



COMPREENDENDO A LEI DE INDUÇÃO DE FARADAY COM OBJETO DE APRENDIZAGEM DA PLATAFORMA PHET

Adelmo Artur de Aquino ¹
Murilo Carvalho Feitosa ²
Anábia Vitória Fernandes ³
Otávio Paulino Lavor ⁴
Antônio Diego Silva Farias ⁵

RESUMO

No ensino-aprendizagem de eletromagnetismo, existem situações em que o público envolvido se encontra com conceitos abstratos e falta de motivação. Um exemplo é a lei de indução de Faraday que relaciona campos elétricos e magnéticos. Diante desta temática, propõe-se o desenvolvimento de uma atividade que inclui um objeto de aprendizagem aliado a apresentação dos conceitos. O objeto de aprendizagem utilizado é do tipo simulação e objetiva a investigação da lei de Faraday e como um fluxo de campo magnético é capaz de produzir uma corrente induzida. Os testes apontam para uma aprendizagem satisfatória em que todos envolvidos puderam se apropriar dos conceitos de indução e destacaram que as atividades são interativas e motivantes, donde conclui-se que recursos de simulação contribuem para aprendizagem de eletromagnetismo.

Palavras-chave: Motivação; Recurso tecnológico; Simulação computacional; Objeto de Aprendizagem.

INTRODUÇÃO

A busca pela modernização do ensino sempre foi um dos pilares do aprimoramento da educação desde o nível mais básico até o ensino superior, e essa evolução dos sistemas educacionais tradicionais têm sido um grande desafio para países em desenvolvimento. No Brasil, mesmo com o incentivo e financiamento a grande maioria das escolas de ensino básico não conseguem acompanhar o ritmo de inserção de tecnologias para o auxílio na educação como um todo (PEREIRA, 2017). Problemas semelhantes a esse se propagaram também nos cursos de

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, artur-aquino1@hotmail.com;

² Graduando pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), murilocfeitosa@gmail.com;

³ Graduanda pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), anabia-vitoria13@hotmail.com;

⁴ Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor Adjunto na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, otavio.lavor@ufersa.edu.br;

⁵ Professor orientador: Doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor Adjunto na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, antonio.diego@ufersa.edu.br;



graduação, no entanto observa-se uma maior imersão na tentativa de inserir e tornar comum o uso dos recursos tecnológicos para o ensino das mais diversas áreas do conhecimento.

À vista disso, a implementação de Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTICs) no ensino, tornou-se um fator propulsor no que tange as metodologias de ensino, principalmente no ensino de ciências exatas, o qual requer um repositório de ferramentas mais específicas para tal finalidade, uma vez que o método científico acaba tornando-se abstrato para os alunos, logo, a utilização desses mecanismos facilitam não somente a interlocução entre o professor e aluno, mas também a internalizar conceitos que antes eram demasiadamente complexos.

Fortes questionamentos são levantados quando refletimos sobre as metodologias e práticas pedagógicas empregadas na educação. Apontamentos relevantes são corriqueiros no que diz respeito as lacunas observadas, tanto no ensino quanto na aprendizagem. Numa perspectiva mais atual, é evidente a ausência de métodos eficazes, também ocorrente no uso de recursos computacionais.

Avaliando os cenários descritos, e baseando-se no pensar dos autores e teóricos estudados, julgamos imprescindível contornar essas conjecturas de forma a questionar as abordagens do ensino nas muitas esferas histórico-sociais da educação, vislumbrando-se nas principais escolas pedagógicas até as perspectivas da sociedade moderna, essencialmente frente às NTIC's. Embora o uso eficiente e a integralização desses recursos sejam um fator condicionante para obter sucesso no que diz respeito as metas objetivadas, é importante ressaltar que as novas tecnologias não substituem as demais práticas, muito menos resolverá todos os problemas enfrentados. Nesse sentido, deve-se encarar estas ferramentas como recursos que complementam e auxiliam no planejamento e nos processos de ensino-aprendizagem.

