dos grupos <b>G2</b> , <b>G3</b> e <b>G1</b> , respectivamente .....	66
Figura 26 - Respostas dos grupos <b>G1</b> e <b>G2</b> , nessa ordem, da questão <b>A</b> referente à experimentação .....	68
Figura 27 - Respostas dos grupos <b>G2</b> e <b>G3</b> , respectivamente, da questão <b>B</b> referente à experimentação .....	69
Figura 28 - Resposta do grupo <b>G2</b> , na questão <b>A</b> .....	70
Figura 29 - Desenho dos grupos <b>G1</b> e <b>G3</b> (nessa ordem), na questão <b>B</b> .....	72
Figura 30 - Linhas de campo magnético em torno de um fio com corrente .....	72
Figura 31 - Resposta do grupo <b>G3</b> para a questão <b>D</b> .....	73
Figura 32 - Resposta do grupo <b>G3</b> da questão <b>A</b> referente à experimentação .....	77
Figura 33 - Respostas dos grupos <b>G2</b> e <b>G3</b> referente à questão <b>C</b> , respectivamente .....	78
Figura 34 - Desenhos dos grupos <b>G1</b> e <b>G2</b> referente à questão <b>A</b> , respectivamente	79
Figura 35 - Linhas de campo de um solenóide .....	80
Figura 36 - Respostas dos grupos <b>G1</b> e <b>G2</b> referente à questão <b>B</b> , respectivamente .....	80
Figura 37 - Respostas dos grupos <b>G1</b> e <b>G2</b> , nessa ordem, da questão <b>B</b> referente à simulação .....	85
Figura 38 - Respostas dos grupos <b>G1</b> e <b>G2</b> , nessa ordem, da questão <b>C</b> referente à simulação .....	86
Figura 39 - Respostas dos grupos <b>G1</b> e <b>G3</b> , nessa ordem, da questão <b>D</b> referente à <i>software</i> .....	87
Figura 40 - Respostas dos grupos <b>G1</b> e <b>G3</b> , nessa ordem, da questão <b>A</b> referente à experimentação .....	88
Figura 41 - Respostas dos grupos <b>G1</b> e <b>G3</b> , nessa ordem, da questão <b>C</b> referente à experimentação .....	89
Figura 42 - Aspecto do Simulador O experimento de Oersted. ....	112
Figura 43 - Aspecto do experimento de Oersted (montado) .....	115

Figura 44 - Aparência do Simulador Imãs e Eletroímãs .....	117
Figura 45 - Aspecto do experimento Eletroímã (montado) .....	119
Figura 46 - Aparência do Simulador Gerador .....	121
Figura 47 - Aspecto do experimento Turbina Eólica (montado) .....	124

## **LISTA DE SIGLAS**

UEAP – Universidade do Estado do Amapá.

PhET - Physics Education Technology

POE - Predizer, Observar e Explicar

AE – Atividades Experimentais

AI – Atividades Investigativas

AC – Atividades Computacionais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 Aprendizagem Significativa .....	17
2.2 Atividades experimentais no ensino de Física .....	20
2.3 Atividades computacionais no ensino de Física .....	23
2.4 Situações da Indissociação entre a Eletricidade e o Magnetismo .....	26
2.5 Estudos anteriores .....	32
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>45</b>
3.1 Contexto da intervenção pedagógica.....	45
3.2 Organização da Intervenção Pedagógica.....	47
<b>4 RELATO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA .....</b>	<b>55</b>
4.1 Relato dos conhecimentos prévios dos acadêmicos.....	55
4.2 Relato das atividades experimentais e computacionais .....	64
4.2.1 Primeiro encontro: construção dos três experimentos .....	64
4.2.2 Segundo encontro: execução da primeira atividade experimental e computacional .....	66
4.2.3 Terceiro encontro: execução da segunda atividade experimental e computacional .....	75
4.2.4 Quarto encontro: execução da terceira atividade experimental e computacional .....	83
4.3 Receptividade dos acadêmicos diante da intervenção .....	91
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>99</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>A PÊNDICES .....</b>	<b>107</b>
<b>A PÊNDICE A - Termo de concordância da direção da instituição de ensino</b>	<b>108</b>

<b>A PÊNDICE B - Termo de consentimento livre esclarecido .....</b>	<b>109</b>
<b>A PÊNDICE C - Questionário de conhecimentos prévios .....</b>	<b>110</b>
<b>A PÊNDICE D - Guia POE 1 .....</b>	<b>112</b>
<b>A PÊNDICE E - Guia POE 2.....</b>	<b>117</b>
<b>A PÊNDICE F - Guia POE 3.....</b>	<b>121</b>
<b>A PÊNDICE G - Questionário de receptividade.....</b>	<b>126</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, pesquisadores têm apontado que o desenvolvimento de estratégias que melhorem os processos de ensino e de aprendizagem em Física são cada vez mais importantes para professores e alunos. As atividades computacionais integradas às atividades experimentais podem ser uma possibilidade metodológica de transição de um modelo de transmissão de conhecimento, baseado em cópias de livros e centrado no professor, para a construção de formas alternativas de ensinar Física, de acordo com Moro, Neide e Vettori (2015).

O modelo tradicional de ensinar eletromagnetismo é desenvolvido trabalhando primeiro a eletricidade, e depois, de forma desassociada, o magnetismo. Esse processo induz o estudante a pensar que são dois fenômenos físicos separados. Geralmente, quando esses conteúdos são abordados como descrito acima, é priorizada a transmissão de conhecimento e, além disso, recai-se num contraponto importante de ensino desses conteúdos.

Nessa perspectiva, o conhecimento científico deve estar relacionado com a vida cotidiana dos alunos, por isso, para trabalhá-lo, devem ser utilizados novos recursos didáticos. Nesse viés, a abordagem do eletromagnetismo deve levar em consideração as diversas aplicações que permeiam nossa vida diariamente, assim como outros conteúdos da área da Física, tornando esses conceitos menos abstratos.

A eletricidade e o magnetismo sempre estiveram presentes na vida do homem, porém, com mais intensidade na sociedade tecnológica em que vivemos. Além disso, o entendimento do eletromagnetismo auxilia os estudantes a compreenderem o funcionamento de diversos equipamentos eletromagnéticos que fazem parte do seu dia a dia. Dentre esses equipamentos, pode-se citar diversos motores elétricos, como por exemplo, um ventilador, um liquidificador, um secador de cabelo, um motor de uma embarcação, dentre outros.

As atividades experimentais, quando trabalhadas a partir de ações investigativas<sup>1</sup>, rompem com o círculo vicioso e anticientífico proporcionado pelas aulas puramente conteudistas, em que os alunos são sujeitos passivos nos processos de ensino e de aprendizagem. Com esse pensamento, o ensino de Física por meio das atividades experimentais tem importância na aprendizagem dos alunos, pois eles são, na prática, incentivados por seu próprio interesse. Esse tipo de ensino busca possibilitar uma aprendizagem mais expressiva, em que os alunos buscam novas descobertas e questionam sobre vários conteúdos (SOUZA, 2017).

Além das atividades experimentais, as atividades computacionais também são importantes, uma vez que complementam conteúdos em situações em que, através das atividades experimentais, é impossível realizar determinada abordagem. Como exemplo, pode-se citar a representação da interação do campo magnético com cargas em movimento em três dimensões por meio da álgebra vetorial.

Os jovens alunos são nativos digitais e aprendem praticando nos seus *tablets*, *smartphones* e *notebooks* de ponta. Essas ferramentas tecnológicas, então, precisam fazer parte do processo educacional desses sujeitos, seja na utilização de um simples jogo didático ou a partir de uma simulação de um determinado fenômeno físico. Nesse viés, Prensky (2001) escreve que os nativos digitais estão acostumados a receber informações precocemente. Eles gostam de processar várias tarefas de uma só vez. Eles preferem analisar os gráficos antes do texto e não o contrário. Eles preferem acesso sem uma ordem cronológica, como por

---

<sup>1</sup>As atividades investigativas, de acordo com Bassoli (2014), são aquelas que exigem muita participação do aluno durante seu desenvolvimento, pois envolve a discussão de ideias, elaboração de previsões explicativas e experimentos para testá-las.

exemplo o hipertexto. Trabalham melhor quando interagem a uma rede de contatos. Têm sucesso com gratificações imediatas e recompensas constantes. Preferem jogos a trabalho com seriedade.

Assim, as atividades experimentais e as atividades computacionais, quando utilizadas de forma integrada no ensino de Física, têm a possibilidade de se complementarem, pois uma tendência não necessariamente substitui a outra. Isto é, o uso dessas atividades associadas apresenta-se como uma estratégia potencialmente promissora no desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes (RODRIGUES, 2016).

Diante dessa questão, cabe destacar que, ao longo dos anos de experiência adquirida como professor da disciplina de Fundamentos de Física III, tenho notado que os acadêmicos do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais da UEAP, campus I, apresentam dificuldades para compreender alguns fenômenos relacionados a essa disciplina, principalmente à parte eletromagnética. Possivelmente tais dificuldades existam devido ao fato de o grau de complexidade da Física III ser maior do que o de outras disciplinas, tendo em vista que a abordagem ocorre em três dimensões, e em decorrência da metodologia tradicional que geralmente é utilizada nas aulas desta disciplina.

Tendo em vista esse contexto, apresento, aqui, uma intervenção voltada para o ensino da indissociação da eletricidade e do magnetismo, a partir de atividades experimentais e atividades computacionais. Assim, o trabalho desenvolvido teve como tema a integração entre atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.

O questionamento que busquei responder com este estudo e que serviu como guia e foco foi: Como integrar atividades experimentais e computacionais considerando a indissociação entre a eletricidade e o magnetismo em uma turma do 4º semestre do Curso Licenciatura em Ciências Naturais da UEAP?

Penso que abordar a indissociação da eletricidade e do magnetismo por meio da atividade experimental, além possibilitar a associação de tal prática com o

uso de recursos computacionais de aprendizagem, como simulação computacional do *Phet*, pode ser uma estratégia acessível para contribuir na sua compreensão. Diante disso, o objetivo geral desta intervenção foi investigar como integrar atividades experimentais e computacionais considerando a indissociação entre a eletricidade e o magnetismo em uma turma do 4º semestre do Curso Licenciatura em Ciências Naturais da UEAP.

Os objetivos específicos que proporcionaram alcançar o objetivo geral durante a intervenção foram:

- Identificar os conhecimentos prévios dos acadêmicos sobre os conceitos necessários para introduzir o tema eletromagnetismo;
- Elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas às computacionais, considerando os conhecimentos prévios dos acadêmicos;
- Analisar se houve indícios de aprendizagem significativa na integração das atividades;
- Analisar a aceitação desta prática pedagógica e avaliar se a forma como foi desenvolvida a integração possibilitou uma visão holística do eletromagnetismo.

O produto educacional desenvolvido neste trabalho é um material didático constituído pelos seguintes elementos: contextualização, que compreende o público alvo, o local e um breve referencial teórico; objetivo da proposta; detalhamento das três atividades experimentais e das três atividades computacionais por meio dos guias POE; e resultados obtidos com o desenvolvimento dessas atividades.

Os três guias de atividades foram desenvolvidos na perspectiva do método POE, de Rodrigues (2016), e considerando a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Nessa metodologia investigativa (POE), os aprendizes são orientados a prever, por escrito, sobre determinado fenômeno, sem interação com o experimento ou o simulador. Em seguida, devem observar a partir da manipulação

dos equipamentos e discutir em grupos. Por fim, devem buscar explicações para as indagações, considerando as previsões e o que foi, de fato, observado.

Concluo esta Introdução, que compõe o capítulo 1 desta dissertação, explicitando o conteúdo dos capítulos subsequentes.

No capítulo 2, apresento a Fundamentação Teórica, ou seja, o aporte teórico que sustenta este trabalho, dividido em cinco tópicos: Aprendizagem Significativa, Atividades experimentais no ensino de Física, Atividades computacionais no ensino de Física, Situações da indissociação entre a eletricidade e o magnetismo e o Estado da Arte.

No capítulo 3, que compreende os Procedimentos Metodológicos, descrevo como se realizou este estudo, que consistiu na organização de uma intervenção pedagógica.

No capítulo 4, apresento a Intervenção Pedagógica em si, dividida em três subcapítulos. O primeiro apresenta os conhecimentos prévios dos acadêmicos, coletados por meio de questionário; o segundo aborda o desenvolvimento das atividades experimentais e computacionais, bem como a participação dos acadêmicos em cada encontro; e o terceiro trata da aplicação do questionário de receptividade e da aceitação da proposta pelos sujeitos.

Por fim, no capítulo 5 (Considerações Finais), teço algumas considerações generalistas com relação à intervenção desenvolvida, bem como algumas observações de cunho vantajoso e desvantajoso que devem ser consideradas por educadores e pesquisadores no desenvolvimento desta intervenção didática.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A fundamentação teórica desta dissertação está organizada em cinco subcapítulos. No primeiro, verso sobre a aprendizagem significativa. No segundo e no terceiro, trato sobre atividades experimentais e computacionais no ensino de Física, respectivamente. No quarto subcapítulo apresento situações da indissociação entre a eletricidade e o magnetismo e, no quinto e último subcapítulo, trago o Estado da Arte em relação à integração entre atividades experimentais e computacionais no ensino de Física.

### **2.1 Aprendizagem significativa**

O ato de ensinar não pode ocorrer sem uma metodologia bem definida ou sem um pressuposto teórico. Para tal, a literatura apresenta várias teorias de aprendizagens, que vão além de uma estratégia de ensino, pois contribuem, também, como aporte teórico para o desenvolvimento de uma prática docente. Nesse sentido, numa aula que tem por finalidade a aprendizagem dos sujeitos alvo, possivelmente a intervenção docente atingirá mais rapidamente seus objetivos se for executada considerando uma teoria de aprendizagem.

Neste subcapítulo abordo alguns tópicos fundamentais da teoria da aprendizagem significativa, usada para analisar teoricamente os dados deste estudo. Essa teoria foi desenvolvida pelo psicólogo norte - americano David Paul Ausubel, na década de 60, durante a ascensão da teoria comportamentalista de Skinner. O professor Marco Antônio Moreira é referência na interpretação da teoria

de Ausubel. Em seguida, apresento pontos da teoria de Ausubel, bem como interpretações realizadas por Moreira (1999, 2011).

A Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo Ausubel (2003, p. 72), “consiste no fato de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe”. Isto é, os estudantes compreendem novos conhecimentos através da interação com os conhecimentos pré-existentes (ideias âncoras) na sua estrutura cognitiva. Para esse autor, a estrutura cognitiva é a organização de conhecimentos de cada indivíduo.

Ainda para Ausubel (2003), essas informações âncoras são definidas como subsunçores. São os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do sujeito, que possibilitam dar significado a um novo conhecimento que lhe é exposto. Segundo Moreira (2011), um subsunçor pode ser um conceito, uma concepção, uma representação gráfica, um modelo teórico, enfim, uma informação prévia.

Moreira (2011) aborda que o fator mais fundamental da teoria de Ausubel é o conhecimento prévio. Ou seja, na interpretação de Moreira, o que o indivíduo já sabe é a variável mais importante para que ocorram novas aprendizagens. Ainda na visão de Moreira (2017, p. 26), “se tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um só princípio, Ausubel enunciaria este: de todos os fatores que influem na aprendizagem, o mais importante é o que o aluno já sabe. Averigue-se isso e ensine-se de acordo”.

Então, de acordo com a teoria de David Ausubel, é de grande valia que o docente leve em consideração os conhecimentos prévios dos indivíduos para o desenvolvimento de determinado conteúdo que pretende trabalhar em sala de aula. No entanto, se esses indivíduos não apresentarem as ideias âncoras que lhe permitam atribuir novos significados aos novos conhecimentos, Ausubel (2003, p. 11) sugere a utilização dos organizadores avançados:

Um organizador avançado é um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa saber, caso necessite de apreender novos materiais de forma mais ativa e expedita.

Para Moreira (2011), o organizador avançado é compreendido como organizador prévio, que, segundo esse autor, “pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas”. Verifica-se que, para o organizador prévio, as possibilidades são variadas, porém a condição é que seja executado antes da utilização das atividades de aprendizagem. Além disso, deve ser o mais geral possível.

Na teoria de Ausubel, para que ocorra a aprendizagem significativa são necessárias duas elementares condições, em que uma delas é que o material a ser utilizado, tais como atividades experimentais, simulações computacionais, livros, *software*, dentre outros, seja potencialmente significativo. Conforme Ausubel (2003, p. 1):

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem. Exige, quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz.

Essa primeira condição, de acordo com Moreira (2011), implica que o material de aprendizagem seja relacionável de forma não-arbitrária e não-literal à estrutura cognitiva do indivíduo. O termo não-arbitrária remete a que o material seja plausível, sensível e não aleatório; já o termo não-literal compreende que tal material tenha um sentido lógico com qualquer estrutura apropriada e relevante (AUSUBEL, 2003).

Quanto à segunda condição, possivelmente mais difícil de ser alcançada do que a primeira, o aprendiz deve estar motivado a relacionar a sua estrutura cognitiva com novos conhecimentos, também de maneira não-arbitrária e não-literal. Observa-se a importância dessa condição na aquisição de novos conteúdos, pois o material potencialmente significativo não será suficiente, se o aprendiz não estiver interessado. Moreira (1999, p. 156) complementa:

Esta condição implica que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-la, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto são mecânicos (ou automáticos). De

maneira recíproca, independentemente de quão disposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo.

Em reforço a essa segunda condição para que ocorra a aprendizagem significativa, Moreira (2011, p. 25) afirma que “não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia (...)”.

Ausubel (2003) considera que as condições para a aprendizagem significativa também exigem um ensino baseado em processos da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora nos materiais de instrução para a retenção e organização de conteúdo na estrutura cognitiva do indivíduo. A diferenciação progressiva ocorre quando um novo subsunçor se modifica por meio da ancoragem em conceitos ou proposições prévias relevantes.

Isso se dá, quando conceitos (por exemplo) mais gerais e inclusivos são apresentados no início da intervenção, e diferenciados progressivamente em detalhes e especificidade (MOREIRA, 1999). Já a reconciliação integradora, segundo Moreira (1999, p. 161), “é o princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes”.

Portanto, conforme Ausubel (2003), em linhas gerais, para que ocorra a aprendizagem significativa três elementos relevantes são necessários: aquilo que o aluno já sabe na sua estrutura cognitiva; materiais pedagógicos potencialmente significativos – e relacionáveis; predisposição do aprendiz para aprender novos significados.

## **2.2 Atividades experimentais no ensino de Física**

As pesquisas em ensino de Física no Brasil têm apontado que, geralmente, as metodologias tradicionais não possibilitam ao aluno um aprendizado eficaz, deixando o aluno em uma situação de passividade, e o professor, na posição de

detentor do conhecimento (BRITO; REGO, 2014). Desse modo, as instituições de ensino e centros de formação precisam melhorar a qualidade da formação de seus alunos, considerando sua importância social. É necessário que os jovens possuam uma formação intelectual satisfatória, adequada ao meio cultural em que eles vivem (RODRIGUES, 2016).

Nesse sentido, as atividades experimentais surgem como uma das tendências de ensino que assume um papel importante nos processos de ensino e de aprendizagem, não somente em Física, mas também nas ciências da natureza em geral. Em consonância com Souza (2017), a atividade experimental é reconhecida como uma das mais eficientes e importantes estratégias de ensino das ciências.

Uma das vantagens da utilização das atividades experimentais é que essa estratégia de ensino permite alternar com atividades de cunho teórico, em que a reflexão sobre o fazer de forma prática assume um papel fundamental. Diante da questão, Moro, Neide e Vettori (2015, p. 02) defendem que:

Mais do que um fenômeno curioso para ser observado e admirado, o experimento constitui-se numa atividade pedagógica desenvolvida pelo aluno que inclui, intercaladamente, tarefas teóricas e experimentais onde o fazer é importante e o refletir para compreender é fundamental. Os novos avanços científicos, bem como suas aplicações práticas e as novas tecnologias, têm aberto as fronteiras do conhecimento. Ocupa aqui lugar ainda maior de destaque a educação.

Outro fator preponderante que evidencia a execução de atividades práticas, em especial as investigativas, é que o aluno torna-se mais participante dos processos de ensino e de aprendizagem, um sujeito ativo no desenvolvimento do conhecimento científico. “Nesse sentido, este tipo de atividade estimula, ao máximo, a interatividade intelectual, física e social, contribuindo, sobremaneira, para a formação de conceitos” (BASSOLI, 2014, p. 583).

Cabe ressaltar ainda mais a utilização das atividades investigativas, em virtude de essa tendência de abordagem ser o foco deste trabalho. Trago, por isso, o pensamento de Vianna (2013), quando diz que as atividades de cunho investigativo levam os alunos a um comportamento crítico em relação à ciência e à tecnologia,

bem como favorecem a construção do pensamento científico e um ensino mais contextualizado com o mundo moderno.

Nas atividades experimentais investigativas aplica-se o método POE, que significa Predizer, Observar e Explicar. Em sua dissertação, Rodrigues (2016, p. 57) menciona sobre como executar essa estratégia:

Essa estratégia é constituída de três etapas: o PREDIZER, onde os alunos, divididos em grupos, discutem o problema proposto e, através da troca de experiências, predizem o resultado esperado. A seguir, os alunos deverão OBSERVAR o que ocorrerá durante a realização do experimento e, por fim, tentam EXPLICAR os resultados obtidos [...]

Esse método de estudo, muito difundido no meio científico, é uma estratégia que auxilia nas atividades investigativas e pode proporcionar o entendimento de conceitos e Leis não somente da Física, mas de outras áreas do conhecimento. Para tanto, é fundamental que a sequência do *predizer, observar, explicar* seja seguida para que a atividade experimental desenvolvida tenha seus objetivos alcançados, de acordo com Schwahn, Silva e Martins (2007).

Quando se pensa na realização de uma atividade experimental, geralmente, essa ideia fica condicionada ao uso de um laboratório tradicional e bem equipado. No entanto, essa realidade não condiz com as escolas (algumas escolas não possuem laboratórios de ciências) e, às vezes, sequer com as universidades e os institutos federais que apresentam laboratórios sucateados. Dessa forma, Cruz e Cardoso (2013, p. 02) salientam:

Não há como não reconhecer que um dos maiores empecilhos para a montagem de um laboratório de Física é o alto custo dos materiais e equipamentos necessários para a realização das aulas práticas. Isto sem contar outras sérias dificuldades como, por exemplo, a falta de manutenção dos equipamentos e reposição dos materiais.

Nessa linha de pensamento, para que professores e alunos trabalhem com atividades experimentais, não é necessário somente que as instituições de ensino ofereçam a seus alunos um laboratório sofisticado - com equipamentos de custo elevado de aquisição e manutenção. Existem outras possibilidades que não seja

necessário um ambiente e equipamentos específicos para a execução dessas atividades. Diante da questão, Borges (2002, p. 294) defende que:

É um equívoco corriqueiro confundir atividades práticas com a necessidade de um ambiente com equipamentos especiais para a realização de trabalhos experimentais, uma vez que podem ser desenvolvidas em qualquer sala de aula, sem a necessidade de instrumentos ou aparelhos sofisticados.

Então, outra possibilidade enriquecedora no ensino de Física é a utilização de materiais alternativos, ou seja, de baixo custo ou recicláveis para a construção de experimentos lúdicos em diversas áreas da Física. Corroborando essa ideia, Cruz e Cardoso (2013, p. 02) reforçam que:

Uma saída executada por muitos professores é a substituição dos materiais e equipamentos comercializados por aparatos alternativos, feito a partir de matérias de baixo custo e/ou fácil obtenção. Além de serem economicamente mais viáveis, quando cuidadosamente planejados e produzidos, os mesmos não deixam nada a desejar se comparados com os industrializados.

Trabalhar os conteúdos da Física por meio de experimentos alternativos é de relevância e importância ao aprendizado dos alunos, assim como um forte instrumento para se adequar às novas perspectivas e aos novos desafios que são enfrentados pelos professores de Física no século XXI (BRITO; SILVEIRA; CABRAL, 2014).

Portanto, as atividades experimentais são uma importante ferramenta que pode auxiliar o professor em sala de aula no ensino não somente de Física, mas também nas ciências da natureza em geral. De acordo com Clavé, Faccin e Sauerwein (2013), as atividades experimentais podem desenvolver nos alunos uma maior motivação para a aprendizagem da Física. É necessário que os professores implementem atividades desse tipo como uma estratégia para o ensino da disciplina em questão.

### **2.3 Atividades computacionais no ensino de Física**

Além das atividades experimentais realizadas em laboratórios equipados ou desenvolvidos com materiais alternativos, os recursos tecnológicos também

aparecem como outra estratégia de ensino que pode despertar o interesse do aluno. Macedo (2012) corrobora nesse sentido, ratificando que a inserção de novas tecnologias, como simulações e o uso da *internet*, contribuirão bastante na exploração, pelo aluno, das inúmeras conexões entre os conhecimentos científicos básicos, os fenômenos naturais e as aplicações tecnológicas.

