


### Práticas pedagógicas remotas na disciplina de circuitos elétricos do curso de engenharia de computação da UEFS

#### Remote pedagogical practices in the discipline of electrical circuits in the computer engineering course at UEFS

 <https://doi.org/10.56238/sevedi76016v22023-089>

**Delmar Broglio Carvalho**

UEFS

E-mail: [dbcarvalho@uefs.br](mailto:dbcarvalho@uefs.br)

**Márcia Lissandra Machado Prado**

UEFS

E-mail: [mlmprado@uefs.br](mailto:mlmprado@uefs.br)

**Marcos de Araujo Paz**

UEFS

E-mail: [mapaz@uefs.br](mailto:mapaz@uefs.br)

#### RESUMO

Este trabalho analisa o processo de mediação pedagógica, durante o estado de emergência em saúde pública decorrente da Covid-19, no componente curricular Circuitos Elétricos do curso de graduação em Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana. Neste cenário pandêmico, extremamente desafiador, o processo de ensino e aprendizagem foi desenvolvido através de atividades síncronas e assíncronas, contemplando novas abordagens didático-pedagógicas. Para o processo de mediação foram utilizados os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e foi intensificado o uso de Simuladores de Circuitos Elétricos e Eletrônicos (EDA) que se constituíram a base dos recursos tecnológicos aplicados. O estudo foi realizado durante dois semestres curriculares consecutivos contemplando três turmas, com dez alunos cada. Ao final dos semestres foi realizada uma pesquisa quantitativa para coletar a percepção dos alunos sobre as metodologias e práticas pedagógicas utilizadas, através do próprio olhar sobre seu aprendizado. Dividido em três seções, o questionário abordou aspectos relacionados aos ambientes virtuais, aos conteúdos e sobre o uso de simuladores computacionais. Na experiência vivenciada pelos professores com a inserção de novas abordagens e práticas pedagógicas diferenciadas para implementar o ensino remoto de Circuitos Elétricos constatou-se

um maior engajamento dos alunos, uma vez que foram disponibilizadas formas alternativas de construção do conhecimento onde as dificuldades, que normalmente ocorrem, foram transformadas em oportunidades de refletir e aprender com os desafios impostos e assim consolidar o protagonismo necessário para o processo de aprendizagem.

**Palavras-chave:** Circuitos Elétricos, Tecnologias Digitais, Práticas Pedagógicas, Educação, Covid-19.

#### ABSTRACT

This work analyzes the process of pedagogical mediation during the public health emergency caused by Covid-19, in the Electrical Circuits course of the Computer Engineering undergraduate at the State University of Feira de Santana. In this extremely challenging pandemic scenario, the teaching and learning process was developed through synchronous and asynchronous activities, encompassing new didactic-pedagogical approaches. Virtual Learning Environments (VLEs) were used for the mediation process, and the use of Electrical and Electronics Circuit Simulators (EDA) was intensified, constituting the basis of the applied technological resources. The study was carried out during two consecutive semesters, involving three classes of ten students each. At the end of the semesters, a quantitative survey was applied to collect students' perceptions of the methodologies and pedagogical practices used, through their own perspective on their learning. Divided into three sections, the survey addressed aspects related to virtual environments, contents, and the use of computational simulators. In the teachers' experience with the introduction of new differentiated pedagogical approaches and practices to implement remote teaching of Electrical Circuits, greater student engagement was observed, as alternative ways of knowledge construction were made available, where difficulties that normally arise were transformed into opportunities to reflect and learn from the challenges

imposed, thus consolidating the necessary protagonism for the learning process.

**Keywords:** Electrical Circuits, Digital Technology, Pedagogical Practices, Education, Covid-19.

## 1 INTRODUÇÃO

O estado de emergência em saúde pública, decretado pelo governo federal em fevereiro de 2020, em decorrência da infecção provocada pelo coronavírus (COVID-19), impactou significativamente no modo de vida da população mundial e, esta situação afetou drasticamente os Sistemas de Educação. No Brasil, os estados, municípios, distrito federal e a própria união tiveram que adotar medidas restritivas para evitar aglomerações, o que forçou todos os níveis educacionais a suspenderem as atividades presenciais. Na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), uma instituição de ensino superior estadual, situada no interior da Bahia, também teve que se adequar à nova realidade. No ano de 2020 algumas atividades foram ofertadas na forma remota, incluindo um período letivo especial para atender demandas pontuais.

