

Ensino de circuitos elétricos por meio de tecnologias digitais: uma proposta didática baseada na Aprendizagem Significativa e nos Três Momentos Pedagógicos

*Teaching electrical circuits using digital technologies: a didactic
proposal based on Meaningful Learning and the Three Pedagogical
Moments*

*Enseñar circuitos eléctricos mediante tecnologías digitales: una
propuesta didáctica basada en el Aprendizaje Significativo y los Tres
Momentos Pedagógicos*

Guilherme Henrique Correia Domingues (guilhermecorreia.gh@gmail.com)
Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Hercília Alves Pereira de Carvalho (hercilia@ufpr.br)
Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Gisele Strieder Philippsen (gistrieder@ufpr.br)
Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Resumo: Diversos conceitos em Física, dentre os quais os correlatos aos circuitos elétricos, são considerados abstratos. Tal fato dificulta a compreensão por parte dos estudantes que, conseqüentemente, acabam considerando-os enfadonhos e sem aplicabilidades reais, o que conduz à desmotivação para o estudo da Física. Neste cenário as tecnologias digitais constituem um importante recurso pedagógico, visto que estas oferecem ferramentas de fácil utilização, baixo ou nenhum custo e permitem o desenvolvimento de aulas mais atrativas aos alunos. Mais especificamente no tocante aos simuladores computacionais, é possível a visualização e a interação com representações de sistemas físicos, mesmo em escalas microscópicas, o que contribui para o entendimento de conceitos correlatos a estes sistemas. Diante do exposto, apresenta-se neste trabalho uma proposta didática referente aos conceitos de circuitos elétricos embasada no uso de tecnologias digitais, fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa e na dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos. Espera-se que a mesma possa contribuir para o aprendizado significativo relacionado a este importante tópico da Física, bem como à motivação para o estudo desta ciência. A proposta didática foi arquitetada para a modalidade de ensino presencial, mas pode ser adequada à modalidade de ensino remota.

Palavras-chave: circuitos elétricos; tecnologias digitais no ensino de Física; teoria da Aprendizagem Significativa; Três Momentos Pedagógicos.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

Abstract: Several concepts in Physics, including those correlated to electric circuits, are considered abstract. This fact makes them of difficult understanding for the students that, consequently, end up considering them boring and devoided of real applicability, which leads to demotivation for the study of Physics. In this scenario, the digital technologies constitute an important pedagogical resource, since they offer user-friendly tools, low or no cost and allow the development of more attractive classes for the students. Concerning the computational simulators, it is possible to visualize and to interact with representations of physical systems, even on microscopic scales, which contributes to the understanding of concepts related to these systems. Considering this context, this work presents a didactic proposal regarding the concepts of electrical circuits, based on digital technologies applications, Meaningful Learning Theory and Three Pedagogical Moments teaching dynamics. It is expected to contribute to the significant learning related to this important Physics' topic, as well to the motivation for the study of this science. The didactic proposal was designed for presential teaching, but it can be adapted for remote teaching.

Keywords: electrical circuits; digital technologies in Physics teaching; Meaningful Learning theory; Three Pedagogical Moments.

Resumen: Varios conceptos de Física, incluidos los relacionados con los circuitos eléctricos, se consideran abstractos. Este hecho dificulta la comprensión de los estudiantes, lo que, en consecuencia, termina por considerarlos aburridos y sin aplicabilidad real, lo que conduce a la desmotivación para el estudio de la Física. En este escenario, las tecnologías digitales son un recurso pedagógico importante, ya que ofrecen herramientas fáciles de usar, de bajo o ningún costo y permiten el desarrollo de clases más atractivas para los estudiantes. Más específicamente en lo que respecta a los simuladores informáticos, es posible visualizar e interactuar con representaciones de sistemas físicos, incluso a escalas microscópicas, lo que contribuye a la comprensión de conceptos relacionados con estos sistemas. Dado lo anterior, este trabajo presenta una propuesta didáctica en torno a los conceptos de circuitos eléctricos basados en el uso de tecnologías digitales, a partir de la teoría del Aprendizaje Significativo y la dinámica docente de los Tres Momentos Pedagógicos. Se espera que pueda contribuir al aprendizaje significativo relacionado con este importante tema de la Física, así como a la motivación para el estudio de esta ciencia. La propuesta didáctica fue diseñada para la modalidad de docencia presencial, pero puede adaptarse a la modalidad de docencia a distancia.