Existe uma diversidade de recursos tecnológicos que o mundo moderno oferece, como, por exemplo, os jogos digitais, os simuladores computacionais e a modelagem computacional. Madureira, Santos e Silva (2015, p. 03) comentam sobre esses recursos tecnológicos:

Neste sentido, os Recursos Tecnológicos são importantes ferramentas que, sendo utilizadas de forma adequada, possibilitam a apresentação de um ensino dinâmico e que pode conceituar concretamente as teorias Físicas, porém o professor deve saber até que ponto estes recursos podem auxiliar nesta prática.

Aliado ao exposto, pode-se mencionar as simulações computacionais como recurso tecnológico que pode auxiliar tanto o professor quanto o aluno nos processos de ensino e de aprendizagem. Adicionalmente, é fundamental salientar que a abstração de alguns conceitos, na área do eletromagnetismo, por exemplo, dificulta o ensino de Física em sala de aula. Em contraponto, “as simulações vêm ao encontro para a demonstração de certos fenômenos, indo além de uma simples animação” (MORO, 2015, p. 39).

Existem algumas definições para simulação. Utilizo aqui a definição de Pegden, Shannon e Sadowski (1990), segundo a qual simulação computacional é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com esse modelo com o intuito de compreender seu comportamento e/ou avaliar o artifício para a sua utilização. Com isso, cabe ressaltar a importância de utilizar a simulação em virtude de se poder, com ela, explorar características que seriam impossíveis com qualquer outro recurso (como a modelagem e a animação), como por exemplo, a visualização cinética em três dimensões, a construção de gráficos em tempo real, a variação de parâmetros físicos agilmente, dentre outras.

“As simulações computacionais com objetivos pedagógicos dão suporte a atividades exploratórias caracterizadas pela observação, análise e interação do sujeito com modelos já construídos”, de acordo com Araújo e Veit (2002).

Como referência de uso desses recursos tecnológicos, mas especificamente das simulações computacionais, pode-se citar os simuladores do *PhET*. De acordo com Arantes, Miranda e Studart (2010, p. 27): “Uma bem sucedida iniciativa na produção de simulações para o ensino de física, protagonizada por Carl Wieman, laureado com o Nobel de Física de 2001, é o PhET - sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física”.

Segundo Oliveira e Serra (2016, p. 165):

O PHET é um programa da Universidade do Colorado (EUA), que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências e as disponibiliza em seu portal, para serem usadas on-line ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários, os quais podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos. Nas simulações, esse grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo, aos alunos, modelos fisicamente corretos, de maneira acessível.

Para Carraro e Pereira (2014), a utilização das simulações virtuais do *PhET* como uma ferramenta didática no ensino de Física pode auxiliar significativamente na aprendizagem de assuntos e para o entendimento dos fenômenos físicos, pois atua como facilitador e motivador nos processos de ensino e de aprendizagem. Ainda em concordância com esse mesmo autor, a operação das simulações propicia que o aluno seja mais participativo nos processos de ensino e aprendizagem. Através delas, ele é estimulado a observar os modelos físicos, construir seus próprios conceitos, leis e teorias, coletar dados das simulações, fazer previsões e testar a sua validade, confrontar o seu conhecimento preestabelecido com o conhecimento científico, questionar, e estabelecer relação entre a teoria e a prática no entendimento dos fenômenos físicos presentes no seu cotidiano.

No contexto de se fazer uso de novas metodologias, a simulação computacional apresenta-se como uma metodologia inovadora, de baixo custo e com facilidade de acesso. Permite aos estudantes realizar as atividades a que se

propõem. É importante destacar, porém, que essas simulações não substituem as atividades experimentais.

Então, conforme esta breve abordagem teórica, pode-se concluir que as atividades computacionais, em especial as simulações computacionais, surgem como uma ferramenta diferenciada e atrativa, que o professor pode adicionar às suas aulas. Como vivemos em uma sociedade em constante evolução, considerando as tecnologias da informação e comunicação, a educação precisa acompanhar esses avanços, em virtude de os alunos estarem inseridos nesse contexto.

#### **2.4 Situações da Indissociação entre a Eletricidade e o Magnetismo**

Durante muitos anos, o professor Oersted tentou comprovar que havia uma interação entre a eletricidade e o magnetismo. Foi no século XIX, durante uma palestra para seus alunos, que ele realizou uma experimentação demonstrando os efeitos de uma corrente elétrica sobre uma agulha magnética exposta próxima do fio (PERUZZO, 2013).

Até 1820, ano em que descobriu tal fenômeno, acreditava-se que a eletricidade e o magnetismo eram independentes. No entanto, segundo Young e Freedman (2015, p. 220), a partir dessa data esses ramos da Física deram os primeiros passos para o eletromagnetismo, como descrito a seguir:

A primeira evidência da relação entre o magnetismo e o movimento de cargas foi descoberta em 1820 pelo cientista dinamarquês Hans Christian Oersted. Ele verificou que a agulha de uma bússola era desviada por um fio conduzindo uma corrente elétrica.

Então, a partir do experimento de Oersted, concluiu-se que a corrente elétrica no fio condutor criou um campo magnético que, em interação com o da Terra, gerou um campo magnético resultante, com o qual a agulha passou a se alinhar.

Para explicar com mais clareza o experimento de Oersted, é necessário compreender o campo magnético produzido por cargas elétricas em movimento em um condutor reto. Com isso, a determinação da intensidade do campo magnético é fundamental devido ao fato de muitos dispositivos elétricos e eletrônicos possuírem fios retilíneos conduzindo corrente elétrica (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

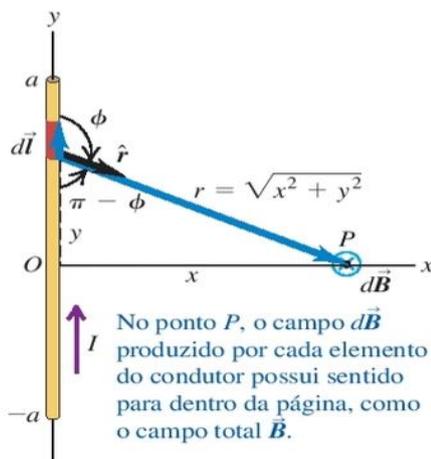
De acordo com Young e Freedman (2009, p. 247), a forma equivalente da Lei de Biot e Savart pode ser dada por:

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

Aplicando essa Lei e operacionalizando as regras de integrações pertinentes para um fio retilíneo que conduz corrente de intensidade  $I$ , o módulo do campo magnético  $\vec{B}$  próximo a esse condutor (Figura 1) pode ser dado por:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (2)$$

Figura 1 - Campo magnético gerado por um fio retilíneo de comprimento  $2a$  que conduz uma corrente.



Fonte: Young e Freedman (2015, p. 269).

Onde, a grandeza  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética no vácuo ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm/A) em que o fio condutor se encontra;  $I$  é a intensidade da corrente que

atravessa o fio (cuja unidade de medida é o ampère - A); e  $r$  é o raio da circunferência.

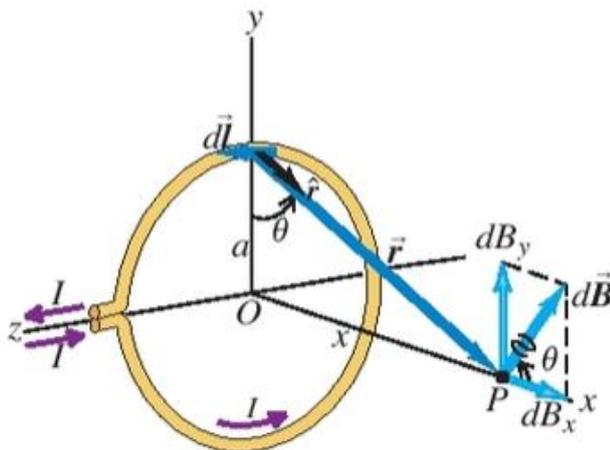
As linhas de campo magnético em torno do fio condutor (fonte do campo) são circunferências centralizadas no próprio condutor.

Além do campo magnético gerado por cargas elétricas em movimento em um condutor reto, destaca-se aquele gerado por uma espira circular e por uma bobina. Tal destaque justifica-se porque, se observarmos o interior de um motor elétrico, de um eletroímã, de um transformador ou uma campainha, veremos diversas bobinas com várias espiras agrupadas.

Conforme Young e Freedman (2009), considerando a Lei de Biot e Savart, e aplicando as regras de integrações necessárias para uma espira circular de raio  $a$ , a intensidade do campo magnético  $\vec{B}$  no eixo Ox de uma espira até o ponto P (Figura 2) pode ser dada por:

$$B_x = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}} \quad (3)$$

Figura 2 - Campo magnético sobre o eixo Ox de uma espira.



Fonte: Young e Freedman (2015, p. 275).

Onde, a grandeza  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética do meio em que a espira se encontra;  $I$  é a intensidade da corrente que atravessa a espira (cuja unidade de medida é o ampère – A); e  $Ox$  é o eixo da espira até o ponto P (medido em metros – m). É importante ressaltar que a unidade de medida de campo magnético é o tesla – T.

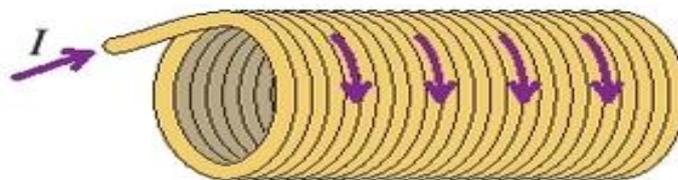
O sentido do campo magnético, nesse caso, é descrito por Young e Freedman (2009, p. 254):

O sentido do campo magnético sobre o eixo de uma espira que transporta corrente é dado pela regra da mão direita. Se você fechar os dedos da sua mão direita em torno da espira e no sentido da corrente, seu polegar direito apontará no sentido do campo.

Agora, se em vez de apenas uma espira, exista uma bobina com  $N$  espiras (Figura 3), em que todas apresentam o mesmo raio, a equação (3) assume a seguinte configuração:

$$B_x = \frac{\mu_0 N I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}} \quad (4)$$

Figura 3 - Condutor cilíndrico composto de  $N$  espiras.



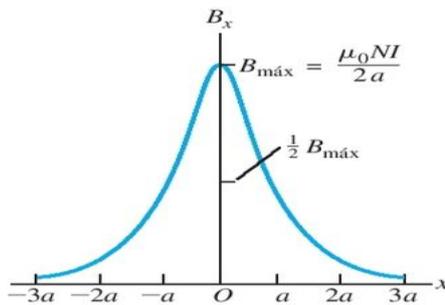
Fonte: Young e Freedman (2015, p. 274)

Nesse caso, Young e Freedman (2009) descrevem que o fator  $N$  na equação (4) é a razão pela qual, quando se deseja obter um campo magnético forte sobre o eixo das espiras, ou seja, quanto maior o número de espiras maior será a intensidade desse campo.

No entanto, quando  $x = 0$ , a intensidade máxima do campo magnético (Figura 4) no centro da espira ou da bobina, será dada por:

$$B_x = \frac{\mu_0 NI}{2a} \quad (5)$$

Figura 4 - Gráfico do campo magnético máximo no centro da espira ou da bobina.



Fonte: Young e Freedman (2015, p. 276).

A intensidade do campo magnético diminui à medida que se afasta do centro da espira.

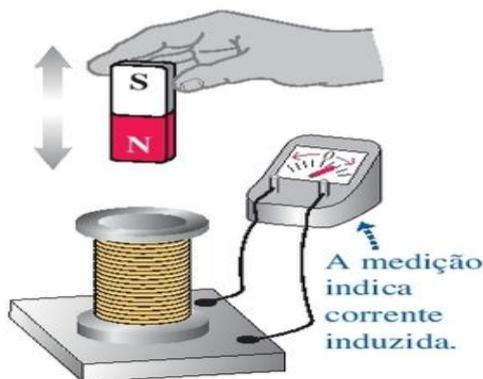
Após a comprovação de que a corrente elétrica gera um campo magnético, anos depois, outro desafio eletromagnético seria provar o fenômeno contrário, ou seja, se um campo magnético era capaz de produzir correntes elétricas. “Após muitos anos de insistência, em 1831 o inglês Michael Faraday provou experimentalmente que isso era possível, e esse novo fenômeno foi chamado de indução eletromagnética” (PERUZZO, 2013, p. 209).

Tal descoberta possibilitou a construção das usinas hidrelétricas e as usinas eólicas, por exemplo. Além disso, o entendimento de indução eletromagnética nos permitirá “entender qualquer dispositivo em que ocorram conversões de energia elétrica, como motores, geradores e transformadores” (YOUNG; FREEDMAN, 2015, p. 304).

Em linhas gerais, quando um corpo condutor é exposto a um campo magnético variável, ocorre a indução de uma força eletromotriz (fem) e de uma

corrente elétrica. Assim, a exemplo de uma usina de energia elétrica, a movimentação de um ímã no interior de uma bobina (Figura 5) ou em movimento rotacional em relação a uma bobina, produz uma variação do fluxo magnético através das bobinas, por isso, surge uma fem (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Figura 5 - Ímã entrando e saindo na bobina produz uma variação do fluxo magnético.

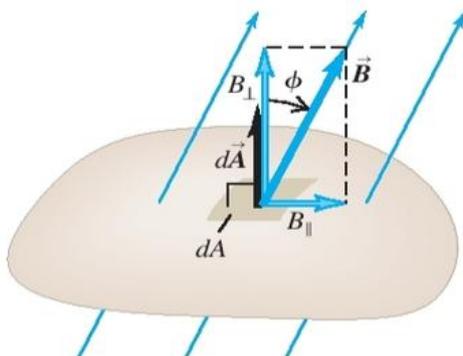


Fonte: Young e Freedman (2015, p. 305).

Segundo os ensinamentos de Young e Freedman (2015), para compreendermos a indução eletromagnética, é necessário conhecer uma grandeza chamada fluxo magnético. Para tal, considerando um elemento de área infinitesimal  $d\vec{A}$  e imersa em um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  (Figura 6), o fluxo magnético  $\Phi_B$  por meio do elemento de área é definido por:

$$\phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} = B A \cos \theta \quad (6)$$

Figura 6 - Fluxo do campo magnético através de um elemento de área.



Fonte: Young e Freedman (2015, p. 307).

As unidades de medida no Sistema Internacional de  $\vec{B}$  é tesla (T) de A é metro quadrado ( $m^2$ ) e  $\Phi$  é weber (Wb). Lembrando que  $\theta$  é o ângulo formado entre o campo magnético e o vetor normal à superfície.

Neste momento é válido enunciar o princípio central da indução eletromagnética, que é a Lei de Indução de Faraday. Então, de acordo com Young e Freedman (2009, p. 283) “A fem induzida em uma espira fechada é dada pela taxa de variação do fluxo magnético, com o sinal negativo, através da área delimitada pela espira”. Matematicamente essa Lei é escrita a seguir:

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (7)$$

Onde  $\mathcal{E}$  é a força eletromotriz medida em volts.

Então, o surgimento do eletromagnetismo foi um degrau importante conquistado pelos cientistas na área da Física, no sentido de representar a interação entre a eletricidade e o magnetismo, que sempre estiveram presentes na vida do homem, porém, com mais ênfase nos livros didáticos e com mais intensidade na sociedade tecnológica em que vivemos.

A partir disso, e de acordo com as literaturas anteriores, pensei em formas de integrar atividades experimentais e computacionais, considerando a indissociação entre a eletricidade e o magnetismo.

## 2.5 Estudos anteriores

A busca por teses, dissertações e artigos publicados sobre a temática abordada nesta dissertação, até os recentes dias, se deu nas seguintes fontes: A Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista A Física na Escola, Simpósio Nacional de Ensino de Física, Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências, Encontro de Pesquisas em Ensino de Física e *sites* de algumas instituições de ensino superior brasileiras. Após

a pesquisa, percebi que não havia necessidade de organizar os dados das buscas de forma cronológica, em virtude de não ter vislumbrado um quantitativo expressivo de publicações relacionadas à temática.

O título desta pesquisa, *A Indissociação da Eletricidade e do Magnetismo por meio da Integração entre Atividades Experimentais e Computacionais*, foi utilizado como filtro na primeira busca na *internet*, mas não encontrei nenhuma tese, dissertação e artigo com o referido título.

Em continuidade com as buscas, com os filtros “atividades experimentais - ensino de física”, apareceram 163 trabalhos publicados. Posteriormente, com as palavras-chave “atividades computacionais - ensino de física”, detectei 96 trabalhos. Portanto, esses resultados somam 259 trabalhos publicados, que possuem relação indireta com a temática desta dissertação.

Percebi, então, que era necessário filtrar ainda mais a busca, considerando as seguintes palavras-chave: “atividades experimentais - atividades computacionais - Ensino de Física”. Então encontrei 39 publicações, entretanto, somente 14 (conforme Quadro 1) desses 39 trabalhos abordavam de fato a integração entre atividades experimentais e atividades computacionais no Ensino de Física. Os demais 25 trabalhos se referiam somente a atividades com experimentos ou atividades com simulações computacionais.

Dessa forma, considero que as 14 publicações representam uma boa amostra para que sejam notados indícios de contribuições das atividades experimentais integradas a atividades computacionais nos processos de ensino e de aprendizagem em Física.

Quadro 1 – Trabalhos que abordam a integração entre atividades experimentais e atividades computacionais no Ensino de Física.

Título	Autor (es/as)	Tipo	Data	Lugar de publicação
Atividades experimentais e informatizadas:	Alfredo Müllen da Paz	Tese	2007	Universidade Federal de Santa Catarina

contribuições para o ensino de eletromagnetismo				
Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral	Pedro Fernando Teixeira Dorneles	Tese	2010	UFRGS
Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio	Leonardo Albuquerque Heidemann	Dissertação	2011	UFRGS
Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio	Fernanda Tereza Moro	Dissertação	2015	Univates
O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética	José Jorge Vale Rodrigues	Dissertação	2016	Univates
Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física	Leonardo Albuquerque Heidemann, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit	Artigo	2012	Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação	Sergio Eduardo Duarte	Artigo	2012	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio	Fernanda Tereza Moro, Ítalo Gabriel Neide, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt	Artigo	2016	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Atividades experimentais e simulações computacionais alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem da física no ensino médio	Fernanda Tereza Moro; Ítalo Gabriel Neide; Marcelo Vettori	Artigo	2015	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física
Investigando o pêndulo simples através de uma atividade experimental integrada à simulação computacional	Gilliane Hoehr Clavé Baggio, Emanoela Decian, Lisiane Barcellos Calheiro, Maíra Angélica Bolfe, Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Daniele Correia	Artigo	2015	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física
Atividade prática associada à simulação computacional para o ensino de conceitos de hidrodinâmica	Agamenon Pereira Xavier, Lev Vertchenko, Amanda Amantes	Artigo	2015	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física
Utilização de simulação computacional, experimento e intermediação do professor no ensino de movimento de projéteis para o ensino médio.	Adriane Consuelo da Silva Leal, Regiane Gordia Drabeski, Raíne Aparecida Ramos Batista, Silvio Luiz Rutz da Silva, Luiz Antônio Bastos Bernardes	Artigo	2015	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física

Ensinando física com foguetes de água e utilizando tecnologias computacionais através de uma proposta multidisciplinar	Victor Sardinha Bexiga, Gentil César Bruscato, Luiz Carlos Gomes, Eliane Cappelletto	Artigo	2015	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física
Propostas experimentais e computacionais para o ensino de física: uma revisão em artigos de óptica geométrica entre os anos de 2012 a 2016	Nayara França Alves, Ítalo Gabriel Neide	Artigo	2017	XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

Fonte: Do autor.

A tese de Paz (2007), de título *Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo* buscou um modelo de ensino-aprendizagem que contemplasse as atividades experimentais aliadas aos recursos informatizados no ensino de Eletromagnetismo com alunos do ensino médio foi objetivo do trabalho de Paz.

A proposta para contornar essas dificuldades foi baseada na transposição didática, por meio de um processo epistemológico específico da produção desses conceitos e o processo pedagógico próprio. Nesse contexto, Paz (2007) desenvolveu as atividades experimentais que abordaram temas referentes ao eletromagnetismo. Em seguida, os alunos construíram a simulação computacional a partir de um modelo pré-concebido (PAZ, 2007).

Após a elaboração e aplicação das atividades experimentais acompanhadas das atividades simuladas, Paz (2007, p. 08) pôde validar sua tese a partir dos seguintes resultados:

Assim, utilizando-se este modelo, verificamos que o trânsito entre os planos tridimensionais e bidimensionais nas atividades sequenciais, assim como o tratamento das relações matemáticas entre as grandezas a partir das atividades virtuais, foram responsáveis pela superação dos obstáculos de aprendizagem dos conceitos de Eletromagnetismo, validando nossa tese.

Posteriormente, outro trabalho que merece destaque é a tese *Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral*, de Dorneles (2010). Em seu trabalho, o autor procurou investigar modos de integração das atividades computacionais e experimentais com intuito de torná-las complementares, auxiliando os discentes de uma turma de licenciatura em Física a entenderem conceitos físicos a partir de uma aprendizagem significativa, além de compreenderem algumas ideias sobre modelos científicos.

Para as atividades de integração, desenvolvidas de modo investigativo, no primeiro momento os alunos trabalharam com atividades de simulação computacional como complemento de uma aula teórica. No segundo momento, os alunos montaram o experimento de bancada e exploraram o simulador sobre o experimento para responderem questões conceituais em guias (DORNELES, 2010).

Nos resultados, Dorneles (2010) mostra que a integração das atividades computacionais e experimentais pode proporcionar aos discentes uma visão conceitual mais apropriada sobre a finalidade dos modelos teóricos em Física e sobre esses dois recursos nos processos de aprendizagem. Portanto, essa integração promove a interatividade e o engajamento do aluno no próprio aprendizado. Além do mais, transforma a sala de aula em um local favorável para uma aprendizagem significativa.

Dentre os trabalhos pesquisados, também aparece a dissertação de Heidemann (2011), intitulado *Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de Física por parte de professores do ensino médio*. O objetivo geral desse trabalho foi investigar as razões que levam os professores da educação básica a rejeitarem as atividades experimentais e as atividades computacionais e, em muitas situações, a utilizarem essas estratégias de forma ineficaz (HEIDEMANN, 2011).

Embora Heidemann (2011) não tenha desenvolvido atividades experimentais e computacionais com seu público alvo, fez uso de questionários que foram

aplicados com o objetivo de identificar as crenças e as atitudes quanto ao uso combinado dessas duas estratégias de ensino.

Os resultados e as conclusões de Heidemann (2011) mostraram que os professores atribuem grande relevância ao uso de atividades experimentais no ensino de Física, mas não atribuem a mesma relevância às atividades computacionais. Ou seja, os professores não apresentam um conhecimento real sobre o uso das referidas atividades, apresentando dificuldades em apontar suas limitações. Poucos deles notam que é necessário fazer uso de recursos didáticos adequados para que as atividades experimentais e as atividades computacionais de fato colaborem para a aprendizagem de Física. Em relação à integração das atividades experimentais com atividades computacionais, os resultados apontaram docentes defendendo que apenas um recurso é razoável para se ensinar Física, não concordando com o uso associado deles.

Outro trabalho interessante dentro da temática em discussão é a dissertação de Moro (2015), intitulada *Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio*. A autora procurou investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes sobre transferência de energia térmica, no 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular, no município de Erechim/RS.

Quanto à proposta de atividades, Moro (2015) desenvolveu primeiramente as atividades experimentais sobre condução, convecção e radiação no laboratório de Física e Química da escola. Posteriormente, buscando a integração, realizou duas simulações computacionais: *Energy-2D* e uma do *PhET Interactive Simulation*.

Os resultados da pesquisa mostraram evidências positivas de que, com o uso das atividades experimentais aliadas a computacionais, os alunos apresentaram mais interesse nas atividades, assim como se sentiram motivados. Então, Moro (2015, p. 129) concluiu que:

[...] foi possível, por meio das atividades realizadas, perceber indícios que os estudantes estavam mais motivados e predispostos para trabalhar com as atividades experimentais e as simulações, realizando as atividades com entusiasmo e demonstrando interesse. O interesse permaneceu posterior ao desenvolvimento desta intervenção. Cabe salientar que a escola, como atividade integrante do seu Projeto Político pedagógico, propõe a cada ano, a Mostra Científica [...]

A dissertação *O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética*, de Rodrigues (2016), também é fundamental para este estudo. Esse trabalho teve como objetivo geral investigar como atividades experimentais e computacionais integradas influenciam as atitudes e motivações de estudantes de cursos técnicos frente às aulas de indução eletromagnética.

No que se refere às atividades, Rodrigues executou as computacionais usando duas simulações do portal *PhET Interactive Simulations* e uma do Laboratório Virtual Física Vivencial, seguidas de três experimentais de bancadas. Tais atividades aconteceram no laboratório de Física do Instituto Federal de Tocantins.