Logo, mostra-se viável e promissor a implementação desses métodos de forma a corroborar com as reflexões e estratégias voltadas pra aprendizagem significativa dos conteúdos e problemas apresentados (independente do cunho ou âmbito educacional), bem como no desenvolvimento do pensar crítico, na concepção da educação como processo de desenvolvimento individual, e na autorrealização e colaboração social, a utilização destes mecanismos tecnológicos poderá, e deve, ser o grande fator propulsor para o desenvolvimento de um pensamento crítico, científico e social (GADOTTI, 2019).

Nesse sentido, caracterizamos esse estudo, que ocorre com discentes voluntários de diversos da área de ciências exatas e engenharias de uma universidade no interior do Rio Grande



do Norte, com o intuito de sanar um problema muito comum observado em salas de aula, a falta de motivação. Essencialmente, faz-se uso de um Objeto de Aprendizagem (OA), com a finalidade de proporcionar motivação e iteratividade no estudo de alguns fenômenos do eletromagnetismo, especificamente àqueles que constituem a lei de indução de Faraday.

Norteamos então as questões problema dessa pesquisa quando indagamos: De quais formas os conceitos eletromagnetismo, essencialmente sobre a lei de indução de Faraday, podem ser trabalhados em sala pelo professor? E principalmente, em quais perspectivas é possível ensinar esses conceitos frente a utilização de recursos tecnológicos?

Dessa forma, propõe-se uma atividade de investigação do simulador virtual da lei de indução de Faraday da plataforma PhET, onde o plano de atividades elaborado busca aferir se o emprego desse OA cumpre o objetivo de ser uma ferramenta útil no auxílio dos processos de aprendizagem dos alunos, através da motivação.

METODOLOGIA

A presente pesquisa tem como locus discentes de cursos de graduação de uma universidade federal no semiárido potiguar, propõe que os estudantes interajam com um Objeto de Aprendizagem denominado “Lei de Faraday”, que trata de fenômenos do eletromagnetismo, como corrente elétrica, campo elétrico, fluxo magnética, campo magnético, entre outros. A proposta não se prende somente ao estudo individual dos componentes citados, mas sim o entendimento de sua funcionalidade conjunta com os demais elementos e em diferentes combinações, que é justamente o conjunto que estrutura o experimento desenvolvido por Michael Faraday do desenvolvimento de seus estudos.

Partindo deste princípio é importante, ainda, repensar essa metodologia como uma forma de promover motivação nos alunos, os quais geralmente costumam achar tedioso e fatigante os estudos de assuntos mais complexos sem que haja nenhuma forma de visualizar sua aplicação prática. Em mãos disso, buscamos aferir se o recurso se mostra útil e eficiente para a aprendizagem dos conceitos e leis a serem estudados.

Em relação ao locus da pesquisa, os investigados são discentes voluntários de diversos da área de ciências exatas e engenharias, todos pertencentes a uma universidade federal localizada no semiárido potiguar. A escolha por trabalhar com público heterogêneo em relação aos cursos, se justifica pela interdisciplinariade e visto que a lei de Indução de Faraday é abordada em diversas áreas de formação e pretende-se uma compreensão plena deste conteúdo devido a sua relevância e aplicabilidade.



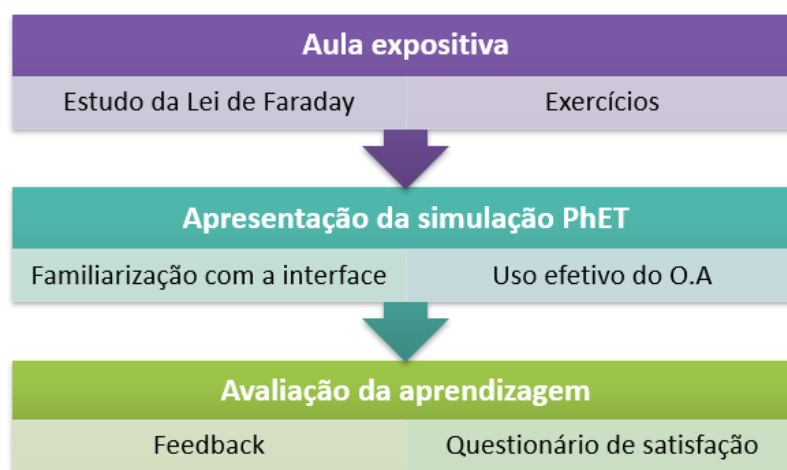
A aplicação do simulador dar-se-á, inicialmente, por meio de uma aula expositiva guiada por uma ordem lógica de abordagem dos conteúdos, e posteriormente na aplicação do simulador da Lei de Faraday da plataforma PhET, onde estudantes serão capazes de fazer uso do simulador, se apropriando dos conceitos apresentados. Finalizando o ciclo, aplica-se um questionário para que haja um feedback acerca da utilização do aplicativo e avaliação da aprendizagem.