Palabras-clave: circuitos electricos; tecnologías digitales en la enseñanza de Física; teoría del Aprendizaje Significativo; Tres Momentos Pedagógicos.

1. INTRODUÇÃO

Vivemos em um mundo cada vez mais tecnológico, com avanços significativos nas mais diversas áreas, o que oportunizou o desenvolvimento de ferramentas digitais de ensino que facilitam o processo de aprendizagem. Apesar do supracitado, o ensino de

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

circuitos elétricos no contexto da Física constitui ainda um desafio no tocante à compreensão dos fenômenos envolvidos.

O fato de que os conceitos relativos a circuitos elétricos descrevem fenômenos em escala microscópica, não tangíveis à visão, dificulta o entendimento por parte dos alunos. Neste sentido, o uso de animações e simuladores vem a contribuir com uma representação visual dinâmica destes sistemas, facilitando o entendimento dos mesmos. Outra fragilidade, em termos do aprendizado por parte dos estudantes, reside no tratamento matemático requerido para a descrição dos sistemas físicos. Estes aspectos, aliados com uma aula maçante e sem significado, resultam na falta de interesse e motivação para o estudo da Física.

Com base em suas experiências diárias em sala de aula, professores de Física relatam que “metodologias mais dinâmicas e criativas ajudam o aluno a raciocinar com mais clareza certos conteúdos da Física” (SILVÉRIO, 2013, pg. VII). Neste contexto, as tecnologias digitais vão ao encontro desta ideia, pois permitem desenvolver uma aula criativa e de interesse para os alunos, devido ao amplo contato que possuem com as tecnologias, tornando-os mais ativos e motivados no processo de aprendizagem. De forma semelhante a experimentação pode vir a contribuir, visto que por meio desta é possível despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes pelos fenômenos a serem explorados (GIORDAN, 1999).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta didática referente aos conceitos de circuitos elétricos, fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, na dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos (3MPs), de Delizoicov e Angotti, e no uso de ferramentas digitais. Por meio desta abordagem, espera-se contribuir com uma proposta que estimule o interesse dos alunos ao estudo concernente aos circuitos elétricos, em uma perspectiva que permita aos mesmos a visualização de representações dos fenômenos físicos envolvidos e a interação com os parâmetros matemáticos dos modelos que os descrevem.

A saber, os conceitos abordados são: corrente elétrica; sentido real e convencional da corrente elétrica em circuitos; resistência e Lei de Ohm; cálculo da intensidade da corrente elétrica em um elemento resistivo; associação de resistores; potência elétrica e cálculo do custo financeiro associado à utilização de eletrodomésticos; corrente contínua e alternada; efeitos da corrente elétrica no corpo humano e exemplos de

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

aplicações no cotidiano, como o efeito Joule. Para tanto, dadas as possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais, optou-se por utilizar os simuladores disponíveis no repositório PhET (Physics Education Technology).

A BNCC (2018) aponta a importância do estudo qualitativo e quantitativo de dispositivos elétricos – a exemplo de baterias, geradores, transformadores e motores elétricos – alicerçado no entendimento dos processos de condução e transformação de energia envolvidos. De fato, o documento objetiva que os estudantes desenvolvam as habilidades necessárias para uma visão crítica acerca da utilização dos sistemas elétricos, em escala residencial ou comunitária, buscando sempre o uso racional e sustentável da energia elétrica.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A priori, a questão mais importante na Teoria da Aprendizagem Significativa reside em relacionar o conteúdo novo com algo já conhecido pelo aluno, pois de acordo com Moreira (2006, p. 17) “o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem” e “só podemos aprender a partir do que já conhecemos” (MOREIRA, 2006, p. 17). O conhecimento prévio, relacionado ao conceito a ser abordado e já existente na estrutura cognitiva do estudante, é denominado subsunçor (MOREIRA, 2006).

A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918-2008) chamava de subsunçor ou ideia-âncora (MOREIRA, 2012, p. 30).

Dessa forma, para haver o que Ausubel chama de aprendizagem significativa, é necessário relacionar o conhecimento novo com o conhecimento prévio do aluno correlato ao tema e, além disso, que o aluno tenha disposição para aprender. Neste sentido, o professor deve buscar meios de correlacionar esse novo conjunto de informações com os conhecimentos relevantes ao tema que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva (TAVARES, 2008). Assim, esse conhecimento novo ganha significados para o aluno e o conhecimento prévio sofre um enriquecimento, passando a ter mais significado (BORSEKOWSKY *et al.*, 2021).