Rodrigues (2016) constatou, em suas atividades, que os alunos mostraram mais interesse pelas aulas, além de se mostraram mais curiosos. Além disso, com as aulas envolvendo atividades experimentais e simulações computacionais, os alunos passaram a ser mais participativos, pois começaram a interagir, debater e levantar questionamentos. Quanto ao método POE (predizer, observar e explicar), aplicado tanto nos experimentos reais quanto para nas simulações computacionais, Rodrigues (2016, p. 140) destacou:

[...] percebeu-se por meio das respostas dos alunos nos guias POE e de suas respostas no questionário final, além das suas falas durante a realização das atividades, que a integração das atividades desenvolvidas foi uma ação diferenciada, oportunizando um encontro entre o virtual e o real com significado, resultando numa pré-disposição e motivação para participar das aulas.

Iniciando a apresentação dos artigos selecionados, trago Heidemann, Araujo e Veit (2012) que escreveram um artigo denominado *Ciclos de modelagem:*

*uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física.* Essa proposta, desenvolvida com alunos de um Mestrado Profissional em Ensino de Física, procurou promover uma concepção de ciência mais coerente com visões epistemológicas contemporâneas, percebendo o fazer ciência como uma atividade tipicamente humana, através da qual os cientistas buscam construir representações dos fenômenos físicos, com grau de precisão variado e contexto limitado.

Na proposta desses autores, foram desenvolvidos dois ciclos de modelagem no decorrer de cinco aulas, os quais nortearam a integração das atividades experimentais e das atividades baseadas em simulações computacionais, a partir do *Modellus* e *Tracker* para explorar o modelo do pêndulo simples.

Para Heidemann, Araujo e Veit (2012, p. 1001), as conclusões com o desenvolvimento da proposta foram positivas:

Ficou evidente aos nossos olhos o entusiasmo dos estudantes em buscar explorar os desafios propostos nas atividades. Além disso, apesar de necessitarmos de estudos mais profundos sobre o assunto, a sensação durante os ciclos de modelagem era de que a aprendizagem dos alunos ocorria de forma mais sólida, amparada em situações que davam sentido aos conceitos estudados, tanto aos relacionados com conteúdos de Física como aos relacionados à modelagem científica.

O artigo *Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação*, de Duarte (2012), também se relaciona com a temática desta dissertação. Esse artigo teve por finalidade propor experimentos de baixo custo e simulações, de forma conjugada, abordando o tema dinâmico da rotação, em turmas do primeiro ano do ensino médio. Nas três atividades desenvolvidas, o referido autor, primeiramente, utilizou de um kit experimental de sua autoria para, em seguida, utilizar um *software* também de sua autoria.

Ao final desse artigo, Duarte (2012, p. 541) concluiu que o importante “não é o uso dos experimentos de forma isolada ou ainda a criação de simulações e a sua aplicação, e sim, o uso das duas ferramentas de forma conjugada, a fim de aproximar o aluno da ciência”.

Moro, Neide e Vettori (2015) publicaram um artigo no XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, intitulado *Atividades experimentais e simulações computacionais: alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem da física no ensino médio*. Além desse trabalho, Moro, Neide e Rehfeldt (2016) publicaram no Caderno Brasileiro de Ensino de Física o artigo *Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio*. O artigo de 2015 refere-se à proposta de pesquisa de mestrado de Moro, enquanto que o de 2016 trata-se de uma publicação pós-defesa de dissertação, por isso optei pela síntese apenas da dissertação, já que os dois trabalhos versam sobre a mesma temática.

O artigo escrito por Baggio et al. (2015), intitulado *Investigando o pêndulo simples através de uma atividade experimental integrada à simulação computacional* também está em consonância com a temática desta dissertação. A proposta didática desenvolvida no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), com alunos do ensino médio, teve como objetivos verificar e analisar os conhecimentos iniciais dos estudantes sobre o Movimento Oscilatório, através do modelo do Pêndulo Simples.

A pesquisa assumiu um caráter investigativo. Na atividade experimental, os estudantes (em grupos) receberam um roteiro com as questões investigativas para a montagem do experimento. Já a simulação computacional, denominada Laboratório de Pêndulos do *site PhET*, foi apresentada aos alunos no data show e teve por objetivo mostrar o pêndulo de forma interativa e discutir as grandezas físicas (comprimento, massa, aceleração da gravidade e período) presentes no movimento.

Baggio et al. (2015) concluíram que a atividade experimental integrada à simulação computacional auxiliou os alunos a compreenderem, de forma mais fácil, o estudo do movimento oscilatório. Ainda, diante das respostas das questões das duas diferentes situações, perceberam a evolução dos alunos em relação ao assunto abordado.

Outro artigo que merece destaque é o desenvolvido pelos autores Xavier,

Vertchenko e Amantes (2015), intitulado *Atividade prática associada à simulação computacional para o ensino de conceitos de hidrodinâmica*. Os autores buscaram identificar em que medida uma atividade que envolve o aspecto concreto e virtual pode auxiliar na aprendizagem de conceitos abstratos da Física, com estudantes de diferentes cursos de graduação na área de engenharia.

Esse trabalho apresenta uma análise exploratória da aprendizagem sobre o conteúdo de hidrodinâmica. Os estudantes realizavam o experimento do “foguetão de água” (já montado) em local aberto para coleta de dados e, em seguida, inseriam esses dados em uma simulação computacional, criada pelo professor Ph.D Dean R. Wheeler.

A partir dos dados obtidos, Xavier, Vertchenko e Amantes (2015) verificaram indicativos positivos da integração das atividades experimentais com simulações computacionais, para entendimento de conceitos físicos. Adicionalmente, verificaram também que a simulação computacional complementava a atividade experimental e vice-versa, e que houve indícios bastante contundentes de que as atividades propostas estabeleceram uma aprendizagem mais significativa.

*Utilização de simulação computacional, experimento e intermediação do professor no ensino de movimento de projéteis para o ensino médio* é o título do artigo de Leal et al. (2015). Os autores procuraram demonstrar que, na utilização da informática no ensino de movimento de projéteis para uma turma do Ensino Médio, é muito importante a sintonia entre experimentos, simulações e a intermediação de um professor.

Assim, elaboraram um roteiro para a execução de uma aula sobre o movimento de projéteis, com as seguintes etapas: levantamento do conhecimento prévio dos alunos sobre movimento de projéteis; experimentos com lançamento de projéteis sobre uma barreira, utilizando um lançador de projéteis acoplado a um plano inclinado móvel; simulação computacional do movimento de projéteis através do Modellus (4.0); intermediação do professor, comparando o conhecimento prévio dos alunos sobre movimento de projéteis com os resultados obtidos nos experimentos e nas simulações (LEAL et al., 2015).

Após a execução das atividades, Leal et al. (2015, p. 1) puderam chegar à seguinte conclusão:

A conclusão básica deste artigo é que apenas o uso de simulações computacionais pode, muitas vezes, levar o aluno a conclusões erradas sobre o fenômeno físico estudado. Por isto, torna-se fundamental o uso de experimentos e a intermediação do professor para uma compreensão mais adequada e realista do fenômeno físico estudado.

Adicionalmente à sua pesquisa, Bexiga et al. (2015) publicaram o trabalho *Ensinando física com foguetes de água e utilizando tecnologias computacionais através de uma proposta* multidisciplinar. A proposta desse artigo foi discutir as possibilidades de se estudar Física de maneira lúdica e multidisciplinar através da atividade prática do lançamento de foguetes confeccionados com garrafas de PET recicladas.

Bexiga et al. (2015), neste artigo, apresentaram uma atividade que engloba apresentações, montagem, lançamento e medições referentes ao movimento descrito por foguetes que utilizam como propulsores água e ar comprimido. Propuseram também a utilização de *softwares* livres como o Calc e o Tracker para análise de trajetórias, previsões e elaboração de gráficos. Por fim, abordaram as possibilidades de discussões multidisciplinares, favorecendo o desenvolvimento de diversas habilidades e competências.

Bexiga et al. (2015, p. 9) enfatizaram as considerações a seguir:

Os modelos apresentados são apenas uma sugestão de trabalho. O lançamento de foguetes confeccionados a partir de garrafas PET possibilita trabalhar diversos outros tópicos, como a hidrodinâmica, conservação do momento linear, entre outros. Este artigo contemplou apenas o estudo dos movimentos retilíneo e retilíneo uniformemente variado e a utilização de Tecnologias Computacionais.

Por fim, apresento o artigo *Propostas experimentais e computacionais para o ensino de física: uma revisão em artigos de óptica geométrica entre os anos de 2012 a 2016*, de Nayara e Neide (2017). Esse é o trabalho mais recente, que tem relação com a temática desta dissertação. O objetivo dos autores foi realizar uma revisão bibliográfica de publicações que abordavam o uso de procedimentos experimentais

e computacionais no Ensino de Física, em especial a Óptica geométrica, utilizando-se do portal de periódicos da Capes, websites de periódicos e um evento no intervalo dos anos de 2012 a 2016 (NAYARA; NEIDE, 2017).

Os referidos autores, diante dos dados coletados, puderam inferir que existem trabalhos publicados apenas na área de atividades experimentais, e também trabalhos em outras áreas no Ensino de Física que abordam as duas formas de recursos, mostrando a integração como uma forma diferenciada de se desenvolver o Ensino de Física.

Assim, nos resultados dos trabalhos apresentados, foi possível notar a relevância de se desenvolver atividades experimentais e atividades computacionais, em virtude dessas tendências de ensino superarem os obstáculos de aprendizagem em várias áreas da Física. Elas promovem a interatividade e o engajamento no ensino e no aprendizado, pois os discentes passam a ser mais participativos, interagindo, debatendo e propondo questionamentos.

Nesse sentido, os trabalhos sintetizados se assemelham a este estudo por se tratarem de práticas pedagógicas desenvolvidas com atividades experimentais e computacionais de maneira associada, em que dependendo do conteúdo de abordagem, uma atividade complementa a outra. E, este estudo se diferencia de alguns trabalhos mencionados devido o público alvo (nível superior), as atividades experimentais com materiais alternativos e com cunho investigativo.

Portanto, a presente dissertação está em consonância com outros trabalhos que abordam a integração existente entre as referidas atividades e pode auxiliar no entendimento de conceitos Físicos eletromagnéticos.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Os subtópicos abordados a seguir compreendem o contexto da intervenção pedagógica e sua organização. Vale ressaltar que, por este trabalho estar vinculado a um mestrado profissional, a preocupação fundamental é em relação à criação, à exploração e à análise do produto educacional produzido em função da intervenção em sala de aula.

É importante também mencionar que este trabalho manteve algumas características de pesquisa acadêmica, porém, com maior preocupação no fazer docente e no produto educacional elaborado.

#### **3.1 Contexto da intervenção pedagógica**

A execução da intervenção pedagógica foi no campus I da Universidade do Estado do Amapá, localizada na Avenida Presidente Vargas, nº 650, Macapá, capital do Estado do Amapá. O referido campus atualmente oferta 14 cursos de graduação. Hoje o campus I da UEAP possui 15 salas de aula e capacidade de ofertar cursos a cerca de 1400 acadêmicos, nos três turnos durante o ano.

A UEAP tem a missão, segundo o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI 2012/2017), de promover o acesso ao conhecimento, estimulando a produção, integração e divulgação dos saberes, com a responsabilidade de formar cidadãos comprometidos com a ética, o desenvolvimento humano e sustentável dos recursos naturais, que possam contribuir para a geração de uma sociedade justa e

democrática. Ainda consta no PDI, que a UEAP busca por melhorias no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e social, visando à apresentação de mecanismos socioeducativos e ambientais de sensibilização da população para a preservação dos ecossistemas e da vida no Planeta e, conseqüentemente, a melhoria na qualidade de vida da população da Amazônia. A Figura 7 apresenta uma imagem frontal da Universidade do Estado do Amapá.

Figura 7 - Imagem frontal da Universidade do Estado do Amapá - Campus I.



Fonte: O autor, 2017.

A aplicação da intervenção pedagógica se deu no Laboratório de Física (FIGURA 8). Este laboratório dispõe de um quadro branco, ar-condicionado, quatro computadores com acesso à *internet*, uma impressora, e nove bancadas com quatro lugares cada. Um técnico auxilia na montagem e desmontagem dos equipamentos.

Figura 8 - Laboratório de Física da UEAP.



Fonte: O autor, 2018.

De acordo com a matriz curricular definida pela universidade, a carga horária para a disciplina de Fundamentos de Física III no curso de Licenciatura em Ciências Naturais é de 60 horas, o que compreende 3 horas-aula semanais, com período de 50 minutos cada hora-aula.

Os participantes deste estudo foram vinte acadêmicos do 4º semestre de 2018 do curso de Licenciatura em Ciências Naturais, no período da manhã. Vale ressaltar que é a primeira vez que essas atividades foram desenvolvidas na disciplina, mais especificamente no final do semestre de Fundamentos de Física III.

A seguir, apresento a organização da intervenção pedagógica.

### **3.2 Organização da intervenção pedagógica**

A presente intervenção foi organizada em seis momentos, a saber: assinatura do Termo de Concordância da direção da Instituição de Ensino; assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; aplicação do questionário de conhecimentos prévios; desenvolvimento da intervenção pedagógica (atividades experimentais e simulações computacionais); e aplicação do questionário de receptividade. Nos próximos tópicos, apresento cada um desses momentos.

#### **1º) Termo de Concordância da direção da Instituição de Ensino**

Para a execução do estudo na referida instituição de ensino, protocolei o Termo de Concordância da direção da Instituição de Ensino (Apêndice A), solicitando a coleta de dados com o público-alvo já mencionado, bem como esclarecendo sobre o uso do nome da Instituição na dissertação e em publicações futuras. O reitor da universidade autorizou a solicitação.

Vale ressaltar que, além de autor deste estudo, sou professor nesta instituição desde 2012. Portanto, os acadêmicos já haviam sido meus alunos em duas disciplinas de Física.

## **2º) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Após a assinatura do Termo de Concordância da reitoria, entreguei o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice B) para os acadêmicos, explicando os objetivos da pesquisa. Esse termo foi assinado pelos próprios acadêmicos, por serem todos maiores de idade.

## **3º) Questionário de conhecimentos prévios**

Os sujeitos do trabalho responderam, a princípio, um Questionário de conhecimentos prévios (Apêndice C) com cinco (5) questões abertas. O objetivo desse questionário foi identificar os conhecimentos prévios dos acadêmicos sobre os conceitos necessários para introduzir o tema eletromagnetismo.

O questionário supracitado foi aplicado aos acadêmicos individualmente, sem identificação, com a finalidade de conhecer as informações prévias relevantes, referentes aos assuntos carga elétrica, corrente elétrica, campo elétrico, diferença de potencial e campo magnético, bem como as relações com o cotidiano. Na apresentação desses dados, os acadêmicos foram denominados de A1, A2, A3 e assim sucessivamente.

Segundo Gil (1999), o questionário pode ser definido como uma técnica de investigação composta por uma quantidade mais ou menos elevada de questões apresentadas por escrito ao público envolvido, com a finalidade de conhecer as opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas, etc.

A identificação dos conhecimentos prévios se faz necessária, porque, se os indivíduos não os apresentam, recomenda-se que os organizadores prévios sejam desenvolvidos. De acordo com Moreira (1999), o uso desses organizadores é uma estratégia proposta por Ausubel com intuito de, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

## 4º) Intervenção Pedagógica

O Quadro 2, a seguir, apresenta a intervenção pedagógica desenvolvida, considerando os conteúdos, as atividades, os recursos e os objetivos.

Quadro 2 – Organização da intervenção.

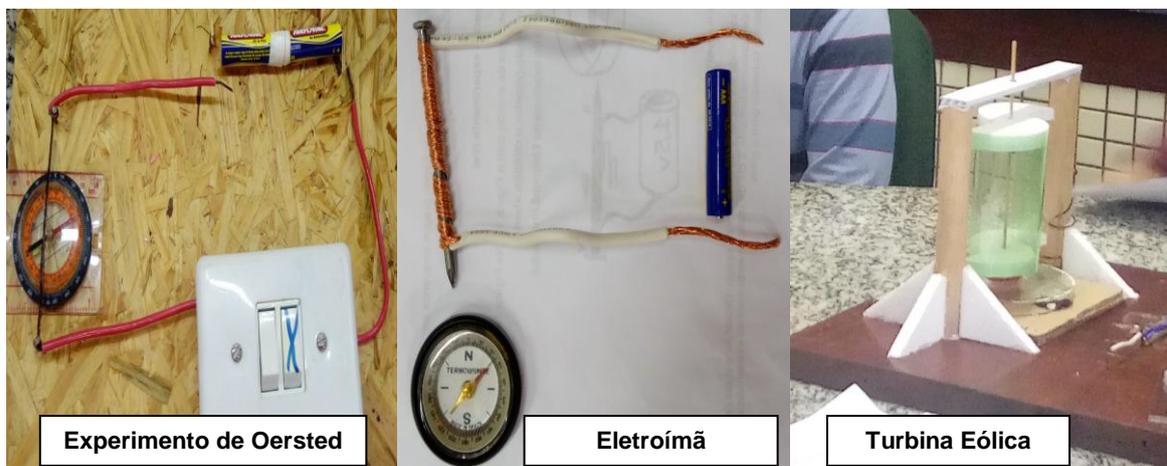
<b>Encontros</b>	<b>Atividades</b>	<b>Objetivos</b>
<b>1º</b> <b>3h/aula</b> <b>(13/03/18)</b>	- Construção dos três experimentos que foram utilizados na intervenção.	- Conhecer os experimentos.
<b>2º</b> <b>3h/aula</b> <b>(15/03/18)</b>	- Exibição de vídeo. - Execução da 1ª atividade experimental integrada com 1ª atividade computacional, através do Guia POE 1 (Apêndice D).	- Utilizar como desencadeador do conteúdo para problematizar e contextualizar. - Explorar o campo magnético produzido por corrente elétrica em um condutor retilíneo. - Observar a indissociação entre a eletricidade e o magnetismo.
<b>3º</b> <b>3h/aula</b> <b>(20/03/18)</b>	- Exibição de vídeo. - Execução da 2ª atividade experimental integrada com 2ª atividade computacional, através do Guia POE 2 (Apêndice E).	- Utilizar como desencadeador do conteúdo para problematizar e contextualizar. - Explorar o campo magnético produzido por corrente elétrica em várias espiras. - Observar a indissociação entre a eletricidade e o magnetismo.
<b>4º</b> <b>3h/aula</b> <b>(22/03/18)</b>	- Exibição de vídeo. - Execução da 3ª atividade experimental integrada com	- Utilizar como desencadeador do conteúdo para problematizar e

	3ª atividade computacional, através do Guia POE 3 (Apêndice F).	contextualizar. - Compreender que a corrente elétrica pode ser gerada por campo magnético. - Observar a indissociação entre a eletricidade e o magnetismo.
--	---	--

Fonte: O autor.

A Figura 9 apresenta os três experimentos montados, que foram utilizados na intervenção pedagógica. Esses experimentos foram construídos pelos acadêmicos, com base no guia POE, sob minha supervisão.

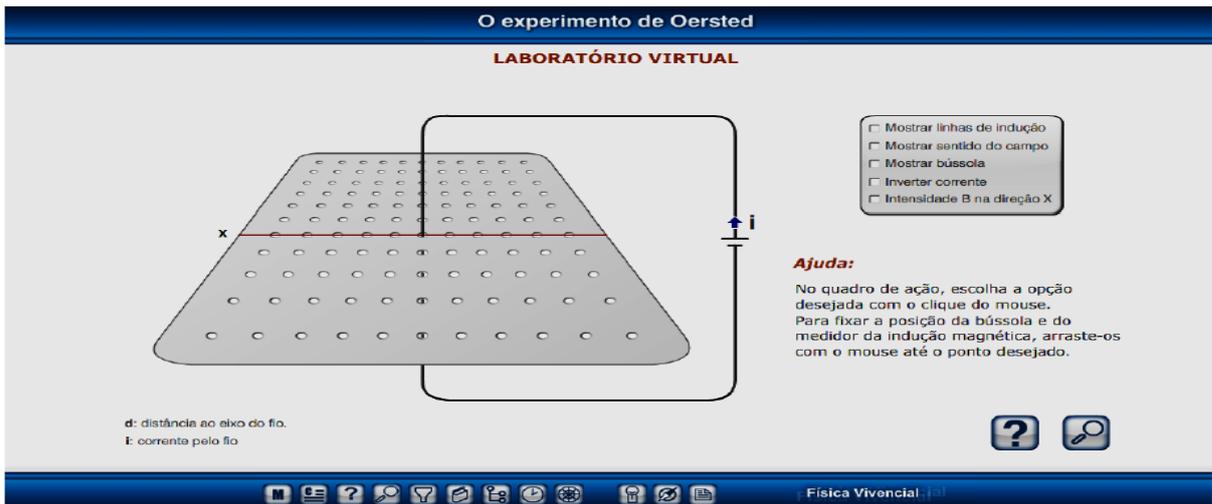
Figura 9 - Esquema dos três experimentos montados.



Fonte: O autor, 2018.

Além dos três experimentos, com intuito de integrar essas atividades, três simuladores computacionais foram utilizados neste trabalho. A Figura 10 mostra o *layout* do primeiro simulador utilizado - O experimento de Oersted.

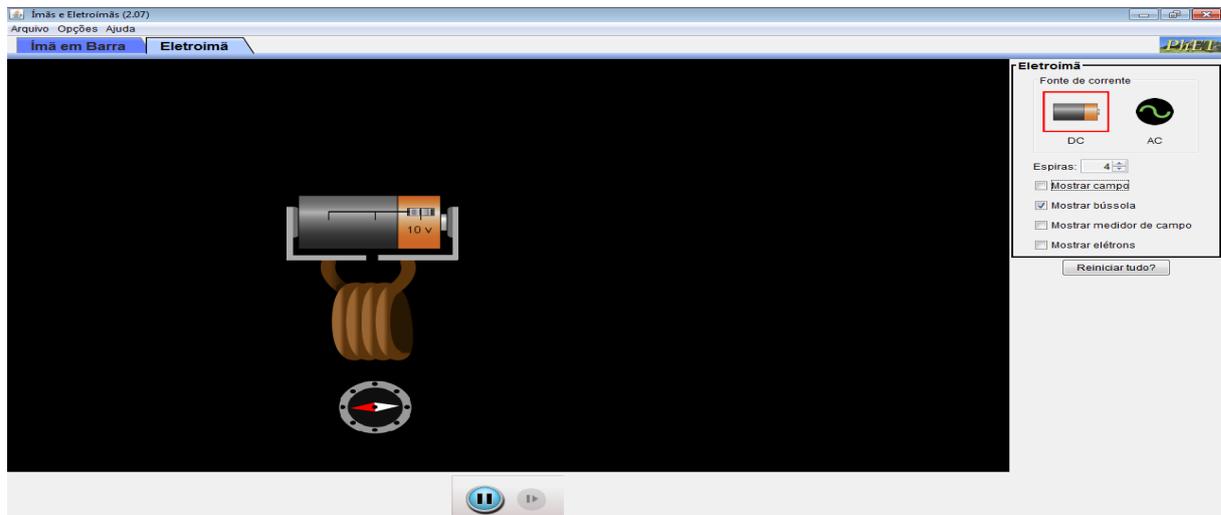
Figura 10 - Layout do primeiro simulador - O Experimento de Oersted.



Fonte: <http://www.fisicavivencial.pro.br/> (2018).

O objetivo desse primeiro simulador foi integrar ao experimento de Oersted para abordar o Campo magnético produzido por corrente elétrica em um condutor retilíneo. O referido simulador é executado somente *online*. A Figura 11 mostra a aparência inicial do segundo simulador - Ímãs e Eletroímãs.

Figura 11 – Aparência do segundo simulador - Ímãs e Eletroímãs.

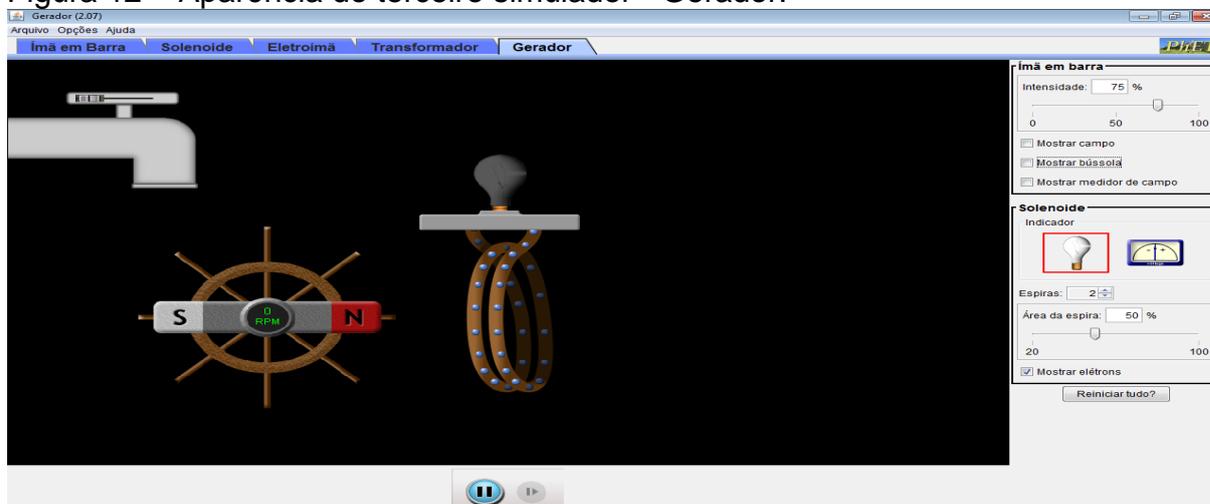


Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets) (2018)

Procurei associar o experimento do Eletroímã com a atividade computacional do simulador Ímãs e Eletroímãs com a finalidade de mostrar que o campo magnético pode ser gerado por corrente elétrica em várias espiras. O

simulador em questão encontra-se disponível no site *PhET Interactives Simulations* para uso *online* (modo como foi executado) ou para *download* e é gratuito. A Figura 12 ilustra a aparência do terceiro Simulador - Gerador.

