

ENSINO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE UMA APLICAÇÃO MOBILE

TEACHING OF RESIDENTIAL ELECTRICAL INSTALLATIONS: A DIDACTIC SEQUENCE FROM A MOBILE APPLICATION

Adelmo Artur de Aquino¹

 ORCID iD: [0000-0002-2119-1825](https://orcid.org/0000-0002-2119-1825)

Otávio Paulino Lavor²

 ORCID iD: [0000-0001-5237-3392](https://orcid.org/0000-0001-5237-3392)

RESUMO

Neste trabalho propomos a aplicação de uma sequência didática que faz uso de um aplicativo *mobile* que agrega atividades com os principais elementos e dispositivos no âmbito das instalações elétricas residenciais, como interruptores simples, paralelos e intermediários, pontos de tomada de uso geral e específico, campainhas, e fotocélula. A pesquisa busca aferir, através do relato da experiência didática, se o aplicativo adotado cumpre o objetivo de ser uma ferramenta útil no auxílio dos processos de aprendizagem dos investigados. A abordagem metodológica dos conteúdos propostos pela sequência didática é estruturada com base no perfil dos investigados, que são alunos da disciplina de Materiais Elétricos e Magnéticos do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Elaborou-se um esquema sequencial de um currículo de curta duração com propostas de aula expositiva, atividades virtuais do aplicativo em questão, bem como a elaboração extra-sala de um projeto elétrico residencial simplificado. Os resultados obtidos nessa pesquisa comprovaram a eficiência didático-pedagógica da proposta, a qual permitiu ao professor o acompanhamento das produções dos estudantes durante todas as etapas exercidas em sala de aula. Os estudantes atingiram níveis satisfatórios na aprendizagem dos conteúdos, bem como na apropriação técnica de uma aplicação real dos conceitos estudados, que é a elaboração de um projeto elétrico residencial.

Palavras-chave: Circuitos elétricos. Ensino-aprendizagem. Recurso tecnológico.

ABSTRACT

In this work, we propose the application of a didactic sequence that makes use of a mobile application that aggregates activities with the main elements and devices within the scope of residential electrical installations, such as simple, parallel and intermediate switches, points of general and specific use, bells and photocells. The research seeks to assess, through the report of the didactic experience, if the adopted application fulfills the objective of being a useful tool in helping the learning process of the investigated. The methodological approach to the content proposed by the didactic sequence is structured based on the profile of the investigated, who are students of the discipline of Electrical and Magnetic Materials of the Bachelor of Science and Technology course. A sequential outline of a short-term curriculum was elaborated with proposals for expository classes, virtual activities of the application in question, as well

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. Endereço para correspondência: BR-226, Km 405, Pau dos Ferros - RN, Brasil, CEP: 59900-000. E-mail: artur-aquino1@hotmail.com.

² 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. Endereço para correspondência: BR-226, Km 405, Pau dos Ferros - RN, Brasil, CEP: 59900-000. E-mail: otavioplavor@gmail.com.

as the extra-room elaboration of a simplified residential electrical project. The results obtained in this research proved the didactic-pedagogical efficiency of the proposal, which allowed the teacher to monitor the students' productions during all the steps exercised in the classroom. The students reached satisfactory levels in the learning of the contents, as well as in the technical appropriation of a real application of the studied concepts, which is the elaboration of a residential electrical project.

Keywords/Palabras clave: Electrical circuits. Teaching-learning. Technological appeal.

1 INTRODUÇÃO

O planejamento no âmbito educacional, independentemente do nível de ensino, é um processo de busca a fim de atingir reflexões e tomadas de decisões, que a partir da realidade vivenciada cause previsões de necessidades e racionalização de emprego dos meios materiais e recursos humanos disponíveis, estruturando objetivos e etapas bem definidas a partir dos resultados de reflexão e avaliação do contexto que se está inserido (PADILHA, 2001).

Libânio (2001) ressalta que o plano é um guia e tem a função de orientar a prática, partindo da própria prática e, portanto, não pode ser um documento rígido e absoluto. Ele é a formalização dos diferentes momentos do processo de planejar que, por sua vez, envolve desafios e contradições.

Nesse seguimento, cabe ao professor está sempre atento a possíveis metodologias que possam ser aplicadas em sala, e que além de englobar os princípios propostos pelos teóricos, causem efeito motivador no interesse dos alunos, principalmente através da utilização das tecnologias, visto que estas facilitam a busca e o compartilhamento de informações de forma substancial (SANTOS; RESENDE, 2014). Essa ação pode manter os alunos focados e motivados para a aprendizagem, bem como manter o controle da sala de aula (JESUS, 2008).

A utilização de tecnologias como ferramenta para viabilizar o aprendizado pode alterar e transformar a forma de aprender, contribuindo para reduzir as dificuldades de compreensão do discente num ambiente escolar específico, a sala de aula (MATTAR, 2013). Ensinar algo diferente necessita de interesse dos jovens e crianças e, sobretudo, motivação, o que sugere a utilização dos recursos e colaboração dos integrantes do sistema educacional, papel esse muitas vezes empregado somente ao professor.

Isso justifica o interesse e escrita desse trabalho, pois a utilização de Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC's) no âmbito educacional apresenta-se como metodologia útil e significativa nos processos de ensino-aprendizagem. Graças a essas ferramentas, aprender tornou-se uma prática dinâmica facilitada por esses meios que não mais admitem o ensino mecânico (SOUZA; GONÇALVES, 2019, p.281).

Sabendo disso, esta pesquisa foi pensada com intuito de elaborar uma sequência didática (SD) para o ensino dos principais fundamentos de instalações elétricas residenciais, através da utilização do aplicativo móvel “Instalações Elétricas”, como também com a finalidade de aferir, através do relato da experiência didática vivenciada, se este cumpre o objetivo de ser uma ferramenta útil no auxílio no processo de aprendizagem. A aplicação tem como funcionalidade o incentivo e desenvolvimento de habilidades básicas acerca das principais aplicações encontradas nos projetos elétricos residenciais. Isto posto, a pesquisa é realizada com alunos do curso de Ciência e Tecnologia de uma universidade situada no alto-oeste potiguar.

Apesar do projeto elétrico e seus componentes de dimensionamento serem a ferramenta norteadora para realização de uma instalação elétrica, elementos mais detalhados não serão tratados com aprofundamento, visto que a pesquisa tem como objetivo a explanação dos princípios mais importantes, visando a qualificação dos alunos para a interpretação de um projeto deste tipo. Dessa maneira, são tratados os seguintes fundamentos: interruptores simples, paralelos (ou *three-way*) e intermediários (*four-way*); tomadas de uso geral e específico (TUG e TUE); campainha elétrica; e fotocélula.

Para melhor apropriação da temática e dos processos empregados na pesquisa, apresenta-se aqui uma breve descrição de como está organizado o presente trabalho. Na introdução, foram apresentados os caminhos justificam a opção por este objeto de investigação, situando a pesquisa, os objetivos e evidenciando as contribuições do estudo à temática escolhida.