Para o ano de 2021 foi aprovada pelo Conselho Superior de Ensino, Pesquisa e Extensão (CONSEPE) uma resolução instituindo o Ensino Remoto Emergencial (ERE) para todos os cursos de graduação (UEFS, 2020). Para o curso de Engenharia de Computação, implantado em 2003 (BITTENCOURT, R. A.; FIGUEIREDO, O. A.; 2003), cujo Projeto Político Pedagógico (PPP) é baseado nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de Engenharia, fundamentado em atividades presenciais, com aulas teóricas e práticas, principalmente àquelas relacionadas à área de Circuitos Elétricos e Eletrônica, a adoção do ERE provocou uma mudança significativa nas práticas educacionais. Diante deste cenário, extremamente desafiador, novas abordagens didático-pedagógicas tiveram que ser estudadas e implementadas visando o atendimento do processo de formação, uma vez que não poderia ser apenas uma transposição didática do formato presencial para o formato remoto.

O presente texto relata os desafios de ministrar, em formato remoto, o componente curricular Circuitos Elétricos no Curso de Engenharia de Computação da UEFS, descrevendo as dificuldades encontradas, metodologias abordadas, soluções implementadas e resultados alcançados, com o intuito de minimizar o impacto no aprendizado.

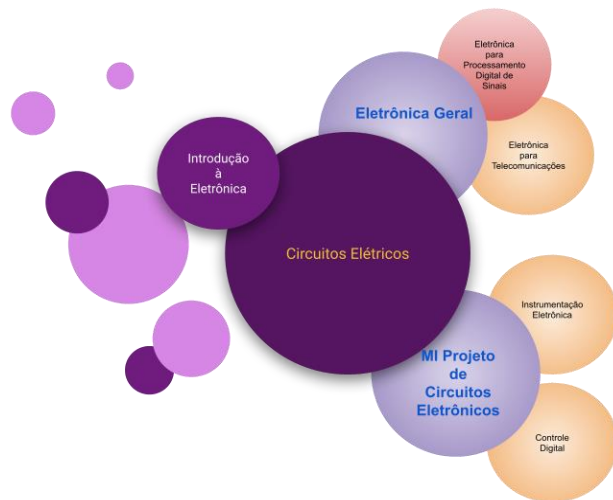
## 2 CARACTERIZAÇÃO DO COMPONENTE CURRICULAR DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

O curso de Engenharia de Computação da UEFS passou por uma reforma curricular concluída no final de 2020 e no início de 2021 foi implantado o novo currículo do curso (CCECOMP, 2020). Uma das principais alterações foi relativa aos componentes curriculares de Circuitos Elétricos e Eletrônicos. No currículo anterior havia o componente curricular denominado Circuitos Elétricos e Eletrônicos, com carga horária de 60 horas, com código curricular TEC500 e com ementa relacionada à Circuitos Elétricos e Eletrônica Geral. Concomitante, a matriz curricular apresentava um co-requisito com um componente

teórico-prático denominado de MI (Módulo Integrador) Projeto de Circuitos Eletrônicos, com carga horária de 60 horas com a ementa voltada ao desenvolvimento e aplicações baseadas em problemas ou situações-problemas, o qual utilizava a metodologia PBL (Aprendizagem Baseada em Problemas). O novo currículo, proposto pela comissão de reforma, formada por professores da Área de Eletrônica e Sistemas, como apresentado na Figura 1, possui três componentes curriculares: Circuitos Elétricos, de natureza teórica, com carga horária de 60 horas, sendo este pré-requisito para os componentes Eletrônica Geral, de natureza teórica, com carga horária de 30 horas, e MI Projeto de Circuitos Eletrônicos, de natureza teórico-prática de 30 horas, sendo que estes dois componentes são co-requisitos entre si.

O novo componente curricular de Circuitos Elétricos, com código TEC218, possui um programa que contempla os seguintes tópicos divididos em unidades: a primeira unidade é composta por Grandezas Elétricas (Tensão, Corrente, Potência, Energia, Resistência) e Análise de Circuitos (Leis de Kirchhoff, Resistência em série e paralelo, Topologias de Circuitos, Análise nodal, Análise de malhas, Teoremas de Norton e Thèvenin, Transformação de Fontes, Teorema da Máxima Transferência de Potência). A segunda unidade é composta por Resposta Transitória (Noções de Eletromagnetismo, Capacitância, Indutância, Circuitos de primeira e segunda ordem). A terceira unidade é composta por Resposta em Frequência (Características do Sinal Senoidal, Resposta senoidal dos Componentes, Números Complexos, Fasores, Impedância, Análise de Circuitos Alternados, Potência complexa e Fator de potência). O plano de ensino do componente curricular prevê que o conteúdo teórico seja complementado com aulas práticas de laboratório, possibilitando ao aluno a familiarização com os equipamentos de bancada e acessórios (matriz de contatos, fontes, multímetro, gerador de funções, osciloscópio) e com os componentes analógicos (resistores, capacitores e indutores). Cada semestre é composto por três unidades de avaliações, conforme regulamentação institucional.