Figura 12 – Aparência do terceiro simulador - Gerador.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/generator](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator) (2018).

A integração do experimento da turbina eólica com a terceira simulação, denominada Gerador, teve como objetivo levar os alunos a compreenderem que a corrente elétrica pode ser gerada a partir de um campo magnético. Esse simulador também está disponível, gratuitamente, no site *PhET Interactives Simulations* para uso *online* (modo como foi executado) ou para download.

As atividades executadas foram fotografadas e filmadas para fins de constatação da intervenção pedagógica.

Antes do desenvolvimento de cada atividade experimental e computacional, vídeos foram exibidos para a turma com intuito de desencadear os conteúdos que seriam abordados logo em seguida, ou seja, esse recurso apresentava uma ideia geral que ajudaria os alunos a entenderem as abordagens mais específicas. Vale ressaltar que, logo após o término de cada vídeo, uma pequena discussão se iniciava entre os grupos, intermediada por mim. A Figura 13 refere-se a um dos momentos de exibição dos vídeos.

Figura 13 – Um momento da exibição dos vídeos.



Fonte: O autor, 2018.

Após as exibições dos desencadeadores de conteúdos e das discussões geradas, iniciava a realização dos experimentos e das simulações computacionais no Laboratório de Física da UEAP, conforme os guias POE. Os alunos foram divididos em três grupos, que foram denominados de G1, G2 e G3.

Três guias POE (Apêndices D; E; F) foram entregues durante os encontros aos acadêmicos, para que pudessem fazer suas anotações/observações durante a resolução dos problemas, as reflexões/discussões e o desenvolvimento integrado das atividades experimentais e atividades computacionais. Julgo importante ressaltar que esses guias serviram também como instrumentos de coleta de dados para identificar se houve indícios de aprendizagem significativa no entendimento dos fenômenos eletromagnéticos.

Importante ressaltar que as atividades desenvolvidas neste trabalho foram embasadas no princípio da diferenciação progressiva, e que a Teoria da Aprendizagem Significativa serviu para fundamentar as atividades. Nesse viés, Ausubel (2003) afirma que o princípio da diferenciação progressiva “reconhece que a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é

hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão”.

A Figura 14 mostra os acadêmicos realizando a terceira atividade experimental e computacional.

Figura 14 – Acadêmicos realizando a 3ª atividade experimental e computacional.



Fonte: O autor, 2018.

## 5º) Questionário de receptividade

Ao final de todas as atividades experimentais integradas às atividades computacionais, os acadêmicos foram submetidos a um questionário de receptividade (Apêndice G), contendo cinco (5) questões abertas. A aplicação desse questionário teve por objetivo analisar a aceitação da prática pedagógica e avaliar se a forma como foi desenvolvida a integração possibilitou uma visão holística do eletromagnetismo. Para análise dos dados desse questionário, os acadêmicos foram também denominados A1, A2, A3 e assim sucessivamente. Isto é, na mesma ordem dos questionários de conhecimentos prévios.

Portanto, no desenvolvimento das atividades, procurei seguir os princípios das metodologias ativas, privilegiando a autonomia dos estudantes na efetiva construção dos conhecimentos científicos. No capítulo seguinte, apresento a intervenção pedagógica de forma descritiva, qualitativa e cronológica.

## **4 RELATO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA**

Neste capítulo descrevo os resultados oriundos da intervenção pedagógica. Apresento os dados coletados em três subseções: na primeira, apresento os dados relativos aos conhecimentos prévios dos acadêmicos; na segunda, abordo as atividades experimentais e as atividades computacionais; e, na última, a receptividade dos acadêmicos diante da intervenção. As atividades foram registradas por meio de fotos e vídeos.

Considerando a grande quantidade de dados obtidos, foram analisadas algumas das respostas dos alunos, na condição de amostra representativa, seja de forma individual ou em grupos, de acordo com cada atividade desenvolvida durante o estudo. O critério de escolha destas respostas baseou-se na semelhança entre elas.

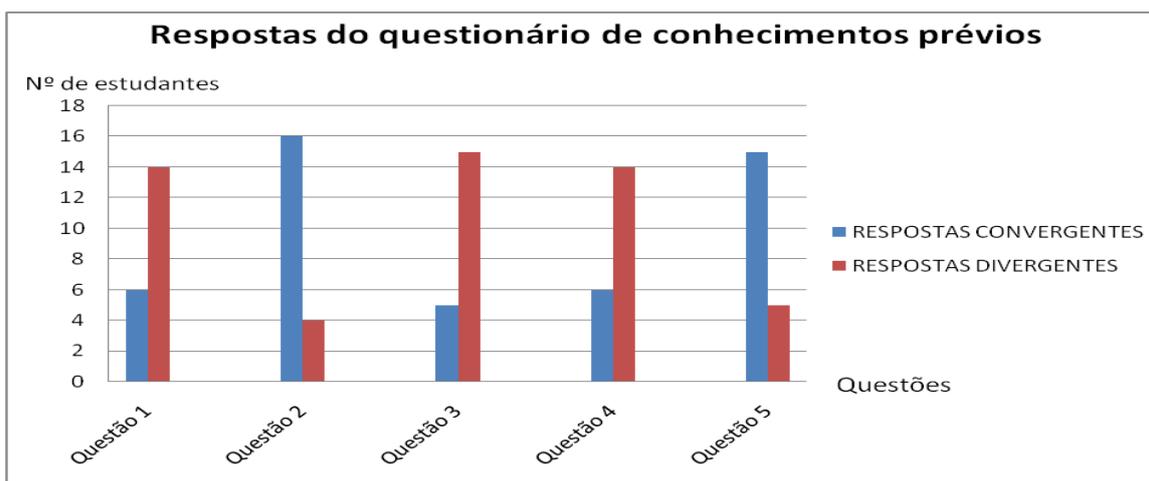
### **4.1 Relato dos conhecimentos prévios dos acadêmicos**

Como instrumento de coleta de dados inicial, utilizei um questionário de conhecimentos prévios (Apêndice C), com perguntas abertas e discursivas, com intuito de identificar os conhecimentos prévios dos acadêmicos envolvidos no estudo. Esse questionário contemplava 5 perguntas relacionadas à carga elétrica, corrente elétrica, campo elétrico, diferença de potencial elétrico e campo magnético.

Cabe destacar que os acadêmicos foram denominados de A1, A2, A3 e assim sucessivamente.

Antes do relato das respostas dos acadêmicos sobre cada questão, a Figura 15, na sequência, mostra um gráfico comparativo entre a quantidade de respostas, fornecidas pelos acadêmicos no questionário de conhecimentos prévios que convergiram para cientificamente aceitas e as que divergiram dos conceitos ou do contexto científico. Algumas referências científicas foram inclusas para interpretar cada questão como convergente ou divergente.

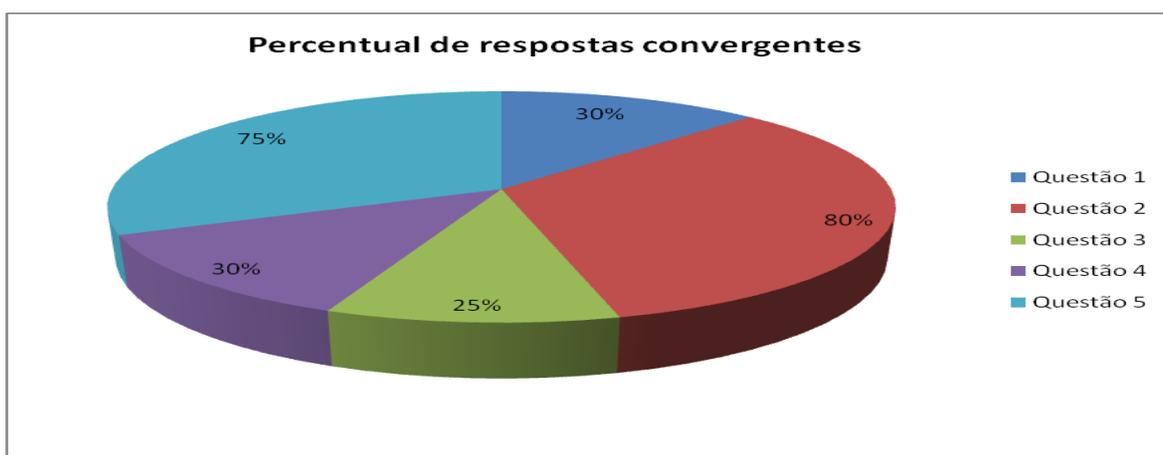
Figura 15 – Gráfico das respostas convergentes e divergentes.



Fonte: O autor, 2018.

Pode-se observar, nesta Figura 15, o quantitativo de respostas convergentes (cientificamente aceitas) e divergentes (cientificamente não aceitas) nas cinco questões. Já a Figura 16, a seguir, expõe a percentagem das respostas convergentes para cientificamente aceitas em cada questão.

Figura 16 – Percentual de respostas convergentes para cada questão.



Fonte: O autor, 2018.

Durante a atividade que envolvia o questionário, alguns acadêmicos declararam certo receio de não estarem respondendo corretamente determinada questão. Nesse momento reforcei a finalidade do preenchimento desse instrumento e informei da não consulta à *internet*. Essas orientações motivaram os alunos a responder todas as questões.

Na questão 1, referente à compreensão sobre carga elétrica, 14 acadêmicos escreveram suas respostas de maneira divergente, ou seja, cientificamente não aceitas. A Figura 17 mostra as respostas dos acadêmicos A5 e A6.

Figura 17 – Respostas dadas à questão 1 pelos acadêmicos A5 e A6, respectivamente.

<p>1) O que você compreende por Carga elétrica?</p> <p>CARGA ELÉTRICA SERIA UMA FORÇA QUE GERA UM TIPO DE ENERGIA</p>
<p>1) O que você compreende por Carga elétrica?</p> <p>Carga elétrica é uma energia na qual passam os elétrons negativos e positivos.</p>

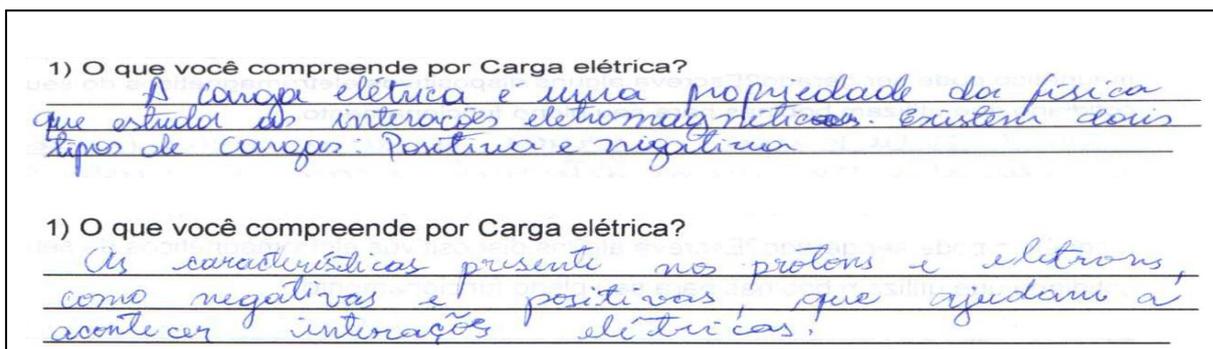
Fonte: O autor, 2018.

Pode-se perceber, nessas respostas, que os acadêmicos A5 e A6 relacionaram carga elétrica com força e energia, respectivamente. O acadêmico A6, também se confundiu ao afirmar que a carga do elétron, além de negativa, é positiva. Conforme Young e Freedman (2015, p. 01):

As interações eletromagnéticas envolvem partículas que possuem carga elétrica, um atributo que é tão fundamental quanto a massa. Assim como os objetos com massa são acelerados por forças gravitacionais, os objetos eletricamente carregados são acelerados por forças elétricas.

Já a Figura 18 apresenta as respostas dos acadêmicos A15 e A16 (nessa ordem) referente à mesma questão.

Figura 18 – Respostas dadas à questão 1 pelos acadêmicos A15 e A16, respectivamente.



Fonte: O autor, 2018.

É notório observar nas respostas escritas por estes acadêmicos (A15 e A16) que a interação eletromagnética devido à carga elétrica está presente porque utilizam os termos interações elétricas e eletromagnéticas. Ainda mais, afirmam que essas cargas podem ser negativas e positivas, o que demonstram indícios de conhecimentos prévios sobre o conteúdo em questão, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Essas respostas estão de acordo com os argumentos apresentados por Young e Freedman (2015), onde os autores esclarecem a estrutura dos átomos com base em três partículas fundamentais: o elétron com carga elétrica negativa, o próton com carga elétrica positiva e o nêutron sem carga elétrica.

O contexto apresentado na questão 2, que tratava do funcionamento de um ventilador, foi mais facilmente compreendido, por se tratar de um dispositivo elétrico utilizado diariamente pelos acadêmicos. Fato esse que possivelmente levou ao maior percentual (80%) de respostas convergentes do questionário. Isso pode representar indícios de conhecimentos prévios (subsunçores) na estrutura cognitiva dos acadêmicos.

Nesse sentido, Moreira (2011, p. 28) argumenta que “nessa linha, subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, ideias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos, já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende”.

A Figura 19 destaca as respostas dadas pelos acadêmicos A1, A5 e A11.

Figura 19 – Respostas dadas à questão 2 pelos acadêmicos A1, A5 e A11, respectivamente.

2) Para ligar qualquer dispositivos elétrico na sua casa é necessário conectar a uma tomada e/ou acionar um botão. Por exemplo, para funcionar um ventilador, um cabo de energia precisa ser ligado a uma tomada e acionar o botão de velocidade. Explique porque tal fenômeno ocorre?

O cabo ligado a tomada recebe a corrente elétrica que acionada através do botão faz com que os elétrons, "despare" e faça funcionar o motor ou um "equipamento".

POIS DENTRO DOS APARELHOS ELÉTRICOS CONTÉM RECEPTORES, POIS QUANDO RECEBEM ENERGIA ELÉTRICA OS MOTORES TRANSFORMAM EM ENERGIA MECÂNICA OU PERMÉICA.

Porque a corrente elétrica passa pelos fios elétricos que ligam acionados os aparelhos.

Fonte: O autor, 2018.

A partir das respostas apresentadas por estes acadêmicos percebe-se que as explicações para tal fenômeno convergem para as abordagens formais da comunidade científica, ao associarem que a corrente elétrica possibilita o funcionamento do ventilador. Ainda mais, o acadêmico A5 relaciona este dispositivo a um receptor que recebe a energia elétrica e transforma em mecânica, por exemplo. Young e Freedman (2015, p. 145) destacam:

Uma corrente elétrica é o movimento de cargas de uma região para outra [...] à medida que as partículas carregadas fluem através do circuito, a energia potencial elétrica é transferida de uma fonte (como uma bateria ou um gerador) até um dispositivo no qual essa energia é armazenada ou então convertida em outras formas de energia.

A questão 3 do instrumento de coleta de dados inicial (questionário de conhecimentos prévios), por sua vez, tratava de como o campo elétrico pode ser gerado. Nessa questão, 15 acadêmicos se confundiram e definiram erroneamente o campo gravitacional e magnético para explicar o campo elétrico. Observa-se na Figura 20 as respostas apresentadas pelos acadêmicos A6 e A14.

Figura 20 – Respostas dadas à questão 3 pelos acadêmicos A6 e A14.

03) A Terra, devido sua elevada massa, gera forte atração através do seu campo gravitacional, sobre corpos na sua superfície ou nas suas proximidades. De maneira análoga a esse campo, descreva como o campo elétrico pode ser gerado.

*O campo magnético pode ser gerado de forma gravitacional e através dos raios da Terra e dos outros corpos ao seu redor.*

*O campo gravitacional é gerado pela terra tem que tem massa elevada. Seu valor é proporcional a massa e inversamente proporcional.*

Fonte: O autor, 2018.

Conforme o Gref (2012) “uma carga elétrica possui sempre em torno de si um campo elétrico. Esse campo é uma propriedade da carga. Ela sempre traz consigo seu campo, sendo impossível separá-los”.

Na escrita desses acadêmicos (A6 e A14) pode-se observar que a ideia de como o campo elétrico pode ser gerado não está constituída, se comparadas com as respostas dos acadêmicos A2, A15 e A17. Esses três acadêmicos demonstraram possíveis indícios de entendimento da analogia realizada na questão, ao escreverem que as cargas elétricas geram campos elétricos, de acordo com Halliday e Resnick (2013).

A Figura 21 apresenta as respostas destes acadêmicos.

Figura 21 – Respostas dadas à questão 3 pelos acadêmicos A2, A15 e A17, respectivamente.

03) A Terra, devido sua elevada massa, gera forte atração através do seu campo gravitacional, sobre corpos na sua superfície ou nas suas proximidades. De maneira análoga a esse campo, descreva como o campo elétrico pode ser gerado.

*Ele pode ser gerado por corpos elétricos, que é formado pelos corpos na superfície ou próximos a ele.*

*pode ser gerado por várias cargas elétricas*

*o campo gravitacional é gerado devido as massas dos corpos, o campo elétrico é gerado devido as cargas elétricas dos corpos.*

Fonte: O autor, 2018.

Assim sendo, os acadêmicos A2, A15 e A17 trazem, no seu cognitivo, ideias e conceitos sobre o conteúdo em questão, o que acaba sendo importante quando se pensa em aprendizagem significativa. Conforme Moreira (2011, p. 26):

Na perspectiva da aprendizagem significativa ausubeliana, a estrutura cognitiva prévia (i.e., os conhecimentos prévios e sua organização hierárquica) é o principal fator, a variável isolada mais importante, afetando a aprendizagem e a retenção de novos conhecimentos.

No que se refere à questão 4, houve uma incidência de 70% de respostas não aceitas cientificamente, isto é, divergentes. A referida pergunta, que tratava de algo vivencial dos acadêmicos, ou seja, a rede elétrica monofásica ou bifásica de nossas residências, não proporcionou respostas convergentes.

Observa-se, na Figura 22, as respostas dadas pelos acadêmicos A12 e A13.

Figura 22 – Respostas dadas à questão 4 pelos acadêmicos A12 e A13.

04) Uma rede Elétrica monofásica fornece 110 Volts e uma bifásica apresenta 220 Volts. Esses valores estão associados a qual grandeza física?

*corrente elétrica*

*campo magnético*

Fonte: O autor, 2018.

Os acadêmicos A12 e A13 confundiram diferença de potencial elétrico com corrente elétrica e com campo magnético. Segundo o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (2012, p. 52):

[...] a corrente elétrica no interior de um fio é devida à existência de um campo elétrico nessa região. Na prática, esse campo é fornecido por fontes de energia externa, tais como tomadas ou baterias, que são caracterizadas por diferentes valores de uma grandeza denominada tensão elétrica. Essa caracterização está presente quando nos referimos a pilhas de 1,5V e às baterias de 12V ou às tomadas de 110V ou 220V. A tensão elétrica de uma fonte está associada à sua capacidade de fornecer energia elétrica a um determinado aparelho.

Em casos como dos acadêmicos A12 e A13 que não possuem conhecimentos prévios convergentes, faz-se necessário um organizador prévio visando à aprendizagem significativa. Ausubel (2003, p. 66) afirma:

A função do organizador é proporcionar um suporte (ancoragem) ideário para a incorporação e retenção estáveis do material mais pormenorizado e diferenciado que resulta da situação de aprendizagem, bem como aumentar a capacidade de discriminação entre esta situação e as ideias ancoradas relevantes da estrutura cognitiva. O organizador deve não só estar explicitamente relacionado com a situação de aprendizagem mais específica resultante, como também (para ser apreensível e estável) ser relacional com as ideias relevantes da estrutura cognitiva e levá-las em linha de conta.

Já as respostas dos acadêmicos A5, A10 e A14 vão ao encontro, embora objetivamente, dos argumentos do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física.

A Figura 23 apresenta as respostas dadas por esses acadêmicos.

Figura 23 – Respostas retratadas à questão 4 pelos acadêmicos A5, A10 e A14.

<p>04) Uma rede Elétrica monofásica fornece 110 Volts e uma bifásica apresenta 220 Volts. Esses valores estão associados a qual grandeza física?</p> <p>ESSA GRANDEZA É A TENSÃO ELÉTRICA</p> <p>A BDP</p> <p>Tensão elétrica (V)</p>
---

Fonte: O autor, 2018.

Deste modo, os acadêmicos A5, A10 e A14 afirmaram que a grandeza questionada tratava-se da diferença de potencial elétrico. A partir dessas respostas pode-se inferir indícios de conhecimentos prévios ou um conteúdo que foi memorizado por eles em algum momento da vida educacional.

Por fim, a questão número 5, que fazia referência a compreensão e como o campo magnético é gerado, além de dispositivos que possuem bobinas, pode-se observar que os acadêmicos mostraram ter os conhecimentos prévios para a aprendizagem de fenômenos eletromagnéticos. Os acadêmicos (75%) sabem como

o campo magnético pode ser gerado, bem como conhecem vários dispositivos que utilizam bobinas para seu pleno funcionamento.

Em consonância com a teoria da aprendizagem significativa, precisam-se conhecer os conhecimentos prévios e ensinar a partir destes. A partir disso, o pesquisador apenas refinou, de acordo Halliday e Resnick (2013), que campo magnético pode ser gerado por ímãs e por partículas eletricamente carregadas em movimento, em sua intervenção subsequente.

A Figura 24 apresenta algumas das respostas para a questão 5 apresentadas pelos acadêmicos, mostrando a existência de subsunçores relevantes para o entendimento dos fenômenos que envolvem a eletricidade e o magnetismo. Observa-se que o estudante A7 faz alusão a uma região nas vizinhanças de ímã como sendo o campo magnético e exemplifica o liquidificador como dispositivo que apresenta bobinas. Este conhecimento precisa de uma estabilidade cognitiva maior, por isso Moreira (2011, p. 14) ressalta:

O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significado. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de idéia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes.

Figura 24 – Respostas à questão 5, dadas pelos acadêmicos A1, A7 e A14 respectivamente.

5) O que você compreende por campo magnético? Como você acha que o campo magnético pode ser gerado? Escreva alguns dispositivos eletromagnéticos do seu cotidiano que utilizam bobinas para seu pleno funcionamento.

*é um campo de atração de forças, pode ser gerado através de ímãs e bobinas como na geração de energia elétrica. as bombas que retiram água do poço e ventiladores precisam de bobinas para seu funcionamento*

*é uma região próxima a um ímã que influencia outros ímãs / liquidificadores*

*que o ímã que cria o campo magnético. Ele é gerado pela influência da corrente elétrica que faz os movimentos e pelo ímã. (ventilador, secador)*

Fonte: O autor, 2018.

Em suma, apresentei, até aqui, os dados referentes ao questionário de conhecimentos prévios, em que pude perceber a necessidade de utilizar desencadeadores temáticos (através de vídeos) antes da realização de cada conjunto de atividades. Assim sendo, em mais de 50% das questões os acadêmicos apresentaram lacunas em suas respostas, a exemplo das perguntas 1, 3 e 4, que abordavam sobre carga elétrica, campo elétrico e tensão elétrica, respectivamente. Quanto aos vídeos, abordo mais sobre os mesmos durante a exposição das atividades.

Após os acadêmicos responderem o questionário de conhecimentos prévios, ocorreu a intervenção pedagógica propriamente dita, com as atividades experimentais e computacionais no Laboratório de Física da universidade em questão (Apêndices D, E e F).

## **4.2 Relato das atividades experimentais e computacionais**

A seguir, apresento as atividades experimentais e computacionais desenvolvidas durante a intervenção pedagógica. Esta subsecção foi dividida em quatro momentos: construção dos três experimentos; execução da primeira atividade experimental e computacional; execução da segunda atividade experimental e computacional; e execução da terceira atividade experimental e computacional. Ressalto que esses momentos ocorreram durante meus horários de aula.

Cabe destacar que as respostas de algumas questões não foram mostradas, principalmente aquelas que já se mostraram corretas na previsão.

### **4.2.1 Primeiro encontro: Construção dos três experimentos**

No primeiro encontro, realizado em 13 de março de 2018, os grupos construíram seus três experimentos, com meu auxílio. Os experimentos construídos foram: Experimento de Oersted, eletroímã e turbina eólica. Vale ressaltar que a

turma foi previamente avisada a respeito dos materiais necessários para a execução dos experimentos.