Nas seções 2 e 3 referentes a fundamentação teórica, são apresentados os principais conceitos e elementos do âmbito das instalações elétricas residenciais. Na seção 2, são tratados aspectos conceituais da área e as principais aplicações como são os casos dos interruptores simples, paralelos e intermediários, os pontos de tomada de uso geral e específico, campainha e fotocélula. Já a seção 3 apresenta a forma com que esses temas são abordados na aplicação móvel, isto é, a maneira a qual as atividades são esquematizadas pelos exercícios propostos.

O percurso metodológico (seção 3) apresenta a estrutura elaborada para a SD assim como a descrição detalhada de cada atividade que a compõe. As práticas sugeridas perpassam por ações teóricas, práticas digitais através da aplicação móvel, bem como atividades aplicadas, que neste caso se dá pelo desenvolvimento de um projeto elétrico residencial simplificado.

A seção de resultados (seção 4) apresenta o relato da execução das atividades da SD, os pontos positivos e negativos, e também uma análise quantitativa que mensura a eficácia da resolução dos exercícios propostos pelo aplicativo. Discutisse também através de um

questionário a perspectiva dos estudantes frente à experiência vivenciada no que diz respeito a autoavaliação da aprendizagem e na experiência de utilização das NTIC's em disciplinas do curso.

Finalmente, a seção de considerações traz, além da resposta referente ao cumprimento do objetivo apontado, as contribuições da pesquisa. Enfatiza-se o emprego das NTIC's como excelentes ferramentas não somente para a aprendizagem em sua utilização individual, mas essencialmente na composição de planejamentos possam contemplar outras metodologias de ensino, especificamente neste caso as sequências didáticas.

2 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

2.1 Aspectos conceituais

O projeto elétrico é a representação gráfica e dimensionamento detalhado das instalações elétricas residenciais que são desejadas. É nele onde se define e se indica os pontos de iluminação, os interruptores, as tomadas, os circuitos elétricos, o painel de distribuição e dos dispositivos de proteção, considerando os demais dispositivos elétricos a serem usados pelos moradores da residência. A boa elaboração de um projeto elétrico residencial é de suma importância para garantir a segurança e integridade dos moradores, dos próprios aparelhos e dos circuitos de modo geral, evitando e diminuindo o risco de acidentes, consequentemente promovendo a economia do sistema elétrico, bem como o funcionamento adequado dos equipamentos.

A elaboração do projeto é norteada pela norma regulamentadora NBR 5410, que dispõe sobre instalações elétricas de baixa tensão, que são os casos das redes de tensões direcionadas para uso residencial (CREDER, 2007). No entanto, para implementar de fato os passos propostos no projeto é necessário fazer as ligações entre os circuitos com os pontos de iluminação, tomadas e demais pontos de utilização, e essas são feitas através de cabos condutores. Os condutores são os fios metálicos, geralmente de cobre para projetos residenciais, que são responsáveis por transportar a corrente elétrica. Esses condutores comumente recebem quatro nomenclaturas: neutro, fase, retorno ou terra/proteção.

O condutor neutro é um fio que não apresenta nenhuma tensão, isto é, que não possui carga. Em contrapartida, a fase é um condutor que possui tensão (ou diferença de potencial), que pode assumir valores de 127 volts ou de 220 volts (ABNT, 2004, p.1). Já o retorno é um condutor destinado às instalações de iluminação e liga o ponto de luz à tomada, que em linhas gerais nada mais é do que um condutor fase. Enquanto isso, o condutor terra, também

denominado de condutor de proteção, é ligado a hastes presas na terra, além de estar sempre inserido e acompanhando os demais circuitos e disponível para alguns equipamentos, como veremos nesta seção. Sua função é proteger os aparelhos ligados aos circuitos de sobrecargas elétricas e também os usuários de possíveis choques.

A NBR 5410 determina e exige a utilização de um padrão de cores para os cabos, para a fácil identificação dos condutores e, assim, minimizando as possibilidades de erros técnicos. A Figura 1 abaixo ilustra o esquema adotado.

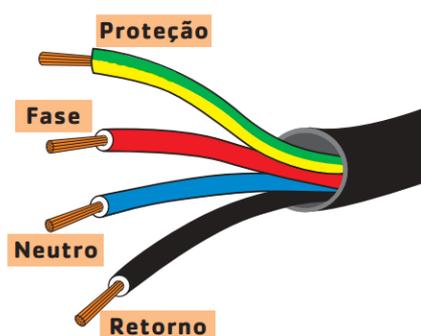


Figura 1: Esquema de cores de cabos condutores de acordo com a NBR5410.
Fonte: Adaptada de PRYSMIAN (2006).

Essa identificação é feita com relativa facilidade, desde que se saiba são associadas de acordo com cada ponto de utilização (lâmpadas, interruptores, tomadas, etc). Serão apresentados nas subseções seguintes os esquemas de ligação mais utilizados em uma residência.

2.2 Ligação dos interruptores

Os interruptores são dispositivos simples, integralmente utilizados para realizar a abertura ou fechamento de circuitos elétricos, conseqüentemente permitindo ou impedindo a passagem de corrente elétrica. Os interruptores simples, *three-way* ou *four-way*, devem interromper a passagem de corrente unicamente no condutor fase e, em nenhuma hipótese, no condutor neutro. Obedecer esse princípio possibilita a substituição e reparo das lâmpadas sem riscos de choques, sendo necessário apenas o desligamento do interruptor (CREDER, 2007).

Do painel de distribuição derivam os circuitos necessários para a realização da instalação elétrica da casa, e neles estão contidos os condutores fase, neutro e terra. O tipo de ligação monofásica, bifásica ou trifásica e de circuito (iluminação, uso geral, ou específico) é quem determina a forma em que os condutores serão ligados.

A maioria dessas aplicações necessitam de utilização de interruptores. Os tópicos a seguir demonstram como ligar diferentes tipos de interruptores e quais precauções devem ser tomadas.

2.2.1 Interruptor simples

Realiza comando do ponto de luz em um único local. Nos circuitos destinados à iluminação, as ligações entre a lâmpada e o interruptor simples utiliza-se os condutores fase, neutro e retorno (Figura 2).

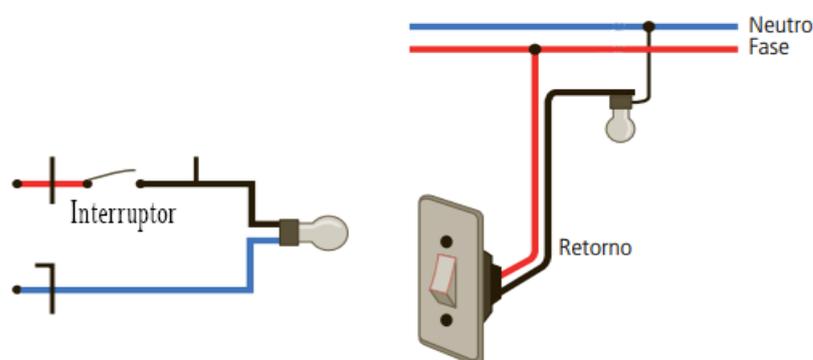


Figura 2: Circuito de ligação entre um interruptor simples e uma lâmpada.
Fonte: Adaptada de Vieira Junior (2011).