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

Além dos aspectos apresentados como requisitos para que ocorra uma aprendizagem verdadeiramente significativa, Moreira (2000) aponta alguns princípios que devem ser considerados no processo de ensino, dentre os quais destaca-se:

i. O emprego inicial de perguntas ao invés de respostas: segundo este princípio, o professor não deve fornecer sempre respostas prontas a seus alunos, mas sim incentivá-los a questionar. Esta dinâmica resulta em um processo de interação social que estimula a discussão de ideias, fazendo com que os alunos deixem de aceitar de forma dogmática o que lhes é apresentado.

ii. A diversidade de materiais: Moreira (2006) ressalta a importância de aprender utilizando materiais diversos, de forma a deixar de lado o uso exclusivo do livro didático e, portanto, uma visão única ao aluno sobre o conteúdo.

iii. Aprendizagem pelo erro: segundo o autor, o “erro é natural na aprendizagem humana fora da escola, erramos continuamente e aprendemos, continuamente, de nossos erros, mas na escola o erro é punido” (MOREIRA, 2006, p. 13).

iv. A diversidade de estratégias: este princípio propõe a “diversificação de estratégias e a participação ativa, e responsável, do aluno na sua aprendizagem” (MOREIRA, 2006, p. 14), de forma a abandonar o ensino no qual o aluno apenas copia e decora o que o professor expõe no quadro, promovendo assim “uma aprendizagem significativa crítica” (MOREIRA, 2006, p. 14).

De acordo com o exposto sobre a aprendizagem significativa, a sequência didática proposta neste trabalho tem início com a apresentação de objetos e fenômenos presentes no cotidiano do aluno, relacionados ao tema circuitos elétricos. A apresentação inicial destes elementos objetiva o estabelecimento de um diálogo que permita retomar os conhecimentos prévios dos alunos relativos ao tema abordado, favorecendo a aprendizagem significativa do mesmo, bem como a constatação da relação do objeto de estudo proposto na sequência com experiências do cotidiano dos estudantes. Com base ainda nos princípios ii e iv elencados, propõe-se a utilização de materiais e estratégias diversos, buscando-se fomentar a aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

2.2. TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

Buscando alternativas ao sistema de aulas tradicionais, nas quais o professor expõe o conteúdo, seguido de exercícios e posteriormente uma avaliação escrita (CASTOLDI; POLINARSKI, 2009), uma prática pedagógica bem consolidada e que possui potencial para uma frutífera sequência didática é a dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos.

A partir dos 3MPs é possível que o professor prepare uma sequência didática de forma a “expor o conteúdo de uma forma diferenciada” (CASTOLDI; POLINARSKI, 2009, p. 685) e “fazer dos alunos participantes do processo de aprendizagem” (CASTOLDI; POLINARSKI, 2009, p. 685). Utilizando os mais diversos recursos educacionais, o professor pode evidenciar os aspectos atrativos do conteúdo e, conseqüentemente, despertar a pré-disposição para aprender nos alunos, sendo essa uma das premissas para a aprendizagem significativa.

O primeiro momento pedagógico, também denominado problematização inicial, consiste em “apresentar questões e/ou situações para discussão com os alunos” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 623) e caracteriza-se por “apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam” (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012, p. 3). Nesse momento, o professor lança dúvidas e faz questionamentos aos alunos sobre o conceito a ser apresentado, evitando fornecer respostas prontas; assim sendo, os alunos refletem e expõem seus conhecimentos prévios sobre a temática (LEONOR; LEITE; AMADO, 2013).

Mesmo que o aluno já tenha tido contato com a temática, dentre as situações e/ou questão problema apresentadas a ele, provavelmente haverá aspectos que ele não saberá explicar ou resolver, conduzindo à situação em que “o aluno sinta a necessidade de aquisição do conhecimento para enfrentar o problema” (LEONOR; LEITE; AMADO, 2013, p. 4). A partir do momento em que o aluno sentir a necessidade de aquisição do conhecimento, ele terá uma pré-disposição para estudar o conteúdo; dessa forma, o professor terá atingido uma das condições para que a aprendizagem de seu aprendiz seja significativa.

Tendo trabalhado o primeiro momento pedagógico, inicia-se o segundo momento: organização do conhecimento. Nesta etapa “os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial serão sistematicamente estudados sob orientação do professor” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 624).