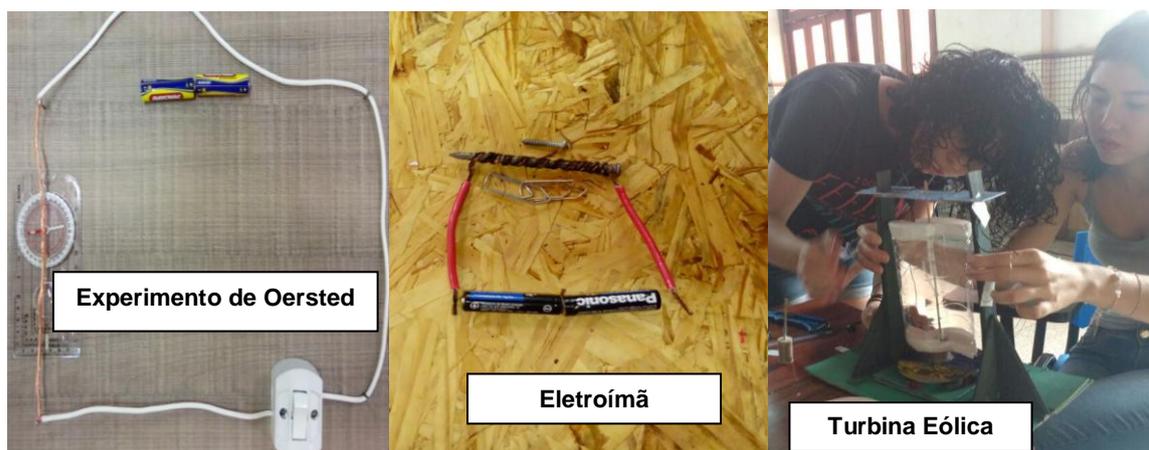
Os acadêmicos foram divididos em três grupos (denominados **G1**, **G2** e **G3**), sem o critério da quantidade de membros por grupo. Pensei na composição dos três grupos com intuito de possibilitar interação social entre os alunos, bem como para possibilitar melhores discussões e tomadas de decisões nos momentos da montagem e durante o preenchimento das respostas nos guias POE, posteriormente.

A escolha para a construção dos experimentos antes das três atividades experimentais integradas às computacionais se deu para que não demandasse muito tempo a possibilidade de integração das referidas atividades. Esse foi um ponto positivo observado no momento da associação dos experimentos com as simulações computacionais.

Outro fator relevante foi que solicitei aos grupos que não realizassem nenhum teste de funcionamento nos experimentos após a construção, pois isso poderia proporcionar respostas antecipadas nas questões dos guias. Os testes foram realizados por mim, juntamente com o técnico do laboratório. Isso causou certa frustração em alguns acadêmicos diante do trabalho que tiveram para a montagem e devido à curiosidade em observar, de imediato, o funcionamento. Porém, essa situação foi contornada após a justificativa do professor.

Os três grupos construíram seus três protótipos experimentais. A Figura 25 mostra os experimentos de Oersted, eletroímã e a turbina eólica, dos grupos **G2**, **G3** e **G1**, respectivamente.

Figura 25 - Experimentos de Oersted, eletroímã e a turbina eólica, dos grupos **G2**, **G3** e **G1**, respectivamente.



Fonte: O autor, 2018.

#### 4.2.2 Segundo encontro: Execução da primeira atividade experimental e computacional.

O segundo encontro, realizado em 15 de março de 2018, dividiu-se em dois momentos. No primeiro houve a exibição de dois vídeos e, no segundo, o preenchimento do guia POE 1 para os três grupos (Apêndice D).

O primeiro vídeo<sup>2</sup> apresentava algumas características do carro tesla, a saber: é espaçoso; dispõe de um *tablet* com todas as informações de dirigibilidade; tem direção elétrica; piloto automático; atinge 100 km/h em 3,2 segundos; e com manutenção anual. Já o segundo vídeo<sup>3</sup>, em inglês, mostrava os componentes eletromagnéticos e seus princípios de funcionamento. Esse vídeo foi assistido na íntegra por permitir uma visão geral do conteúdo a ser abordado na tarefa seguinte.

Apresentei esses vídeos com o intuito de desencadear o conteúdo sobre campo magnético produzido por corrente elétrica em um condutor retilíneo, de forma geral. Além disso, esses vídeos serviram para instigar uma discussão nos grupos, com a finalidade de motivá-los, bem como de problematizar e contextualizar a atividade. Para o desenvolvimento dessa ação, providenciei um projetor e uma caixa de som para o Laboratório de Física da UEAP.

<sup>2</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=IOOh\\_nH6Wo0](https://www.youtube.com/watch?v=IOOh_nH6Wo0)

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3SAxXUIre28>

Ao final da apresentação dos vídeos, questionei os grupos se tinham algum conhecimento acerca do carro mostrado, assim como do seu princípio de funcionamento.

Os acadêmicos foram unânimes em responder que nunca haviam ouvido falar sobre esse veículo. Além de passarem a conhecer esse carro elétrico, o mais interessante foi o debate que se desencadeou. Seguem algumas falas de acadêmicos, intermediadas por minhas observações:

Professor: *Alguém deseja contribuir com a discussão?*

Acadêmico **A3**: *“Ééé... o carro tesla é um exemplo de aplicação do eletromagnetismo”.*

Professor: *Vejam quanto tecnologia Física envolvida em um veículo só.*

Acadêmico **A7**: *“Esse carro é massa prof”.*

Acadêmico **A17**: *“Quanta Física envolvida...”*

Acadêmico **A10**: *“professor, então esse carro anda devido uma interação da corrente que passa nesse circuito com o campo magnético”.*

Professor: *sim, sim em linhas gerais é isso. Vamos para nossas atividades.*

Em seguida, os acadêmicos desenvolveram, sob minha supervisão, a primeira atividade experimental seguida da primeira atividade computacional, as quais tratavam sobre o conteúdo Campo magnético produzido por corrente elétrica em um condutor retilíneo.

No início das atividades envolvendo o experimento de Oersted, o computador com o simulador e o guia POE 1 já estavam disponíveis nas bancadas do Laboratório de Física da UEAP.

Antes do preenchimento desse guia, os grupos foram orientados quanto ao uso da metodologia POE. Estavam devidamente cientes de que deveriam escrever a previsão antes de executar as atividades. Em seguida, deveriam executar as ações e observar, de acordo com os questionamentos. Por fim, deviam explicar o fenômeno de acordo com as observações e previsões.

Os objetivos específicos desse encontro foram configurar as linhas de campo magnético geradas por um condutor reto percorrido por corrente elétrica; identificar a direção e sentido do campo magnético gerado por um condutor reto percorrido por corrente elétrica; e possibilitar a compreensão das relações de proporcionalidades entre as grandezas campo, corrente e distância.

A seguir, apresento as respostas de alguns grupos referentes a duas (questões *a* e *b*) envolvendo as atividades experimentais e três questões envolvendo atividades computacionais (questões *a*, *b* e *d*) de simulação.

Nesse sentido, a Figura 26 apresenta as respostas dos grupos **G1** e **G2** referentes à experimentação com relação à questão **A**, que questionava a interação da bússola com um circuito elétrico fechado.

Figura 26 - Respostas dos grupos **G1** e **G2**, nessa ordem, da questão **A** referente à experimentação.

<p><b>A) O que acontece com a agulha da bússola quando o circuito é fechado? Explique a causa para isso.</b></p> <p><b>Previsão:</b>  <u>A agulha da bússola se movimentará.</u></p> <p><b>Observação:</b> Feche o circuito no interruptor, observe a agulha da bússola e responda a mesma pergunta</p> <p><b>Explicação após observações feitas no experimento:</b>  <u>A agulha se desloca a 90° para leste. Isso ocorre devido a presença do campo magnético do fio condutor.</u></p> <p><b>Previsão:</b>  <u>ALTERA O CAMPO MAGNÉTICO DA BÚSSOLA SE MOVIMENTO.</u></p> <p><b>Explicação após observações feitas no experimento:</b>  <u>A AGULHA DA BÚSSOLA MOVE-SE PORQUE ELA INTERAGE COM CAMPO MAGNÉTICO</u></p>
---

Segundo a explicação do grupo **G1**, a agulha bússola sofre deflexão de  $90^\circ$  para oeste. Mais do que isso, o referido grupo justificou o ocorrido devido à presença de um campo magnético gerado pelo fio condutor. Já o grupo **G2** argumentou que a agulha bússola se move devido à interação com o campo magnético. Tais fundamentações estão em consonância com as palavras de Peruzzo (2013, p. 163), em que, “para explicar esse fenômeno Oersted concluiu que um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor”.

As explicações corretas dos acadêmicos para a questão **A** podem inferir que o POE é um método com potencial de aprendizagem. O processo apresentado possivelmente foi significativo para os aprendizes, pois denotam evidências de compreensão científica em relação às previsões dos grupos **G1** e **G2**.

Com relação à questão **B**, que questionava sobre o que acontecia com a agulha da bússola quando se invertia o sentido da corrente, a Figura 27 destaca as respostas dos grupos **G2** e **G3**.

Figura 27 - Respostas dos grupos **G2** e **G3**, respectivamente, da questão **B** referente à experimentação.

<p><b>B) O que acontece com a agulha da bússola ao inverter o sentido da corrente? Qual sua conclusão em relação a esse fenômeno?</b></p> <p><b>Previsão:</b>  <u>A AGULHA DA BÚSSOLA ELA GIRA PARA A DIREÇÃO NORTE E SUL.</u></p> <p><b>Observação:</b> Abra o circuito (desligando no interruptor), inverta de posição as duas pilhas (para inverter o sentido da corrente elétrica), depois feche o circuito e observe o comportamento da agulha da bússola.</p> <p><b>Explicação após observações feitas no experimento:</b>  <u>A AGULHA DA BÚSSOLA SE ORIENTA CONTRÁRIA QUANDO MUDA A POSIÇÃO DAS PILHAS.</u></p> <p><b>Previsão:</b>  <u>Invertendo a corrente, inverte também a direção da seta</u></p> <p><b>Explicação após observações feitas no experimento:</b>  <u>Quando o sentido da corrente é invertida, inverte-se também a corrente direção da seta.</u></p>
---

Fonte: O autor, 2018.

A partir dessa figura, é possível verificar que o grupo **G2**, após previsão e observação realizada com a execução do experimento, explicou que a agulha da bússola se orienta de forma contrária quando muda o sentido da corrente (termo relacionado com a posição das pilhas).

Em se tratando do grupo **G3**, é importante destacar duas situações. A primeira é que a explicação desse grupo coincidiu com sua previsão. O grupo afirmou que, mudando o sentido da corrente, muda também a direção da seta. Isso demonstra, possivelmente, a existência de ideias prévias necessárias para a resolução do problema apresentado. E a segunda é que, após eu questionar o grupo sobre o significado do termo “seta”, o acadêmico A10 respondeu que “*seria a agulha da bússola*”.

Tais respostas vão ao encontro das palavras de Peruzzo (2013), pois, ao inverter o sentido da corrente trocando os polos da fonte, observa-se que a agulha de uma bússola inverterá o seu sentido de orientação.

Agora passo a apresentar as respostas das quatro questões de simulação computacional (Apêndice D).

Na questão **A**, os grupos foram questionados sobre o que ocorre com a agulha da bússola quando aproximada do fio condutor percorrido por corrente elétrica. A Figura 28 mostra a resposta do grupo **G2** relacionada à questão **A**.

Figura 28 - Resposta do grupo **G2**, na questão **A**.

<p>a) O que ocorre com a agulha da bússola quando aproximada do fio condutor percorrido por corrente elétrica? Explique a razão de tal fenômeno.</p> <p><b>Previsão:</b>  <i>É pela criação de um campo magnético em torno da corrente elétrica.</i></p> <p><b>Observação:</b> Aproxime a bússola do fio condutor, observe, analise o simulador e responda a pergunta novamente. (A simulação não leva em consideração o campo magnético terrestre).</p> <p><b>Explicação após observações feitas no simulador:</b>  <i>A agulha da bússola move-se ao se aproximar do fio, alterando seu campo magnético.</i></p>
--

Nessa questão, o grupo **G2**, na previsão, não disse o que poderia ocorrer com a agulha da bússola ao ser aproximada do condutor com corrente elétrica, mas explicou a razão para o fenômeno questionado, ao escrever: *“E pela criação de um campo magnético em torno da corrente elétrica”*. No entanto, após a observação e discussão em grupo, os acadêmicos explicaram que a agulha da bússola move-se ao ser aproximada do fio.

Adicionalmente, ainda sobre a questão **A**, os acadêmicos **A11** e **A3** argumentaram, referindo-se às semelhanças nas duas atividades (experimental e a computacional):

Acadêmico **A11**: *“professor...é....essa questão da simulação é a mesma dos experimentos?”*

Professor: *sim*

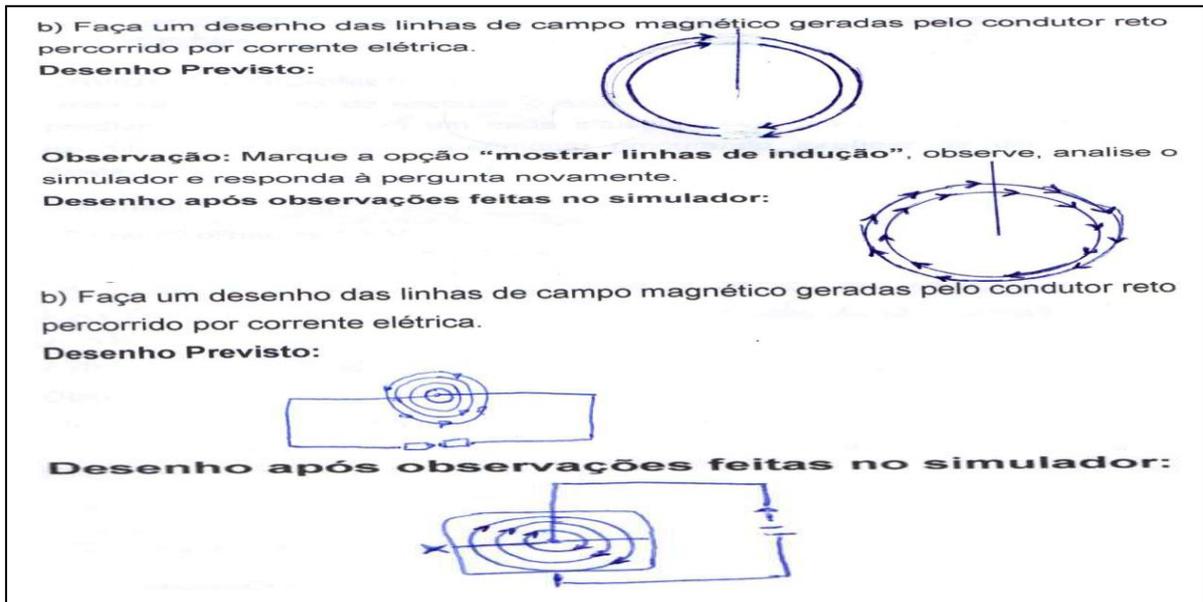
Acadêmico **A3**: *“há ta...porque nosso grupo também percebeu isso e as respostas ficam parecidas”*

Professor: *sim...a idéia é que essas atividades possam se complementar ou se associar para o entendimento do conteúdo.*

Através desse diálogo, pode-se inferir que as atividades com experimentos e o simulador se completaram em determinadas explicações para o fenômeno questionado.

A questão **B** solicitava um desenho representativo das linhas de campo magnético geradas pelo condutor reto percorrido por corrente elétrica. A Figura 29 mostra os desenhos das linhas de campo magnético dos grupos **G1** e **G3**.

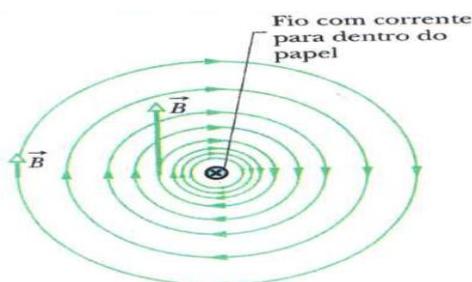
Figura 29 - Desenho dos grupos **G1** e **G3** (nessa ordem), na questão **B**.



Fonte: O autor, 2018.

Tanto no desenho do grupo **G1**, quanto na representação do grupo **G3** após a interação com o simulador e a observação do mesmo, vislumbrei avanço no desenho - uma melhor organização das setas para representar o conjunto de ímãs que forma as linhas de campo magnético. O grupo **G3** ainda representou a corrente elétrica com uma seta sobre o fio condutor. Este avanço sem a simulação talvez não fosse possível, pois em uma atividade somente com o experimento o sentido das linhas não apareceria visualmente, sendo identificado com o uso da regra da mão direita. Em concordância com as representações dos referidos grupos na Figura 30 as linhas concêntricas em torno de um fio com corrente representam as linhas de campo magnético.

Figura 30 - Linhas de campo magnético em torno de um fio com corrente.



Fonte: Halliday e Resnick (2013, p. 220).

Por fim, a questão **D** da simulação de Oersted questionava sobre a relação de proporcionalidade entre as grandezas campo magnético, corrente elétrica e distância. A Figura 31 apresenta a resposta do grupo **G3** para a última questão do simulador, a questão **D**.

Figura 31 - Resposta do grupo **G3** para a questão **D**.

d) Marque a opção “**Intensidade B na direção X**” e explique a proporcionalidade que envolve as grandezas - campo, corrente e distância, ao aproximar e afastar-se o medidor “**indução magnética**” do fio condutor.

**Previsão:** Produzirá campo, corrente e distância proporcional a potência elétrica produzida.

**Explicação após observações feitas no simulador:** Verificou-se que a intensidade do campo é maior ao fio condutor, corrente permanece inalterada e o campo, tem menor intensidade na periferia.

Fonte: O autor, 2018.

O grupo **G3** havia previsto que o campo, a corrente e a distância são proporcionais à potência elétrica produzida. Uma previsão divergente da aceitação científica. Porém, após a interação com a simulação do campo na direção X em aproximação e afastamento do fio condutor, o grupo pôde observar e chegar ao entendimento de que a intensidade do campo magnético é maior próximo ao fio do que mais afastado (“*na periferia*” como escrito pelo grupo). Além disso, os alunos afirmaram que a corrente não se altera.

Ainda quanto a essa questão, o acadêmico **A4** do grupo **G1** se antecipou a uma discussão e fez o seguinte comentário: “*fera...é....então podemos dizer que a intensidade do campo é inversamente proporcional a distância do fio*”

Professor: *exatamente*

Professor: *alguém mais gostaria de fazer outra colocação?*

Acadêmico **A 15**: “*prof....acreditamos que o campo pode ser mais intenso com aumento da amperagem*”

Professor: *pode sim. Tem uma lei que permite entender dessa forma também.*

Nesse momento, foi necessário ir ao quadro para falar um pouco sobre a Lei de Biot-Savart, para que todos pudessem ter essa compreensão.

A partir desses relatos, é razoável pensar que as respostas corroboram, em parte, a literatura. Segundo Halliday e Resnick (2013), o aumento do espaçamento das linhas com o aumento da distância está relacionado com o módulo de **B**, que é inversamente proporcional a **R**.

Até o momento, relatei os resultados de algumas questões das atividades experimentais e computacionais (Apêndice D), confrontando com a literatura para descrever aquelas que convergiram para as cientificamente aceitas. A seguir, retomo três pontos que considero importantes dentro dos processos de ensino e de aprendizagem desenvolvidos nesta primeira atividade prática.

O primeiro ponto que considero necessário discutir diz respeito à motivação (pré-disposição) como condição para a Aprendizagem Significativa dos acadêmicos. Como já mencionei anteriormente dois vídeos sobre o carro tesla foram exibidos para problematizar e contextualizar o conteúdo de maneira geral que seria abordado no guia POE 1. Após a exibição dos vídeos, em um debate, surgiram as seguintes falas: acadêmico **A3**: *“Ééé... o carro tesla é um exemplo de aplicação do eletromagnetismo”*; acadêmico **A7**: *“Esse carro é massa prof”*; acadêmico **A17**: *“Quanta Física envolvida...”*; acadêmico **A10**: *“professor, então esse carro anda devido uma interação da corrente que passa nesse circuito com o campo magnético”*.

Retomo essas falas porque, possivelmente são indícios de elementos que motivaram e instigaram para aprendizagem significativa de conteúdos específicos do guia POE 1. Dessa forma, faz sentido com que a literatura aponta, pois Moreira (2011, p. 25) menciona que o aprendiz “deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos à sua

estrutura cognitiva prévia, modificando-o, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significado a esses conhecimentos”.

Outro aspecto importante foi a aplicação do método POE. Para o ensino, essa metodologia permitiu que eu mediasse as questões. Para a aprendizagem dos acadêmicos, foi uma estratégia que lhes proporcionou mais participação, pois os grupos, em princípio, deveriam realizar uma previsão para cada pergunta, observar por meio da interação com o experimento ou com o simulador e, por fim, escrever uma explicação para o fenômeno, baseada na previsão e observação. Portanto, os acadêmicos puderam atuar como seres investigadores dentro do processo de aprendizagem, mesmo quando suas respostas tenham se apresentado, na previsão como cientificamente aceitas.

Por último, acredito ser razoável relatar algumas impressões com relação a esse segundo encontro da intervenção. Como professor da disciplina de Fundamentos de Física III, observei que essa primeira abordagem da criação de um campo magnético a partir de um fio condutor pôde possibilitar aos acadêmicos uma visão holística e não linear da indissociação da eletricidade e do magnetismo, conforme descrevo em uma das questões do questionário de receptividade.

### **4.2.3 Terceiro encontro: Execução da segunda atividade experimental e computacional.**

O terceiro encontro, realizado em 20 de março de 2018, também dividiu-se em dois momentos. O primeiro refere-se à exibição de um vídeo<sup>3</sup> e o segundo a execução das atividades por meio do guia POE 2 para os três grupos (Apêndice E).

O vídeo<sup>4</sup> apresenta os princípios gerais de funcionamento do motor elétrico de um liquidificador.

Esse vídeo foi apresentado como desencadeador, de forma geral, do conteúdo sobre campo magnético produzido por corrente elétrica em várias espiras. Além disso, esse vídeo serviu para instigar uma discussão nos grupos com a

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jGEyYedWFjk>.

finalidade de motivá-los, bem como problematizar e contextualizar a atividade subsequente. Para desenvolvimento desta ação, providencei um projetor e uma caixa de som para o Laboratório de Física da UEAP.

Ao final da apresentação do vídeo, os grupos foram questionados para dar exemplos de eletrodomésticos com o princípio de funcionamento semelhante ao do liquidificador.

A seguir, apresento algumas falas de acadêmicos para essa indagação.

Acadêmico A1: *“uma vez meu pai abriu de um ventilador e era parecido”.*

Acadêmico A6: *“prof...ééé...de uma secadora de cabelo”.*

Acadêmico A11: *“de uma bateadeira de bolo”.*

Acadêmico A18: *“fera, tenho uma roçadeira elétrica e a um mês atrás precisei mexer e vi várias espiras”.*

Professor: *todos esses exemplos que vocês mencionaram têm relação com o funcionamento do motor apresentado no vídeo. Esses equipamentos apresentam espiras e precisam da eletricidade para o funcionamento. Análogo ao motor do carro tesla, esses motores geram também campo magnético a partir da energia elétrica.*

Em seguida, os acadêmicos desenvolveram, sob minha supervisão, a segunda atividade experimental, seguida da segunda atividade computacional, as quais tratavam sobre o conteúdo Campo magnético produzido por corrente elétrica em várias espiras.

No início dessas atividades envolvendo o experimento Eletroímã, o computador com o simulador intitulado ímãs e eletroímãs do portal *Phet* e o guia POE 2 já estavam disponíveis nas bancadas do Laboratório de Física da UEAP.

Antes do preenchimento desse guia, os grupos foram novamente orientados quanto ao uso da metodologia POE. Estavam devidamente cientes de que deveriam escrever a previsão antes de executar as atividades. Em seguida, deveriam executar as ações e observar, de acordo com os questionamentos. Por fim, deviam explicar o fenômeno conforme suas observações e previsões.

Os objetivos específicos desse encontro foram compreender a relação do campo magnético do solenóide com as fontes de corrente (AC ou DC); analisar as configurações das linhas de campo magnético geradas pelo solenóide; caracterizar a direção e o sentido do campo magnético no interior de um solenóide percorrido por corrente elétrica; e observar a relação entre a intensidade do campo magnético e a quantidade de espiras de um solenóide.

A seguir, apresento as respostas de alguns grupos a duas questões das atividades experimentais (questões **a** e **c**) e a duas questões envolvendo atividades computacionais (questões **a** e **b**) de simulação, nessa ordem.

No que diz respeito à questão **A** da atividade com experimento do eletroímã, a Figura 32 apresenta a resposta do grupo **G3**. Essa questão perguntava sobre o que aconteceria com a agulha da bússola quando o eletroímã se aproximasse dela.

Figura 32 - Resposta do grupo **G3** da questão **A** referente à experimentação.

<p>A) Aproximando o eletroímã da lateral da bússola, o que acontecerá com a agulha da mesma?</p> <p>Previsão: <u>A agulha de bússola deverá oscilar</u></p> <hr/> <p>Explicação após observações feitas no experimento:</p> <p><u>O campo magnético do eletroímã conduz a oscilação da agulha de bússola</u></p>
--

Fonte: O autor, 2018.