O esquema mostra que a fase sempre deve ser ligada ao interruptor, o retorno ao contato do disco central da lâmpada e o neutro diretamente ao contato da base rosqueada da lâmpada. Em casos mais específicos, quando se há a possibilidade, utiliza-se o condutor terra ligando-o à carcaça da luminária. Para interruptores de mais seções e lâmpadas, aumenta-se equivalentemente o número de retornos.

2.2.2 Interruptor paralelo (ou three-way)

Os interruptores paralelos realizam o comando do ponto de luz a partir de dois locais distintos. Comumente utilizado em escadas ou vãos cujos pontos de luz, pela grande extensão da dependência ou por comodidade, deseja-se acender ou apagar de pontos diferentes.

A Figura 3 exemplifica o circuito correspondente.

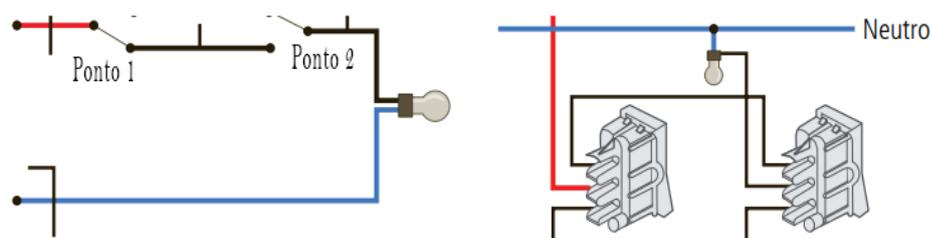


Figura 3: Circuito de ligação entre um interruptor paralelo (ou three-way) e uma lâmpada.
Fonte: Adaptada de Vieira Junior (2011).

Observe que o condutor fase e o retorno são ligados nos pinos do meio dos interruptores paralelos, possibilitando alternar as chaves para o comando do ponto de luz através de locais distintos. Nos interruptores paralelos e intermediários estão presentes fase, neutro e três retornos. O que diferencia entre um e outro é que os retornos são seccionados no interruptor intermediário.

2.2.3 Interruptor intermediário (ou four-way)

Realizam o controle do ponto de luz em mais de dois locais distintos. Para acrescentar o número de pontos de controle, basta adicionar novos interruptores intermediários no esquema demonstrado pela Figura 4.

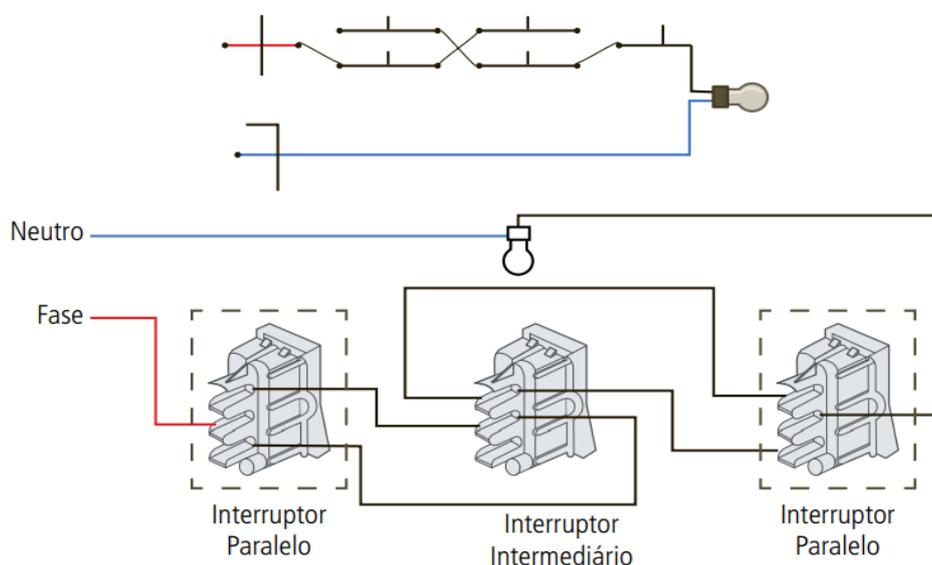


Figura 4: Circuito de ligação entre um interruptor intermediário e uma lâmpada.
Fonte: Vieira Junior (2011).

Note que esse tipo de associação exige, nas extremidades junto à fonte e a lâmpada, interruptores paralelos (CREDER, 2007), pois a função básica do interruptor intermediário é executar dois tipos de ligações (Figura 5).

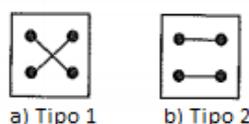


Figura 5: As duas possibilidades de ligações do four-way.
Fonte: Adaptada de Creder (2007).

Na posição representada pela Figura 4 a lâmpada não acenderá. Se agirmos no interruptor intermediário, alterando sua ligação que é do Tipo 1 para o Tipo 2, a ligação se inverterá e a lâmpada irá acender. A compreensão torna-se relativamente simples se o leitor acompanhar atentamente o circuito da figura anterior.

2.3 Pontos de tomada de uso geral (TUG) e específico (TUE)

São os pontos de conexão destinados à ligação de equipamentos móveis. Em ligações do tipo monofásicas existe apenas uma fase, um neutro e uma terra envolvidos no circuito. Já nas ligações bifásicas existem duas fases, um neutro e um terra. Analogamente, em ligações do tipo trifásicas existem três fases, um neutro e um terra.

Em circuitos de tomadas de uso específico deve estar presente apenas um único aparelho de potência considerada alta. Esse tipo de circuito é utilizado por aparelhos específicos cuja corrente nominal é superior a 10 ampères (ABNT, 2004), por exemplo, chuveiro, ar-condicionado, torneira elétrica, máquina de lavar e outros equipamentos que, por si só, apresentam uma carga suficientemente alta para um circuito.

A Figura 6 a seguir mostra a diferença entre a) um circuito de tomadas para uso geral sendo do tipo monofásicas e b) um circuito para uso específico do tipo bifásica.

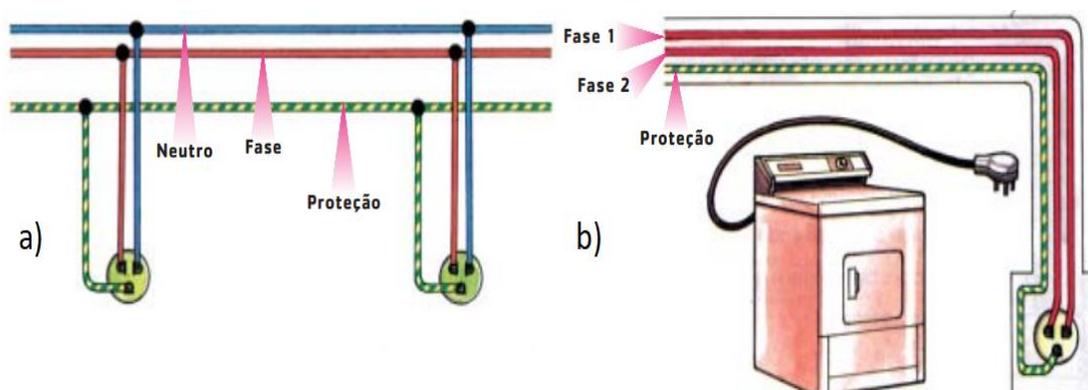


Figura 6: Circuito de a) TUG monofásica e b) TUE bifásica.
Fonte: Adaptado de PRYSMIAN (2006).