Figura 1 - Estrutura Curricular: Núcleo de Circuitos Elétricos e Eletrônicos.



Fonte: Elaboração própria.

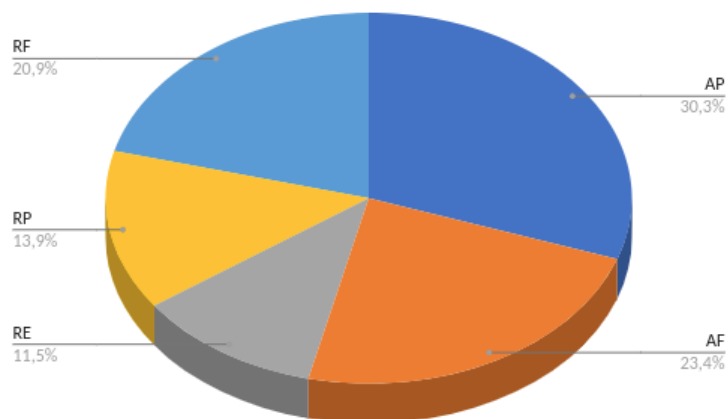
A alteração da estrutura curricular referente à área de Circuitos Elétricos e Eletrônicos foi realizada em virtude da identificação do aumento sistemático da retenção dos alunos no componente teórico devido às grandes dificuldades de aprendizagem nos tópicos relacionados à Circuitos Elétricos. As dificuldades identificadas no processo de aprendizagem de Circuitos Elétricos também ocorrem em diversos cursos superiores que possuem em sua grade curricular este assunto, como demonstrado pelo trabalho de Costa e Catunda (2008) em um levantamento realizado com alunos de diferentes cursos e instituições. Equívocos conceituais relacionados à natureza da corrente, diferença de potencial e resistência são observados nos alunos do ensino fundamental e médio (TIBERGHIE, 1998; GOUVEIA, 2007; SALVADOR, 2016; SHAFFER, 1992), assim como no ensino superior (ENGELHARDT, 2004; DORNELES, 2006; COSTA; CATUNDA, 2008). As dificuldades encontradas pelos alunos do Curso de Engenharia de Computação da UEFS, refletidas nos índices de reprovação, como mostrados no Quadro 1 (em que as siglas significam: AP - aprovado por média, AF - aprovado na prova final, RE - reprovado por nota na prova final, RP - reprovado por nota sem prova final e RF - reprovado por falta), demonstraram que deveriam ser realizadas mudanças curriculares que viabilizassem um maior aproveitamento e conseqüentemente diminuir o percentual de reprovações, cujo valor, nos últimos cinco anos, atingiu 46,3% (Figura 2) do total de alunos matriculados no componente curricular Circuitos Elétricos e Eletrônicos.

Tabela 1 - Levantamento relativo à situação dos alunos que cursaram Circuitos Elétricos e Eletrônicos entre 2015 e 2019.

Situação	ANO					Total
	2019	2018	2017	2016	2015	
AP	29	24	15	2	4	74
AF	21	8	19	6	3	57
RE	5	5	13	1	4	28
RP	3	13	13	4	1	34
RF	11	10	15	4	11	51
Total	69	60	75	17	23	244

Fonte: Elaboração própria.

Figura 2 - Distribuição percentual de aprovação e reprovação em TEC500.



Fonte: Elaboração própria.

Uma vez identificadas as dificuldades e visando minimizar o índice de reprovação, o novo currículo possui um componente curricular com carga horária maior relativa à parte teórica, buscando consolidar uma base conceitual na análise de circuitos elétricos e o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à compreensão dos fenômenos físicos envolvidos nestes circuitos. Coincidentemente, a reforma foi implementada em plena Pandemia, impactando fortemente na sua execução.