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

Muenchen e Delizoicov (2014) aconselham utilizar diferentes atividades no momento de organização de conhecimentos, o que motivou a aplicação de atividades envolvendo tecnologias digitais – a exemplo de simuladores computacionais – e de uma atividade experimental no desenvolvimento da sequência didática proposta neste trabalho.

Por último, o terceiro momento pedagógico – ou aplicação do conhecimento – destina-se a analisar e interpretar as situações e questões iniciais apresentadas pelo professor, além de outras situações também explicadas pelo mesmo conceito sob estudo (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014). Espera-se que, a partir dos conceitos trabalhados no segundo momento pedagógico, o aluno consiga de forma exitosa responder e entender as situações apresentadas no primeiro momento e outras situações com que ele venha a se deparar no futuro, relativas ao tema.

2.3. TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Um recurso pedagógico valioso para o ensino de Física e/ou Ciências Naturais consiste no uso de tecnologias digitais, pois estas proporcionam diferentes maneiras de desenvolver uma aula com base em uma dinâmica mais atrativa aos alunos e adequada à observação e investigação acerca do comportamento de diversos sistemas físicos. Assim, as tecnologias estabelecem novas perspectivas aos professores e alunos, de forma a instigar os primeiros à busca por novas abordagens de ensino que favoreçam a ampliação do conhecimento e implementar aos estudantes novas possibilidades de aprendizagem (EGUEZ; VELOSO, 2021).

Araujo e Veit (2004, p. 9) apontam que as simulações computacionais “dão suporte a atividades exploratórias caracterizadas pela observação, análise e interação do sujeito com modelos já construídos”. Ao interagir com a simulação alterando os valores dos parâmetros do modelo que descreve o sistema físico, o estudante consegue visualizar o efeito da alteração no comportamento do sistema, o que permite o entendimento do significado físico dos parâmetros no modelo matemático.

De acordo com Heckler, Saraiva e Oliveira Filho (2007, p. 268), ferramentas computacionais são “consideradas, por muitos, a solução dos vários problemas que os professores de Física enfrentam ao tentar explicar para seus alunos fenômenos abstratos”. De fato, há muitos conceitos que são considerados abstratos pelos alunos porque “estão fora do alcance dos sentidos do ser humano, tais como partículas

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

subatômicas, corpos com altas velocidades e processos dotados de grande complexidade” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 78).

Neste sentido, o uso de recursos computacionais – que permitem ao aluno a visualização de representações de partículas ou processos microscópicos – tende a amenizar a dificuldade relativa à abstração destes conceitos. Nessas situações, em que um conceito é demasiado abstrato para ser associado às concepções prévias dos estudantes, as simulações “podem ser bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes” (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 79), seja pela complexidade do experimento, pelo custo elevado para a aquisição dos materiais ou pela falta de laboratórios físicos, de forma que os simuladores podem atuar como laboratórios virtuais (HANSEN *et al.*, 2020).

Diante do exposto, a sequência didática apresentada neste trabalho propõe a utilização de simuladores computacionais, disponíveis na plataforma PhET¹ (WIEMAN; ADAMS; PERKINS, 2008), no ensino de circuitos elétricos. Este acervo de acesso público foi fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman e contém mais de 80 simulações interativas que podem ser empregadas no ensino de Física, Química, Matemática ou Biologia. Espera-se que o estudo dos constituintes de um circuito elétrico e do modo de operação destes sistemas, mediado por simulações computacionais, possa contribuir para a abstração e aprendizagem dos conceitos correlatos ao tema.

A plataforma Kahoot, que possibilita a aprendizagem baseada em jogos, também foi utilizada neste trabalho. O Kahoot “é uma ferramenta tecnológica que incorpora elementos utilizados no design de jogos para engajar os usuários na aprendizagem” (DA SILVA *et al.*, 2018, p. 783). Os jogos projetados de acordo com o conteúdo a ser explorado nas aulas, como apontam Felber, Krause e Venquiaruto (2018), podem contribuir significativamente no processo de aprendizagem; além disso, estão relacionados ao lazer do adolescente, constituindo parte de suas preferências. Neste sentido, esta plataforma foi utilizada para implementar um jogo contendo questões sobre os conceitos abordados no estudo de corrente elétrica, buscando motivar os alunos à participação nas atividades.

¹ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.

3. PROPOSTA DIDÁTICA

A proposta didática foi organizada pensando-se em um período de aplicação de 06 aulas, sendo o conteúdo a ser trabalhado pertinente ao público do 3º ano do Ensino Médio. As etapas da sequência, bem como o tempo previsto de aplicação, encontram-se especificados no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas da sequência didática.

