



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

ELICIO FERREIRA LIMA NETO

**ANÁLISE SOBRE O USO DE SIMULADORES NO
ENSINO DE ELETROMAGNETISMO**

TERESINA

2023

ELICIO FERREIRA LIMA NETO

ANÁLISE SOBRE O USO DE SIMULADORES
NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em
Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Jose Ricardo Rodrigues
Duarte

TERESINA

2023

ANÁLISE SOBRE O USO DE SIMULADORES NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO

Elicio Ferreira Lima Neto ¹
Jose Ricardo Rodrigues Duarte ²

RESUMO

Os conteúdos relacionados ao eletromagnetismo se apresentam para os alunos como elementos complexos e de difícil visualização, ainda mais se forem abordados de forma teórica, com isso o presente trabalho buscou explorar as vantagens que os simuladores trazem para a construção de uma sequência didática voltada ao ensino de Física, então foi analisado um apanhado de artigos relacionados ao uso de simuladores nas aulas de eletromagnetismo, por foco principal os que tiveram aplicação prática. Para a síntese dos dados foi utilizado a análise de conteúdos de Bardim, como metodologia, em busca de obter um panorama sobre as potencialidades e as limitações com o uso desse recurso pedagógico. Por fim foi elaborada uma proposta de sequência didática para o conteúdo de campos eletromagnéticos no ensino médio, proposta essa que faz uso dos simuladores Phet e Vascak, com o propósito de que se tenha, alternativas para a experimentação em sala de aula. Os dados analisados indicam que ainda há muito em que se melhorar em relação a aplicações práticas de simuladores, bem como a sua popularização. Destacando também os fatores que contribuem para um melhor ensino-aprendizagem, expandindo o poder de visualização e consequentemente a compreensão dos fenômenos.

Palavras-chave: ensino de física; simulações computacionais; sequência didática.

ABSTRACT

The contents related to eletromagnetism are presented to students as complex elements that are difficult to visualize, even more so if they are approached theoretically. Therefore, the present work sought to explore the advantages that simulators bring to the construction of a didactic sequence aimed at teaching of Physics then a collection of articles related to the use of simulators for eletromagnetism classes was analyzed, with the main focus being those that had practical applications. To synthesize the, Bardim's content analysis was used as a methodology, seeking to obtain an overview of the potential and limitations with the use of this pedagogical resource. Finally, a didactic sequence proposal was developed for the content of electromagnetic fields in high school, a proposal that makes use of the Phet and Vaskac simulators, with the purpose of having alternatives for experimentation in the classroom. The data analyzed indicates that there is still a lot to improve in relation to practical applications of simulators, as well as

¹ Licenciando em Física. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Campus Teresina Central. catce.20161fis0520@aluno.ifpi.edu.br.

² Professor do curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Campus Teresina Central. ricardo_duarte@ifpi.edu.br.

their popularization. Also highlighting the factors that contribute to better teaching-learning, expanding the power of visualization and consequently the understanding of phenomena.

Keywords: teaching physics; computer simulations; following teaching.

Data de aprovação: 15/12/2023

1. INTRODUÇÃO

A Física é a ciência que explica fenômenos naturais através de modelos e teorias, então se faz necessário um ensino de Física que almeja ajudar os alunos a perceberem, enxergarem a mesma como uma ciência coerente em seus conceitos e princípios relacionados ao mundo em que vivem, inclusive pelo fato de estar presente na vida dos seres humanos, aplicada à tecnologia, engenharia, comunicação, medicina entre outros. “Estamos cercados por aparelhos que dependem da Física do eletromagnetismo, que é a combinação de fenômenos elétrico e magnéticos” (HALLIDAY, RESNICK, 2009, p.02). O que torna aprender física um direito de ser humano, livre do senso comum, das interpretações ingênuas e do conformismo acrítico (MOREIRA, 2018). Eletromagnetismo é o ramo da Física destinado ao estudo da interação de fenômenos elétricos e magnéticos, e as implicações que os mesmos geram macroscopicamente. Estudos recentes mostram que alguns dos fatores que dificultam a aprendizagem de Física está relacionada a forma com a qual é ensinada nas escolas. Levando em consideração que os conteúdos são geralmente abordados de forma teórica com representações alternativas que vão desde a descrição de um texto ou imagem dos fenômenos em estudo, até representações simbólicas dos conceitos, o que gera um desinteresse nos alunos. (SANTOS, SANTOS e FRAGA, 2002.)

Conceitos relacionados com o Eletromagnetismo como a carga elétrica e onda eletromagnética apresentam-se como elementos complexos e de difícil “visualização”. De fato, tais conhecimentos são verificados, maioria das vezes, apenas através de fórmulas matemáticas complexas (quase sempre assustadoras aos estudantes).

Com a utilização de recursos de informática por meio de simuladores e modelos computacionais pode-se descrever com mais detalhes o mesmo fenômeno ou conceito físico que não poderia ser descrito por uma única representação, afirma Moro F. T. (2016), pois essas atividades podem romper com o formalismo ainda existente na estrutura curricular das escolas. A utilização dos computadores oferece uma oportunidade aos educadores de aproveitar as representações dinâmicas para descrever fenômenos que se alteram ou podem ser alterados com o passar do tempo, atuando como uma ferramenta auxiliar, para o estudo da Física, desde que seja possível através dele visualizar a realização de experimentos virtuais, com o designo do seu conhecimento teórico, assim afirma Santos (2002).

As atividades com o auxílio de softwares, e simuladores computacionais tem tomado cada vez mais espaço nas salas de aula, em decorrência dos avanços tecnológicos e o fato de estarem se tornando mais acessíveis, visto que oferece mais qualidade e torna mais dinâmico o processo de ensino aprendizagem. Pois, as simulações propiciam uma maior visualização, além do fato que algumas proporcionam uma interação mais direta, com possibilidade de manipulação. Então se observa a necessidade de inserir estas inovações tecnológicas que estão disponíveis, para melhorar o trabalho pedagógico nas aulas de Física. (MACÊDO, 2012.)