Verifique que o que diferencia o circuito monofásico de uso geral para o bifásico de uso específico é justamente a aparelhagem que será empregada ao determinado ponto de conexão.

Neste caso, a depender do aparelho, podem existir variações dos circuitos, a exemplo, um circuito monofásico de uso específico, entre outros.

2.4 Campanha

A campanha elétrica é essencial para o bom funcionamento de uma residência, considerando os diversos fatores do cotidiano. É através desse dispositivo que o residente irá saber se alguém está na porta de sua casa.

A instalação desse aparelho é muito simples e muito semelhante a instalação de uma tomada monofásica, como exemplifica a Figura 7.



Figura 7: Circuito de uma campanha.
Fonte: Autores (2019).

Verifica-se que o circuito é extremamente simples, principalmente se comparado aos circuitos estudados até aqui. É importante ressaltar que existem diferentes variações do dispositivo e seus detalhes devem ser analisados de acordo com o manual do fabricante.

2.5 Fococélula

A fotocélula ou relé fotoelétrico foi um dos aparelhos pioneiros da automação residencial e ainda continua sendo um dispositivo muito comum de se encontrar nas residências. Sua função é possibilitar que um determinado aparelho seja controlado de forma automática a partir da captação dos níveis de intensidade de luz detectada. Esse recurso permite uma infinidade de aplicações, acarretando muita praticidade e economia de energia.

A Figura 8 foi elaborada seguindo as dicas apresentadas pelo Mundo da Elétrica (2014), e apresenta o esquema de ligação de um relé fotoelétrico simples.

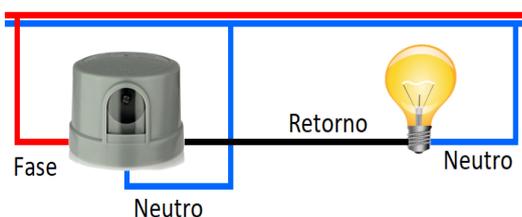


Figura 8: Circuito de um dispositivo fotoelétrico.
Fonte: Autores (2019).

Como descreve o circuito, temos novamente uma instalação relativamente simples, diferenciando-se do circuito para ligar uma lâmpada apenas pela exceção da necessidade de alimentar o relé para seu funcionamento interno. Para atender essa necessidade de alimentação, basta ligar o condutor neutro ao pino do meio da fotocélula.

3 O APLICATIVO

O aplicativo denominado Instalações Elétricas está disponível em sua versão *mobile* na loja de aplicativos do Google, mas também possui uma versão para *desktop* online que possui as mesmas funcionalidades. A aplicação tem como objetivo o incentivo à prática e desenvolvimento de habilidades básicas de instalações elétricas residenciais, possuindo requisitos básicos para sua instalação como a versão 4.1 ou superior do sistema Android e espaço de armazenamento livre de pelo menos 13 megabytes.

A Figura 9 apresenta a tela de atividades do aplicativo, que é acessada através da tela inicial selecionando o botão “Instalações Elétricas”.

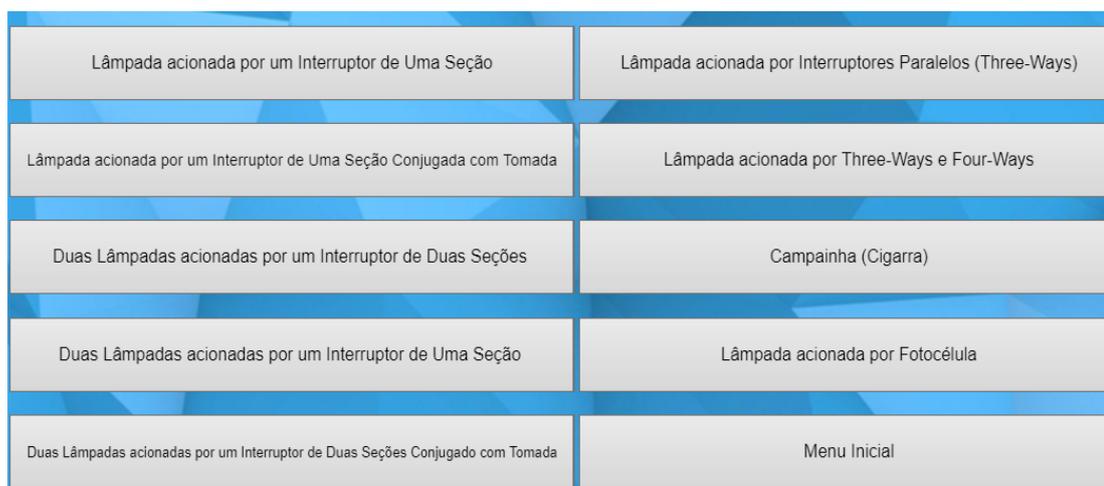


Figura 9: Tela de atividades do aplicativo.

Fonte: Retirada do aplicativo Instalações Elétricas (2019).

Observe que os itens dispostos possuem exercícios que abordam as principais aplicações encontradas no âmbito das instalações elétricas residenciais, isto é, os componentes e dispositivos abordados pela aplicação corroboram com os itens tratados das seções anteriores. A proposta é justamente essa, associar a teoria com a prática possibilitada pelas atividades disponíveis no aplicativo. Além disso, é importante notar que as tarefas propostas vão além do uso individual dos elementos, mas visando a utilização destes de forma conjugada. A associação dos elementos induz o usuário a raciocinar de forma mais lógica, devido tal situação exigir um nível maior de raciocínio.

Recomenda-se que as tarefas sejam respondidas na ordem as quais estão dispostas na tela de atividades, entretanto, ao acessar qualquer item o usuário terá acesso ao exercício. A tarefa a ser realizada é bastante simples, basta que este selecione o condutor desejado e ligue-o a extremidade do dispositivo apresentado na tela até completar o circuito. Para obtenção de êxito na tarefa o usuário deve fazer a ligação correta entre os condutores e os elementos, sejam tomadas, lâmpadas, interruptores, etc, como exibe a Figura 10.



Figura 10: Resolução de uma das atividades do aplicativo.
Fonte: Retirada do aplicativo Instalações Elétricas (2019).

Após preencher o circuito, este poderá ser simulado clicando no interruptor para que a lâmpada seja acesa ou apagada. Outros exercícios seguem o mesmo esquema de simulação, inclusive de nível de intensidade de luz, como é o caso da fotocélula que pode ser simulada na opção “dia” e “noite”. Quando a instalação é feita corretamente uma pequena tela é apresentada disponibilizando as opções de seguir para a próxima atividade, continuar no mesmo circuito e ver o “esquema de ligação” que descreve de forma mais técnica o circuito em questão.