Etapa	Descrição	Tempo (minutos)
1	Primeiro momento pedagógico	60
2	Segundo momento pedagógico	180
3	Terceiro momento pedagógico	120

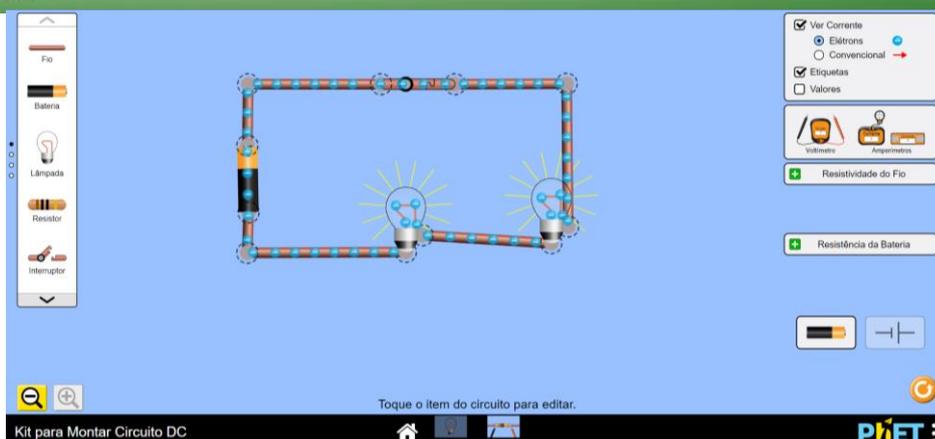
Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos, a primeira aula destina-se ao primeiro momento, ou seja, à exposição de questões relacionadas ao cotidiano dos estudantes, buscando suscitar a discussão sobre o conteúdo a ser trabalhado.

Desta forma, no primeiro momento, propõe-se a apresentação do simulador “*Kit para montar circuito DC*” (Figura 1), disponível na plataforma PhET. Por meio deste simulador é possível montar, no ambiente virtual, um circuito elétrico de corrente contínua utilizando fios, pilhas, resistores, lâmpadas e chave para o acionamento do circuito. Será solicitado aos alunos que montem um circuito com uma lâmpada no simulador, com o objetivo de acendê-la. Em seguida, será solicitada a adição de uma segunda lâmpada ao circuito, de forma que ambas as lâmpadas fiquem acesas. Finalmente, será solicitada a remoção de uma lâmpada; como consequência, a lâmpada remanescente não ficará mais acesa, caso os alunos tenham realizado uma associação em série.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_pt_BR.html.

Figura 1 - Tela do simulador “Kit para montar circuito DC”.

Utilizando o simulador, o professor projetará em uma tela um circuito com duas lâmpadas associadas em paralelo e acesas, de forma que ao retirar uma delas a outra continuará acesa. Em vista disso, será levantada a seguinte questão problema: “Por que em um circuito em série com duas lâmpadas, ao retirar-se uma, a outra apaga, e neste segundo circuito a lâmpada continua acesa?”.

Posteriormente, os alunos serão convidados a observar um circuito real em série e em paralelo, construído pelo professor (Figura 2), no qual observarão o mesmo fenômeno analisado no simulador. A utilização deste experimento objetiva que os alunos observem o efeito da corrente em um circuito em série e em um circuito em paralelo, não apenas virtualmente, mas experimentalmente e em tempo real, verificando que o fenômeno observado no simulador ocorre de fato na realidade, de forma a combater o entendimento da Física como sendo desconexa do mundo vivido por eles.



Recebido em: 04/03/2021
Aceite em: 19/08/2021

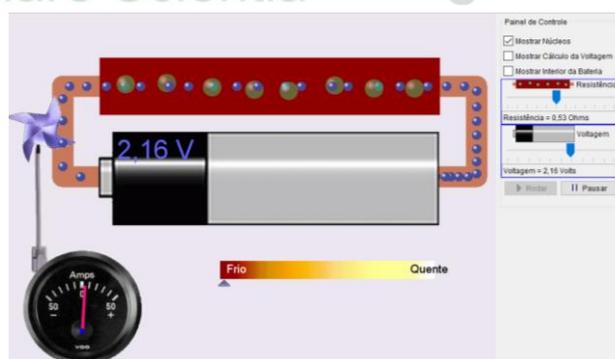
Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 2 - Circuito real em paralelo e em série.