A apresentação da simulação deve ser realizada em formato de tutorial, servindo como margem para reconhecimento e adaptação dos alunos. Considerando a disponibilidade de computadores dos próprios discentes, optou-se pela exploração individual do OA, pois assim é possível gerar debates individuais por parte dos alunos após a execução de todas as atividades propostas pelo simulador.

Conscientes da relevância desse estudo para a formação científica dos estudantes, priorizou-se o tratamento desses assuntos junto ao OA em questão, com a finalidade de instigar os alunos a buscarem mais a utilização desses recursos, além do intuito de gerar motivação aos envolvidos no estudo do eletromagnetismo, área fundamental para os cursos de engenharia e tecnologias de forma geral.

Para melhor apresentar a estrutura procedimental, a Figura 1 organiza de forma sequencial as etapas planejadas.

Figura 1: Estrutura procedimental da sequência de atividades planejadas.



Fonte: Autores (2019).

O objetivo de sistematizar as etapas dessa forma é fazer com que os estudantes possam, além de compreenderem a matéria, consigam enxergar o potencial de apoio que a ferramenta possibilita apropriação do conhecimento quando a teoria é posta a experimentação, mesmo que



forma virtual. A interatividade da simulação pode auxiliar os discentes no momento de visualizar as leis e conceitos que lhes foram apresentados.

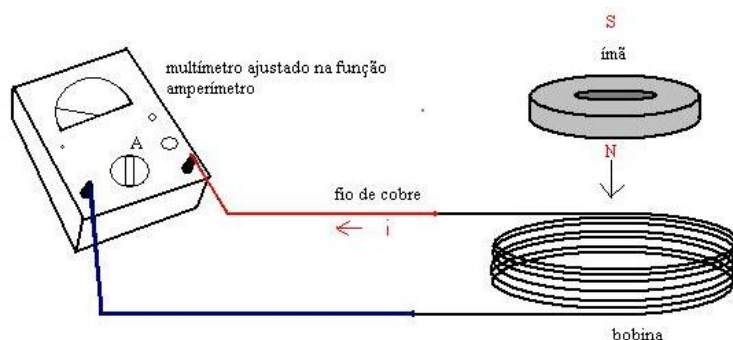
A LEI DE INDUÇÃO DE FARADAY

A lei de indução elaborada por Michael Faraday em 1831 possibilitou uma vasta série de aplicações no ramo da eletricidade e do magnetismo, e uma das principais ferramentas desenvolvidas a partir desta foi os geradores elétricos, responsáveis pela conversão de energia mecânica em energia elétrica, essencialmente das usinas de energia elétrica. Inúmeras outras aplicações foram desenvolvidas através dessa grande descoberta que revolucionou a ciência e consequentemente a sociedade, desde o fim do período da revolução industrial que assumiu um novo status, até os dias de hoje.

O fato de que uma corrente elétrica produz um campo magnético foi um grande momento para a ciência, e essa descoberta deixou surpresos os cientistas pioneiros na observação deste fenômeno. Provavelmente mais surpreendente tenha sido a descoberta do fenômeno oposto: o de que um campo magnético pode produzir um campo elétrico, que por sua vez é capaz de gerar uma corrente elétrica. A chamada lei de indução de Faraday deu-se justamente da relação direta entre esse campo magnético e o campo elétrico induzido que é produto deste (HALLIDAY; RESNECIK; WALKER, 2016).

O experimento de Faraday é ilustrado pela Figura 2.

Figura 2: Experimento I - corrente induzida por um ímã através de uma bobina.



Fonte: KÍTOR (2019).