Além dessas funcionalidades, outro ponto muito significativo do aplicativo é o apontamento de erro quando a ligação é feita de forma incorreta. A Figura 11 mostra a resolução de uma atividade que durante a resolução do problema, foram feitas ligações incorretas.

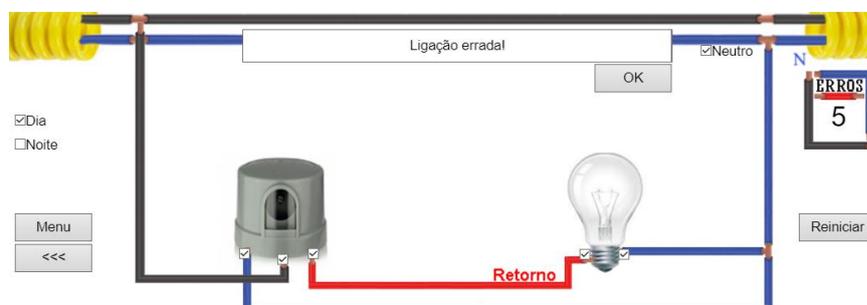


Figura 11: Circuito com ligações incorretas em uma das atividades do aplicativo.
Fonte: Retirada do aplicativo Instalações Elétricas (2019).

Atente que uma pequena mensagem surge na tela indicando erro na ligação e, na lateral direita, em sua parte superior, possui um pequeno placar que contabiliza o número de erros

cometidos durante a resolução do circuito (Figura 10), como também computa ao longo de toda a resolução dos demais exercícios, cuja contagem é feita de forma somativa.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: PERCURSO METODOLÓGICO

Para Vasconcellos (2000), o ato de planejar é um processo de atencipar reflexivamente uma ação ou conjunto de ações as quais podem ser realizadas sistematicamente e de acordo com as previsões pontuadas. Essa concepção é pautada na reflexão cuja a compreensão que deve ser empregada ao planejamento é a de algo que se faz antes de agir, mas também é agir em função daquilo que se pensa. Isto é, estabelecer as condições objetivas e subjetivas que prevejam o desenvolvimento prático das atividades.

Nesse sentido, corroborando com Padilha (2001), para poder planejar apropriadamente a tarefa de ensino e atender as subjetividades e necessidades dos alunos foi preciso, antes de tudo, compreender o público alvo desse planejamento. Ou seja, conhecer o perfil do aluno, o ambiente, bem como os recursos disponíveis, sendo essa a primeira etapa do planejamento. Buscou-se saber dos alunos quais suas aspirações profissionais, necessidades e possibilidades através de uma sondagem a partir do diálogo em sala.

A partir desses preceitos, e da necessidade de abordagens que envolvam a implementação de currículos de curta duração, orientados com base em temáticas pré-definidas, decidiu-se utilizar uma sequência didática como ferramenta para realizar o planejamento didático e apresentação de uma temática, bem como aperfeiçoar a compreensão e aproximação dos alunos para com esta. A sequência didática pode ser implementada como exercício de ensino-aprendizagem, a qual visa fomentar o diálogo e debate com os discentes sobre a problemática definida (MÉHEUT; PSILLOS, 2004). Dessa maneira, o aluno é instigado a buscar fundamentação e argumentos técnicos, cinéticos e sociais para a resolução da situação em questão (CAVALCANTI; RIBEIRO; BARRO, 2018).

Portanto, o planejamento procedimental que será contextualizado nesta seção foi primeiramente pensado pra ser desenvolvido e aplicado junto a uma turma de discentes do curso superior Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia de uma universidade situada no semiárido potiguar. O público alvo são os onze alunos regularmente matriculados na disciplina Materiais Elétricos e Magnéticos, a qual possui como pré-requisito o componente Eletricidade e Magnetismo. Portanto, os saberes prévios dos alunos são levados em consideração por já possuírem algum conhecimento básico acerca de circuitos elétricos simples e também pelo fato da sequência didática ter sido aplicada ao final da disciplina no semestre letivo.

A decisão pela escolha da temática “Instalações Elétricas Residenciais” se deu basicamente pela sondagem feita e pela ampla possibilidade de aplicação prática no cotidiano dos alunos e em suas futuras profissões, principalmente por corroborar integralmente com os conteúdos vistos na disciplina ao longo do semestre. Assim, por a disciplina está comumente ligada à muitas engenharias, e por se tratar especificamente de instalações residenciais, optou-se por trabalhar as aplicações mais corriqueiras e seus principais elementos; interruptores simples, *three-way* e *four-way*; tomadas de uso geral e específico (TUG e TUE); campainha elétrica; e fotocélula. A proposta não se prende somente ao estudo individual dos componentes citados, mas sim o entedimento de sua funcionalidade conjunta com os demais e em diferentes combinações, que é justamente a aplicação prática mais comum observada em projetos elétricos.

Na elaboração do plano de aula, deve-se levar em consideração que a aula é um período variável e que possui vários fatores que podem contribuir positivamente e negativamente com o andamento do plano (SANT’ANNA *et al.*, 1995). Com o intuito de otimizar o tempo disponível e de transmitir os conceitos e aplicações dos assuntos, a apresentação dos conteúdos teóricos e parte das atividades práticas dessa SD foi pensada para ser aplicada em sala num tempo máximo de duas horas/aula, podendo haver variação para mais ou para menos, uma vez que esse fator depende diretamente da evolução da turma diante das informações apresentadas.

Quanto a organização das atividades a serem efetuadas, a SD foi esquematizada em três módulos, em que o primeiro destes diz respeito a apresentação teórica dos conteúdos. O segundo módulo agrega as atividades de apresentação das funcionalidades do aplicativo adotado (Instalações Elétricas), bem como sua utilização na realização das atividades que lhes são associadas. O terceiro e último módulo de atividades emprega como fechamento da SD, uma proposta de elaboração de um projeto elétrico residencial simplificado, em que o exercício deve ser desenvolvido individualmente pelos os alunos de forma extra-sala.

Para melhor apresentar a estrutura procedimental, a Figura 12 abaixo apresenta os módulos propostos com mais detalhes acerca das atividades a serem trabalhadas, bem como recursos e tempos estimados para a realização de cada etapa.

	ATIVIDADES	RECURSOS	TEMPO ESTIMADO
MÓDULO I	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva <ul style="list-style-type: none"> • Interruptores • Tomadas • Campainha • Fotocélula 	<ul style="list-style-type: none"> • Quadro/Lousa 	<ul style="list-style-type: none"> • 60 minutos
MÓDULO II	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar aplicativo • Aplicar tarefas do aplicativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Smartphones • App Instalações Elétricas 	<ul style="list-style-type: none"> • 40 minutos
MÓDULO III	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto elétrico residencial • Feedback 	<ul style="list-style-type: none"> • Folhas A3/A4 e materiais para desenho <p>OPCIONAL softwares de desenho técnico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A critério

Figura 12: Esquema procedimental da Sequência Didática.
Fonte: Autores (2019).

Para o Módulo I, o mecanismo porposto nessa SD no que concerne à apresentação dos conteúdos, é o método de aula expositiva com utilização da lousa, mas que pode ocupar qualquer recurso que esteja disponível. O objetivo foi o de abordar o conteúdo em um período médio de uma hora.

