

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação – FaE.

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG

Especialização em Ensino de Ciências por Investigação – ENCI VI

O uso de simuladores no ensino de Física: estudo da corrente induzida por meio de atividade investigativa.

Genilce Caldeira Souza Correia

Montes Claros
2016

Genilce Caldeira Souza Correia

O uso de simuladores no ensino de Física: estudo da corrente induzida por meio de atividade investigativa.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização Ensino de Ciências por Investigação do Centro de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientadora: Dilvana Maria Fiorini de Aguiar
Moreira

Montes Claros
2016

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a meu esposo José Milton e aos meus filhos Luiza Carla e Lucas Gabriel. Vocês são o meu maior tesouro. Não importa o quão difícil é o caminho, vocês estão sempre comigo.

AGRADECIMENTO

Á Deus, que em sua infinita misericórdia me permite viver uma vida agraciada.

Á minha família, por estarem sempre comigo, iluminando tudo com seu brilho inesgotável.

Aos tutores Santer Matos, Vania Dias e Francine Kateriny, e a minha orientadora Dilvana Maria Fiorini, recebam minha gratidão pela atenção e dedicação em minha formação ao longo do Curso.

Aos meus alunos que tornam possível e fascinante a longa jornada de construção do conhecimento deles e meu.

RESUMO:

Este trabalho propõe avaliar a eficácia do uso do *Simulador Phet* ((Physics Education Technology) da *University of Colorado Boulder*, disponível para uso livre, nas aulas de Física, para o Ensino Médio. Para isso, foi elaborada pela autora uma sequência didática com o objetivo de orientar os alunos durante a utilização do Simulador. O tópico de Física da sequência didática escolhido foi a introdução ao conteúdo de corrente induzida, da seção de Indução, em Eletromagnetismo. Como o conteúdo exige dos alunos um maior grau de abstração, foi definido que a professora iria manipular o simulador juntamente com eles. Com o propósito de investigar quais as variáveis Físicas interferem no aparecimento da corrente induzida num circuito.

O circuito virtual é detalhado no Simulador Phet e os alunos, com a orientação da mestra, participaram ativamente do processo de investigação do fenômeno e ao final da atividade elaboraram corretamente os conceitos envolvendo a corrente induzida, definida na Lei de Faraday. Os referenciais teóricos utilizados nesse estudo ressaltam em seus artigos as possibilidades que o uso do simulador acrescenta às aulas de Física, uma vez que este recurso pode ampliar o entendimento do aluno a cerca do conteúdo estudado. Este trabalho mostrou que a partir da manipulação livre do Simulador, foi possível que os alunos explorassem suas possibilidades, permitindo ao professor desenvolver o conteúdo de corrente induzida numa aula com viés investigativo.

Palavras-chave: Ensino de Física por investigação, Eletromagnetismo, Corrente induzida, Simulador Phet.

SUMÁRIO

1 – Introdução	08
2 – Justificativa	12
3 – Objetivo	14
4 – Referenciais Teóricos	15
5 – Metodologia	21
6 – Resultados	27
7 - Considerações Finais	31
8 – Referências	34
9 – Anexos	36

1 - INTRODUÇÃO.

A disciplina de Física mostra em seus vários ramos de estudo, uma faceta que exige do aluno habilidades matemáticas específicas, além de uma capacidade de abstrair para compreender integralmente este conteúdo. Um laboratório de práticas pedagógicas de Ensino de Física apresenta-se como uma das estratégias para suprir essas dificuldades além de despertar e manter o interesse dos estudantes para os temas, quase sempre complexos que o estudo da Física apresenta. Porém, esses laboratórios são dispendiosos para a maioria das escolas, que trabalha com carência de vários recursos. Em nossa prática de sala de aula, o que vemos são ações isoladas e de improviso, numa tentativa de aproximar os alunos de algumas atividades experimentais de Física. Mas, alguns temas continuam sem receber a devida atenção durante esses improvisos, em função de sua complexidade; por exemplo, o estudo da corrente induzida, em Eletromagnetismo, o que limita a possibilidade de improvisar ou utilizar materiais alternativos para demonstrar os fenômenos ou executar uma prática que permita ao aluno investigá-lo.

Desta forma, me propus a verificar a eficácia do uso de simuladores computacionais para o ensino de tópicos de Eletromagnetismo e como esse recurso pode ser utilizado numa aula de caráter investigativo.

Como professoras de Física, percebemos que o Eletromagnetismo é um dos tópicos estudados no Ensino Médio, que os alunos enfrentam grandes dificuldades em compreender. Tenho observado esse fato ao longo de pouco mais de uma década

de atuação em sala de aula com alunos de terceiro ano do Ensino Médio. Essas dificuldades também são apontadas no estudo de SOUZA (2012), onde ele afirma que *"Eletromagnetismo é um dos conteúdos da Física com maior dificuldade de aprendizagem pelos estudantes."* Uma hipótese levantada por PAZ (2007) é que a dificuldade apresentada pelos estudantes e que se transforma em obstáculo à aprendizagem do conteúdo de eletromagnetismo, deve-se *"à visualização espacial das interações entre as grandezas físicas; as relações matemáticas que envolvem estas grandezas."* (PAZ, 2007 p.25).

Diante dessas dificuldades enfrentadas pelos estudantes, entendemos que a utilização de diferentes estratégias de ensino para o estudo de conteúdos complexos e abstratos como o Eletromagnetismo, pode auxiliar os alunos a compreenderem os fenômenos e também a se interessarem por aprofundar esses estudos.