A ilustração apresenta uma espira (bobina) de material condutor associada a um amperímetro. No circuito esquematizado, não há nenhum tipo de bateria ou fontes de tensão, ou seja, não há presença de corrente. Contudo, quando o ímã representado na figura é aproximado da espira, o amperímetro irá apontar a passagem de corrente, que desaparece



quando o ímã para de ser movimentado em direção a espira. Quando volta a movimentar o ímã, desta vez com a intenção de afastá-lo da espira, o aparelho medidor volta a apontar a existência de corrente, agora com sentido contrário.

A repetição do experimento leva ao seguinte: a corrente só é observada quando há movimentação relativa entre o ímã e a espira; quanto mais veloz for o movimento do ímã, maior será a corrente produzida e quando aproxima o polo norte do ímã, a corrente estará no sentido horário, e quando afasta o polo norte a corrente passará a assumir o sentido anti-horário, no entanto, quando aproxima o polo sul, a corrente possuirá sentido anti-horário, e quando afasta o polo norte, a corrente assumirá sentido horário.

Como bem explica Halliday, Resnick e Walker (2016), a corrente elétrica observada na espira é chamada de corrente induzida. Além disso, é denominada força eletromotriz induzida (fem) como sendo o trabalho realizado por unidade de carga para gerar essa corrente, isto é, para movimentar os elétrons de condução que são responsáveis pela corrente induzida. Por fim, o nome dado a todo esse processo de produzir a corrente e a fem é denominado de indução.

A fem e a corrente induzida são produzidas pela variação de algo presente que afeta o sistema esquematizado pelo experimento. Faraday encontrou a solução desse problema, descobrindo que, tanto a fem quanto a corrente induzida observada no experimento são produtos da variação da quantidade de campo magnético que atravessa a espira. Faraday observou também que essa quantidade de campo magnético pode ser observada em termos de linhas de campo magnético que atravessam a bobina.

Dessa forma, pode-se enunciar a lei de indução de Faraday para essa situação em que uma força eletromotriz é induzida na espira apenas quando se há variação do número de linhas de campo magnético que atravessam a espira. É importante enfatizar que: “O número de linhas de campo que atravessam a espira não importa; os valores da força eletromotriz e da corrente induzida são determinados pela taxa de variação desse número” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016, p.569).

Em si, o número de linhas de campo que atravessam a bobina não importa porque a quantização da fem e da corrente é calculada pela taxa de variação desse número de linhas. No experimento estudado, quando um dos polos é aproximado à espira, as linhas de campo se espalham e o número desta que a atravessa aumenta, fornecendo as condições necessárias para a geração da corrente e da força eletromotriz induzida. Entretanto, quando o ímã está estático, a taxa de variação do número de linhas de campo que atravessam a espira é igual a zero, fazendo desaparecer a corrente e a força eletromotriz antes observada.



O OBJETO DE APRENDIZAGEM

São diversas as metodologias de ensino e ferramentas de apoio que dispõem de tecnologias como recurso para potencializar a aprendizagem, configurando a sala em um ambiente propício a um ensino com novas possibilidades, desafiador e motivador. Dentre as infinitudes de mecanismos tecnológicos voltados para a educação, destacamos aqui os objetos de aprendizagem, que são ferramentas digitais que possuem uma proposta interativa e instrucional para professores e alunos, com o intuito de potencializar o ensino-aprendizagem.

Embora os OA's sejam uma categoria de recursos tecnológicos de fácil acesso, e de possuir muitas características no que tange às suas aplicabilidades, é muito corriqueiro confusões acerca da definição de um OA, onde muito vê-se o emprego inadequado desse conceito em objetos digitais, portanto tecnológicos, mas que não possuem natureza instrucional, isto é, não possui finalidade de ensino. Devido a esse cenário, surgiu a necessidade de categorizar formalmente esses recursos tecnológicos, de maneira a buscar uma avaliação da elaboração e utilização destes, bem como assegurar o reuso, possibilitando assim diferentes perspectivas de uso de acordo com o contexto trabalhado (BRAGA, 2015, p.24).

Definiu-se então, que os recursos digitais de natureza instrucional direcionados ao ensino passariam a serem classificados como Objetos de Aprendizagem. Enfatiza-se o reuso desses mecanismos, como sendo uma das principais características que categoriza um recurso digital como sendo um OA, pois esta assegura a o uso da ferramenta em cenários, metodologias e aplicações distintas (BRAGA *et al.*, 2012). Nesse sentido, analisemos as características do OA utilizado na presente pesquisa.