Já a apresentação do aplicativo, que é feita no Módulo II, é realizada em formato de tutorial, servindo como margem para reconhecimento e adaptação dos alunos. Neste caso, a atividade prática com o aplicativo Instalações Elétricas será efetuada com os *smartphones* dos próprios alunos, por ser a estratégia mais viável visto que todos os investigados possuem o dispositivo e por viabilizar uma utilização eficiente do tempo previsto para a realização da tarefa. Os alunos devem efetuar a atividades em dois momentos, para que se possa contabilizar o número de erros ao final de cada tentativa. A opção por conceder duas tentativas se justifica pelo o intuito de eliminar possíveis equívocos dos estudantes quanto ao manuseio do aplicativo.

Finalmente, no Módulo III, o mediador deve propor uma atividade prática, que nessa SD se dá pela elaboração de um projeto elétrico simplificado de uma residência. Para a realização dessa etapa, os recursos requeridos são folhas do tipo A3 ou A4 ou ainda a utilização

de softwares para desenhos técnicos. O fechamento da SD se dá pelo *feedback* da turma acerca da experiência vivenciada através dos relatos dos próprios discentes.

As informações serão tratadas sob a perspectiva de redução e anulação de erros na execução das atividades, seja nas simulações ou na elaboração do projeto, pois na prática os erros são inadmissíveis por razões de segurança e a inexistência dos erros mostrarão a eficácia da metodologia empregada.

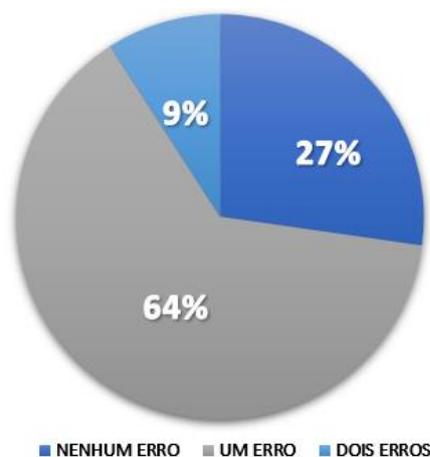
5 ANÁLISE E RESULTADOS: MOMENTOS SIGNIFICATIVOS DA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA

Como sugere o esquema da SD contido na Figura 12, inicialmente foi feita a contextualização da temática, bem como a apresentação dos conteúdos propostos através de uma aula expositiva, que ocorreu dentro do tempo estimado pelo Módulo I. 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 conceitos relacionados à temática, o perfil predominante observado é destacado pelos relatos dos alunos a respeito do pouco contato teórico e prático com os conteúdos conferidos pelo âmbito das instalações elétricas.

Dando início ao Módulo II, foi feita a apresentação do aplicativo para turma, uma vez que todos os alunos já possuíam a aplicação em seus dispositivos pessoais. As atividades foram aplicadas em dois momentos. Feito isso, os alunos iniciaram os exercícios de acordo com a ordem lógica os quais estão dispostos na tela de atividades. Esse estágio da SD foi controlado a partir da observação da turma, em que o critério a ser extraído ao final da resolução de todos os exercícios foram as quantidades de erros cometidos ao longo do processo nos dois momentos de resolução.

Como já mencionamos, a computação de erros nas ligações dos circuitos são feitas pelo próprio aplicativo de forma somativa. Ou seja, ao final das tarefas disponíveis a coleta dessa contagem foi feita. O Gráfico 1 representa a totalidade de erros em função do número de alunos de forma percentual no primeiro momento de resolução dos exercícios.

Gráfico 1: Percentual de erros dos alunos durante a utilização do app no primeiro momento.



Fonte: Autores (2019).

No primeiro momento, o número de erros máximo atingidos foram de 2 erros. O gráfico foi elaborado contabilizando o percentual de alunos em função do número de erros, ou seja, a escala por si só já se mostra relativamente pequena, indicando bons resultados. Neste caso, 27% dos alunos completaram todas as dez tarefas sem cometer nenhum erro de ligação nos circuitos, sendo um número extremamente relevante quando se leva em consideração os níveis das tarefas quando se há componentes conjugados, isto é, interruptores associados a lâmpadas, tomadas, campainhas, etc. Dando prosseguimento, obtivemos 64% dos alunos consumando um total de apenas um erro, sendo mais um bom indicativo da eficiência tanto da sequência didática até esse ponto, bem como do próprio aplicativo. Por fim, apenas 9% atingiram a marca de dois erros na realização das atividades.

No segundo momento, os alunos responderam a sequência de exercício e concluíram com excelência todos os exercícios, contabilizando nenhum erro. Atribuímos esse ótimo resultado ao fato de que o primeiro momento de resolução serviu também como uma margem para que todos se habituassem com as características e funcionalidades da interface do aplicativo. Esse resultado também corrobora com a forma de tratamento das informações, objetiva na metodologia, uma vez que esta busca a redução e anulação dos erros por questões de segurança no âmbito das instalações elétricas.

Na continuidade da sequência didática, agora no Módulo III, foi proposta a elaboração de um pequeno projeto elétrico voltado para a iluminação de uma residência contendo garagem, sala de estar, cozinha, área de serviço, depósito, hall, três quartos e três banheiros. Sugeriu-se o uso de folhas A3 ou A4, entretanto alguns alunos optaram pela utilização de *softwares* de desenhos técnicos como mostra o exemplo contido na Figura 13.