Acredita-se, portanto, que a inserção de novas tecnologias, como simulações e uso de *internet*, contribuirá bastante na exploração pelo aluno das inúmeras conexões entre os conhecimentos científicos básicos, os fenômenos naturais e as aplicações tecnológicas.

O objetivo geral deste trabalho consiste em explorar as potencialidades que os simuladores proporcionam para a construção de uma sequência didática, voltada ao ensino de Física, com a finalidade de alcançar este propósito foram estabelecidos três objetivos específicos, nos quais: 1) Realizar uma busca por artigos relacionados ao uso de simuladores no ensino de eletromagnetismo; 2) Discutir a influência dos simuladores computacionais na educação; 3) Propor uma sequência didática com uso de simuladores. Tendo por foco principal os professores de Física do ensino médio, mas nada impede que possa se estender a outras etapas de ensino, tais como o ensino fundamental e formação técnica profissional, desde que sejam levados em consideração seus aspectos específicos.

2. METODOLOGIA

A pesquisa tem por proposta inicial obter um apanhado de artigos científicos a respeito do ensino de Física com uso de simuladores, como recurso pedagógico, a fim de apresentar as suas potencialidades e entraves. Foram analisados trabalhos coletados nas plataformas Scielo, CBEF (Caderno Brasileiro de Ensino de Física) e RBEF (Revista Brasileira de Ensino de Física).

De acordo com Bardim (2011) a análise de conteúdo busca reduzir um texto, mensagem ou fragmento em partes menores que possam ser mensuradas codificadas e analisadas. Consiste em três etapas, sendo a primeira uma pré-análise, que tem por objetivo a escolha dos documentos que tratam do tema a ser estudado, a formulação de hipóteses, os objetivos do trabalho e a elaboração de indicadores que encaminhem a interpretação final, " processo de codificação e categorização para passar de um texto não estruturado às respostas as suas perguntas de pesquisa (WHITE, MARSH, 2006)". Em seguida vem a exploração do material, tratamento dos resultados e se enumera ou codifica os trabalhos selecionados. E em terceiro tem-se a etapa de interferência e interpretação onde trata-se os resultados de maneira a serem significativos e válidos. "O objetivo da análise de conteúdo qualitativa é transformar sistematicamente uma grande quantidade de textos em um resumo altamente organizado dos principais resultados. (BARDIM, 2011)."

Optou-se em direcionar o estudo em trabalhos com conteúdo que abordam eletromagnetismo, por se tratar de um assunto abstrato no qual a maioria dos estudantes tem dificuldade de compreender, de acordo com Monteiro *et al* (2010), atividades didáticas que possam complementar a contextualização de fenômenos eletromagnéticos, e possibilitam que professores possam demonstrar fenômenos, efeitos que justificam modelos conceituais e matemáticos, ajudam a superar dificuldades encontradas no ensino desses conceitos científicos.

3. SIMULADORES NO ENSINO DE FÍSICA

As tendências para o ensino de Física apontam para um aumento no uso de tecnologias na educação, como ferramenta de ensino-aprendizagem, pois ultimamente, houve uma evolução de tecnologias, alinhado com a evolução da ciência em decorrência do desenvolvimento dos computadores e a sua disseminação. Claro que isso gera uma mudança no papel dos professores e alunos. Gabriel (2013), diz que a evolução das tecnologias digitais de educação e comunicação tem transformado profundamente a sociedade em todas as suas dimensões, inclusive a educação. Ampliando também para a possibilidade que os professores têm de utilizar recursos de informática para trabalhar com experimentos virtuais, impactando diretamente a aprendizagem dos alunos, Santos e Dickman (2019), apontam que a geração atual de estudantes tem maior familiaridade com uso da tecnologia, atrelado a esse fator pode aguçar a curiosidade dos mesmos e vontade de aprender.

O ensino de Física trata vários dos seus conteúdos com um nível alto de abstração, que o torna uma tarefa difícil para os educadores, ainda mais se tratado estritamente com uma linguagem matemática, conceitos como de transmissão de calor, campos magnéticos, sistemas de partículas entre outros processos de alta complexidade, fogem muito da experiência diária do educando, que acaba ficando frustrado e desmotivado por não conseguir compreender os conteúdos estudados.

Os laboratórios de informática são bem mais difundidos que os laboratórios voltados para experimentação de ciências nas escolas de ensino médio, esse fator facilita bastante o uso de simuladores em apoio as aulas de Física. De acordo com o levantamento realizado pela secretaria de educação do estado do Piauí, com base no censo escolar de 2020, foi constatado que das 511 unidades escolares que ofertam ensino médio, apenas 16,5% possuem laboratórios de ciências, por outro lado 60,1% estão equipadas com laboratórios de informática.

Isso influencia bastante quanto à possibilidade que os estudantes tem de realizarem eles mesmo as atividades com simuladores, de acordo com Azevedo (2006) a aprendizagem de atitudes e procedimentos se torna tão importante durante o processo quanto os conceitos contidos no experimento, pois atividades de verificação ou de cunho investigativo, podem estimular a curiosidade e a autonomia do aluno, fazendo dele o protagonista na aquisição do próprio conhecimento, contudo a presença do professor é indispensável no papel de mediador nas atividades, como uma forma de busca para explicações casuais que possam vir a acontecer durante a realização da atividade, também é uma modalidade que requer uma maior demanda de tempo, exigindo preparo dos estudantes com relação aos conteúdos em estudo quanto a manipulação do software que pode ser usado.