A simulação Lei de Faraday está disponível na versão *web* e *desktop* na plataforma *PhET Interactive Simulations*, na categoria relacionada ao ensino de física, especificamente na seção de Eletricidade, Ímãs, e Circuitos. Além disso, possui como requisistos básicos apenas a versão atual de navegadores como Firefox ou Google Chrome, para o funcionamento na *web*. Já nos sistemas operacionais é requisitado basicamente uma versão atual de Java para que as simulações possam ser executadas adequadamente.

A aplicação tem como objetivo o incentivo a investigação da lei de Faraday e como um fluxo de campo magnético é capaz de produzir uma corrente induzida. Abordando elementos de campo magnético, imãs e eletricidade, esse objeto de aprendizagem explica o que acontece quando movemos um imã através de uma bobina em diferentes velocidades e como afeta, nesse

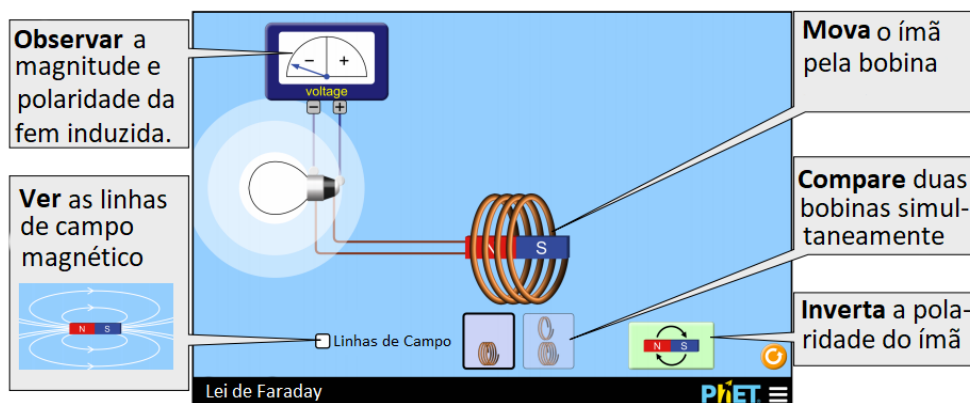


caso, os níveis de luminosidade de uma lâmpada, da intensidade e orientação da corrente induzida.

Explica ainda qual a diferença consequente da mudança de orientação no movimento do ímã através da bobina, do lado direito versus o lado esquerdo, e da inversão da polaridade do ímã. Mostra as diferenças consequentes do movimento do ímã em bobinas de tamanhos diferentes. Por fim, retrata a quantidade de campo magnético através da observação das linhas de campo magnético, sendo possível notar visualmente a taxa de variação de linhas que atravessam a bobina, isto é, o fluxo de campo magnético.

A Figura 3 apresenta a tela inicial da simulação, contendo todas as opções de interatividade disponíveis.

Figura 3: Interface da simulação.



Fonte: Retirada e adaptada da simulação Lei de Faraday – PhET (2019).

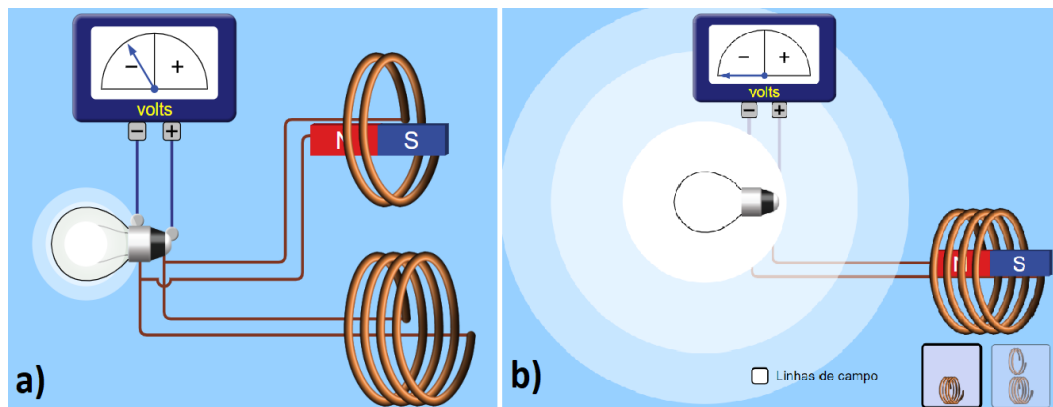
A figura ilustra como os elementos se apresentam na tela de trabalho da aplicação, mostrando também as possibilidades de exercícios. Note que na parte superior esquerda está alocado um voltímetro que indica a intensidade e orientação do sinal da corrente induzida a partir do movimento do ímã através da bobina. Quando o ímã é aproximado da bobina o ponteiro do voltímetro sofre uma deflexão, indicando que há uma corrente.