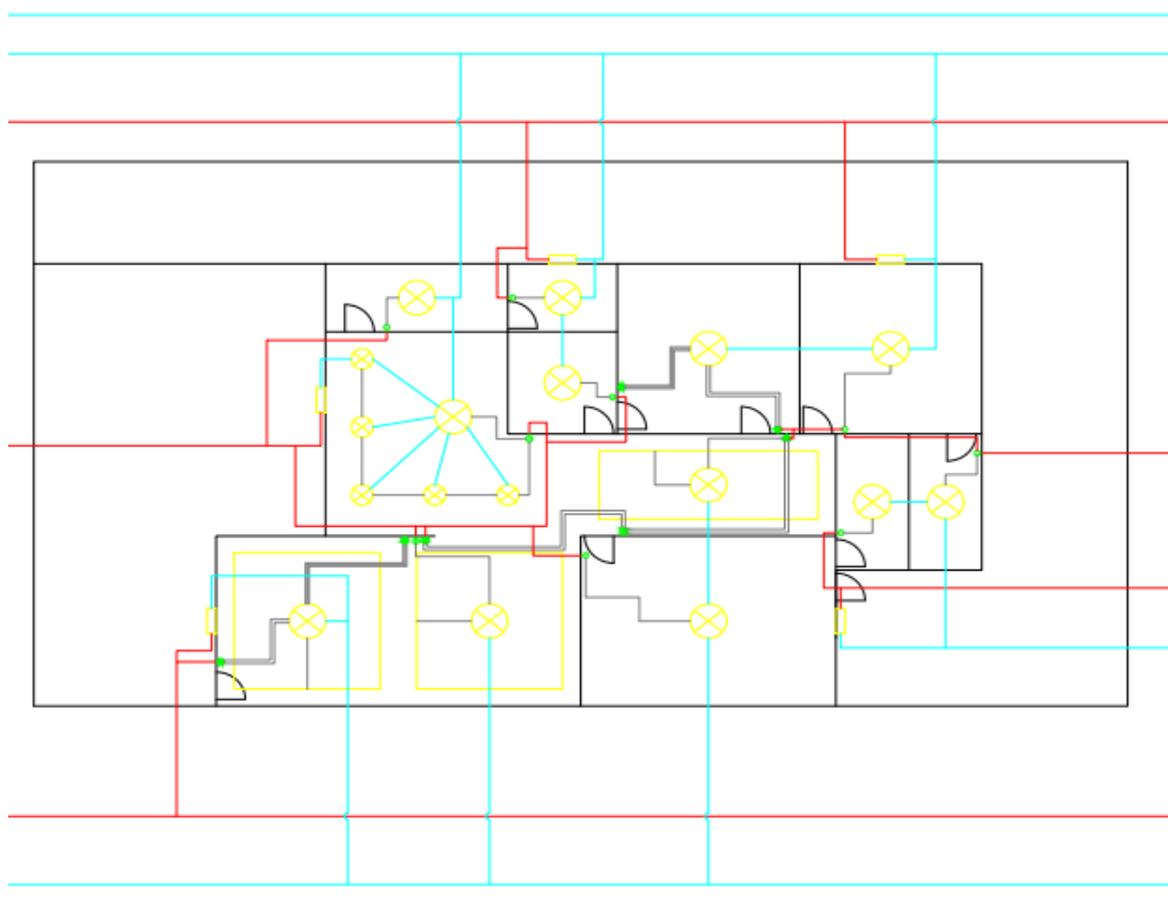


Figura 13: Projeto elétrico simplificado de uma residência elaborado por um dos alunos.
Fonte: Elaborado por um dos alunos (2019).

O desenho segue o esquema de cores recomendado, sendo as linhas de cores azul correspondentes ao condutor neutro, as linhas de cores vermelhas ao condutor fase e as linhas de cor preto fosco ocupando o papel do condutor terra. Já as lâmpadas e fotocélulas estão representadas pela cor amarela. Os pontos verdes representam os diferentes tipos de interruptores utilizados para cada as diversas necessidades.

De forma geral, os projetos elaborados mostraram-se satisfatórios, sendo possível observar um nítido resultado da compreensão teórica e prática dos alunos. Os conceitos de instalações elétricas abordados foram empregados de forma eficiente e coerente. O tempo reservado a esta tarefa está a critério do professor, porém neste caso foi dado, em média, um prazo de uma semana.

Concluindo o a última etapa do Módulo III, e dando fechamento a SD, foi elaborado um pequeno questionário a fim de avaliar a opinião dos alunos em forma de *feedback* e saber qual o impacto o aplicativo causou na aprendizagem através da ótica dos próprios estudantes. O questionário possui apenas três perguntas, em que a primeira delas é subjetiva e exige um

pequeno comentário acerca do aprendizado adquirido através da ferramenta. A Figura 14 expressa em forma de nuvem de palavras, os principais adjetivos e termos utilizados nesta seção do formulário.

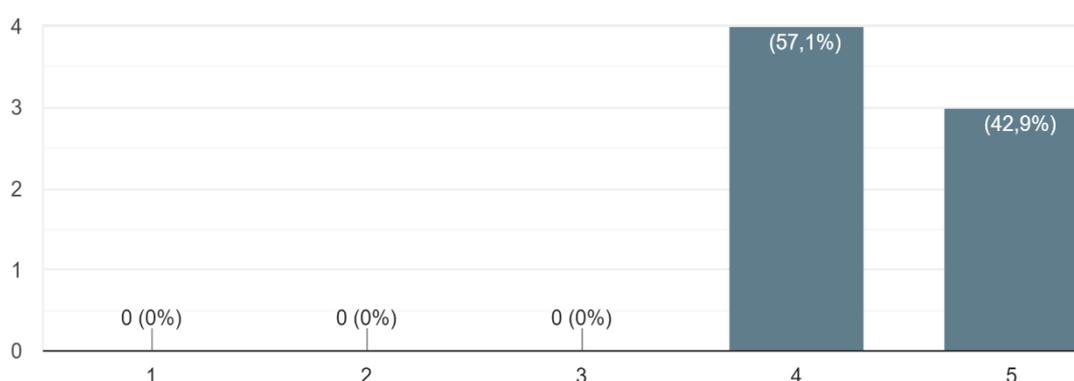


Figura 14: Nuvem de palavras obtida dos comentários dos alunos.
Fonte: Autores (2019).

Através da nuvem de palavras acima temos uma ideia sobre a opinião dos discentes, os quais destacam o aplicativo por ser intuitivo, interessante e prático.

A segunda pergunta dispõe de uma escala de pontuação visando descrever o impacto causado quanto a aprendizagem dos conteúdos. A escala varia de 1 a 5, em que a nota 1 significa nenhuma contribuição e 5 quer dizer que as tarefas foram fundamentais no entendimento dos conteúdos. O Gráfico 2 apresenta os resultados obtidos.

Gráfico 2: Contribuição direta do aplicativo na aprendizagem dos alunos.

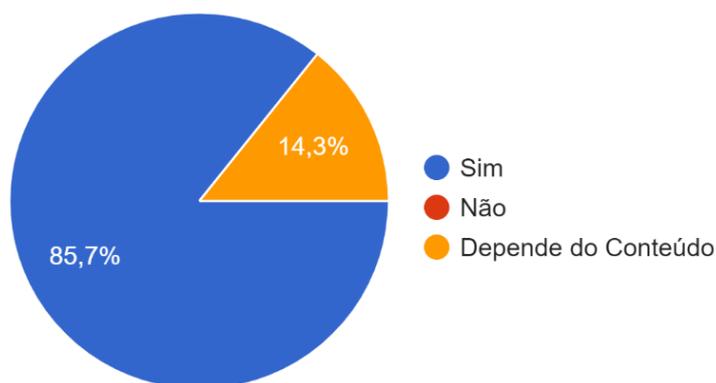


Fonte: Autores (2019).

O gráfico apresenta números relevantes, em que 57,1% dos alunos apontaram nota 4 no impacto do aplicativo como fator contribuinte para a aprendizagem. Outros 42,9% atribuíram nota máxima.

Por último, indagamos os estudantes com um questionamento sobre o interesse na utilização de demais aplicativos em disciplinas futuras ao longo do curso. Os resultados são aferidos pelo Gráfico 3 abaixo.

Gráfico 3: Interesse dos alunos pela utilização de aplicações móveis em outros conteúdos.



Fonte: Autores (2019).