No contexto em questão, modelo ou simulação, é tratado como sendo uma idealização simplificada da realidade, que pode ser manipulado computacionalmente, com o intuito de apresentar ou descrever um fenômeno em estudo. As simulações para ensino de Física se baseiam em um modelo matemático estruturado em conceitos estabelecidos com leis da Física, para descrever uma situação da realidade e processada pelo computador, se obtendo uma animação.

É importante destacar que a linguagem matemática representa um importante papel na representação do mundo, mas ela por si não pode ser definida como explicação (MACÊDO, 2012). Processo de modelagem computacional (onde são utilizadas as linguagens de programação), no qual se trata da aplicação de simulações a fim de resolver problemas científicos, ou seja, a transição de um modelo puramente matemático para o virtual, que emprega técnicas matemáticas em computadores com o intuito de imitar ou representar algo que ocorre no mundo real, por resultado se obtém o simulador. (ANDRADE, 2016, p. 20).

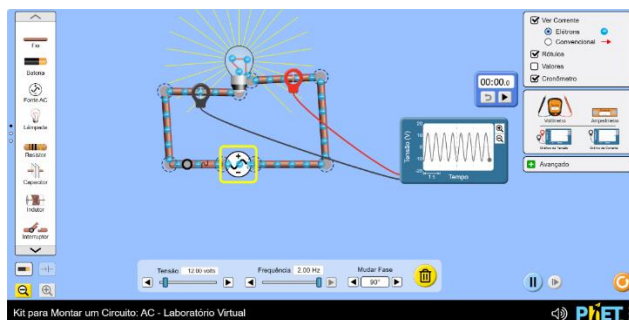
A modelagem computacional por seu turno se baseia na construção de um modelo de um fenômeno natural usando uma interface virtual. O modelo é construído a partir da identificação de variáveis e parâmetros envolvidos no fenômeno e, a partir dessa construção, o modelo pode ser simulado, explorado, testado e também ser expandido para situações mais gerais.

A plataforma **Phet** (*Physics Education Technology*) *Interactive Simulations*, foi criada em 2002 pelo Físico Eric Allin Cornell (ganhador do prêmio Nobel em 2001), desenvolvida em linguagens de programação JAVA, HTML5 e FLASH, na qual contém 169 simulações, como ferramentas destinadas ao ensino e aprendizagem, que abordam conteúdos de Física, Química, Biologia e Matemática, sendo 25 resultados encontrados voltados para o conteúdo de eletricidade/eletrromagnetismo.

O simulador **Vascak** é uma plataforma on-line desenvolvida em linguagem de programação HTML5 que oferece uma grande variedade de simulações e animações apresentadas de forma lúdica de fácil interação, voltadas para os conteúdos de Física e Matemática, que pode ser acessado a partir de computadores e smartphones, facilitando o seu acesso. Foi desenvolvido pelo Professor Dr. Em engenharia Física Vladimir Vascak (Thecoslováquia, 1955-2015), em New Hampshire Estados Unidos. (Souza, 2020).

Outro ponto a ser destacado, é o fato de existirem simulações interativas e não interativas. Onde simulações interativas, o usuário pode realizar a alteração de parâmetros e observar as implicações das alterações feitas no fenômeno, por exemplo na figura 1, podemos observar um simulador “Kit para Montar um Circuito AC- Laboratório Virtual” ,que podem ser realizadas alterações de parâmetros ao mesmo tempo que ocorre a simulação e visualizar os resultados instantaneamente, dentre eles: a tensão aplicada ao circuito e a frequência de oscilação, podendo ser observada tanto na intensidade da lâmpada, quanto no gráfico (tensão por tempo) ao lado, dentre outras possibilidades que o simulador oferece.

Figura 1-Kit para Montar um Circuito AC- Laboratório Virtual

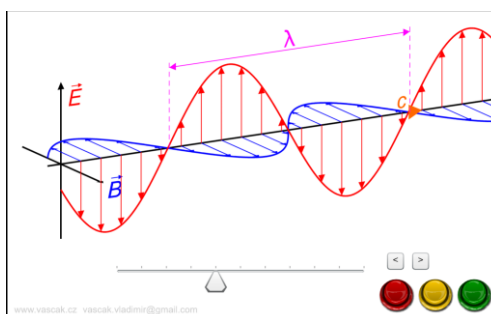


Fonte: Disponível em:

<https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab>

Por outro lado, as simulações não interativas o usuário não pode realizar a alteração de parâmetros, como por exemplo o de “Onda eletromagnética” na figura 2, é uma simulação da propagação de uma onda, no qual não há a possibilidade alterar as intensidades dos vetores, a frequência ou a amplitude da onda, apenas na barra inferior pode-se mudar o ponto de visualização, e com os três botões vermelho, amarelo e verde, no qual tem funções de parar a simulação, pausar e iniciar respectivamente.

Figura 2-Onda eletromagnética



Fonte: Disponível em:

<https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vlna&l=pt>

Algumas das principais vantagens citadas pelos autores durante a análise das bibliografias, é que os alunos demonstraram mais interesse durante as aulas bem como se tornaram mais participativos, o uso de simuladores promove um raciocínio crítico, tornando conceitos abstratos em concretos obtendo assim uma compreensão mais profunda dos conceitos Físicos em estudo. (ARAÚJO, 2021).

Assim, a utilização de simuladores virtuais no processo de ensino-aprendizagem pode ser uma experiência pedagógica eficaz na medida em que viabiliza aos alunos uma construção do conhecimento de forma mais interativa, estimulante, desafiadora e prazerosa. Além do mais os diversos simuladores permitem a esses alunos um ambiente lúdico e interativo, capaz de estimular o raciocínio e a criatividade, ao mesmo tempo em que eles se divertem, facilitando a compreensão de conceitos que na maioria são apresentados apenas a partir de livros didáticos.