Existe ainda a possibilidade de inverter a polaridade do ímã, através do botão disposto na parte inferior direita. Essa configuração irá permitir ver a diferença causada no sinal da corrente induzida, a qual se altera de acordo a inversão da polaridade e do sentido de movimento do ímã. Neste caso ilustrado pela Figura 3, o polo norte foi primeiramente atravessado na bobina, logo o sentido da corrente será horário, enquanto que, quando afastado, o sentido da corrente será o anti-horário.



Outra configuração muito importante apresentada pela simulação é a de inserir uma segunda bobina, menor do que a já existente. Esse ajuste pode ser feito selecionando o ícone disposto na parte inferior central, e é ilustrado pela Figura 4.

Figura 4: Experimento com duas bobinas (a) e (b) com uma bobina.



Fonte: Retirada da simulação Lei de Faraday – PhET (2019).

É importante notar (Figura 4.a) que uma das bobinas possui o dobro de espiras em relação a outra. Dessa forma, como esperado, é possível observar na Figura 4.b que a bobina com maior número de espiras possui uma maior intensidade de corrente induzida, basta ver o nível de luminosidade apresentado pelas lâmpadas nos dois casos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi feita a contextualização da temática, bem como a apresentação dos conteúdos propostos através de uma aula expositiva. Nessa etapa foi destinado espaço para dúvidas ocorrentes dos discentes ao longo do desenvolvimento da aula. Apesar dos alunos possuírem algum conhecimento teórico prévio acerca dos conteúdos relacionado a temática, o perfil predominante observado é destacado pelos relatos dos alunos acerca do pouco contato teórico e prático com os conteúdos conferido pelo âmbito da lei de indução. Nesta fase, foi observada também uma interatividade e pré disposição para trabalhar com as simulações, uma vez que foi detectada uma abstração em relação aos conceitos.

Na fase seguinte, foi feita a apresentação da simulação para a turma. Todos discentes puderam manusear a simulação em seus dispositivos eletrônicos. Nesta fase, observa-se uma compreensão dos conceitos com auxílio do simulador e mediação do docente. A turma, de forma unânime, pôde se apropriar do conceito de indução e as relações entre campo magnético e campo elétrico.



A aprendizagem mostrou-se significativa e um teste apontou que todos discentes conseguiram compreender a indução e estes afirmam que a simulação contribuiu significativamente para a apropriação dos conceitos.

Em última fase, buscou-se obter comentários gerais sobre as atividades desenvolvidas. Alguns comentários são descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Comentários gerais sobre as atividades desenvolvidas.

Discente	Comentário
A	Através do simulador é possível compreender os fenômenos que são descritos pela Lei de Faraday de forma intuitiva e dinâmica.
B	Prático, e simula experimentalmente os fenômenos do eletromagnetismo de forma dinâmica e divertida.
C	A ferramenta aborda os principais conceitos e elementos dos experimentos do eletromagnetismo, e simula de forma clara a lei de faraday.
D	O objeto de aprendizagem mostra-se claro, de fácil manuseio, e interativo, gerando motivação e diversão ao longo do seu uso.
E	Fácil uso, com muitos elementos interativos, possibilitando diversos cenários de interação que descrevem a lei de Faraday.
F	O experimento de faraday é virtualmente simulado de maneira satisfatória e interativa através do recurso utilizado.
G	Interface de fácil manuseio, intuitivo e dinâmico. Foi possível observar os fenômenos tratados pela lei, como fluxo magnético, corrente elétrica, campo magnético, entre outros.