Segundo Silva (2014):

Com o avanço tecnológico e o aumento da disponibilidade e do fluxo de informações via internet, é necessário reaprender a conhecer, a comunicar, a ensinar e a aprender; a integrar o humano e o tecnológico; a integrar o individual, o coletivo e o social. (SILVA, 2014 p.340)

Os jovens querem inteirar-se das novas tecnologias; eles se sentem estimulados em utilizá-las e para tanto é preciso que os professores propiciem esses momentos, onde os alunos tenham acesso às tecnologias e experimentem o seu uso de maneira pedagógica e produtiva. Possibilitando que as aulas ganhem um dinamismo que é atraente para os alunos, além de vencer obstáculos como a inabilidade de

abstrair para entender o fenômeno. Essa dificuldade se torna recorrente no estudo de Eletromagnetismo e vai além da simples dificuldade de abarcar conceitos. Para Silva (2014):

A utilização de computadores no ensino contribui para o entendimento do aluno e torna as aulas tradicionais, que por muitas vezes podem se passar por monótonas na visão do aluno e até mesmo na do professor, em algo atrativo, despertando a curiosidade e tornando a aula mais dinâmica. Com o advento do computador no ambiente escolar e o uso de simulações e animações computacionais como instrumento didático é possível para o aluno potencializar e incorporar de forma significativa os conhecimentos adquiridos em sala de aula. (SILVA, 2014 p.340)

Os simuladores são softwares programados para permitir a experimentação de fenômenos em simulações computacionais. O software escolhido para este estudo é um simulador de física produzido pela Universidade do Colorado, nos Estados Unidos da América - Projeto PhET (Physics Education Technology) desenvolvido e disponibilizado pela universidade para livre utilização por professores. Uma das finalidades de utilizar um simulador é suprir a falta de laboratórios de Física, devidamente equipados na escola. O simulador *permite aos alunos fazerem conexões entre os fenômenos da vida real e a ciência básica, aprofundando a sua compreensão e apreciação do mundo físico. (FILHO, 2010)*

Com o simulador é possível visualizar fenômenos e as grandezas que influenciam direta ou indiretamente em sua ocorrência. Esses fenômenos nem sempre são possíveis de serem reproduzidos no ambiente escolar, por inexistência de um laboratório equipado devido aos custos dos materiais e a impossibilidade de utilizar

material alternativo; às vezes, pelo grau de periculosidade do experimento, entre outras.

Os simuladores computacionais permitem aos alunos acesso a esse mundo tecnológico que tanto os fascina e ainda possibilita aos professores aproximá-los de princípios fundamentais do estudo do Eletromagnetismo. Isso porque os alunos se mostram mais interessados, eliminando assim um grande empecilho ao processo de ensino aprendizagem, podendo ainda, investigar as variáveis envolvidas no fenômeno, e as chances de que o ensino do conteúdo tenha êxito aumentam. Não significa que o uso do simulador resolverá todos os problemas do processo de ensino aprendizagem, mas sim que ele pode funcionar como um facilitador, isoladamente ou atrelado a outros recursos.

2 - JUSTIFICATIVA.

A capacidade de abstração é uma habilidade necessária em vários conteúdos de Física, inclusive no estudo dos fenômenos eletromagnéticos. Dificulta o processo de aprendizagem dos estudantes, quando o professor utiliza apenas exposição teórica e figuras estáticas. O uso de simuladores para demonstrar a influência das grandezas que interferem nesse fenômeno preenche essa lacuna. A introdução do simulador, nas aulas de Física, estimula os estudantes e dinamiza o processo de ensino, por utilizar uma linguagem que lhes é familiar. Quando o aluno pode visualizar as várias possibilidades de um fenômeno e fazer inferências, o conteúdo é mais eficazmente absorvido. Os simuladores também possibilitam a execução de atividades investigativas relacionadas ao tema, o que é difícil de se conseguir num ambiente escolar, que em sua maioria não apresentam laboratório de Física e quando possuem o espaço físico não possuem materiais adequados para a realização das atividades.

Veja o que diz Lima, 2013:

As atividades de caráter investigativo podem se caracterizar como práticas experimentais, de campo e de laboratório; demonstrações; pesquisas; atividades para exploração de filmes; simulações em computador; atividades com bancos de dados; avaliação de evidências; de elaboração verbal e escrita de um plano de pesquisa, entre outros. (LIMA,2013)

Quando o professor se propõe a executar uma aula com o viés investigativo, o simulador resulta num instrumento propício por ser um recurso de baixo custo e

bem mais acessível que um tradicional laboratório de Física para experimentos pedagógicos.

Assim o estudo proposto será pertinente na verificação da eficácia do uso do simulador, se demonstrar o envolvimento e o aproveitamento dos alunos na atividade.

3 – OBJETIVO.

Elaborar e aplicar uma sequência didática baseada no uso do Simulador *Phet* (*Physics Education Technology*), da *University of Colorado Boulder*, disponível para uso livre, na introdução e desenvolvimento do tema Eletromagnetismo numa turma de 3º ano do Ensino Médio, durante a aula de Práticas de Laboratório, do Colégio Tiradentes da PMMG, em Montes Claros – MG , onde a autora desse estudo é professora de Física.

Pretende-se, com esta análise, verificar se esta ferramenta auxilia na aprendizagem do conteúdo escolhido (corrente induzida), e também se o uso do simulador possibilita uma aula com viés investigativo.

4 - REFERENCIAL TEÓRICO.

O magnetismo, fenômeno onde a magnetita, popularmente conhecido como ímã, atrai pedaços de ferro, é um fenômeno registrado desde o século VI a.c. na Grécia, na China e no Egito. (CARRON, 2006).

Este nome tão poético __ a pedra amante __ foi dado pelos chineses ao ímã natural ou pedra ímã. A pedra amante (tshu-shi) atrai o ferro, assim como a mãe amorosa atrai seus filhos. É interessante que os franceses, no extremo oposto do velho mundo, deram ao ímã um nome semelhante, porque em francês a palavra 'aimant' significa ímã e amante. (Yakov Perelman, citado por CARRON, 2006 p.634)

De início, o magnetismo foi considerado como mais uma força da natureza, manifestada apenas entre a pedra natural, magnetita e o ferro e também entre outras substâncias mais raras. Porém, por meio de um experimento realizado pelo Físico Dinamarquês Hans Christian Oersted, ocorre um grande avanço no conhecimento do magnetismo e sua estreita ligação com o fenômeno da eletricidade.