Ainda neste experimento, será levantada a seguinte questão: “Por que a lâmpada esquenta ao ligar o interruptor?”. Essa questão será respondida no segundo momento, ao trabalhar o efeito Joule.

Por último, o professor levantará questões e apresentará situações para a discussão, ficando aqui, como exemplos, algumas questões que podem ser expostas: “Como surge a corrente elétrica?”, “O que é necessário para um aparelho funcionar, utilizando pilha ou tomada?”, “O que significa ligar um aparelho elétrico?”, “Por que existe corrente em um aparelho ligado?”, “Como ocorre o aquecimento?”, “O que significam as letras V e W verificadas em alguns aparelhos elétricos?”, “Por que há valores diferentes de tensão para os chuveiros?”. Essas questões foram retiradas do livro “Física 3: eletromagnetismo”, produzido pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF).

No segundo momento pedagógico, destinado à organização do conhecimento, recomenda-se a utilização de três simuladores relacionados aos conceitos a serem abordados: “Circuito bateria-resistor” (Figura 3), “Resistência em um fio” (Figura 4) e “Lei de Ohm” (Figura 5).



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/battery-resistor-circuit.

Figura 3 - Tela do simulador “Circuito bateria-resistor”.

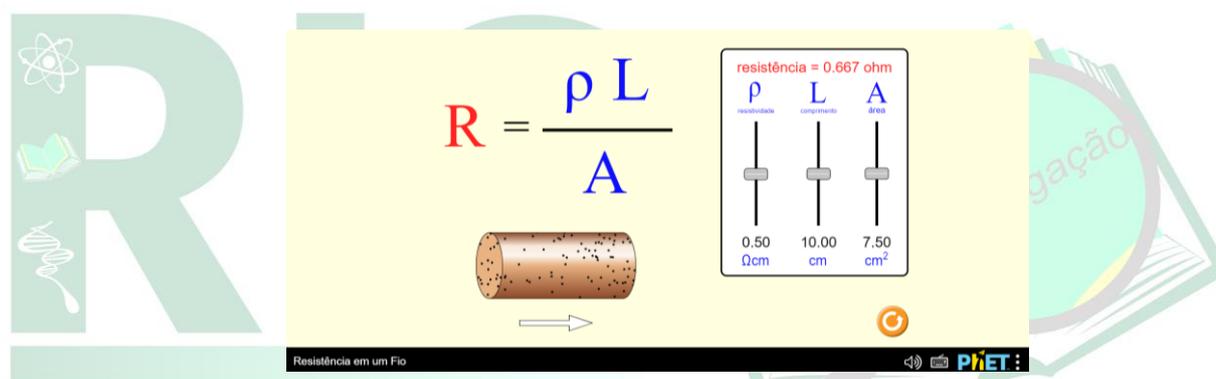
A partir do simulador “Circuito bateria-resistor” (Figura 3) é possível a visualização da representação do movimento dos portadores de cargas elétricas em um

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

circuito constituído por uma bateria, um resistor e um fio condutor, o que facilita a apresentação do conceito relativo à natureza da corrente elétrica e ao sentido real e convencional desta grandeza. O simulador viabiliza também a discussão acerca do significado físico da propriedade resistência, intrínseca a um componente resistivo, bem como a discussão acerca do aquecimento verificado neste dispositivo em decorrência do efeito Joule.

O simulador “Resistência em um fio” (Figura 4) permite alterar a resistividade do material que constitui o fio condutor, bem como o comprimento e a área da seção transversal do fio. Desta forma, é possível verificar o comportamento da resistência do fio mediante às alterações destes parâmetros. A escolha deste simulador deve-se à oportunidade de apresentar e discutir com os alunos as variáveis que influenciam a resistência de um fio condutor.



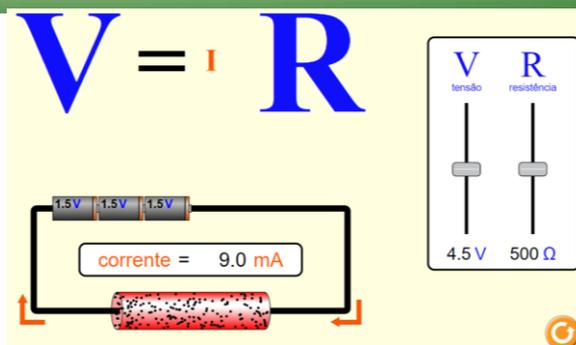
Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_pt_BR.html.