Macêdo (2012), constatou em seu estudo que, boa parte dos alunos obtiveram mais compreensão dos conceitos abordados com utilização dos simuladores do que sem eles, comprovado através de um pré-teste, realizado antes da inserção dos simuladores nas aulas, e um pós-teste aplicado após as aulas com simuladores, que por sua vez neste último, a maioria das respostas dos alunos foram compatíveis de acordo com conceitos cientificamente aceitos. “Portanto, pode-se concluir que a aula baseada no simulador computacional promoveu uma mudança conceitual nos alunos, permitindo a assimilação das diferenças básicas[...]” (MACÊDO, 2012.). Outro ponto importante destacado por ele, é que ele observou uma melhora “sensível”, a respeito do comportamento dos alunos, pois ele destaca que houve um aumento da motivação em relação a aplicação do pré-teste para o pós-teste.

Apesar de se tratar de uma ferramenta facilitadora, não é certo afirmar que se obtenha um total sucesso em sala de aula, pois alguns desafios podem dificultar tanto uso quanto o entendimento por parte dos alunos, dentre eles o fato de que em uma simulação há limites a serem estabelecidos, para que não se tenha prejuízos durante o processo de aprendizagem, impossibilitando descrever e reproduzir fielmente como na realidade. “Uma desvantagem está no fato de que em alguns casos, o simulador não representa a realidade de fato. Um exemplo disto é que, no simulador utilizado, a lâmpada segue a lei de Ohm, quando, na realidade, ela não deveria seguir.” (SANTOS e DICKMAN, 2019.).

As aproximações e simplificações que são realizadas no processo de modelização, estão ligadas ao fato de tornar-se impossível tratar como de fato ocorre em situação real, e claramente esse processo aproximação é decidido por quem realiza o processo de modelização. Tomando a devida atenção e os cuidados necessários, o professor deve orientar os alunos de que a realização desses experimentos virtuais é feita de forma esquemática e simplificada, que não se equiparam a experimentos reais, bem como, devem ser feitas de modo que o estudante não perca atenção ao significado Físico explorado, evitando assim, que as animações se tornem um “mero jogo”(MACÊDO, 2012), que eles podem ficar tentando acertar, por “tentativa e erro”, a resposta correta para o fenômeno em estudo.

Durante a pandemia de COVID-19 que teve início em março de 2020, foi necessário um afastamento social entre as pessoas para que não houvesse uma propagação maior ainda do vírus, ou seja, a sociedade como um todo passou por uma reconfiguração e readaptação dos hábitos e costumes, situações como essa até então não haviam sido enfrentadas pela população brasileira, as escolas não ficaram fora desse processo, onde de repente o ensino que era presencial passou ser a distância, então professores e alunos tiveram que se adaptar a novos métodos de ensino/aprendizagem, segundo Arruda (2020) não havia certeza sobre que rumos o vírus poderia tomar, bem como novos tipos de doenças, que vieram a atrapalhar os padrões já existentes para a educação, por isso ficou claro que a escola teria que tomar novos caminhos para os anos seguintes. E com essas mudanças, alguns novos desafios surgiram, podendo citar a falta de estrutura e preparo tanto dos professores quanto dos alunos, nos quais alguns deles não sabiam como utilizar softwares mais comuns destinados ao ensino a distância, por exemplo, o google Classroom, e o google Forms, e outros softwares de comunicação foram amplamente utilizados para dar prosseguimento as atividades estudantis. (ARRUDA, 2020).

A escassez de aplicativos ou softwares e as crescentes demandas não atendidas resultaram em interrupções significativas nas atividades de ensino. Tragicamente, a situação levou ao fechamento de algumas empresas de educação offline de renome.

Então esse processo de adaptação teve de ocorrer rapidamente, em alguns dos relatos de experiência analisados, os professores tiveram apenas cerca de duas semanas para aprender a utilizar os softwares, tanto para lançar materiais de ensino bem como, aprender a gravar aulas ou até mesmo aulas transmitidas em tempo real, através da plataforma adotada pela instituição, sendo que muitos dos docentes não tinham nenhuma, ou pouquíssimo contato com as TICs (Tecnologias da Informação e da Comunicação), até aquele momento.

As simulações desempenharam um papel importante durante as aulas remotas nesse período de afastamento social, visto que as aulas experimentais ficaram impossibilitadas de serem realizadas. De acordo com Castro (2021), as aulas apresentadas com o uso das simulações tiveram boa receptividade dos alunos, durante a sua pesquisa de público realizada com as turmas em que lecionou, foi constatado que 60,7% consideraram como “gosto muito”, 25% “gosto” e 14,3% “indiferente”, além que segundo ele, davam mais dinamicidade às aulas e tornavam os discentes mais participativos.

4. ANÁLISE DOS TRABALHOS SOBRE ELETROMAGNETISMO

Nesta seção se encontram enumerados e acompanhados dos títulos, as discursões dos seis artigos selecionados, buscando o modo como foram desenvolvidas as atividades e as conclusões que os autores obtiveram. Com o propósito de evidenciar as potencialidades e desafios, proporcionado pelo uso de simuladores, como recurso didático para o ensino de eletromagnetismo.

I. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade.

No artigo são abordados o uso de simuladores computacionais para o ensino de eletricidade frente a relações do cotidiano do aluno, onde ele mostra desde a elaboração à aplicação de um roteiro de atividades, que visa relacionar os conteúdos programáticos com a vida do aluno fora da sala de aula, o autor Josué Macêdo, destaca que as simulações computacionais adequadas ao conteúdo em estudo e mediadas pelo professor, motivam e estimulam o estudante, ocasionando uma melhora no processo de ensino aprendizagem. Nele foram utilizados os momentos pedagógicos de Delizoicov, e o software escolhido por ele foi o Phet. Apesar de ter encontrado alguns fatores limitantes quanto ao uso do simulador, o autor considerou importante as reflexões realizadas com os alunos, para solucionar qualquer dúvida.

II. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I - circuitos elétricos simples.

O autor Pedro Dorneles, começa por destacar as dificuldades que alunos tem em compreender os conceitos físicos relacionado a conhecimentos básicos de eletricidade, listando: “dificuldades conceituais e concepções alternativas”, “raciocínios errôneos que os alunos costumam apresentar na aprendizagem de circuitos elétricos” e “o uso indiscriminado da linguagem”; ele apresenta alternativas que buscam um meio para solucionar esses problemas, dentre elas: atividades que propõem o uso da modelagem computacional por meio do software Modellus, como via para criação de simulações que auxiliem na superação dessas dificuldades e também destaca a necessidade de se ter um prévio auxílio técnico para a manipulação do programa.

III. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II: circuitos RLC.

Neste artigo de autoria do Pedro Dorneles é destacado o uso do software Modellus para análise de circuitos RLC, mais especificamente o comportamento da energia eletromagnética, bem como as dificuldades que os alunos manifestam em relação ao estudo dos mesmos. Este trabalho como o título sugere, compõe a continuação de uma divulgação de ensino voltado para o estudo de circuitos elétricos, com as mesmas dificuldades listadas anteriormente. E com aplicação de roteiros que propõem uma série de atividades a serem desenvolvidas e discutidas ao final da aula. Na conclusão eles apresentam o gral de entendimento que os alunos obtiveram e se os objetivos foram alcançados, que segundo os autores, se mostraram favoráveis ao uso dos recursos computacionais nas aulas de Física, já que foi constatado por eles, que os estudantes obtiveram bom desempenho das atividades. Os mesmos destacam que o uso de recursos computacionais não exclui laboratórios didáticos de Física, mas sim os complementam, pois proporciona a exploração de novas formas para análise de situações no estudo de circuitos RLC.

IV. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio.

O artigo buscou um estudo comparativo entre o uso de recurso reais e virtuais, a fim de investigar como eles contribuem para a aprendizagem de alunos do ensino médio, com elaboração de experimentos relacionados ao conteúdo de eletricidade, mais especificamente, a verificação da lei de Ohm. Para isso foram elaborados roteiros compostos de atividades experimentais, que foram acompanhadas ou não de aulas expositivas, dos conteúdos de circuitos elétricos e Lei de Ohm. Autor José Santos, aderiu a esse conteúdo com o pressuposto de que ele se mostra abstrato e os estudantes apresentam grande dificuldade de aprendizado nele, foram abordas quatro estratégias de ensino, aplicadas cada uma a distintas turmas de terceiro ano do ensino médio. Constatou que ambas a estratégias se mostraram proveitosas para estudantes, tanto no fator motivação

quanto na assimilação dos conteúdos (constado pelo pós-teste), o mesmo afirma que as atividades com experimentos reais mostraram como vantagem, é que o aluno entra em contato com a realidade, fazendo com que ele possa medir e encontrar resultados não tão exatos como aqueles encontrados em livros didáticos, e dentre as desvantagens listadas o fato da complexidade para sua execução e manipulação dos equipamentos de medida; já para os experimentos virtuais realizados no Phet, destacou de vantagem a simplicidade para sua execução e entendimento do programa, como desvantagem apontou o fato de o simulador não representar a realidade e estar mais ligado a idealizações dos sistemas.

V. Experimentos para o ensino de eletrostática com auxílio computadorizado.

O autor Antônio Nogueira, buscou um comparativo entre o uso de métodos analíticos e o uso de programas para realizar cálculos de elemento finitos, destaca também a dificuldade para encontrar softwares simuladores de campos, para exemplificação ele utiliza diferentes configurações de placas planas e paralelas. Dentre os pontos que ele destaca sobre o uso do método analítico para resolver problemas de campos é que na ausência de uma simetria, geram resultados precisos, mas de difícil interpretação, por outro lado quando usado simuladores permite que tais variações sejam analisadas facilmente, também visualizando e quantificando com precisão os efeitos de campo das extremidades. Em suma o artigo transmite a importância e a experiência adquirida na construção de um laboratório para o ensino de cálculo de campos eletromagnéticos utilizando recursos de softwares. Apesar de ser um estudo comparativo, ele aponta a importância das ferramentas de simulação, que não podem ser superestimadas em detrimento dos métodos analíticos, abordados em problemas de testes, em dados comparativos.

VI. Tecnologias digitais para o ensino de física: eletricidade e magnetismo no Ensino Médio.

Neste trabalho o autor Douglas Bassani, realizou uma pesquisa explorativa/descritiva para a catalogação de simuladores disponíveis no Phet, e seu uso específico para cada tipo de atividade voltado ao ensino de eletricidade/eletromagnetismo no ensino médio, também voltado a minimizar o tempo de procura e análise dos mesmos. Tem por público-alvo professores de Física que não possuem a sua disposição laboratórios convencionais de ciências, uma vez que os simuladores criam uma alternativa para suprir a falta de experimentação durante as aulas. O catálogo está disponível na plataforma online: Física na Escola.

5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O intuito das propostas de atividades a seguir, objetiva o entendimento dos alunos sobre os conceitos Físicos e matemáticos que existem nos conteúdos de eletromagnetismo, para isso deve ser realizado uma explanação do que está em estudo com o auxílio dos simuladores. O conteúdo a ser trabalhado para a sequência didática será o de campos magnéticos.