Um avanço científico, que contribuiu para o conhecimento mais profundo da natureza do magnetismo, veio com os experimentos realizados por Hans Christian Oersted (1777-1851) com a corrente elétrica, provando a relação entre o magnetismo e a eletricidade. (CARRON, 2006 p.634)

Em 1820, Oersted demonstrou que era possível obter campo magnético a partir da corrente elétrica. Porém, foi em 1831, que Michael Faraday (1791-1867) descobriu que a recíproca era verdadeira nesse caso: a variação do campo

magnético pode induzir o aparecimento do campo elétrico, fenômeno esse que se denomina *Indução eletromagnética*. Esse conhecimento alavancou o desenvolvimento tecnológico com a criação dos grandes geradores de eletricidade, das usinas hidrelétricas por exemplo, os motores elétricos utilizados na indústria e no transporte. (CARRON, 2006 p.660)

Conhecer a história da construção do conhecimento que detemos hoje é de grande valia para estabelecer com os estudantes a importância dessa evolução para o que temos hoje. Porém, isso por si só não basta. SOUZA (2012), como já citado aqui, afirma em seus estudos que o Eletromagnetismo é um dos conteúdos de Física de maior dificuldade para compreensão para os alunos. E PAZ (2007), sugere que um dos empecilhos seja a dificuldade que os estudantes encontram na visualização espacial das interações entre as grandezas físicas envolvidas no fenômeno Eletromagnético. O Simulador pode garantir a visualização e a investigação das variáveis envolvidas no fenômeno, pois *permite aos alunos fazer conexões entre os fenômenos da vida real e a ciência básica, aprofundando a sua compreensão e apreciação do mundo físico*. (FILHO, 2010)

O ensino de Física enfrenta há muito tempo grandes dificuldades na obtenção de resultados positivos, ou seja, a compreensão e aplicação do conteúdo ministrado.

O elevado número de reprovações em Física, nos vários níveis de ensino e em vários países, mostra bem as dificuldades que os alunos encontram na aprendizagem dessa ciência. (FIOLHAIS, 2003)

Verifica-se, por parte dos professores, uma grande frustração quanto à ineficiência do método de aula expositiva, mesmo que dialogada, e, aos alunos atribui-se um

baixo desempenho cognitivo e de habilidades matemáticas, incapacidade de abstração, além de muitas vezes não possuírem talento algum para o estudo de Física. Um dos fatores que torna essa disciplina tão difícil para os alunos é que ela engloba conceitos muitas vezes complexos e contra intuitivos. Essa característica da disciplina toma proporções ainda maiores quando esbarra no despreparo dos alunos e na ineficiência dos métodos de ensino tradicionais. (FIOLHAIS, 2003).

Também segundo Fiolhais (2003):

Não serão de admirar falhas na aprendizagem se conceitos complexos e difíceis de visualizar só forem apresentados de uma forma verbal ou textual. Deviam por isso ser divulgadas e encorajadas técnicas de instrução atraentes que coloquem a ênfase na compreensão qualitativa dos princípios físicos fundamentais. (FIOLHAIS, 2003)

Então, numa tentativa de sanar a dificuldade de abstração que os alunos apresentam, proponho o uso de simuladores computacionais para o estudo de um conteúdo específico de Física e que apresenta um grau significativo de complexidade: o Eletromagnetismo. Conforme citado anteriormente, neste estudo, SOUZA (2012) afirma que *Eletromagnetismo é um dos conteúdos da Física com maior dificuldade de aprendizagem pelos estudantes*. Isso se dá principalmente pela impossibilidade de visualização das interações das grandezas físicas envolvidas no fenômeno e suas relações matemáticas. (PAZ, 2007, P.25)

O uso de simuladores, por permitirem a visualização das variáveis envolvidas no fenômeno Eletromagnético, pode facilitar o entendimento desse fenômeno por parte dos alunos, segundo afirma Fiolhais (2003):

A utilização de software apropriado, por exemplo de simulação, para além do apoio computacional na realização de experiências e na apresentação audiovisual, pode facilitar o ensino. (FIOLHAIS, 2003)

Não afirmo que com isso toda a gama de insucessos no ensino da Física estará resolvida, mas o uso dos simuladores funciona como um estímulo facilitador para os alunos e podem representar uma significativa melhora no rendimento do processo de ensino aprendizagem, pois os professores terão a sua disposição novos meios para transmitir o conteúdo e os alunos por sua vez, novas maneiras para aprender. As simulações computacionais podem ser bastante úteis, principalmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida no ambiente escolar. (NOGUEIRA, 2000)

A inserção do computador nas escolas, como instrumento de ensino adicional às aulas convencionais, vem crescendo progressivamente em todo o mundo. Naturalmente, sua utilização tem se tornado uma tendência global, sendo que vários pesquisadores da área de ensino têm se dedicado ao tema. (NOGUEIRA, 2000)

Desde a entrada dos computadores na escola os docentes vêm procurando meios de utilizá-los a fim de otimizar o processo de ensino. Em se tratando do ensino de Física, o uso torna-se uma necessidade, quando nos deparamos com conteúdos como o Eletromagnetismo. Para Nogueira (2000):

No que concerne ao ensino da Física, todas as séries apresentam tópicos que envolvem conceitos técnicos e cálculos, onde as situações virtuais criadas no computador oferecem importante auxílio a aprendizagem de tais conceitos. (NOGUEIRA, 2000)

E mais, Martins, 2013, afirma que:

A experimentação simulada por computador também pode ser usada como uma forma de realizar investigações no Ensino de Ciências. Por intermédio desse tipo de atividade, é possível simular experimentos complexos, que demandam equipamentos, tempo e outros recursos que, normalmente, não estão disponíveis nas escolas, em geral. Assim as simulações criam oportunidades para se explorarem conceitos mais complexos do que uma atividade prática "real" poderia fazer, além de propiciar a vivência de aspectos da atividade científica que, dificilmente, são contemplados nas aulas de Ciências.