Fonte: Autores (2019).

Os comentários mostram que os discentes estão satisfeitos com sua aprendizagem e, em especial, com a forma como as atividades foram conduzidas.

Os discentes também comentaram sobre a interface da simulação. Alguns comentários são mostrados no Quadro 2.

Tabela 2: Comentários sobre o simulador.

Discente	Comentário
A	Intuitivo e interativo
B	Divertida, interativa
C	Os elementos são bem representados e dinâmicos
D	De fácil manuseio, e interativa
E	Esteticamente satisfatória, e de fácil manuseio
F	Fácil manipulação
G	Interativa, fácil de utilizar, e de certa forma, flexível

Fonte: Autores (2019).



Os comentários mostram que a simulação é interativa e de fácil manuseio, configurando como um bom objeto de aprendizagem e recurso didático acessível ao público interessado em ensinar e aprender os conceitos de lei de indução de Faraday.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se ver que a lei de indução de Faraday é um conceito relativamente abstrato e requer recursos alternativos a aulas expositivas, visto que estas sozinhas podem não contribuir para a apropriação das relações de campo elétrico e magnético.

Tendo em vista a relevante importância desse estudo para a formação científica dos discentes, priorizou-se o tratamento desses assuntos junto ao objeto de aprendizagem em questão, justamente para instigar os estudantes a buscarem mais a utilização desses recursos, além do intuito de gerar motivação aos envolvidos. Com a proposta de simulação, desenvolveu-se um roteiro em que um objeto de aprendizagem contribuiu de forma significativa na construção do conhecimento.

Nessa perspectiva, foi constatado que o fator motivação fez-se presente durante a realização de atividades, aferindo assim a efetividade da utilização do OA utilizado, evidenciando também a satisfação dos discentes envolvidos com a aprendizagem adquirida, através dos relatos que apontam a apropriação dos conhecimentos da eletricidade e magnetismo de forma participativa e interativa. Muito disso advém do fato da simulação apresentada ser extremamente acessível, e capaz de figurar todos os princípios fundamentais da lei de indução de Faraday, contribuindo satisfatoriamente para o aprendiz de eletromagnetismo.

Os resultados também revelam implicações pedagógicas relevantes, principalmente quando vislumbramos a relação direta que estes têm frente a metodologia empregada, que apesar de não possuir complexidade em sua estrutura, mostra-se efetiva e coerente quando deseja-se implementar atividades de curta duração. São muitos os fatores que impossibilitam um ensino mais diversificado, que permeie entre utilização de tecnologias e o cumprimento de uma ementa de uma disciplina, por exemplo. À vista disso, consideramos essa uma importante contribuição desse trabalho, respondendo então as questões norteadoras da pesquisa, que visam as possibilidades de ensino de disciplinas como a qual foi posta em estudo, bem como as possibilidades de inserção de tecnologias nessas metodologias de ensino.

Nesse sentido, os currículos de curta duração mostram-se adequados para tal finalidade, proporcionando apropriação adequada do conhecimento através da motivação gerada pelo uso



desses mecanismos, bem como flexibilidade e adaptação em variáveis como carga-horária, ementas, atividades complementares, entre outras.

REFERÊNCIAS

BRAGA, Juliana. **Objetos de Aprendizagem Volume 2: metodologia de desenvolvimento**. Santo André: UFABC, 2015.

BRAGA, Juliana Cristina; PIMENTEL, Edson; DOTTA, Silvia; STRANSKY, Beatriz. **Desafios para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem reutilizáveis e de qualidade**. In: DESAFIE! 2012, Curitiba.

ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências*, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p.5-18, dez. 2004. ISSN: 1984-2686. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2270>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

GADOTTI, Moacir. **Perspectivas Atuais da educação**. Revista em perspectiva, São Paulo, v.14, n.2. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n2/9782.pdf>. Acesso em: 30.jul. 2020.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. Vol. 3 - Eletromagnetismo, 10ª edição. LTC, 2016.

PEREIRA, Rafael Peixoto de Moraes. **O Uso de NTICs no Ensino-Aprendizagem de Química no IFRN**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Acadêmico em Ensino, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2017.