Na previsão, o grupo **G3** escreveu que a agulha da bússola deveria “*oscilar*”. Essa palavra está graficamente errada, porém, para manter a integridade dos dados,

está representada da mesma forma. Aliás, esse é um problema ainda recorrente entre estudantes de nível superior.

Ainda observei, na resposta do grupo, uma justificativa para a oscilação da agulha. O grupo mencionou o campo magnético como causa para tal fenômeno, o que converge para os conhecimentos físicos. Peruzzo (2013) explica que, se colocarmos um objeto de ferro (no nosso caso um prego) no interior de um solenóide, formando um núcleo, existirá uma concentração das linhas de campo. Isso aumentará os efeitos do campo magnético, tornando o solenóide e o núcleo, momentaneamente, um ímã.

A questão **C** da atividade experimental perguntava sobre o que acontece quando são invertidas as extremidades do fio na pilha e aproximadas da bússola. A Figura 33 expressa as respostas dos grupos **G2** e **G3** para essa questão.

Figura 33 - Respostas dos grupos **G2** e **G3** referente à questão **C**, respectivamente.

<p><b>C)</b> Inverta as extremidades do fio condutor, ligue a pilha e observe ao aproximar da bússola. O que acontecerá? Explique.</p> <p><b>Previsão:</b></p> <p><u>A agulha fica oscilando</u></p> <p><b>Explicação após observações feitas no experimento:</b></p> <p><u>A agulha fica girando em várias direções contrária ao que estava antes.</u></p>
<p><b>C)</b> Inverta as extremidades do fio condutor, ligue a pilha e observe ao aproximar da bússola. O que acontecerá? Explique.</p> <p><b>Previsão:</b></p> <p><u>Não haverá ação a condução de energia elétrica e não produziram no campo magnético</u></p> <p><b>Explicação após observações feitas no experimento:</b></p> <p><u>Não houve ação do campo magnético.</u></p>

Fonte: O autor, 2018.

Em relação a essa questão, é necessário destacar duas situações importantes.

A primeira está relacionada à explicação do grupo **G2**. Considerando a explicação, nota-se um entendimento além do previsto, pois os alunos afirmaram

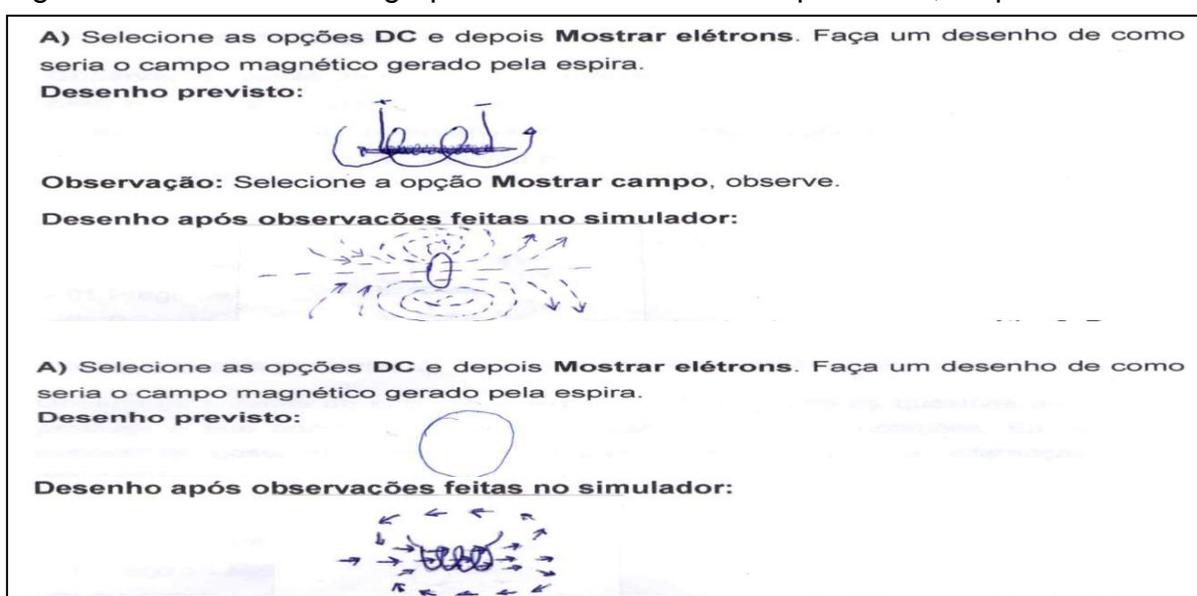
que a agulha da bússola continuará girando, mas em várias direções. Considerando o traçado da letra, possivelmente de pessoas diferentes, parece que outro membro da equipe completou, escrevendo: “*contrária ao que estava antes*”.

A segunda situação refere-se à explicação do grupo **G3**. O grupo foi categórico em escrever que “*não houve ação do campo magnético*”. No momento do preenchimento, o grupo perguntou por que o deles não funcionava. Fui até o grupo e pude constatar, após alguns testes, que a pilha descarregara devido à utilização excessiva do equipamento. Diante da situação, convidei dois membros das demais equipes a compartilharem seus eletroímãs e discutirem os resultados. Assim, o grupo **G3**, após interação com os demais colegas, conseguiu compreender o que ocorre quando se inverte a corrente elétrica, como ficou claro no depoimento do acadêmico **A3** do grupo: “*então, invertendo a corrente, inverte o movimento da agulha*”.

A seguir, passo a relatar os resultados da atividade computacional do simulador Ímã e do Eletroímã (Apêndice E).

A Figura 34 revela os desenhos dos grupos **G1** e **G2** da questão **A**.

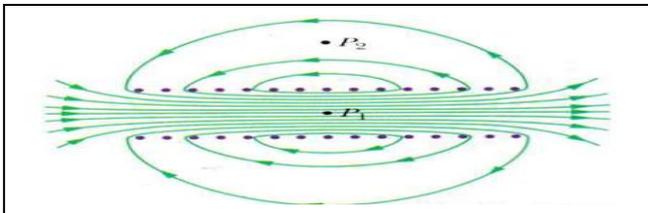
Figura 34 - Desenhos dos grupos **G1** e **G2** referente à questão **A**, respectivamente.



Nessa questão, cada grupo deveria desenhar as linhas de campo magnético gerado pela (s) espira(s) condutora (s) de corrente elétrica. Notei evolução na representação dessas linhas ao observar os desenhos previstos e os desenhos esquematizados após as observações realizadas no simulador. Esses resultados de representação se aproximam ao da Figura 35, a seguir.

Vale ressaltar que a orientação das linhas de campo desenhadas pelos grupos é representada pela orientação das setas, algo não encontrado no simulador, pois pequenas bússolas a representam. Desse modo, perguntei aos alunos desses grupos como tinham chegado ao consenso das setas e eles foram unânimes em dizer que deduziram, observando os pólos dos ímãs.

Figura 35 - Linhas de campo de um solenóide.



Fonte: Halliday e Resnick (2013, p. 231).

A pergunta **B** questionava se o número de espiras influenciava na intensidade do campo magnético e se essa intensidade era maior quanto mais próximo ou quanto mais distante o campo estivesse das espiras. A Figura 36 exhibe o resultado relativo a essa questão, dos grupos **G1** e **G2**.

Figura 36 - Respostas dos grupos **G1** e **G2** referente à questão **B**, respectivamente.

<p><b>B) O número de espiras influencia na intensidade do campo magnético? De que maneira? O campo magnético é maior nas proximidades das espiras ou quando mais afastado?</b></p> <p><b>Previsão:</b> Não influencia. É maior nas proximidades das espiras.</p> <p><b>Observação:</b> Aumente e diminua o número de espiras e observe. Confirmou-se ou não o que havia previsto? Explique a seguir.</p> <p><b>Explicação após observações feitas no simulador:</b> Não. Pois a quantidade de espiras influencia no campo magnético. Quanto mais espiras, maior o campo.</p>
<p><b>B) O número de espiras influencia na intensidade do campo magnético? De que maneira? O campo magnético é maior nas proximidades das espiras ou quando mais afastado?</b></p> <p><b>Previsão:</b> Sim. Quanto mais voltas maior será a intensidade por causa da velocidade.</p> <p><b>Explicação após observações feitas no simulador:</b> Quanto menos espiras a intensidade apresenta ser menor.</p>

Fonte: O autor, 2018.

O grupo **G1** previu que a quantidade de espiras não influenciava na intensidade do campo e que este era maior nas proximidades das espiras. Porém, logo depois da interação do simulador, parte da sua escrita inicial não se confirmou. O grupo constatou que o número de espiras interfere no campo magnético, portanto, quanto maior o número de espiras, maior é o campo. O fato do campo ser mais intenso nas proximidades foi confirmado pelo grupo, embora não tenha sido reescrito na explicação.

Em relação à mesma questão, a previsão do “*sim*” do grupo **G2** se confirmou ao explicar que, quanto menor o número de espiras, menor é a intensidade do campo magnético. Para completar sua explicação, pedi ao grupo que observasse novamente no simulador o comportamento das linhas na aproximação e no afastamento. Seguem duas falas:

*Acadêmico A 6: “as linhas estão mais unidas ao lado da espira”.*

*Acadêmico A 5: “mais concentrado nas proximidades”.*

*Professor: E quanto mais afastado menor é o campo, observam!*

Assim, Young e Freedman (2015) afirmam que o número de espiras é a razão que se usa em uma bobina com intuito de obter um campo magnético forte. Ainda segundo esses autores, à medida que se afasta do centro de uma espira, o módulo do campo magnético diminui.

Até agora, relatei os resultados de quatro questões das atividades experimentais e computacionais (Apêndice E) que convergiram para cientificamente aceitas do conhecimento físico. Neste momento, é imprescindível destacar três aspectos que considero importantes dentro dos processos de ensino e de aprendizagem desenvolvidos neste segundo conjunto de atividades.

O primeiro aspecto que considero necessário discutir se refere à motivação (pré-disposição) como condição para a Aprendizagem Significativa dos acadêmicos. Como já mencionei anteriormente um vídeo sobre o motor de um liquidificador foi

exibido para problematizar e contextualizar o conteúdo de maneira geral que seria abordado no guia POE 2. Após a exibição do vídeo, diante de uma indagação já citada, mostro algumas falas: acadêmico A1: *“uma vez meu pai abriu de um ventilador e era parecido”*; acadêmico A11: *“de uma bateadeira de bolo”*; acadêmico A18: *“fera, tenho uma roçadeira elétrica e a um mês atrás precisei mexer e vi várias espiras”*.

Retomo a esses relatos porque, possivelmente são indícios de elementos que motivaram e instigaram para aprendizagem significativa de conteúdos específicos do guia POE 2. Importante salientar que além do uso do vídeo e do computador como recurso tecnológico pôde auxiliar na predisposição dos acadêmicos. Deste modo, Moro (2015, p. 16) menciona que “o uso de tecnologias durante as aulas pode contribuir na predisposição dos estudantes a trabalhar de modo ativo, na busca de soluções para os problemas que lhes são propostos”

Outro aspecto importante foi, novamente, a utilização do recurso POE como metodologia ativa dos acadêmicos. O guia POE 2 pôde proporcionar a compreensão do campo magnético gerado em várias espiras, de forma investigativa. Além disso, nesse processo investigativo, os acadêmicos demonstraram mais interesse. Então, o recurso do POE favoreceu o desenvolvimento de uma aula mais dinâmica, em que os acadêmicos puderam participar ativamente no processo de construção do seu conhecimento.

Por fim, acredito ser importante relatar algumas impressões com relação a esse terceiro encontro da atividade prática. Como professor da disciplina de Fundamentos de Física III, observei que essa segunda abordagem da criação de um campo magnético a partir de várias espiras pôde também possibilitar aos acadêmicos a compreensão não linear e holística da indissociação da eletricidade e do magnetismo, conforme ratificado em uma das questões do questionário de receptividade. Ainda como professor, nesse encontro, como nos demais, pude contribuir com algo inovador, considerando que essa possibilidade de estratégia de ensino ainda não havia sido trabalhada na formação acadêmica desses alunos.

Para finalizar, como pesquisador, tanto o vídeo exibido quanto o guia apresentaram um potencial significativo para os sujeitos deste estudo. Nesse

contexto, Moreira (2011, p. 15) aponta que “no ensino o que se pretende é que o aluno atribua aos novos conhecimentos, veiculados pelos materiais de aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino”.

#### **4.2.4 Quarto encontro: Execução da terceira atividade experimental e computacional.**

O quarto encontro, realizado em 22 de março de 2018, também foi dividido em dois momentos. No primeiro houve a exibição de um vídeo<sup>4</sup> e, no segundo, a execução das atividades por meio do guia POE 3 para os três grupos (Apêndice F).

O vídeo<sup>5</sup>, com áudio e frases em inglês, abordava os principais componentes de uma usina hidrelétrica, bem como os princípios físicos de funcionamento. Esse vídeo foi apresentado com intuito de desencadear, de forma geral, o conteúdo corrente elétrica produzida por campo magnético. Além disso, serviu para instigar uma discussão nos grupos, com a finalidade de motivar os acadêmicos, bem como problematizar e contextualizar a atividade seguinte. Para o desenvolvimento dessa ação, providenciei um projetor e uma caixa de som para o Laboratório de Física da UEAP.

Ao término da apresentação do vídeo, foi solicitado as equipes que comentassem o vídeo em termos de funcionamento da usina e em comparação aos vídeos anteriores.

Na sequência, algumas falas importantes dos acadêmicos:

Acadêmico **A4**: *“fera, neste caso ocorre a geração de eletricidade, nos outros não”.*

Acadêmico **A13**: *“no funcionamento da usina é o ímã que gera a energia elétrica pra nossas casas”.*

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ABv631t1OKI>.

Acadêmico **A2**: “*seria interessante a gente visitar a do paredão*”.

Acadêmico **A3**: “*no carro e no motor do aparelho necessitam da energia pra funcionar*”.

Em seguida, os acadêmicos desenvolveram, sob minha supervisão, a terceira atividade computacional seguida da terceira atividade experimental. Atividades que tratavam sobre o conteúdo corrente elétrica produzida por campo magnético.

No início dessas atividades envolvendo o experimento Turbina Eólica, o computador com o simulador intitulado Gerador do portal *Phet* e o guia POE 3 já estavam disponíveis nas bancadas do Laboratório de Física da UEAP.

Como já destaquei anteriormente, também antes do preenchimento desse guia, os grupos foram orientados quanto ao uso da metodologia POE. Estavam cientes de que deveriam escrever a previsão antes de executar as atividades. Em seguida, deveriam executar as ações e observar, de acordo com os questionamentos. Por fim, deviam explicar o fenômeno de acordo com as observações e previsões.

Os objetivos específicos desse encontro foram constatar que um ímã em movimento rotacional gera uma corrente induzida; entender como é definido o fluxo magnético; compreender que a indução eletromagnética está relacionada ao surgimento de uma força eletromotriz (fem) induzida; observar que uma fem induzida surge devido à variação do fluxo magnético; e identificar as diferentes formas de se variar o fluxo magnético.

A seguir, apresento as respostas de alguns grupos a três questões das atividades computacionais (questões *b*, *c* e *d*) de simulação e a duas questões das atividades experimentais (questões *a* e *c*). Como os acadêmicos ficaram livres para escolher por que atividade começar no guia POE 3, preferiram começar pelas computacionais. A Figura 37, na sequência, indica as respostas dos grupos **G1** e **G2** referente à simulação.

Figura 37 - Respostas dos grupos **G1** e **G2**, nessa ordem, da questão **B** referente à simulação.

B) O que é necessário para o brilho da lâmpada aumentar?

Previsão:  
O aumento do fluxo da água.

Observação: Varie a queda de água e observe o brilho da lâmpada. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:  
Confirmou. Quando há aumento do fluxo da água, aumenta o RPM e a intensidade da corrente, aumentando o brilho da lâmpada.

B) O que é necessário para o brilho da lâmpada aumentar?

Previsão:  
Irá aumentar o fluxo da água que irá aumentar o movimento no campo magnético.

Explicação após observações feitas no software:  
Conforme o fluxo de água aumenta, o brilho da lâmpada torna-se mais intenso.

Fonte: O autor, 2018.

Nessa questão, o grupo **G1**, solicitado se sua previsão havia se confirmado ou não, no início da explicação escreveu “*confirmou*”. Porém, mais informações, além da previsão, são observáveis nessa resposta, como a atribuição do aumento do RPM e da corrente elétrica, como parâmetros para o aumento do brilho da lâmpada.

Diferentemente do grupo **G1**, no âmbito da aprendizagem o grupo **G2** concluiu que o aumento da intensidade do brilho da lâmpada dependia do aumento do fluxo da água.

Além da rotação da turbina, que influencia na intensidade do brilho da lâmpada, outro fator poderia interferir nessa situação. A questão **C**, então, questionava sobre o que mais seria necessário para variar o brilho da lâmpada. A Figura 38 expõe as respostas dos grupos **G1** e **G2**, relacionada à referida questão.

Figura 38 - Respostas dos grupos **G1** e **G2**, nessa ordem, da questão **C** referente à simulação.

c) Além da variação queda de água, o que mais pode variar no brilho da lâmpada?

Previsão:  
Nada!

---

Observação: Varie o número de espiras e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:  
Não confirmai. Pois a quantidade de espiras influencia no brilho da lâmpada.

---

c) Além da variação queda de água, o que mais pode variar no brilho da lâmpada?

Previsão:  
movimentação do campo magnético e a corrente que está ligada a lâmpada.

---

Observação: Varie o número de espiras e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:  
Quando o número de espira aumenta a intensidade de do brilho também aumenta.

Fonte: O autor, 2018.

A previsão do grupo **G1** me chamou atenção pelo fato de os alunos considerarem que nada mais poderia influenciar no brilho da lâmpada. No entanto, o grupo, depois de interagir com o simulador, acrescentando e diminuindo a quantidade de espiras, pôde perceber que isso também varia a intensidade do brilho da lâmpada.

O grupo **G2**, cuja previsão também não se confirmou, deu a seguinte explicação: “Quando o número de espira aumenta a intensidade do brilho também aumenta”.

Esses resultados, ou seja, as explicações dos grupos **G1** e **G2** se alinham em parte com a literatura. De acordo com Young e Freedman (2009, p. 285), “no caso de uma bobina com  $N$  espiras idênticas, supondo que o fluxo magnético varie com a mesma taxa através de todas as espiras, a taxa da variação *total* através de todas as espiras é  $N$  vezes maior que a taxa através de uma única espira”. Portanto, quanto maior a quantidade de espiras, maior será a variação do fluxo magnético; consequentemente, o brilho da lâmpada será mais intenso.

Por fim, a questão **D** tinha por finalidade saber o que de fato produzia a energia elétrica necessária para acender a lâmpada. Nesse caso, selecionei, como exemplo, as respostas dos grupos **G1** e **G3**, como mostra a Figura 39.

Figura 39 - Respostas dos grupos **G1** e **G3**, nessa ordem, da questão **D** referente à *software*.

D) Afinal, o que produz a corrente elétrica alternada responsável por ligar a lâmpada?

Previsão:  
O campo magnético.

Observação: Clique na opção **Mostrar campo** e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:  
Sim, o contato do campo magnético com as espiras.

D) Afinal, o que produz a corrente elétrica alternada responsável por ligar a lâmpada?

Previsão:  
O gerador produz corrente elétrica que liga a lâmpada

Explicação após observações feitas no software:  
O gerador produz um campo magnético que produz energia e aciona a lâmpada

Fonte: O autor, 2018.

De acordo com a Figura 39, o grupo **G1** confirmou sua previsão, afirmando que o campo magnético sobre as espiras é o responsável pela corrente elétrica. Na descrição dos resultados da atividade com o experimento da turbina eólica, mais adiante, será possível ver que esse mesmo grupo fez alusão a essa questão com uma explicação mais coerente, possivelmente representando um indício de aprendizagem significativa.

O grupo **G3** previu que a corrente elétrica produzida no gerador é a que liga a lâmpada. Porém, explicou, complementando, que a produção dessa energia é devida a um campo magnético oriundo do gerador. Mostrarei também, na questão **C** da atividade experimental, que o grupo **G3** explicou o porquê de o LED brilhar, de modo análogo.

A seguir, apresento os resultados de duas questões da atividade experimental. Escolhi as questões A e C (Apêndice F).

A primeira questão da atividade experimental, a questão **A**, questionava os grupos da seguinte maneira: o que é necessário para que o LED acenda? Para essa pergunta, considere as respostas dos grupos **G1** e **G3**, conforme a Figura 40.

Figura 40 - Respostas dos grupos **G1** e **G3**, nessa ordem, da questão **A** referente à experimentação.

<p>A) O que é necessário para que o LED ascenda?</p> <p>Previsão:</p> <p><i>É necessário que a turbina eólica gire.</i></p> <p>Observação: Utilize um ventilador (ligue na velocidade de rotação 1) para a turbina girar e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.</p> <p>Explicação após observações feitas no experimento:</p> <p><i>A turbina girando produz uma corrente elétrica para acender o LED. Semelhante a questão A do simulador.</i></p>
<p>A) O que é necessário para que o LED ascenda?</p> <p>Previsão:</p> <p><i>O movimento da turbina gerando energia elétrica.</i></p> <p>Explicação após observações feitas no experimento:</p> <p><i>o vento da turbina acionou a turbina que ao girar produz energia elétrica, parecido com o simulador do phet.</i></p>

Fonte: O autor, 2018.

O diferencial do grupo **G1** na sua conclusão, considerando sua previsão, foi que os alunos desse grupo identificaram que a produção de uma corrente elétrica está ligada ao fato de a turbina eólica girar, permitindo o brilho do LED. Além disso, o fundamental foi a ligação que o grupo fez com a questão **A** da simulação. Essa ligação permite observar uma possível integração das atividades propostas, tendo em vista que, no simulador, é a queda de água que gira o ímã, enquanto na turbina eólica é o vento o agente propulsor.

Em se tratando da equipe **G3**, esta ratificou sua previsão. Os alunos explicaram que, para o LED acender, é necessário o vento acionar a turbina para

produzir corrente elétrica. Esse grupo também mencionou essa questão em comparação, preferencialmente, à questão **A** do simulador do *phet*. Essa comparação denota a associação que o grupo estabeleceu entre essas duas atividades.

Finalmente, a questão **C**, com propósito de um entendimento mais específico, perguntava aos grupos: por que o LED brilha? A seguir, apresento as respostas dos grupos **G1** e **G3**, na Figura 41.

Figura 41 - Respostas dos grupos **G1** e **G3**, nessa ordem, da questão **C** referente à experimentação.

<p>C) Explique porque o LED brilha?</p> <p>Previsão:</p> <p><u>o campo magnético dos quatro ímãs.</u></p> <hr/> <p>Explicação após observações feitas no experimento:</p> <p><u>A rotação dos ímãs varia o campo magnético nas espiras que gera a corrente elétrica, semelhante a questão da simulação.</u></p>
<p>C) Explique porque o LED brilha?</p> <p>Previsão:</p> <p><u>por causa da corrente elétrica produzida pela turbina eólica</u></p> <hr/> <p>Explicação após observações feitas no experimento:</p> <p><u>Os ímãs em movimento circular próximo das espiras induz uma corrente elétrica para led brilhar.</u></p>

Fonte: O autor, 2018.

Em sua previsão, o grupo **G1** apontou o campo magnético dos ímãs como o causador do brilho do LED. Após discussão entre os membros do grupo, várias repetições de funcionamento da turbina eólica e a mediação do professor, o grupo decidiu responder que com a rotação dos ímãs o campo magnético varia no interior das espiras, as quais, por sua vez geram uma corrente elétrica. Assim sendo, vislumbrei, em relação à previsão, considerável avanço na compreensão do fenômeno eletromagnético.

Por meio dessa questão, o grupo **G1** fez alusão à questão **D** da simulação. Assim, pude inferir que a questão **D** da parte computacional pôde auxiliar na questão **C** da atividade experimental, tendo em vista que a explicação na experimental ficou mais completa, considerando o que é aceito cientificamente.

O grupo **G3** previu a corrente elétrica como a causa do brilho do LED. Na explicação, complementou, dizendo que o movimento circular dos ímãs próximos das espiras induz uma corrente elétrica, fazendo o LED brilhar. O termo “induz” faz referência à corrente induzida, abordada dentro do conteúdo de indução eletromagnética.

Considero importante lembrar que a explicação para o entendimento desse fenômeno eletromagnético não é tão simples. Por isso, mesmo depois dessas duas atividades, foi necessário um razoável debate acerca da questão e só depois disso notei a compreensão da abordagem. Mesmo assim, as respostas dos dois grupos convergiram para o que a ciência corrobora. Young e Freedman (2009, p. 280) abordam que “a resposta é um fenômeno chamado *indução eletromagnética*: quando o fluxo magnético varia através de um circuito, ocorre a indução de uma fem e de uma corrente no circuito”.