Sabe-se que o sucesso no processo de aprendizagem por parte do aluno extrapola o método e o software utilizado e passa também pela disposição do discente em aprender, como afirma Nogueira (2000):

Sabe-se que o sucesso do aluno não depende exclusivamente de suas concepções, mas também da interação do aluno com o programa de computador e sua pré-disposição em aprender.

Um simulador apresenta características de uma aula investigativa, desde que, segundo Martins, 2013:

Para possibilitar a prática de atividades investigativas, uma simulação deve permitir que o usuário altere um conjunto de fatores que interferem na realização do fenômeno. Desse modo, ele pode elaborar questões variadas, que serão respondidas com a alteração dos fatores __ variáveis. (MARTINS,2013)

A fim de verificar se o uso do Simulador *Phet (Physics Education Technology)* auxilia na aprendizagem do conteúdo escolhido (corrente induzida) e se esta ferramenta

possibilita uma aula com viés investigativo, este estudo propõe a elaboração de uma sequência didática baseada no uso de simulador computacional *Phet (Physics Education Technology)* ao conteúdo de corrente induzida, da seção de Indução, em Eletromagnetismo. e sua aplicação em uma turma de alunos de 3º ano do Ensino Médio, em uma escola pública de Montes Claros – MG.

5 - METODOLOGIA.

Foi utilizada uma sequência didática (vide anexo I) para uso do simulador *Phet* (*Physics Education Technology*) na introdução do conteúdo de Eletromagnetismo para alunos do 3º ano do Ensino Médio, em uma escola pública de Montes Claros.

Segundo Martins (2013), as sequências ou roteiros de atividades investigativas podem apresentar diferentes graus de liberdade de ação dos estudantes e de interferência do professor. De acordo com esse autor, existem três tipos de investigação: (I) Estruturada, (II), Semiestruturada e (III) Aberta.

O presente estudo baseou-se numa atividade investigativa do tipo Estruturada, uma vez que os alunos receberam uma orientação prévia do que era esperado e estavam limitados ao que o Simulador permitia explorar.

Para MARTINS, 2013:

Em uma investigação estruturada, o professor, oralmente ou por meio de um roteiro, propõe aos estudantes um problema experimental para eles investigarem, fornece os materiais, indica os procedimentos a serem utilizados e propõe questões para orientá-los em direção a uma conclusão. Os estudantes devem descobrir relações entre variáveis, cuja importância foi apresentada pelo professor, ou produzir generalizações a partir dos dados coletados. (MARTINS, 2013)

Um fator contra essa atividade é que as variáveis já são pré-definidas pelo Simulador, não permitindo ao estudante a liberdade de escolhê-las. (MARTINS, 2013)

A sequência didática foi aplicada da seguinte forma:

A turma escolhida para o estudo foi do 3º ano do Ensino Médio, composta por 20 alunos, uma vez que a atividade foi desenvolvida numa aula de laboratório. A turma que originalmente compreende 40 alunos, é dividida em 2 grupos, pela ordem alfabética da lista de chamada.

Participou deste estudo, o grupo 1, com 16 alunos presentes no dia. A atividade compreendeu 2 horas/aula. Esse grupo de alunos foi direcionado para o laboratório de informática, onde foram divididos em 4 grupos de 4 alunos cada, para a realização da atividade. Esses grupos serão designados aqui no estudo como grupo 1, grupo 2, grupo 3 e grupo 4. Cada grupo estava com um computador com acesso a internet à sua disposição.

A professora, após uma breve revisão sobre a corrente elétrica, tema já estudado, questionou aos alunos sobre as maneiras de gerar a corrente elétrica. A seguir, eles foram instruídos a acessarem o link https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_pt_BR.html de acesso ao Simulador Phet. Como os alunos já eram familiarizados com o uso do Phet, em função de aulas anteriores, bastou disponibilizar o link de acesso. A professora especificou que o item a ser trabalhado seria a Lei de Faraday, e o que era esperado deles, ou seja, que, ao manipularem os elementos disponíveis, acendessem a lâmpada que aparece na tela do simulador. Então, os alunos ficaram livres para manusear os elementos do simulador, com a constante observação da professora.

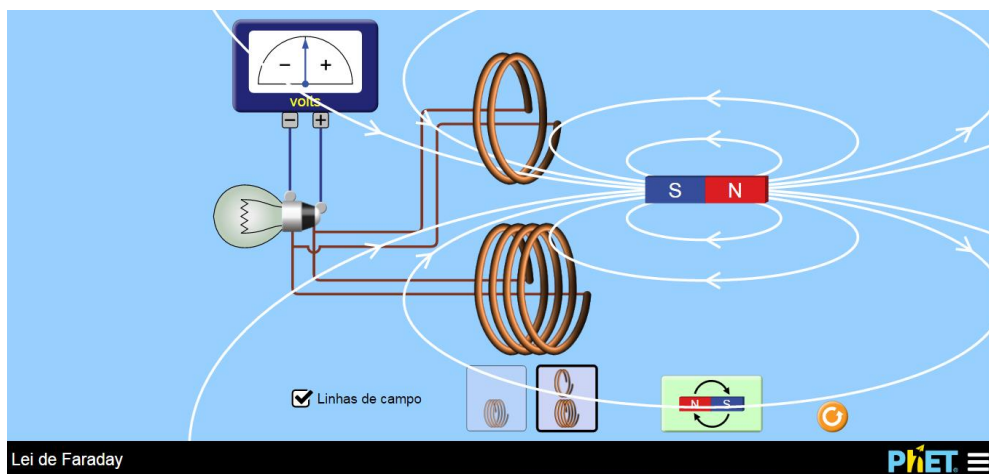


FIGURA 1 – Dados fonte de pesquisa.