Figura 4 - Tela do simulador “Resistência em um fio”.

Com o simulador “Lei de Ohm” (Figura 5), é possível a discussão em torno do fato de que a tensão elétrica estabelecida no circuito e a resistência do elemento resistivo determinam a intensidade da corrente elétrica verificada no sistema. Neste simulador a variação de tensão é representada no circuito pela modificação do número de pilhas, da mesma forma que ao variar o parâmetro resistência, o material que constitui o fio condutor tem sua característica alterada na simulação. Diante disso, este simulador poderá ser utilizado para mostrar aos alunos como se relacionam as variáveis tensão, resistência e corrente elétrica em um circuito.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_pt_BR.html.

Figura 5 - Tela do simulador “Lei de Ohm”.

Após a exposição destes conceitos, propõe-se a retomada do simulador e do experimento expostos no primeiro momento pedagógico (figuras 1 e 2, respectivamente), com o intuito de apresentar e caracterizar ramos e nós em circuitos elétricos, assim como as formas de associação em série e em paralelo de resistores. Após a discussão dos conceitos elencados até o momento, os alunos terão os recursos necessários para o entendimento do comportamento dos circuitos explorados no primeiro momento pedagógico.

Para trabalhar o conceito de efeito Joule e potência elétrica, será utilizado o chuveiro como exemplo de aplicação (GREF, 1993). Neste dispositivo os portadores de carga que constituem a corrente elétrica colidem com os átomos da estrutura cristalina do resistor, transferindo a estes energia; em outras palavras, tem-se a conversão de energia potencial elétrica – associada aos portadores de carga – em energia térmica no resistor, o que é verificado em nível macroscópico pelo aquecimento do mesmo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009). Este mecanismo é denominado efeito Joule e tem diversas aplicações práticas, tais como o ferro de passar, aquecedores, torradeiras, secador de cabelos etc.

Conceitos referentes à corrente elétrica contínua e alternada também serão abordados. Em um circuito de corrente contínua a corrente é estacionária, ou seja, não varia no tempo; por outro lado, na corrente alternada há uma inversão periódica no sentido da corrente, produzindo uma corrente cuja intensidade varia de forma senoidal no tempo. Dentre os circuitos de corrente contínua, são exemplos as lanternas e o sistema elétrico de um automóvel; como exemplos de circuitos que operam com

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

corrente alternada, citam-se os liquidificadores, batedeiras e máquinas de lavar roupa (YOUNG, FREEDMAN, 2009). É importante salientar o fato de que uma corrente elétrica alternada é estabelecida a partir de tensão elétrica alternada, como a disponível nas instalações elétricas residenciais a partir das usinas hidrelétricas, enquanto que uma corrente contínua é estabelecida a partir de uma fonte de tensão contínua (pilhas ou baterias) ou a partir da retificação da tensão alternada. Desta forma, alguns aparelhos – a exemplo de televisores e notebooks – possuem um dispositivo que converte a tensão alternada da rede elétrica em tensão contínua, adequada à sua operação.

Em relação aos efeitos da corrente elétrica no corpo humano, sugere-se explorar a caracterização do choque elétrico, a causa e consequências possíveis no organismo (tetanização, fibrilação ventricular, parada cardiorrespiratória e queimadura) (LOURENÇO; SILVA; DA SILVA FILHO, 2007). Esta atividade tem como intuito a prevenção de acidentes por meio da conscientização dos estudantes quanto aos efeitos da corrente elétrica no organismo.

Dando continuidade, no terceiro momento os alunos são convidados a montar o circuito novamente, utilizando o mesmo simulador inicial, de forma a atingir o objetivo requerido no primeiro momento, ou seja, manter uma lâmpada acesa após a remoção da segunda lâmpada do circuito.

Como exemplo de aplicação no cotidiano, o professor pode orientar os alunos quanto ao cálculo do consumo de energia elétrica durante o banho e o custo financeiro associado. Para tanto, deve-se apresentar o consumo de um chuveiro tradicional e o custo do kWh; de acordo com o tempo de banho, é possível o cálculo do custo. Por meio desta atividade, o professor pode iniciar um diálogo com os alunos relacionado aos hábitos de consumo responsáveis presentes na BNCC (2018), promovendo assim a formação crítica dos estudantes enquanto cidadãos.