A sequência didática proposta, se baseia nos pressupostos teóricos de Zaballa (1998), que tem base em atividades experimentais a partir do uso de simulações, a fim de tornar as aulas um ambiente de aprendizagem diferente do tradicional, tornando-a mais dinâmica, condicionando uma aprendizagem significativa, que é o conceito central da teoria de David Ausubel, que se inicia a partir dos conhecimentos prévios e concepções trazidas pelos alunos, que ele chama de conceitos “subsunçores”, ou seja, um ponto de partida para novos conhecimentos (MOREIRA, 2012). Desse modo o estudante relaciona o que está em seu cotidiano, ou seja, algo que ele já conhece, e partir dele adquirir um novo conhecimento. Deve apresentar segundo Zaballa (1998), modelos de desenvolvimento do conteúdo de aprendizagem, onde se possa observar o processo, que apresente as diferentes fases, passos ou ações que os compõem.

Aula 01: Magnetismo

Conteúdos:

- Ímã; Campo magnético; Bussola;

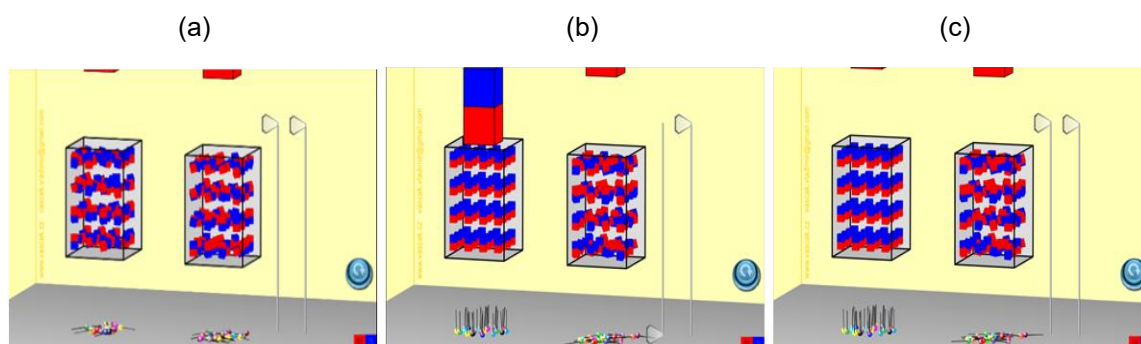
Contextualização:

Inicialmente para contextualização abordaremos os aspectos históricos sobre a descoberta dos primeiros fenômenos magnéticos já registrados, por meio de um mineral chamado magnetita (Fe_3O_4), que tinha a capacidade de atrair alguns tipos de metais, era comumente encontrada em uma região chamada Magnésia onde hoje se localiza a Turquia. Outro registro importante a ser destacado é o fato de ímãs serem utilizados em bússolas, para navegação no século XII pelos chineses, pois foi percebido que as extremidades sempre se alinhavam com a posição geográfica Norte-Sul do planeta Terra. No século XVI, técnicas de confecção de ímãs estavam sendo empregadas, tais como esfregar uma peça de ferro em um ímã natural (magnetita) para que logo em seguida também ficasse magnetizado, ou esquentando-se o ferro até que ficasse incandescente e deixando resfriar naturalmente percebia-se que logo em seguida ele possuía características magnéticas. Assim se constituíam as primeiras bússolas fabricadas, um ímã capaz de mover-se livremente suspenso por um eixo, a fim de orientar o Norte e o Sul geográfico. Por sequência um ímã pode ser definido como um material capaz de atrair ou repelir outros materiais que possuem propriedades magnéticas, ou seja, outros ímãs e alguns metais como ferro, níquel, cobalto, e algumas ligas metálicas. Os efeitos magnéticos são mais intensos e perceptivos nas suas extremidades, que por sua vez são chamados de polo Norte e Sul magnético do ímã, ao contrário de cargas elétricas que podem ser isoladas em monopolos, com ímãs é diferente, pois para cada polo Norte formado um polo Sul também é formado e vice versa, essa propriedade pode ser observada ao quebrar uma barra de ímã, que mesmo sendo partida ao meio os dois pedaços resultantes formam ímãs independentes com dois polos cada um, e propriedades iguais a primeira, chamada inseparabilidade dos polos.

Para trabalhar os conteúdos relacionados, foram escolhidos os simuladores “Ferromagnetismo” (Vascak) e “Ímã e Bussola” (Phet), sendo manipulados no

computador pelo docente, de forma expositiva através do projetor de imagens para que os alunos possam visualizar, primeiramente como se dá o processo de imantação, consistindo em transformar uma barra de ferro ou qualquer outro material ferromagnético em um ímã permanente, esse processo ocorre devido ao alinhamento dos ímãs elementares no interior do material, provocado pela atração e repulsão dos polos magnéticos.

Figura 3- Ferromagnetismo



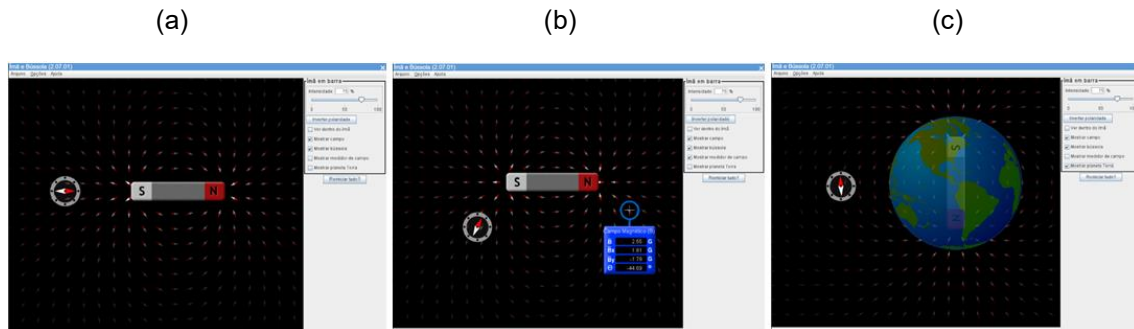
Fonte: Disponível em:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_ferro&l=pt