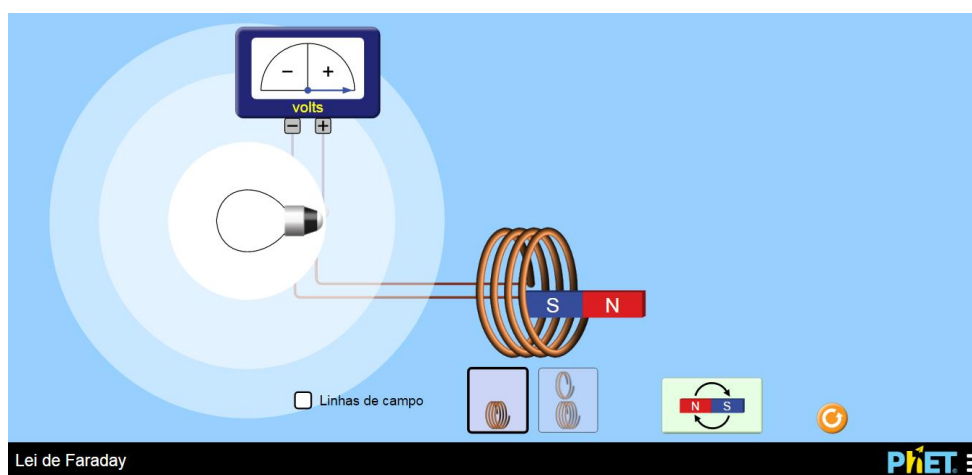


FIGURA 2 – Dados fonte de pesquisa.

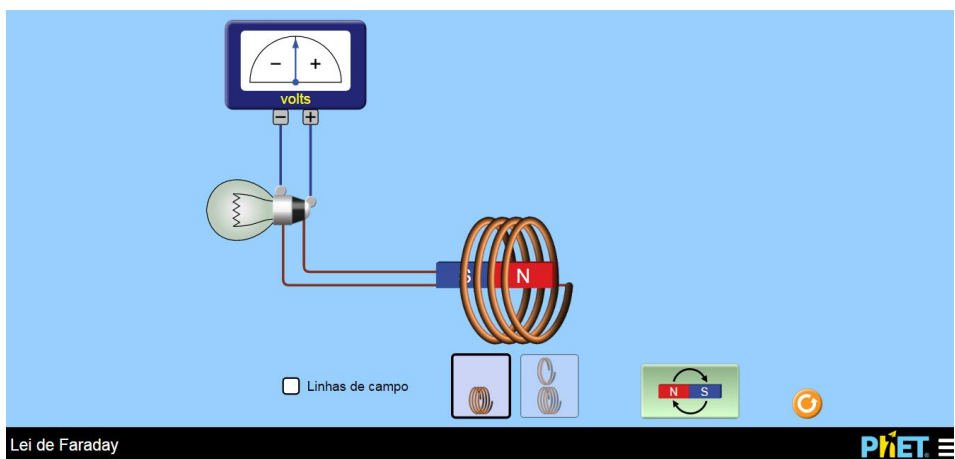


FIGURA 3 – Dados fonte de pesquisa.

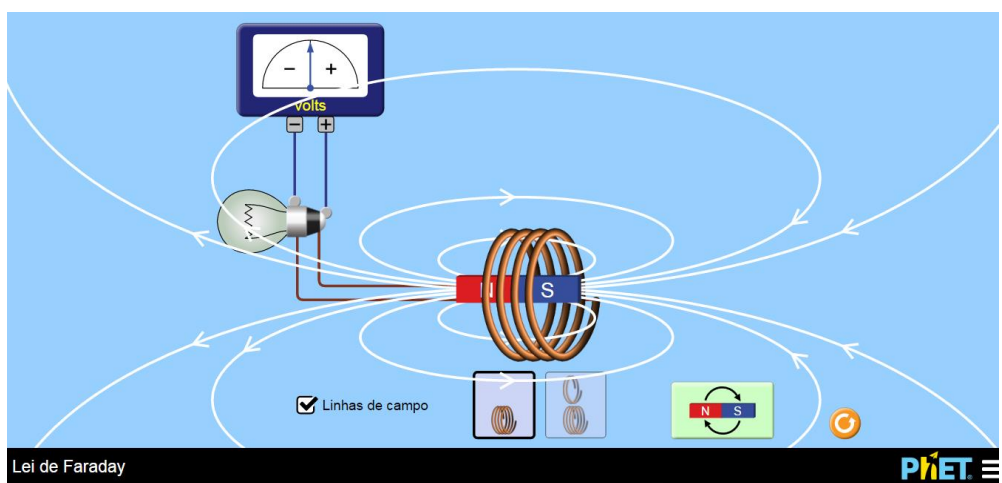


FIGURA 4 Dados fonte de pesquisa.

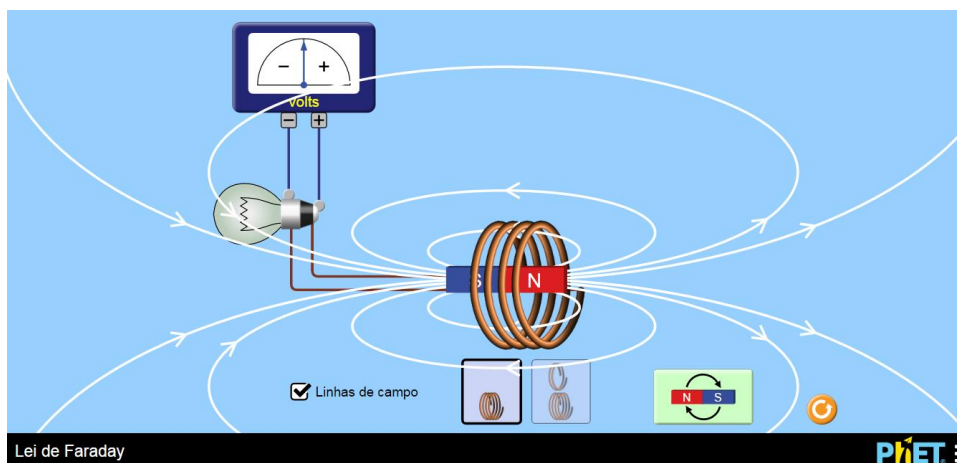


FIGURA 5 - Dados fonte de pesquisa.