Finalizo esta apresentação de alguns resultados do quarto encontro das atividades experimentais e computacionais (Apêndice F), com a descrição das respostas que convergiram para cientificamente aceitas. Neste momento, é essencial expor três pontos que considero importantes dentro dos processos de ensino e de aprendizagem desenvolvidos neste último encontro das atividades práticas.

O primeiro aspecto fundamental discutir se refere à motivação (pré-disposição) como condição para a Aprendizagem Significativa dos acadêmicos. Como já mencionei anteriormente um vídeo sobre uma usina hidrelétrica foi apresentado para problematizar e contextualizar o conteúdo de maneira geral que seria abordado no guia POE 3. Ao término da exibição do vídeo, solicitei que comentassem fazendo uma comparação com os vídeos anteriores. Segue algumas falas: acadêmico **A4**: “*fera, neste caso ocorre a geração de eletricidade, nos outros*

não”; acadêmico **A13**: “no funcionamento da usina éé o ímã que gera a energia elétrica pra nossas casas”; acadêmico **A3**: “no carro e no motor do aparelho necessitam da energia pra funcionar”. Importante resgatar esses relatos porque, provavelmente são indícios de elementos que motivaram e instigaram para aprendizagem significativa de conteúdos específicos do guia POE 3.

Outro aspecto importante foi quanto ao uso do recurso POE 3. Outra vez esse recurso permitiu ao acadêmico ser o centro dos processos de ensino e de aprendizagem, com participação constante na realização da atividade. Além disso, acredito que esse guia foi o que mais gerou entusiasmo nos acadêmicos pelo fato de terem entendido de modo um pouco mais aprofundado como ocorre a geração de energia elétrica através de turbinas eólicas. Mais do que isso, creio que essas atividades mostraram mais evidências de integração do que as outras, pois os grupos, enquanto respondiam as questões da experimentação, faziam alusão à simulação.

Finalmente, acredito ser importante relatar as últimas impressões com relação a esse quarto e último encontro da intervenção. Como professor do ensino superior, percebi que essa última abordagem da geração de energia elétrica possibilitou, aos acadêmicos compreender a importância da eletricidade e do magnetismo em nossas vidas. Aliás, não somente nesse encontro, mas nos demais, foi possível verificar o quanto dependemos das aplicações do eletromagnetismo no nosso contexto, o que mostra a importância social da nossa prática docente.

Como pesquisador o uso do guia 3, como material de aprendizagem, me fez refletir sobre a importância de desenvolver cada vez mais atividades que estejam relacionadas ao contexto do aprendiz.

### **4.3 Receptividade dos acadêmicos diante da intervenção**

Ao final das atividades, 18 acadêmicos responderam ao questionário de receptividade (Apêndice G) que apresentava cinco (05) questões abertas. Solicitei que os acadêmicos respondessem esse questionário, pois tinha por objetivo analisar



Com base nas respostas dadas à questão 01, verifiquei que, dos 18 acadêmicos que deram suas repostas, 17 avaliaram positivamente a utilização dos vídeos no contexto das atividades.

Os acadêmicos evidenciaram também, através de suas respostas, que o uso dos vídeos foi uma atividade estimuladora e útil para o conhecimento e o desenvolvimento das atividades. Adicionalmente, um acadêmico (**A2**) avaliou os vídeos como moderados, mas ressaltou que dois vídeos estavam em inglês.

Acadêmico A2:

Foi moderado, pois estavam em outra língua, mas o professor  
para vai para explicar.

A segunda questão solicitava que os acadêmicos descrevessem sua experiência em trabalhar com as atividades integradas:

**Questão 02** - *Descreva sua experiência ao trabalhar com atividades experimentais (reais) integradas às computacionais (virtuais).*

Mostro algumas respostas dos acadêmicos para essa questão.

Acadêmico A1:

Amplia o conhecimento prático abordado jun-  
cto com a mensuração e identificação dos objetos, com  
a utilização dos computadores além de complementar  
nossa recursos que nas atividades não é possível.

Acadêmico A2:

foi uma experiência nova, a utilização desses métodos, pois faz  
com que a teoria mude um pouco, e seja da parte teórica  
desta

Acadêmico A8:

Foi bastante proveitoso trabalhar com as duas modalidades, pois no real observamos exemplos práticos e no computacional podemos visualizar todos os fenômenos em vídeos.

Acadêmico A14:

Apesar de trabalhar com experimentos traz melhor aprendizagem, a física trouxe uma ajuda a próxima com base com o resto cotidiano.

Talvez essa pergunta tenha sido a central desse questionário, pois fazia referência à temática deste trabalho. Assim sendo, as respostas expostas acima mostram indícios de boas experiências vivenciadas pelo público-alvo deste estudo.

Os 18 acadêmicos que descreveram suas experiências em trabalhar com as atividades experimentais integradas às computacionais, aprovaram a proposta de intervenção, logicamente de acordo com suas observações. Então, além dessas respostas, houve outras, como no caso do acadêmico **A4** que apontou melhoras no entendimento e aumento do interesse: *“trabalhar com experimentos reais e computacionais melhoram o entendimento, pois você vai está mais atento e eles despertam um interesse maior”*.

Ainda referente à questão **2**, outra resposta que merece destaque é a do acadêmico **A16**: *“permitiu inserção prática científica o que tornam as atividades mais interessantes já que estamos acostumados apenas com a teoria desde o ensino fundamental”*. Esses resultados permitem inferir que o ensino tradicional ainda se perpetua desde as séries iniciais até o nível superior. Um ensino em que o professor é o único detentor do conhecimento e o aprendiz um mero receptor de informações, sem ação questionadora.

A terceira questão solicitava ao acadêmico se havia identificado, em algum momento da intervenção, a indissociação da eletricidade e do magnetismo:

**Questão 3** - Você pôde identificar, em algum momento, que a eletricidade e o magnetismo são indissociáveis? Se sim, qual?

Exponho algumas respostas dos acadêmicos para a referida questão:

Acadêmico A4:

Sim, pois no momento em que a água com sua força, ~~grava~~ ~~deixa~~ ~~junto~~ ~~com~~ ~~os~~ ~~ismãs~~, ~~que~~ gerou uma ~~e~~ força maior e com isso gerou a energia

Acadêmico A8:

Sim, pois em todos os experimentos dos está mencionados. No experimento 1 e 2 formou-se o magnetismo a partir da eletricidade e no 3 foi o contrário.

Acadêmico A12:

Por meio das experiências, a corrente elétrica em um fio condutor está associada ao ~~seu~~ ~~condutor~~ campo magnético existente ao redor do fio.

Acadêmico A13:

Sim. Em todos os 3 quias aplicados foi possível notar a relação entre eletricidade e o magnetismo.

Com relação a essa pergunta, 14 acadêmicos afirmaram que puderam ter uma visão holística da indissociação da eletricidade e do magnetismo. Conforme as respostas acima mencionadas, alguns alunos identificaram a indissociação em um momento específico da intervenção (acadêmicos A4 e A12), enquanto outros a identificaram na execução das três atividades experimentais e computacionais (acadêmicos A8 e A13).

Um acadêmico (**A17**) identificou a indissociação da eletricidade e do magnetismo não em um momento das atividades, mas sim, no seu contexto diário, como mostra na sua resposta: “*Sim. Os eletrodomésticos*”.

Os demais 4 acadêmicos não conseguiram identificar um momento que remetesse à indissociação em questão, talvez por alguma lacuna da proposta didática. A exemplo disso, destaco a resposta do acadêmico **A2**: “*Não professor, acho que passou despercebido*”. Além de uma possível falha na intervenção, pode ter havido falta de atenção desses acadêmicos.

A quarta questão perguntava sobre o uso dessas atividades em outros assuntos de Física ou em outras áreas do conhecimento:

**Questão 4** - *Você gostaria de trabalhar com as atividades experimentais (reais) integradas às computacionais (virtuais) em outros conteúdos de Física ou com outras disciplinas? Justifique.*

A seguir, apresento algumas respostas dos acadêmicos para a questão 04.

Acadêmico A2:

*Sim, talvez um pouco do tradicional.  
Uma sugestão seria trabalhar isso em matérias Biológicas  
pois são mais difíceis também.*

Acadêmico A8:

*Sim, principalmente quando trabalhamos  
com fenômenos que não podemos visualizar  
e a atividade virtual permite isso.*

Acadêmico A15:

*Sim, não só de física mais em outras matérias  
também porque facilita o ensino do conteúdo*

Acadêmico A18:

*Sim, pois o uso dessa metodologia nos dá um melhor entendimento do físico.*

Do universo de 18 acadêmicos que responderam o questionário, 14 deles concordaram em trabalhar com as atividades experimentais e computacionais em outros conteúdos de Física, pois possibilitam uma melhor visualização dos fenômenos, como elucidado pelo acadêmico **A8**. Dos demais participantes, 3 manifestaram-se favoráveis ao uso dessas atividades não somente em Física, mas também em outras disciplinas, como é o caso da Biologia, exemplificado pelo acadêmico **A2**. E, apenas o acadêmico **A12** não gostaria de trabalhar com essas vertentes, tendo escrito a seguinte justificativa: “*não gostaria pelo fato de ter já minha linha de pesquisa, porém esta forma de aprendizagem é muito importante*”. Acredito que o acadêmico **A12 tenha** confundido a pergunta, achando que se referia a uma linha de pesquisa para a conclusão de curso.

Por fim, a última questão perguntava sobre qual das duas atividades executadas foi mais fácil ou difícil de trabalhar:

**Questão 5** - Qual das atividades foi mais fácil ou difícil de trabalhar: a experimental (real) ou a computacional (virtual)?

A seguir, apresento algumas respostas dos acadêmicos para a questão 5.

Acadêmico A2:

*Experimental (real)*

Acadêmico A4:

*A mais difícil foi a virtual*

Acadêmico 8:

A virtual foi mais fácil por permitir a visualização como um todo.

Acadêmico A9:

Nenhuma, as duas foram de fácil aprendizado.

Nesse viés, 6 acadêmicos deixaram evidente que a atividade computacional é a mais fácil por permitir uma melhor visualização, como exemplifica o acadêmico **A8**. Assim, 3 respostas convergiram em afirmar que a atividade computacional foi considerada a mais difícil, a exemplo do acadêmico **A4**. Somente duas respostas, como a do acadêmico **A9**, defenderam que as duas atividades foram fáceis.

Então, 7 acadêmicos foram enfáticos em apontar as atividades experimentais (reais) como sendo as mais difíceis (confirmado pelo acadêmico **A2**). Em alguns casos, explicaram que a falta de alguns materiais dificultou, como por exemplo, o ímã de neodímio. Outros disseram ter encontrado dificuldade nos meios práticos de montagem.

Diante disso, é importante destacar dois pontos: primeiro, em relação à falta de materiais, em alguns momentos os acadêmicos não os traziam, mesmo quando solicitados com antecedência, tendo o professor de providenciá-los; segundo, as dificuldades de montagem apareceram mesmo com os procedimentos nos guias e a orientação do professor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o atual cenário da educação deste país, principalmente no que diz respeito às dificuldades de ensino e de aprendizagem enfrentadas por professores e aprendizes, o principal foco do presente trabalho consistiu na busca de uma alternativa para amenizar esses problemas.

A partir dessa situação, realizei atividades experimentais e computacionais integradas para acadêmicos de Ciências Naturais da UEAP que apresentavam dificuldades de aprendizagem relacionadas ao ensino do eletromagnetismo. Para esse fim, desenvolvi três atividades com experimentos e três atividades de simulação associadas, voltadas para o ensino de algumas situações eletromagnéticas.

Julgo fundamental destacar que o material instrucional foi desenvolvido baseado no princípio da diferenciação progressiva. Destaco, também, que a Teoria da Aprendizagem Significativa serviu para fundamentar as atividades e depois para amparar as minhas impressões acerca da construção dos conhecimentos dos aprendizes por meio de indícios de aprendizagem significativa.

Neste estudo, escolhi desenvolver um conjunto de atividades que proporcionassem a contextualização das três atividades, a compreensão dos conteúdos específicos e a interação dos acadêmicos para o estudo da temática do eletromagnetismo.

O questionamento que busquei responder com este estudo e que serviu como guia e foco foi: Como integrar atividades experimentais e computacionais

considerando a indissociação entre a eletricidade e o magnetismo em uma turma do 4º semestre do Curso Licenciatura em Ciências Naturais da UEAP?

Em resposta ao questionamento deste estudo, posso concluir que a integração das atividades experimentais e computacionais deva ser organizada/planejada com a finalidade de possibilitar que os acadêmicos expressem suas próprias opiniões e princípios a partir da utilização dos três guias POE (Predizer, Observar e Explicar). Esse método gerou importantes discussões no laboratório de Física nos três grupos formados e entre os grupos. Adicionalmente, o uso dessa metodologia desencadeou mais interesse dos acadêmicos e deixou os momentos das atividades práticas mais dinâmicas.

Agora vale retomar os quatros objetivos traçados que nortearam toda intervenção pedagógica. O primeiro foi de Identificar os conhecimentos prévios dos acadêmicos sobre os conceitos necessários para introduzir o tema eletromagnetismo. Esses conhecimentos foram identificados e pude perceber a necessidade de utilizar desencadeadores temáticos (através de vídeos) antes da realização de cada conjunto de atividades. Assim sendo, em mais de 50% das questões os acadêmicos apresentaram lacunas em suas respostas.

O segundo objetivo foi elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas às computacionais, considerando os conhecimentos prévios dos acadêmicos. Para tal, os três conjuntos de atividades práticas foram elaborados e desenvolvidos por meio dos guias POE que permitiram a compreensão de diferentes conceitos específicos referentes ao eletromagnetismo, auxiliando os acadêmicos no processo da diferenciação progressiva.

O terceiro objetivo específico era analisar se houve indícios de aprendizagem significativa na integração das atividades. Nesse sentido, os resultados de aprendizagem descritos neste trabalho indicam que o uso integrado das atividades experimentais e computacionais nas aulas de Física sobre eletromagnetismo pode contribuir para a aprendizagem dos acadêmicos. Essa estratégia de ensino atribui ao professor o papel de mediador e permite que o

aprendiz estabeleça um elo de ligação com sua realidade e seja um sujeito ativo no processo de ensino e de aprendizagem.

Por fim, o quarto e último objetivo específico se remeteram a análise da aceitação desta prática pedagógica e avaliação da forma como foi desenvolvida a integração possibilitou uma visão holística do eletromagnetismo. De acordo com os dados, pude perceber a grande aceitação da proposta desenvolvida, bem como as atividades proporcionaram um entendimento geral da indissociação da eletricidade e do magnetismo.

Outro aspecto fundamental a ressaltar foi a exibição de vídeos antes de cada conjunto de atividade prática, com o intuito de problematizar e contextualizar os conteúdos propostos, instigando e motivando os aprendizes para a execução da intervenção pedagógica.

Acredito que a expansão dessas atividades práticas será facilitada quando outros professores/pesquisadores as aplicarem nos seus ambientes de atuação e para diferentes sujeitos. Por conseguinte, considero importante divulgar os resultados da aplicação para a sociedade científica e para a comunidade em geral. Para isso, o produto educacional deste trabalho estará à disposição de quem deseje utilizá-lo e adaptá-lo.

Concluída esta intervenção, penso que, num próximo trabalho deveria explorar mais a discussão sobre os vídeos. Também deveria igualar a quantidade e o tipo de questões nas atividades experimentais e nas computacionais. Dessa forma, possivelmente ficaria melhor para avaliar o quanto essas duas vertentes se complementam. Com essa constatação, porém, não estou afirmando que as atividades desenvolvidas não se complementaram. Por fim, alerta para o limite de validade dos modelos das simulações utilizadas, já que esses *softwares* vislumbram um caráter representacional da realidade.

Enfim, como professor de Física no Ensino Superior, acredito que os momentos da intervenção contribuíram positivamente para a formação acadêmica dos futuros professores. Assim, os materiais instrucionais utilizados permitiram que

os aprendizes discutissem e refletissem sobre conceitos do eletromagnetismo, bem como vislumbrassem as suas diversas aplicações cotidianas no mundo tecnológico em que vivemos. Nessa intervenção, os acadêmicos tiveram ainda a oportunidade de avaliar a ciência como um processo em constante transformação.

## REFERÊNCIAS

ALVES, N. F.; NEIDE, Í. G. Propostas experimentais e computacionais para o ensino de física: uma revisão em artigos de óptica geométrica entre os anos de 2012 a 2016. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2017.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 1, 2010.

ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. Â. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 04, No. 03, 2002.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora, LDA. LISBOA. 1.<sup>a</sup> Edição, 2003.

BAGGIO, G. H. C.; DECIAN, E.; CALHEIRO, L. B.; BOLFE, M. A.; SAUERWEIN, I. P. S.; CORREIA, D. Investigando o pêndulo simples através de uma atividade experimental integrada à simulação computacional. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BEXIGA, V. S.; BRUSCATO, G. C.; GOMES, L. C.; CAPPELLETTO, E. Ensinando física com foguetes de água e utilizando tecnologias computacionais através de uma proposta multidisciplinar. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BRITO, B. S. de L. G.; REGO, S. C. R. Atividades investigativas no ensino de física: avaliação do desenvolvimento de habilidades. **XVII Encontro Nacional de Prática de Ensino – ENDIPE**. 2014.

BRITO, F. M. DE; SILVEIRA, A. F. DA; CABRAL, R. V. O uso de experimentos com materiais alternativos no ensino de eletrostática. **Congresso Nacional de Educação**. 2014.

CARRARO, F. L.; PEREIRA, R. F. **O uso de simuladores virtuais do PHET como metodologia de ensino de eletrodinâmica**. Paraná, 2014.

CLAVÉ, G. H.; FACCIN F.; SAUERWEIN, I. P. S. Atividades experimentais em aulas extracurriculares como estratégia para o ensino de física. **xx simpósio nacional de ensino de física – Snef 2013 – São Paulo, SP**.

CRUZ, J. A.; CARDOSO, T. C. Construção de um aparato com materiais alternativos para verificar a lei da queda dos corpos de galileu. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2013 – São Paulo, SP**.

DORNELES, P. F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. 2010. 367f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

DUARTE, S. E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino Física**. v. 29, n. Especial 1: p. 525-542, set. 2012.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. Ed.-São Paulo: Atlas, 1999.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA (GREF). Física 3: eletromagnetismo. 5 ed. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo., 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: eletromagnetismo**. 9. ed. Vol 3. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HEIDEMANN, L. A. **Crenças e atitudes sobre o uso de atividades experimentais e computacionais no ensino de física por parte de professores do ensino médio**. 2011, 135f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 29, n. Especial 2: p. 965-1007, out. 2012.

LEAL, A. C. DA S.; DRABESKI, R. G.; BATISTA, R. A. R.; SILVA, S. L. R. DA; BERNARDES, L. A. B. Utilização de simulação computacional, experimento e intermediação do professor no ensino de movimento de projéteis para o ensino médio. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.

MACÊDO, J. A. DE; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. DE. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de

eletricidade. **Caderno Brasileiro Ensino Física**, v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, set. 2012.

MADUREIRA, R. B.; SANTOS, G. S. S.; SILVA, V. A. Recursos tecnológicos: até que ponto influenciam no processo de ensino aprendizagem em física. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

\_\_\_\_\_, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

\_\_\_\_\_, M. A. **Ensino e aprendizagem significativa**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MORO, F. T. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. 2015, 154f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; VETTORI, M. atividades experimentais e simulações computacionais: alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem da física no ensino médio. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M J. H. Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 987-1008, dez. 2016.

OLIVEIRA, B. N.; SERRA, K. C. A Simulação Massa-Mola Do PhET Como Auxílio Para A Aprendizagem Da Força Elástica (Lei De Hooke). **Saberes docentes em ação**, vol. 2, n. 1, Novembro de 2016.

PAZ, A. M. da. **Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo**. 2007. 228 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PEGDEN, C. D.; SHANNON, R. E.; SADOWSKI, R. P. *Introduction to simulation using SIMAN*. McGraw-Hill, NY. 2 ed., 1990.

PERUZZO, J. **Experimentos de Física Básica: Eletromagnetismo, Física Moderna e Ciências Espaciais**. Ed. Livraria da Física. São Paulo. 2013.

PRENSKY, Marc. *Digital Natives, Digital Immigrants*. MCB University Press, Vol. 9 No. 5, October. 2001.

RODRIGUES, J. J. V. **O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética**. 2016, 78f. Dissertação (Mestrado

Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado.

SCHWAHN, M. C. A. ; SILVA, J. ; MARTINS, T. L. C. **A abordagem POE (Predizer, Observar e Explicar): uma estratégia didática na formação inicial de professores de Química.** In: VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas do VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

SOUZA, M. M DE. **Um estudo da luz: construindo com materiais de baixo custo uma antiluneta polarizadora e o sistema solar.** 2017, 78f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, Juiz de Fora.

VALADARES, E. de C. **Física mais que divertida: Inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados de baixo custo.** 3. Ed. rev. e ampl. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2012.

VIANNA, D. Temas de física para o ensino médio com enfoque cts (ciência–tecnologia–sociedade). **IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias.** 2013.

XAVIER, A. P.; VERTCHENKO, L.; AMANTES, A. Atividade prática associada à simulação computacional para o ensino de conceitos de hidrodinâmica. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015.**

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física III: Eletromagnetismo.** V. 3, 12ª Ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física III: Eletromagnetismo.** V. 3, 14ª Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - TERMO DE CONCORDÂNCIA DA DIREÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Ao excelentíssimo Reitor da Universidade do Estado do Amapá, campus I:

Eu, Rosivaldo Carvalho Gama Júnior, aluno regularmente matriculado no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Vale do Taquari de Lajeado, RS, venho solicitar a autorização para coletar dados nesta instituição de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “**A INDISSOCIAÇÃO DA ELETRICIDADE E DO MAGNETISMO POR MEIO DA INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS**”, tendo como objetivo geral: Investigar como promover a indissociação da eletricidade e do magnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais em uma turma do 4º semestre do Curso Licenciatura em Ciências Naturais da UEAP.

A coleta de dados poderá ser feita por meio de observações, filmagens, fotografias e entrevistas aos alunos do 4º semestre do Curso Licenciatura em Ciências Naturais. Desde já, agradeço a possível colaboração, visto que a pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem da instituição, além de ser significativa para o grupo de pesquisa do qual faço parte.

Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa e o uso do nome da Universidade do Estado do Amapá em publicações na área de Ensino.

Macapá/AP, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

**Reitoria – UEAP – Campus I**

---

Rosivaldo Carvalho Gama Júnior  
Mestrando em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

## APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Fui convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **A INDISSOCIAÇÃO DA ELETRICIDADE E DO MAGNETISMO POR MEIO DA INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS**, sob a responsabilidade do pesquisador Rosivaldo Carvalho Gama Júnior e sob orientação do Professor Doutor Ítalo Gabriel Neide.

Os objetivos deste trabalho são: a) Identificar os conhecimentos prévios dos acadêmicos sobre os conceitos necessários para que seja possível introduzido o tema eletromagnetismo; b) Elaborar e desenvolver atividades experimentais integradas as computacionais considerando os conhecimentos prévios dos acadêmicos; c) Analisar se a integração proporcionou uma visão holística do eletromagnetismo; d) Analisar as percepções dos acadêmicos após as atividades realizadas.

Serei informado(a) dos resultados da pesquisa caso desejar e os mesmos permanecerão confidenciais. Meu nome, bem como os dados obtidos que indiquem a sua participação não serão divulgados sem minha permissão. As transcrições gravadas das aulas serão guardadas em local seguro no Centro Universitário UNIVATES, sendo que estes dados serão utilizados somente para esta pesquisa. Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será arquivada na Univates e outra ficará sob minha posse.

A participação no estudo não acarretará custos para mim e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

Declaro que estou ciente dos objetivos e estratégias da pesquisa, que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas e que concordo voluntariamente em participar desta pesquisa.

_____	____/____/____
Assinatura do(a) Estudante Participante	Data
_____	____/____/____
Rosivaldo Carvalho Gama Júnior – Mestrando	Data
_____	____/____/____
Ítalo Gabriel Neide – Orientador	Data

## APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS.

**Atividade desenvolvida para os acadêmicos do 4º semestre do Curso Licenciatura em Ciências Naturais da UEAP.**

**Assuntos:** carga elétrica; corrente elétrica; campo elétrico; diferença de potencial; campo magnético.

1) O que você compreende por Carga elétrica?

---

---

---

Fonte: O autor, 2017.

2) Para ligar qualquer dispositivo elétrico na sua casa é necessário conectar a uma tomada e/ou acionar um botão. Por exemplo, para funcionar um ventilador, um cabo de energia precisa ser ligado a uma tomada e acionar o botão de velocidade. Explique porque tal fenômeno ocorre?

---

---

---

Fonte: O autor, 2017.

03) A Terra, devido sua elevada massa, gera forte atração através do seu campo gravitacional, sobre corpos na sua superfície ou nas suas proximidades. De maneira análoga a esse campo, descreva como o campo elétrico pode ser gerado.

---

---

---

Fonte: O autor, 2017.

04) Uma rede Elétrica monofásica fornece 110 Volts e uma bifásica apresenta 220 Volts. Esses valores estão associados a qual grandeza física?

---

---

Fonte: O autor, 2017.