Os dados obtidos atestam a eficiência e ótima aceitação da utilização de aplicativos no ensino de novos conteúdos, onde 85,7% declaram interesse em utilizar outros aplicativos em oportunidades futuras e 14,3% testemunhou ter interesse a depender do conteúdo a ser estudado. Nenhum aluno dispensou a utilização de aplicação como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

Em mãos de todos esses dados, é importante citar os pontos positivos e negativos evidenciados durante a realização da SD. Os pontos positivos se referem a excelente flexibilidade na condução das atividades, na execução em tempo hábil e no controle da turma, uma vez que a turma investigada era composta por onze alunos. Outro ponto positivo foi a realização das simulações feitas pelo aplicativo, em que no segundo momento os estudantes puderam reduzir a zero o número de erros.

Um ponto de fragilidade observado foi na elaboração dos projetos pois esta atividade requer uma certa independência dos investigados e domínio de conteúdos básicos. Nesse sentido, os discentes apresentaram mais dificuldades pois esta foi a atividade mais complexa dentre o conjunto proposto. Outra limitação é o fato de a disciplina possuir carga horária bem definida e atividades como essa não estarem contempladas na ementa, dificultar a disponibilidade de tempo pra execução de atividades dessa natureza em sala de aula.

6 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados obtidos nessa pesquisa comprovaram a eficiência didático-pedagógica da SD proposta, a qual permitiu ao professor o acompanhamento das produções dos estudantes durante todas as etapas exercidas em sala de aula. A partir dos resultados, pôde-se comprovar que a perspectiva teórico-metodológica empregada nesta pesquisa demonstrou estar de acordo com as necessidades sondadas a priori.

Consoante ao discurso de Lima e Loureiro (2016), destacamos a integração de um recurso tecnológico (aplicação *mobile*) dentro dos objetivos didático-pedagógicos, com o intuito de analisar o quanto o uso do aplicativo escolhido poderia auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, a partir dos dados apresentados e das interpretações tomadas, foi nótoria a contribuição positiva desse recurso em duas esferas: no auxílio do planejamento do ensino de instalações elétricas residenciais, bem como na aprendizagem dos alunos, principalmente no entendimento prático dos conteúdos abordados. Embora os resultados tenham se mostrados excelentes dentro das competências estudadas, é importante explicitar que o uso de uma ferramenta tecnológica como essa, que apesar de possui potencial significativo, não substitui as atividades práticas (TRENTIN; SILVA; ROSA, 2018) e, devido a isso, pensou-se na proposta de elaboração de um projeto elétrico residencial simplificado para equilibrar os processos.

Dessa forma, acreditamos que os assuntos estudados e aplicados pelos estudantes os qualificam de forma significativa, dando-lhes respaldo e capacitação para a interpretação básica de um projeto elétrico residencial. Os circuitos estudados não possuem alta complexidade, mas servem como base para estudos mais avançados.

Os resultados verificados nesse estudo podem ser atribuídos aos contextos de implementação da investigação, os quais além de permitir a aplicação da SD, favoreceu a temática abordada por esta ser de muito interesse de estudo dos alunos envolvidos. Outro ponto que deve ser destacado na SD proposta é o tempo estimado para o desenvolvimento de todas as atividades, pois é muito comum encontrar limitações em carga horária de disciplinas, principalmente em nível superior, ou seja, a SD mostrou-se um ótimo recurso metodológico de inovação capaz de ser aplicado num curto período.

Temos ciência da importância de pesquisas nesse viés, sobretudo destacando a necessidade de integração de tecnologias digitais a favor dos processos de planejamento e de ensino-aprendizagem. Com o avanço acelerado das tecnologias, os docentes necessitam estar cada vez mais aptos a atender essa demanda, de forma que a utilização desses mecanismos

tecnológicos não surtam efeito contrário, isto é, dispersando os alunos do conteúdo, consequentemente prejudicando os processos de aprendizagem (SOUZA; CALEJON, 2019). Diante disso, reforçamos que a presente pesquisa também visa apontar as sequências didáticas como ferramentas úteis para a prática docente, especialmente atreladas as NTIC's.

7 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. **Ciência & Educação (Bauru)**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 859-874, Dec. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132018000400859&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 ago. 2019.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 15 ed.

JESUS, S. N. de. **Estratégias para motivar os alunos**. Educação, Porto Alegre, n. 1, p. 21 – 29, 2008.

LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão escolar: teoria e prática**. 4ª ed. Goiânia: Editora alternativa. 2001.

LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. Integração entre Docência e Tecnologia Digital: o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais em contexto interdisciplinar. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, dez. 2016. ISSN 1984-4751.

MATTAR, J. Aprendizagem em ambientes virtuais: teorias, conectivismo e MOOCs. **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 7, p.21-40, jan. 2013. Disponível em: http://www4.pucsp.br/pos/tidd/teccogs/edicao_completa/teccogs_cognicao_informacao-edicao_7-2013-completa.pdf. Acesso em: 12 ago. 2019.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education, Abingdon**, v. 26, n. 5, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>. Acesso em: 8 ago. 2019.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Dicas de como instalar fotocélula. 2014**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/dicas-de-como-instalar-fotocelula/>. Acesso em: 12 ago. 2019.

PADILHA, R. P. **Planejamento dialógico: como construir o projeto político-pedagógico da escola**. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 2001.

PRYSMIAN. **Instalações Elétricas Residenciais**. 2006. São Paulo. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/manual_instalacao.pdf. Acesso em: 12 ago. 2019.

SANTOS, G.; RESENDE, L. M. M. de. O Desafio Metodológico no uso de Novas Tecnologias: Um estudo em uma Instituição de Ensino da cidade de Itararé-SP. **Revista Tecnologias na Educação**, n. 10, jul. 2014. ISSN 1984-4751.

SANT'ANNA, F. M.; ENRICONE, D.; ANDRÉ, L.; TURRA, C. M. **Planejamento de ensino e avaliação**. 11ª ed. Porto Alegre: Sagra / DC Luzzatto. 1995.

SOUZA, R. F.; CALEJON, L. M. C. Uso da tecnologia da informação e comunicação em uma sequência didática incluindo software Geogebra no ensino da estatística descritiva. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.10, n.4, p.227-244, 2019.

Disponível em:

<http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2432/1157>. Acesso em: 25 ago. 2019.

SOUZA, A. C. L.; GONÇALVES, C. B. O uso de tecnologias na educação e no ensino de ciências a partir de uma pesquisa bibliográfica. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 7, n. 3, p.280-300, nov. 2019. Disponível em:

<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9256/pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

TRENTIN, M. A. S.; SILVA, M.; ROSA, C. T. W. Eletrodinâmica no ensino médio: uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação. **Revista de Ensino de Ciência e Matemática**, v.9, n.5, p.94-113,2018. Disponível em:

<http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1302/1044>. Acesso em: 25 ago. 2019.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico**. 7º Ed. São Paulo. 2000.

VIEIRA JUNIOR, N. **Fundamentos de Instalações Elétricas**. 2011. Formiga-MG.

Disponível em: https://www.ufsm.br/unidades-universitarias/ctism/cte/wp-content/uploads/sites/413/2018/12/05_fundamentos_de_Instalacoes_eletricas.pdf. Acesso em:

12 ago. 2019.

Submetido em: 20 de fevereiro de 2020.

Aprovado em: 31 de março de 2020.