A aula ficou um pouco tumultuada, porque os alunos, ao manipularem o simulador, queriam explicações sobre os efeitos que visualizaram, em função das variáveis que estavam sendo alteradas. Mas a professora solicitou que eles fossem anotando as perguntas e que mais a frente, todos poderiam socializar as observações e perguntas e então procurariam as respostas.

As figuras acima (Figura 1 a 5), mostram algumas das telas originadas da manipulação dos estudantes ao Simulador.

Após certo tempo os alunos foram instruídos a reelaborarem as observações que fizeram sobre o fenômeno visto e a seguir foram novamente reunidos em um único grupo, para socializarem-nas.

Enquanto eles iam expondo as observações feitas e as conclusões a que chegaram, todo o grupo selecionava os pontos mais importantes e esses eram anotados no quadro.

Após constatar, pela ativa participação dos alunos, que todos haviam compreendido a relação entre as variáveis envolvidas no fenômeno, solicitei que cada grupo elaborasse um parágrafo explicando a relação entre o fenômeno observado e as variáveis envolvidas.

Esse material, juntamente com a observação da participação e contribuição de cada aluno durante a atividade foi utilizado como instrumento de avaliação.

Depois de também socializarem a redação do texto acerca do fenômeno observado e todos concordarem que estavam todos corretos e continham elementos pertinentes, a aula foi encerrada com uma breve explicação teórica por parte da professora, utilizando o próprio simulador como recurso pedagógico, numa aula expositiva dialogada, que contou com a participação ativa dos alunos. Onde eles demonstraram ter compreendido a relação das variáveis envolvidas no fenômeno de geração de corrente elétrica por indução.

6 - RESULTADOS.

Foi elaborada e aplicada, pela autora desse trabalho, numa turma de 3º ano do Ensino Médio, em uma escola pública de Montes Claros – MG, uma sequência didática com o propósito de verificar se o uso do Simulador *Phet* auxiliava os estudantes na aprendizagem do conteúdo de corrente induzida, em Eletromagnetismo e se esta ferramenta possibilitaria uma aula com viés investigativo.

A atividade foi realizada em novembro de 2015, para ficar em consonância com o período pré-determinado para o conteúdo de corrente induzida, da seção de Indução, em Eletromagnetismo, no planejamento anual da disciplina, elaborado e aprovado juntamente com o setor pedagógico da escola.

Os alunos participaram da aula com entusiasmo e dispostos a investigarem o fenômeno. Isso ficou evidente ao longo de toda a aula, pela atitude que os alunos demonstraram individualmente e em grupo. As observações que eram feitas por cada aluno no grupo foi debatida e buscavam sempre um consenso para registrá-la.

Durante a socialização das observações e das prováveis respostas à questão inicial ___"como a corrente elétrica pode ser gerada?" ___ todos falaram e foram ouvidos com o mesmo grau de interesse. Ao fim, tínhamos vários pontos relevantes anotados no quadro por escolha dos próprios alunos.

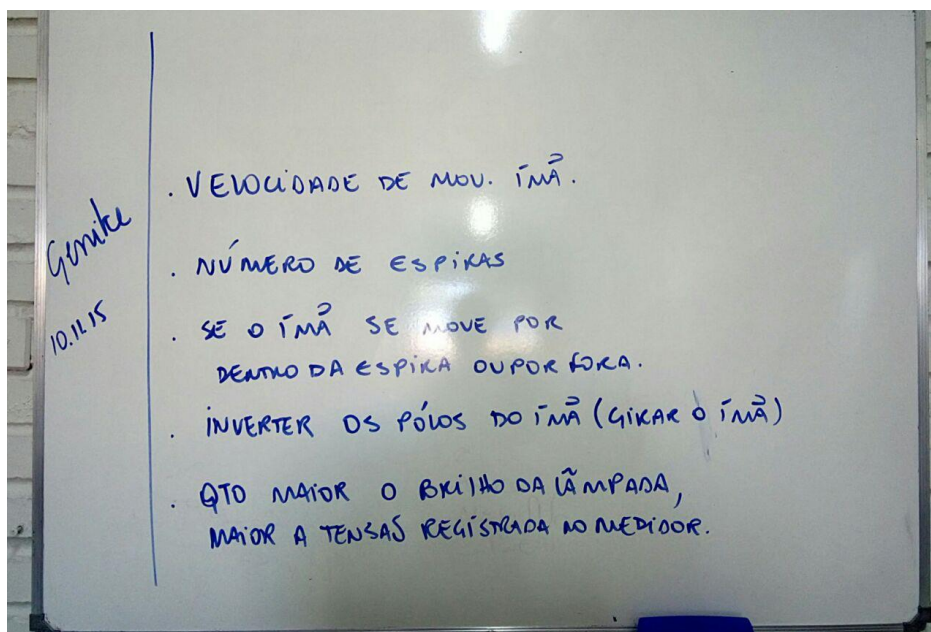


FIGURA 6 – Dados fonte de pesquisa.

Os alunos demonstraram ao final da atividade que reconheciam a relação entre a corrente produzida com o movimento do ímã. E, após a socialização das observações, momento em que eles puderam compartilhar com os colegas suas impressões, observações e explicações para as perguntas que elaboraram ao longo da atividade, eles foram capazes de relacionar, também, a concentração de linhas de campo com a diferença de potencial registrada no voltímetro do Simulador e a consequente produção de corrente elétrica. Martins, 2013, explica que:

Outra vantagem das simulações consiste no fato de que elas permitem a incorporação de elementos não-observáveis aos fenômenos investigados. As simulações, por assim dizer, fundem elementos do mundo dos objetos e eventos com o mundo dos conceitos e teorias. O que pode ser observado é de certo modo, fundido ao que é apenas concebido ou imaginado. (MARTINS,2013)

Ao longo de toda a atividade os alunos foram estimulados a levantarem hipóteses sobre possíveis respostas para os eventos que visualizavam no Simulador. E motivados a selecionarem as mais pertinentes e satisfatórias.