5) O que você compreende por campo magnético? Como você acha que o campo magnético pode ser gerado? Escreva alguns dispositivos eletromagnéticos do seu cotidiano que utilizam bobinas para seu pleno funcionamento.

---

---

---

---

Fonte: O autor, 2017.

## APÊNDICE D - GUIA POE 1

**Conteúdo:** Campo magnético produzido por corrente elétrica em um condutor retilíneo

**Objetivos:**

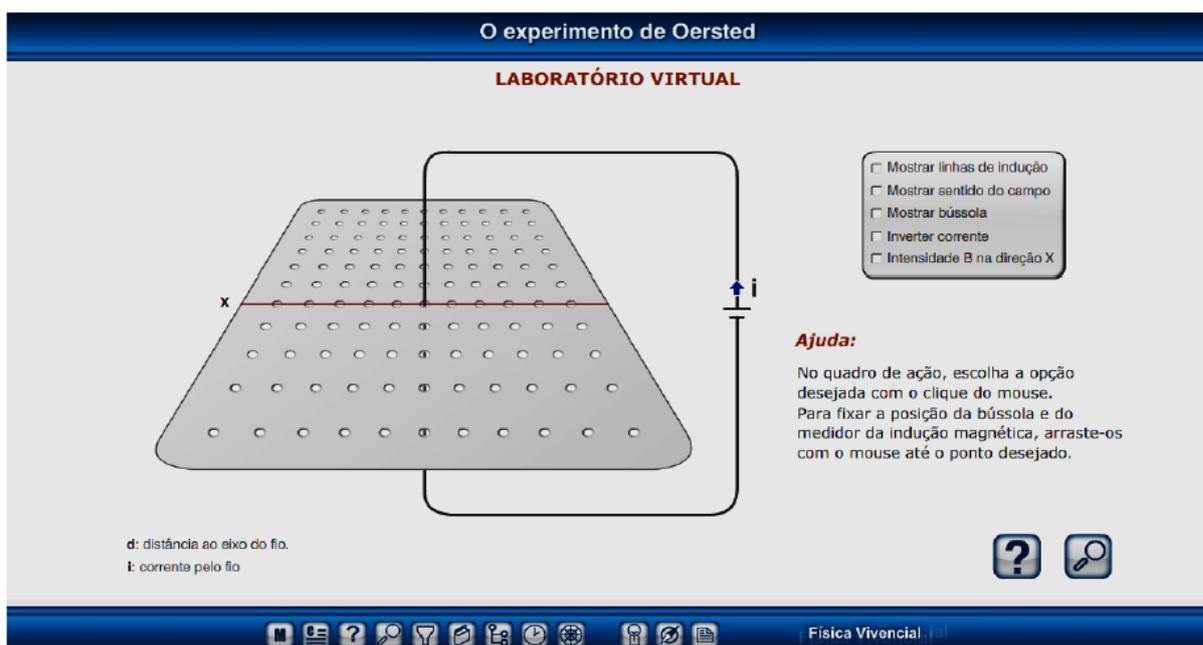
- Explorar a indissociação entre a eletricidade e magnetismo;
- Configurar as linhas de campo magnético geradas por um condutor reto percorrido por corrente elétrica;
- Identificar a direção e sentido do campo magnético gerado por um condutor reto percorrido por corrente elétrica;
- Entender as relações de proporcionalidades entre as grandezas campo, corrente e distância.

**Atividade computacional:** simulação.

**Procedimento para a simulação computacional (o pesquisador auxiliará cada grupo a se familiarizar com o software)**

1. Abrir o simulador “O experimento de Oersted” conforme com a Figura 42. Na Figura 42 tem-se o aspecto do Simulador “O experimento de Oersted”.

Figura 42 – Aspecto do Simulador O experimento de Oersted.



Fonte: <http://www.fisicavivencial.pro.br/> (2017).

**Questões:**

a) O que ocorre com a agulha da bússola quando aproximada do fio condutor percorrido por corrente elétrica? Explique a razão de tal fenômeno.

**Previsão:**

---

---

**Observação:** Aproxime a bússola do fio condutor, observe, analise o simulador e responda a pergunta novamente. (A simulação não leva em consideração o campo magnético terrestre).

**Explicação após observações feitas no simulador:**

---

---

b) Faça um desenho das linhas de campo magnético geradas pelo condutor reto percorrido por corrente elétrica.

**Desenho Previsto:**

**Observação:** Marque a opção “mostrar linhas de indução”, observe, analise o simulador e responda à pergunta novamente.

**Desenho após observações feitas no simulador:**

c) Qual a direção e o sentido do campo magnético gerado por um condutor reto percorrido por corrente elétrica?

**Previsão:**

---

---

**Observação:** Marque as opções “mostrar linhas de indução” e “mostrar sentido do campo”, observe, analise e responda a pergunta novamente (confirmando ou não sua previsão).

**Explicação após observações feitas no simulador:**

---

---

d) Marque a opção “**Intensidade B na direção X**” e explique a proporcionalidade que envolve as grandezas - campo, corrente e distância, ao aproximar e afastar-se o medidor “**indução magnética**” do fio condutor.

**Previsão:** \_\_\_\_\_

---

---

**Observação:** Aproxime e afaste-se o medidor “**Indução magnética**” do fio condutor e observe.

**Explicação após observações feitas no simulador:** \_\_\_\_\_

---

---

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL**

**Observação:** Antes de executar o experimento responda as questões procurando **predizer** o que ocorrerá em cada situação, faça suas anotações. Em seguida, execute (e observe) o experimento procurando **explicar** as diferenças (caso existam) entre o que você observou e o que você previu.

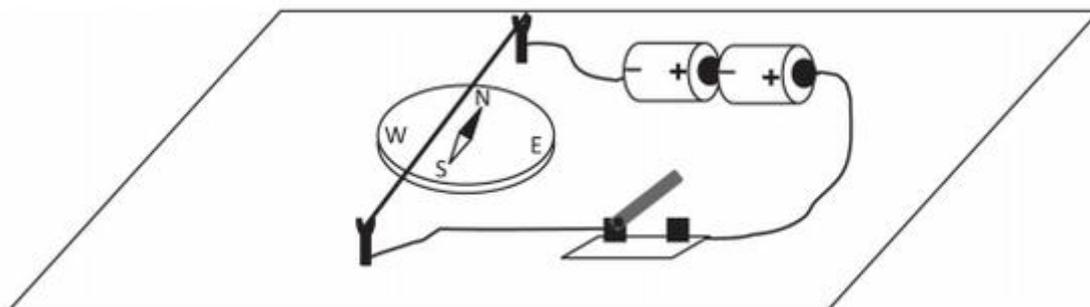
**Materiais:**

- 01 ou 02 pilhas de 1,5 V.
- 0,5 m de fio condutor.
- 01 bússola.
- 01 interruptor.

**Procedimento para o experimento real (o pesquisador auxiliará cada grupo na montagem do seu equipamento)**

1. Monte o equipamento de acordo com a Figura 43. Na Figura 43 tem-se o aspecto do experimento montado (manter o circuito aberto).

Figura 43 – Aspecto do experimento de Oersted (montado).



Fonte: [https://www.google.com.br/search?q=experimento+de+Oersted+em+pdf&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi\\_6OPK6\\_vWAhWCDZAKHV\\_HAUlQ\\_AUICygC&biw=1280&bih=694#imgrc=yctRcvca3c2zbM](https://www.google.com.br/search?q=experimento+de+Oersted+em+pdf&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi_6OPK6_vWAhWCDZAKHV_HAUlQ_AUICygC&biw=1280&bih=694#imgrc=yctRcvca3c2zbM):

**Questões:**

**A)** O que acontece com a agulha da bússola quando o circuito é fechado? Explique a causa para isso.

**Previsão:**

---



---

**Observação:** Feche o circuito no interruptor, observe a agulha da bússola e responda a mesma pergunta

**Explicação após observações feitas no experimento:**

---



---

**B)** O que acontece com a agulha da bússola ao inverter o sentido da corrente? Qual sua conclusão em relação a esse fenômeno?

**Previsão:**

---



---

**Observação:** Abra o circuito (desligando no interruptor), inverte de posição as duas pilhas (para inverter o sentido da corrente elétrica), depois feche o circuito e observe o comportamento da agulha da bússola.

**Explicação após observações feitas no experimento:**

---



---

Com relação a este guia POE, a integração das atividades experimental e computacional potencializa a aprendizagem dos estudantes, no sentido de que um campo magnético pode ser gerado por um condutor retilíneo percorrido por corrente elétrica. Nesse sentido, pode ocorrer de uma atividade complementar a outra, como por exemplo, o campo magnético fica visível na simulação computacional, porém não na atividade prática.

## APÊNDICE E - GUIA POE 2

**Conteúdo:** Campo magnético produzido por corrente elétrica em várias espiras

**Objetivos:**

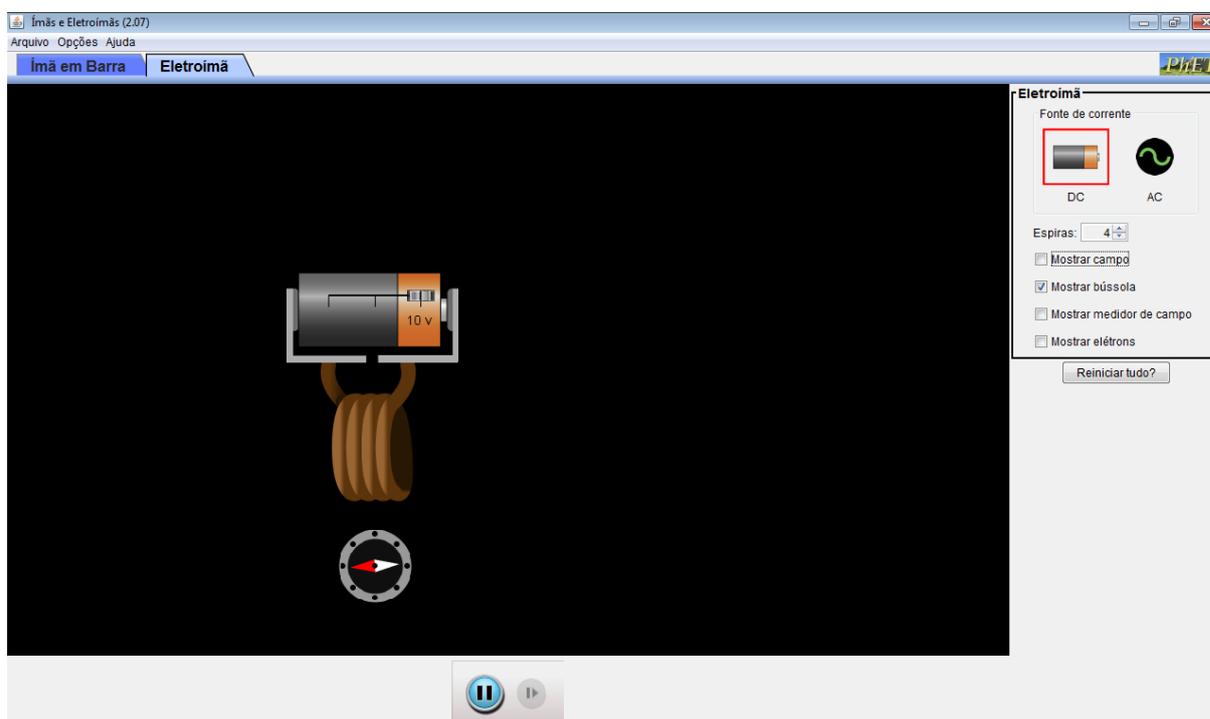
- Compreender a relação do campo magnético do solenóide com as fontes de corrente (AC ou DC);
- Analisar as configurações das linhas de campo magnético geradas pelo solenóide;
- Caracterizar a direção e sentido do campo magnético no interior de um solenóide percorrido por corrente elétrica.
- Observar a relação entre a intensidade do campo magnético e a quantidade de espiras de um solenóide;

**Atividade computacional:** simulação.

**Instruções para a simulação computacional (o pesquisador auxiliará cada grupo a se adaptar com o software)**

1. Abrir o simulador “Imãs e Eletroímãs” conforme com a Figura 44. Na Figura 44 tem-se o aspecto do Simulador “Imãs e Eletroímãs”.

Figura 44 – Aparência do Simulador Imãs e Eletroímãs.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets) (2017)

**Questões:**

**A)** Selecione as opções **DC** e depois **Mostrar elétrons**. Faça um desenho de como seria o campo magnético gerado pela espira.

**Desenho previsto:**

**Observação:** Selecione a opção **Mostrar campo**, observe.

**Desenho após observações feitas no simulador:**

**B)** O número de espiras influencia na intensidade do campo magnético? De que maneira? O campo magnético é maior nas proximidades das espiras ou quando mais afastado?

**Previsão:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Observação:** Aumente e diminua o **número de espiras** e observe. Confirmou-se ou não o que havia previsto? Explique a seguir.

**Explicação após observações feitas no simulador:**

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

**C)** Como se configura as linhas de campo magnético da espira quando a fonte de corrente é contínua (DC) e alternada (AC)? Existe alguma diferença?

**Previsão:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Observação:** Selecione as opções **DC** e **AC**, e observe o comportamento das linhas de campo magnético. Responda abaixo a mesma pergunta (confirmando ou não sua previsão).

**Explicação após observações feitas no simulador:**

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

## ATIVIDADE EXPERIMENTAL

**Observação:** Antes de executar o experimento responda as questões procurando **prever** o que ocorrerá em cada situação, faça suas anotações. Em seguida, execute (e observe) o experimento procurando **explicar** as diferenças (caso existam) entre o que você observou e o que você previu.

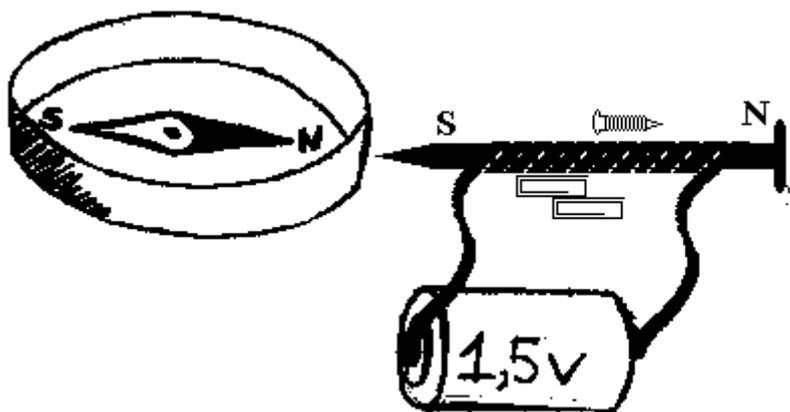
### Materiais:

- Aproximadamente 10 cm de fio elétrico comum;
- 01 pilha comum de 1.5 Volts;
- 01 Prego de aço 3/9;
- 01 Bússola;
- Materiais de teste: Moedas, cliques de papel, pregos pequenos etc;
- Porta Pilhas e duas conexões (jacaré) – opcionais.

### Procedimento para o experimento real (o pesquisador auxiliará cada grupo na montagem do seu equipamento)

1. Monte o equipamento de acordo com a Figura 45. Na Figura 45 tem-se o aspecto do experimento montado (manter o circuito aberto).

Figura 45 – Aspecto do experimento Eletroímã (montado).



Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

2. Para fazer o solenóide enrolar-se o fio condutor no prego. Deixar livre duas pontas do fio condutor de aproximadamente 2 cm de comprimento com as extremidades descascadas, para a conexão com a pilha.

3. Ligue as extremidades do fio condutor à pilha.

**Questões:**

**A)** Aproximando o eletroímã da lateral da bússola, o que acontecerá com a agulha da mesma?

**Previsão:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Explicação após observações feitas no experimento:**

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

**B)** O que acontece ao aproximar o eletroímã dos materiais de teste? E por quê?

**Previsão:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Explicação após observações feitas no experimento:**

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

**C)** Inverta as extremidades do fio condutor, ligue a pilha e observe ao aproximar da bússola. O que acontecerá? Explique.

**Previsão:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Explicação após observações feitas no experimento:**

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

Com relação ao guia POE 2, a atividade experimental e computacional podem se complementar e/ou integrar para o entendimento do campo magnético gerado por várias espiras (quando a corrente é AC ou DC), bem como auxiliam para compreender a configuração das linhas de campo magnético. Além disso, essas atividades podem ajudar na aprendizagem dos acadêmicos, a exemplo também, do comportamento da bússola que se dá de acordo com o sentido da corrente.

## APÊNDICE F - GUIA POE 3

**Conteúdo:** Corrente elétrica gerada por campo magnético

**Objetivos:**

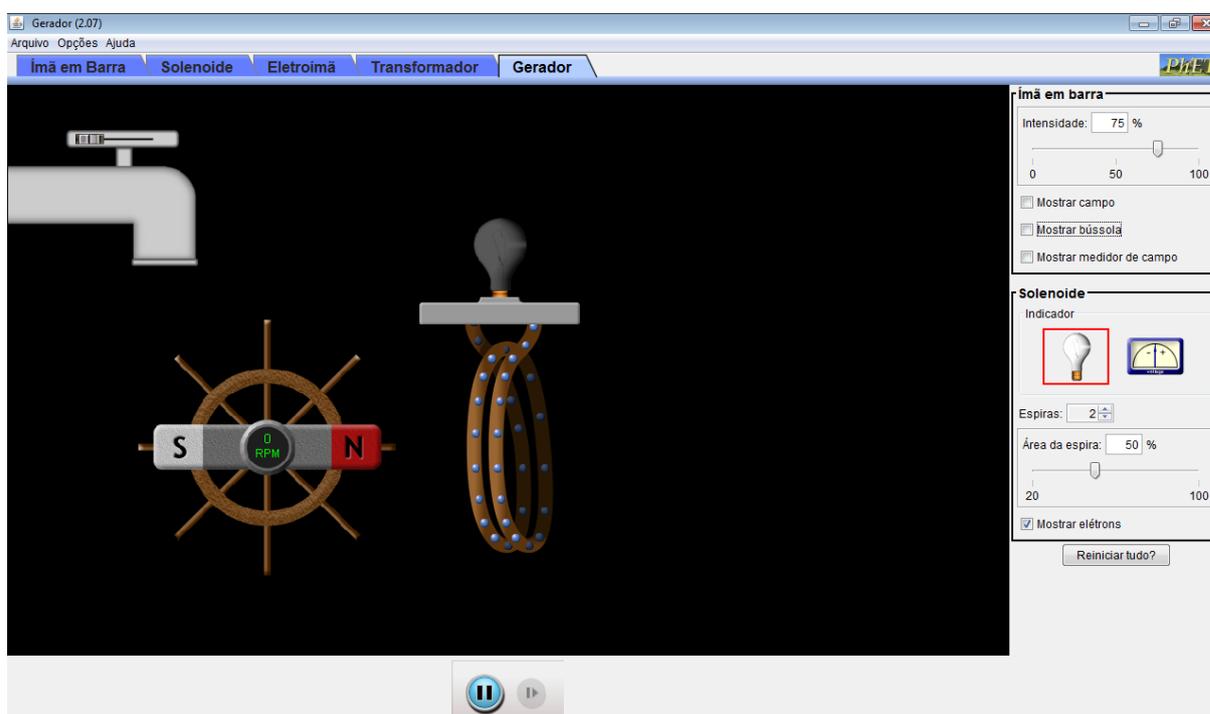
- Constatar que um ímã em movimento rotacional gera uma corrente induzida;
- Entender como é definido o fluxo magnético;
- Compreender que a indução eletromagnética está relacionada ao surgimento de uma fem induzida;
- Observar que uma fem induzida surge devido à variação do fluxo magnético;
- Identificar as diferentes formas de se variar o fluxo magnético;

**Atividade computacional:** simulação.

**Instruções para a simulação computacional (o pesquisador auxiliará cada grupo a se adaptar com o software)**

1. Abrir o simulador “Gerador” conforme com a Figura 46. Na Figura 46 tem-se o aspecto do Simulador “Gerador”.

Figura 46 – Aparência do Simulador Gerador.



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/generator](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator) (2017).

**Questões:**

A) O que acontece quando a queda de água começa ser acionada?

**Previsão:**

---

---

**Observação:** **Acione levemente a torneira** do simulador e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

**Explicação após observações feitas no software:**

---

---

B) O que é necessário para o brilho da lâmpada aumentar?

**Previsão:**

---

---

**Observação:** **Varie a queda de água** e observe o brilho da lâmpada. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

**Explicação após observações feitas no software:**

---

---

c) Além da variação queda de água, o que mais pode variar no brilho da lâmpada?

**Previsão:**

---

---

**Observação:** **Varie o número de espiras** e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

**Explicação após observações feitas no software:**

---

---

**D)** Afinal, o que produz a corrente elétrica alternada responsável por ligar a lâmpada?

**Previsão:**

---

---

**Observação:** Clique na opção **Mostrar campo** e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

**Explicação após observações feitas no software:**

---

---

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL**

**Observação:** Antes de executar o experimento responda as questões procurando **predizer** o que ocorrerá em cada situação, faça suas anotações. Em seguida, execute (e observe) o experimento procurando **explicar** as diferenças (caso existam) entre o que você observou e o que você previu.

**Materiais:**

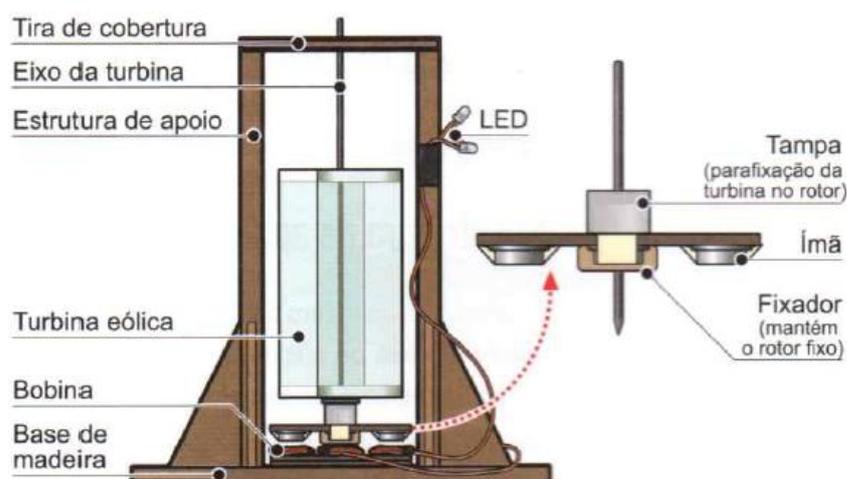
- 01 Garrafa de plástico de 2L e suas tampas;
- 01 espeto de churrasco;
- Madeira (o pesquisador informará as medidas na montagem);
- 02 pinos de madeira;
- 01 CD;
- 01 cortiça de garrafa de vinho;
- 1m fio de cobre esmaltado;

- 04 ímãs de neodímio (ou de discos rígidos de PCs);
- 04 arruelas com 2cm de diâmetro externo;
- 02 LEDs de 1,5 V

**Procedimento para o experimento real (o pesquisador auxiliará cada grupo na montagem do seu equipamento)**

1. Monte o equipamento de acordo com a Figura 47. Na Figura 47 tem-se o aspecto do experimento montado.
2. No dia da execução a turbina virá montada.

Figura 47 – Aspecto do experimento Turbina Eólica (montado).



Fonte: Valadares (2012, p. 297).

**Questões:**

**A)** O que é necessário para que o LED ascenda?

**Previsão:**

---



---

**Observação:** Utilize um ventilador (ligue na velocidade de rotação 1) para a turbina girar e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

**Explicação após observações feitas no experimento:**

---



---

**B)** A intensidade do brilho do LED sofre variação com a mudança de velocidade de rotação do ventilador (conseqüente da turbina)?

**Previsão:**

---

---

**Observação:** Para a turbina girar utilize um ventilador nas velocidades de rotação 1, 2 e 3, e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

**Explicação após observações feitas no experimento:**

---

---

**C)** Explique porque o LED brilha?

**Previsão:**

---

---

**Explicação após observações feitas no experimento:**

---

---

No guia POE3, a atividade experimental e computacional podem integrar-se no sentido de despertar a curiosidade e potencializar a aprendizagem dos estudantes, onde ambas visam constatar que um ímã em movimento rotacional gera uma corrente induzida. Essas atividades, também, possibilitam os acadêmicos observarem que uma fem induzida surge devido à variação do fluxo magnético.

**APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE RECEPTIVIDADE.**

01. Antes da execução das atividades experimentais (reais) e computacionais (virtuais) foram utilizados vídeos dentro do contexto das atividades. Como você avalia o uso desses vídeos?

---

---

---

02. Descreva sua experiência ao trabalhar com atividades experimentais (reais) integradas às computacionais (virtuais).

---

---

---

03. Você pôde identificar em algum momento que a eletricidade e o magnetismo são indissociáveis? Se sim, qual?

---

---

---

04. Você gostaria de trabalhar com as atividades experimentais (reais) integradas as computacionais (virtuais) em outros conteúdos de Física ou com outras disciplinas? Justifique.

---

---

---

05. Qual das atividades foi mais fácil ou difícil de trabalhar, a experimental (real) ou a computacional (virtual)?

---

---

---