Executando o software para dar prosseguimento ao experimento, algumas explicações têm de serem feitas sobre o funcionamento do simulador, que possui duas barras laterais que controlam a subida e a descida dos ímãs permanentes sobre os materiais a serem magnetizados e um botão também na lateral responsável por restaurar o sistema para a condição inicial (figura 3-a). Antes de iniciar qualquer manipulação seria importante alguns questionamentos aos alunos, sobre: o que são esses elementos no interior de cada material? e o que eles representam de importante para o processo de magnetização? Em seguida é sugerível que se deslize a barra lateral esquerda para baixo e observar o que acontece (figura 3-b), posteriormente a barra lateral direita, então se observar o que acontece tanto com os materiais que estão sendo expostos ao campo magnético dos ímãs permanentes quanto aos alfinetes que se localizam abaixo. Depois erguer as duas barras e observar o que ocorreu, indagando novamente os alunos, porque somente um dos materiais continuou magnetizado e porque isso ocorreu (figura 3-c).

Em seguida para demonstrar o funcionamento de uma bússola convencional, deve-se abrir o software “Ímã e Bússola”, inicialmente vemos na tela de apresentação do simulador (figura 4-a), um ímã ao centro acompanhado de uma bússola na lateral esquerda, e o campo magnético formado no entorno do ímã. Uma barra de configurações na lateral a direita, onde se encontram as funções disponíveis para execução dos experimentos, na qual tem as opções que podem ser marcadas, dentre elas: “ver dentro do ímã”, “mostrar campo”, “mostrar bússola”, “mostrar medidor de campo” e “mostrar planeta terra”; também a possibilidade de “inverter os polos” e “intensidade” sendo este último a capacidade de elevar ou reduzir a intensidade do campo magnético.

Figura 4-Ímã e Bussola



Fonte: Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/magnet-and-compass >

Primeiramente para o entendimento de funcionamento do ímã, a opção “mostrar medidor de campo” deve estar marcada (figura 4-b), para podermos obter um parâmetro de medida da intensidade do campo magnético nos diferentes pontos do sistema, ou seja, ao afastar vemos que a intensidade de B diminui, e ao aproximar do Ímã ela aumenta, onde B é o módulo do vetor indução magnética, representado pelas pequenas agulhas (ou pequenas bussolas) ao redor dele, representado não somente as linhas de indução como também o seu sentido. O módulo e o sentido do campo magnético podem ser identificados facilmente movendo a bussola pelo sistema e observando que o seu ponteiro N sempre aponta para o polo Sul do Ímã, com direção sempre tangencial as linhas de indução magnética.

Em seguida desmarcando a opção “mostrar medidor de campo” e marcando e clicando em “mostrar planeta terra”, observamos que o ponteiro N da bussola aponta para a região norte geográfico da Terra (figura 4-c), evidenciando o que na realidade consiste em um polo Sul magnético, e o polo sul geográfico é um polo Norte magnético, independente para onde se mova a bussola ela sempre irá apontar para a mesma direção.

Aula 02: experimento de Oersted

Conteúdos:

- Origem das propriedades magnéticas dos materiais.

Contextualização:

Até então os fenômenos elétricos e magnéticos eram estudados separadamente sem nenhuma correlação, um com o outro, foi somente em 1820 que um professor chamado Christian Oersted, percebeu que uma bussola tinha seu ponteiro alterado de curso quando passava uma corrente elétrica por um fio condutor, que estava próximo a ela, daí se confirmava a existência de uma relação entre eletricidade e magnetismo.

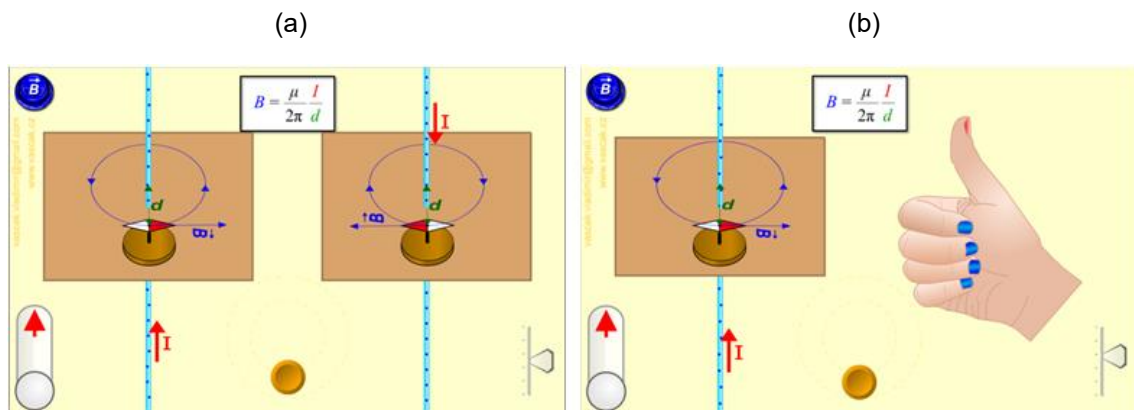
A seguir o simulador, em que é gerado um campo magnético supostamente intenso o suficiente para alterar a direção do ponteiro da bussola (figura 5-a),

observamos que as linhas de indução desse campo são circunferências em um plano perpendicular ao fio, todas com o centro no mesmo. Para descobrir o sentido dessas linhas de indução é utilizada a bússola (o polo Norte indica o sentido das linhas de indução), deslocando-a sobre o plano mantendo-a, sempre a mesma distância do fio. A regra prática da mão direita envolvente (figura 5-b) se aplica para orientar o sentido do campo magnético, no qual o polegar aponta para o sentido da corrente elétrica (i), e os outros dedos o sentido das linhas de indução (B).