Todos os alunos participaram na eleição das observações que eram mais importantes demonstrando que haviam compreendido a relação entre as variáveis e o fenômeno. Segue abaixo a transcrição do parágrafo, elaborado por eles, explicando a relação entre o fenômeno observado e as variáveis envolvidas. Como já definido antes os grupos serão designados como grupo 1, grupo 2, grupo 3 e grupo 4.

Grupo 1

Sempre que a lâmpada brilhava mais o voltímetro da tela mostrava uma voltagem máxima. As vezes para um lado, as vezes para o outro lado. Pois quando ela brilhava mais era porque estava recebendo uma corrente elétrica maior. Usando o condutor com mais voltas a lâmpada brilha mais (corrente produzida é maior) quando passamos o ímã por dentro dela.

Grupo 2

As linhas do campo magnético do ímã tem o sentido alterado quando invertemos os polos do ímã e o voltímetro também inverte a posição do ponteiro. A lâmpada não permanece ligada, ela fica piscando. Pois toda vez que inverte o movimento, ou os polos do ímã altera o sentido da corrente que é produzida na espira.

Grupo 3

O movimento do ponteiro do voltímetro depende do brilho da lâmpada. Ou seja, toda vez que a lâmpada brilha mais, porque esta recebendo uma corrente elétrica

mais intensa o voltímetro acusa uma tensão proporcional a essa corrente. E ele altera a posição do ponteiro, ora para um lado ora para o outro, porque a corrente também tem o sentido alterado, por causa do movimento do ímã. Só de inverter os polos do ímã na frente da bobina, aparece a corrente e a lâmpada acende.

Grupo 4

Quando movimentamos o ímã devagar a lâmpada brilha menos, por pouco tempo. Se movimentarmos rápido ela brilha mais. O número de voltas do condutor é importante. É legal ver as linhas do campo mudando de sentido quando invertemos os polos do ímã. A lâmpada acende porque há passagem de corrente.

Para finalizar a aula, esses textos foram socializados e analisados por todos e a seguir a professora, utilizando o próprio simulador, arrematou as conclusões dos próprios alunos numa aula expositiva dialogada.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A proposta dessa pesquisa é verificar a eficácia do uso do simulador Phet, e como esse recurso pode ser utilizado numa aula de caráter investigativo.

O conteúdo foi escolhido, baseando-se na dificuldade que os alunos apresentam na compreensão do fenômeno eletromagnético__ produção de corrente induzida. como afirma SOUZA, (2012) e PAZ (2007) em seus artigos. Essa dificuldade mostra-se principalmente pela dificuldade de inter-relacionar as grandezas físicas envolvidas no fenômeno. (PAZ, 2007, p.25)

A utilização de um recurso tecnológico na aula de Física, contribuiu para a otimização do entendimento dos alunos e transformou um tema que poderia ser maçante para eles em uma aula atrativa, curiosa e dinâmica. O que também é descrito por SILVA (2014, p.340).

A escolha do Simulador Phet, foi baseada no estudo de Lima (2013) e Fiolhais (2003), onde eles indicam o uso desse recurso na execução de aulas de caráter investigativo. E o presente estudo mostrou que o manuseio do Simulador para introdução do tema Corrente induzida, colocando para os alunos uma pergunta como ponto de partida, instigou-os a investigarem o fenômeno simulado a fim de elaborarem possíveis respostas ao que foi questionado. Nesse processo, eles elencaram as grandezas físicas relacionadas ao fenômeno estudado, o que foi primordial para o sucesso da atividade.

Martins (2013), afirma que *a experimentação simulada por computador também pode ser usada como forma de realizar investigações no Ensino de Ciências*. Fato comprovado nessa pesquisa, uma vez que os alunos foram levados a alterar um grupo de variáveis que poderiam interferir no fenômeno. Assim, o próprio aluno elaborou questionamentos e no simulador construiu suas respostas, investigando as várias possibilidades e combinações que este lhe permitia. Esse fato corrobora a afirmativa de Martins (2013):

Para possibilitar a prática de atividades investigativas, uma simulação deve permitir que o usuário altere um conjunto de fatores que interferem na realização do fenômeno. Desse modo, ele pode elaborar questões variadas, que serão respondidas com a alteração dos fatores __ variáveis. (MARTINS, 2013)

Os alunos mostraram-se dispostos a executar a atividade da melhor forma possível, o que foi de grande importância para o sucesso desta.

Sabe-se que o sucesso do aluno não depende exclusivamente de suas concepções, mas também da interação do aluno com o programa de computador e sua pré-disposição em aprender. (NOGUEIRA, 2000)

De fato assim como afirmam, Silva (2014), Filho (2010) , Martins (2013), e essa pesquisa confirmou, o simulador possibilitou a execução de uma aula com caráter investigativo, de forma estruturada, onde a participação ativa dos alunos garantiu que, ao final, a compreensão do fenômeno estudado fosse adquirida por todos os participantes. O que foi evidenciado na pertinência das observações e conclusões elaboradas oralmente por eles. Os alunos também relataram que "*Quando a aula é no simulador ou no laboratório e nós podemos manipular, fuçar tudo até descobrir*

como funciona, de que maneira o fenômeno acontece, o que que tem a ver as contas que fazemos, as fórmulas, com o conteúdo, fica tudo mais fácil. Assim aprender Física é quase um prazer e qualquer um pode entender". (Depoimento da aluna MJ, durante o fechamento da aula)

Por tudo o que foi observado pela autora dessa pesquisa, pelos relatos dos alunos partícipes dessa atividade, e pela plena compreensão acerca do conteúdo que os alunos apresentaram ao final da aula, conclui-se que o simulador pode ser usado como um recurso em uma aula com caráter investigativo, desde que o professor permita que os alunos tenham liberdade de investigar os elementos apresentados no simulador, para que eles tenham a chance de questionarem o que estão vendo e elaborarem respostas plausíveis para suas perguntas, recorrendo ao conhecimento já adquirido e aos novos, que podem ser construídos durante a atividade.