Como atividade final, propõe-se a aplicação de um jogo elaborado especificamente para esta sequência didática na plataforma *Kahoot*, denominado *Corrente Elétrica – Aplicação*². O professor pode criar a sala de jogo à qual os alunos têm acesso por meio de um PIN, utilizando um computador ou mesmo um celular com o aplicativo do *Kahoot*. As questões podem ser projetadas em uma tela e os alunos

² Disponível em: <<https://create.kahoot.it/share/corrente-eletrica-aplicacao/1665c826-751f-40ec-aeb0-998020fc9474>>.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

respondem por meio de seus celulares; após cada questão, os conceitos pertinentes ao desafio serão retomados, constituindo assim uma oportunidade de aprendizado aos alunos que ainda não tenham alcançado o entendimento acerca do referido conceito.

Por meio da articulação das atividades descritas nesta sequência didática, espera-se estabelecer um ambiente favorável ao processo de aprendizagem, que permita aos alunos a apropriação dos conceitos relativos ao tema circuitos elétricos em uma perspectiva significativa. A partir do real entendimento destes conceitos e suas aplicações no cotidiano, espera-se também que a sequência possa contribuir para o despertar da motivação dos alunos ao estudo da ciência Física.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias digitais proporcionaram grandes avanços em diversas áreas, inclusive na educação. Considerando-se que o processo de aprendizagem de conceitos físicos pode ser facilitado e estimulado por meio do uso racional de simuladores computacionais, este trabalho propõe a aplicação destes recursos para o ensino de circuitos elétricos, em uma perspectiva alicerçada na teoria da Aprendizagem Significativa e na dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos. Por meio desta abordagem, busca-se propiciar um ambiente de diálogo entre professor-alunos e alunos-alunos favorável à exposição de ideias e à participação ativa dos estudantes na ampliação de seus saberes, visando ainda a percepção de que conhecimentos da ciência Física são essenciais à vida moderna.

5. REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p.5-18, 2004.

BORSEKOWSKY, A. R. *et al.* Aprendizagem significativa: transformando a sala de aula em laboratório para o ensino de ciências. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 4, n. 2, p. 13-22, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**: educação é a base. Brasília: MEC, 2018.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. **I simpósio Internacional de Ensino e Tecnologia**, p. 684-692, 2009.

DA SILVA, J. B. et al. Tecnologias digitais e metodologias ativas na escola: o contributo do Kahoot para gamificar a sala de aula. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 780-791, 2018.

DO ENSINO, GREF–Grupo de Reelaboração. Física 3: eletromagnetismo. **São Paulo: EDUSP**, 1993.

EGUEZ, Bárbara Adelaide Parada; VELOSO, Maria Sônia Silva Oliveira. Uso de tecnologias na Física: Possibilidades contemporâneas na transmissão de conhecimentos. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 4, n. 3, p. 418-431, 2021.

FELBER, Denise; KRAUSE, João Carlos; VENQUIARUTO, Luciana Dornelles. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 1, n. 2, 2018.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. Fundamentos de Física. Volume 3: Eletromagnetismo. Rio de Janeiro: **LTC**, 2009.

HANSEN, T. R. *et al.* O uso de simuladores e a Astronomia na Educação Básica: potencializando o processo de ensino-aprendizagem. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 2, p. 551-563, 2020.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. de F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. de S. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica**. 2007.

LEONOR, P. B.; LEITE, S. Q. M.; AMADO, M. V. Ensino por investigação no primeiro ano do ensino fundamental: análise pedagógica dos três momentos pedagógicos de ciências para alfabetização científica de crianças. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC**, v. 9, 2013.

LOURENÇO, S. R.; SILVA, T. A. F.; DA SILVA FILHO, S. C. Um estudo sobre os efeitos da eletricidade no corpo humano sob a égide da saúde e segurança do trabalho. **Exacta**, v. 5, n. 1, p. 135-143, 2007.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

Recebido em: 04/03/2021

Aceite em: 19/08/2021

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Crítica. **III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000.

MOREIRA, M. A. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: da visão clássica à visão crítica (Meaningful learning: from the classical to the critical view). In: **Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006**.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, p. 41, 2012.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, 2014.

SILVÉRIO, A. dos A. *et al.* As dificuldades no ensino/aprendizagem da física. 2013.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

WIEMAN, C. E.; ADAMS, W. K.; PERKINS, K. K. PhET: Simulations that enhance learning. **Science**, v. 322, n. 5902, p. 682-683, 2008.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física 3 Eletromagnetismo. **Tradução: Sonia Midori Yamamoto. 12ª Edição, 2009.**