Agora temos um entendimento melhor como se deu o experimento de Oersted, e porque a agulha da bússola fez o desvio, na ausência de corrente elétrica no fio, a agulha se alinhava com o vetor indução magnética da Terra, quando o condutor é percorrido por uma corrente de intensidade i , ela cria um campo magnético B do fio e a agulha se alinha com ele.

O simulador a ser usado para a proposta didática é “A Regra da Mão Direita” (Vascak), neste podem ser alterados os pontos de vista por meio de uma barra lateral direita inferior, o sentido da corrente elétrica com um botão a esquerda inferior, a posição da bússola em um botão guia ao centro de cor marrom e um botão B que altera as diferentes configurações do campo magnético.

Figura 5-A Regra da Mão Direita



Fonte: Disponível em:

<https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mag_vodic&l=pt>

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente para este trabalho, foi realizado uma busca por artigos científicos e trabalhos, publicados sobre o uso e aplicação de simuladores que auxiliam o ensino de Física, durante o ensino médio. A análise de conteúdo, foi utilizada como metodologia e para que obtivesse um panorama das publicações disponíveis, também como uma forma de selecionar quais trabalhos seriam analisados, visto que o foco principal seriam os trabalhos relacionados ao conteúdo específico de eletromagnetismo.

Em seguida à análise dos trabalhos selecionados, se obteve um levantamento tanto dos desafios que autores encontraram durante o uso de simuladores, quanto as suas potencialidades como forma de auxílio as aulas de Física, devendo ser salientado que o simulador não se torne o propósito da aula, mas sim o meio para qual se atinja a aprendizagem, de modo que o professor construa uma interação com os alunos em busca de evidenciar os conceitos abordados em estudo. Perceptível na maioria dos trabalhos, os alunos se mostraram mais socializados e participativos em prol da busca do conhecimento, evidenciado pela curiosidade estimulada e experimentação.

A sequência didática proposta visa uma interação entre aulas teóricas e experimentação, por meio de recursos virtuais que podem ser desenvolvidos em sala, trazendo uma alternativa para aulas de Física mais interativas, oportunizando o estudante ter um desempenho mais ativo durante as aulas. Aprendizagens sendo construídas, através da qual podem atribuir um significado ao objeto de ensino, implica na contribuição do aluno, para o seu interesse e disponibilidade. Com o passar do tempo é natural que motivação perca força, se não for introduzido atividades que buscam sentido a aprendizagem, principalmente nas que exigem mais peso na exercitação, e por fim é necessário a avaliação, que pode valorizar e modificar as concepções anteriores.

Ao final da análise, pode-se compreender que atividades contendo simulações, constituem um material potencialmente significativo, citado pelos autores: o fato de ampliar o poder de observação e compreensão do fenômeno que está sendo estudado, maior interação dos alunos durante as aulas, pois o conteúdo se mostrou mais interessante para eles, tornando-os agentes ativos em sala de aula e melhora no desempenho durante as avaliações. Entre os fatores que dificultam esse tipo atividade, os autores destacam: a necessidade de escolas equipadas com laboratórios de informática com acesso à internet, o fato de que algumas das simulações estarem bastante ligadas a idealizações, deixando de lado como aconteceria se fosse em um processo real e o pouco tempo para elaboração e implementação dessa modalidade pedagógica nas aulas.

Em perspectivas futuras, projeta-se cursos de formação continuada, direcionado a professores, abordando tanto o uso de simuladores computacionais, quanto um método de planejamento e confecção deles, com a possibilidade de que cada docente tenha um próprio, indo de acordo com seu método de ensino.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. E. **Simulação e modelagem computacional com software modellus: Aplicações práticas para o ensino de física.** 1ª Edição. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- ARAÚJO, E. S. et al. **O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do Phet para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental.** Bahia, 2021.
- BARDIM, L. **Análise de Conteúdo.** São Paulo: Almeida Brasil, 2011.
- BASSANI, D., SANTOS, R. A. **Tecnologias digitais para o ensino de física: eletricidade e magnetismo no Ensino Médio.** Rio Grande do Sul, 2023.
- CASTRO, R. W. P. **Ensino de física durante a pandemia do covid-19: uma experiencia pessoal.** Fortaleza, 2021.
- DORNELES, P.F.T., ARAUJO I. S. e VEIT, E. A. **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples.** Rio Grande do Sul, 2006.
- HECKLER, V. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de eletromagnetismo.** 2004. Dissertação (Mestrado em ensino de Física) - Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre.
- MACÊDO, Josué, A., DICKMAN, Adriana, G., FELEIRO, Isabela, S., A. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade.** Minas Gerais, 2012.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física.** São Paulo, 2002.
- MOREIRA, M. A. **Desafios no ensino da física.** São Paulo, 2021.
- MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física.** São Paulo, 2018
- NOGUEIRA, A. F. L.. **Experimentos para o ensino de eletrostática com auxílio computadorizado.** Santa Catarina, 2006.
- Pedro F.T. Dorneles, Ives S. Araújo e Eliane A. Veit. **Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II - circuitos RLC.** Rio Grande do Sul, 2008.
- PIAUI. Secretaria de Educação do Estado. **Plano de Implementação do Novo Ensino Médio (PLI).** Teresina: 2021.

SANTOS, J. C., DICKMAN, A. G. **Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio.** Minas Gerais, 2019.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre, Artmed, 1998.