Essa aula exige um grau de planejamento maior, para que o professor possa orientar os estudantes estimulando-os a dar significado ao que é observado ao manipular o simulador, e contendo-se para não elucidar todas as dúvidas da turma. Dessa maneira a aula de Física pode ser aprazível e de fácil compreensão para todos os alunos, além de desenvolver neles a habilidade de tratar os fenômenos Físicos com um olhar mais curioso e investigativo.

8 - REFERÊNCIAS:

CARRON, Wilson. As faces da Física, vol. único. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2006.

FILHO, Geraldo Felipe de Souza. *Simulações Computacionais para o Ensino de Física Básica: Uma Discussão sobre Produção e Uso*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Rio de Janeiro: UFRJ / IF, 2010. Disponível em <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/>> Acesso em 08 de junho de 2015.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. *Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259–272, set. 2003. Disponível em http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259.pdf . Acesso em 08 de junho de 2015.

LIMA, Maria Emília Caixeira e Castro; MARTINS, Carmem Maria de Caro. Ensino de Ciências com Caráter Investigativo A. Apostila do curso ENCI VI. UFMG, 2013.

MARTINS, Carmen Maria de Caro; SILVA, Nilma Soares da. Ensino de Ciências com Caráter Investigativo B. Apostila do curso ENCI VI. UFMG, 2013.

MARTINS, Carmen Maria de Caro; SILVA, Nilma Soares da. Ensino de Ciências com Caráter Investigativo B. Caderno de experimentos do curso ENCI VI. UFMG, 2013.

NOGUEIRA, J. DE S. et al. *Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 4, p. 517–522, dez. 2000. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_517.pdf Acesso em: 08 de junho 2015.

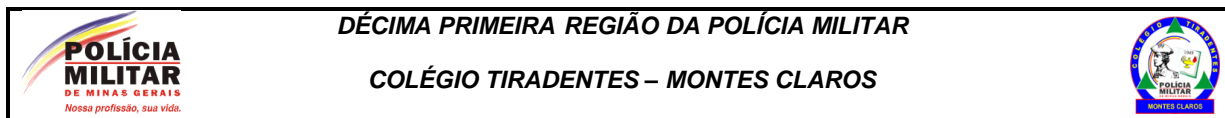
PAZ, A. M. *Atividades Experimentais e Informatizadas: Contribuições para o Ensino de Eletromagnetismo*. 2007. 228 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/90462?locale-attribute=en>> Acesso em 06 junho 2015.

SILVA, Beatriz Barbosa. FERREIRA, Fernando Cesar. *O uso de simulações computacionais na formação continuada de professores de matemática que assumem aulas de física no ensino médio*. Cad. Ed. Tec. Soc., Inhumas, v. 7, p. 338-354, 2014. Disponível em: <<http://cadernosets.inhumas.ifg.edu.br/index.php/cadernosets/article/view/210/119>> Acesso em 01 junho 2015.

SOUSA, José Mauro. *Objetos de aprendizagem e o ensino de conceitos de eletromagnetismo no ensino médio*. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012. Disponível em <<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0039931.pdf>>. Acesso em: 01 junho 2015.

9 – ANEXOS.

ANEXO I



SEQUÊNCIA DIDÁTICA

CORRENTE INDUZIDA

Relembrando:

Sabemos que no fio condutor existe um grande número de elétrons livres. Esses elétrons ficarão sob a ação de uma força elétrica devida ao campo elétrico que pode ser estabelecido, por exemplo ligando o fio aos extremos de uma pilha e, sendo eles livres, entrarão imediatamente em movimento. Como os elétrons possuem carga negativa, esse movimento terá sentido contrário ao do campo aplicado. Portanto, o estabelecimento de um campo elétrico em um fio metálico provoca um fluxo de elétrons nesse condutor, fluxo esse que é denominado corrente elétrica.

No passado, somente energia química (pilhas, baterias) era convertida em energia elétrica. Mas esse processo não é adequado para produzir grandes quantidades de energia elétrica, como as necessárias para iluminar nossas cidades ou alimentar as indústrias.

Fonte: MÁXIMO, Antônio. ALVARENGA, Beatriz. *Curso de física. Vol 3. 5ªed. São Paulo: Scipione, 2000.* (pag. 93, 224)

Então, como a energia elétrica que você utiliza e que é transportada pela corrente elétrica, como já vimos, é produzida nos dias de hoje?

Com esse simulador você poderá induzir o aparecimento de uma corrente elétrica utilizando-se de vários procedimentos envolvendo um ímã. Para isso você precisa provocar a variação dos elementos que aparecem no simulador.

Procedimento:

- Acesse o site https://phet.colorado.edu/sims/faradays-law/faradays-law_pt_BR.html
- O objetivo principal é fazer a lâmpada emitir luz, pelo maior tempo possível e com maior intensidade.
- Vocês estão livres para manipular o simulador e registrar por escrito suas observações.
- Observações do grupo:
- Para nortear suas observações utilize as questões abaixo e a seguir socialize as respostas do grupo.
 - 1- Quais as grandezas envolvidas no funcionamento da lâmpada que vocês conseguiram determinar ?
 - 2- Qual a influência da velocidade de movimentação do ímã no brilho da lâmpada?
 - 3- Você consegue explicar a diferença entre o movimento do ímã através da bobina grande em relação a menor bobina?