### **3 OS DESAFIO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Segundo Costa e Catunda (2008), “muitos estudantes que possuem a capacidade de resolver problemas quantitativos convencionais em Circuitos Elétricos não são capazes de prever qualitativamente o comportamento de um circuito e conseqüentemente este aprendizado não assegura a completa compreensão dos conceitos envolvidos”. Muitos problemas na aprendizagem envolvendo o componente curricular de Circuitos Elétricos podem residir nos aspectos do sistema de representação adotados tanto na teoria de Circuitos Elétricos, como na representação adotada em experimentos de laboratórios. A começar pela representação dos circuitos elétricos em suas topologias em série e em paralelo, onde pode haver confusão com relação a uma possível tentativa de correlação por parte dos estudantes com os conceitos estudados na geometria. O paralelismo entre resistores, por exemplo, pode não estar completamente claro em sua representação e os alunos sentem dificuldades em entender que o paralelismo em circuitos elétricos tem a ver com o fato de que os resistores estarem submetidos à mesma tensão por estarem conectados entre os mesmos dois nós, mas seu desenho não necessariamente será facilmente identificado em paralelo, da forma conceitual, conforme são as linhas paralelas em geometria (AZEVEDO; GITIRANA, 2017a). Outro problema detectado é que muitos alunos não assimilam conceitualmente o fato de que a corrente não depende apenas da fonte de alimentação mas também da resistência equivalente do circuito (SHAFFER, 1992). Mas estes são apenas alguns dos problemas identificados. Há diversos trabalhos relacionados às metodologias de ensino de circuitos elétricos que abordam os diferentes tipos de dificuldades, como mostrado pelo levantamento realizado por Engelhardt (2004) através de questionário aplicado a centenas de alunos do ensino médio e universitário. Em Freiesleben (2013) é apresentada a metodologia de pesquisa desenvolvida para investigar a construção do conhecimento de estudantes sobre o conceito da resistência interna de uma fonte de tensão, utilizando como referencial teórico, na área de Educação, a Epistemologia Genética de Jean Piaget, e na área de Eletricidade, a Teoria de Circuitos Elétricos Lineares (TCEL), realizando uma abordagem qualitativa, mediante o uso da estratégia de estudos de casos múltiplos. Em Salvador (2016) é realizado um trabalho de investigação que teve início com três turmas, num estudo piloto, em um colégio em Coimbra, tendo sido posteriormente ampliado para mais quatro escolas de Portugal, tendo como objetivo geral melhorar o ensino e a aprendizagem de circuitos elétricos, focalizado no recurso a analogias e à resolução de problemas de modo a tornar as aprendizagens mais significativas. Em Azevedo (2017b) a aplicação da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) é expandida no auxílio

ao entendimento e à formatação de cenários para mapear concepções primitivas mobilizadas por estudantes em estudos de Circuitos Elétricos, onde são abordadas situações-problemas que envolvem o Tratamento e a Conversão entre as diversas representações (simbologia formal, protoboard, linguagem natural), mostrando dificuldades dos sujeitos em relação à interpretação de problemas. Em Tiberghien (1998) são apresentadas diferentes abordagens de pesquisa na área de educação no ensino de física.

#### 4 ESTRATÉGIAS ADOTADAS PARA O ENSINO REMOTO

Para contornar as dificuldades na oferta do componente curricular na forma remota, principalmente pela impossibilidade de realizar as práticas de laboratório, foram planejadas diferentes ações para implementar as práticas pedagógicas mais adequadas para o processo de ensino-aprendizagem de Circuitos Elétricos. A primeira ação implementada foi realizar a divisão da turma, a qual normalmente é ofertada com 30 vagas por semestre. Assim, foram ofertadas três turmas com 10 alunos. As aulas foram divididas em síncronas (60%) e assíncronas (40%). Para os encontros síncronos foi utilizada a ferramenta de videoconferência *Google Meet*<sup>1</sup>, serviço este que já estava disponível no contrato entre a Universidade e o Google dentro do plano *Google for Education*. Além da ferramenta de videoconferência, também foi previsto no plano de ações a utilização da ferramenta *Google Classroom*<sup>2</sup>, que permite a disponibilização de conteúdos e atividades virtualmente e do Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle para relacionamento entre professores e seus respectivos alunos. Estas plataformas contribuíram efetivamente para dar continuidade ao processo de ensino e aprendizagem.

As alternativas previstas no plano de ações pelos professores foram divididas em duas abordagens: a oferta das aulas teóricas e suas avaliações e a oferta das aulas práticas de laboratório conduzidas e inferidas por meio de um ambiente de simulação disponível na Internet e suas avaliações. Para as aulas teóricas, o conteúdo foi ministrado utilizando apresentações por slides via videoconferência aos alunos, resolução de exercícios suportados por mesas digitalizadoras e softwares diversos para escrita e desenho. As avaliações foram compostas por provas teóricas (totalizando 70% de cada unidade), apresentações de questões de listas de exercícios resolvidas pelos alunos (totalizando 10% de cada unidade), relatórios de roteiros das práticas de laboratório (via simulação completando 20% de cada unidade).

Para o processo da construção de conhecimento, visando o maior aproveitamento por parte dos alunos e também para que os mesmos possam refletir e reavaliar seu processo de aprendizagem, foi adotada uma abordagem cíclica no aprendizado, conforme mostrado na Figura 3. Este ciclo, aplicado aos conteúdos, é constituído de diferentes etapas, começando com a apresentação da base conceitual através de aulas dialógicas e complementadas com a disponibilização de materiais de diferentes fontes (apostilas, sites, indicação bibliográfica, entre outros). Na sequência, são apresentados os exercícios de fixação de conteúdo,

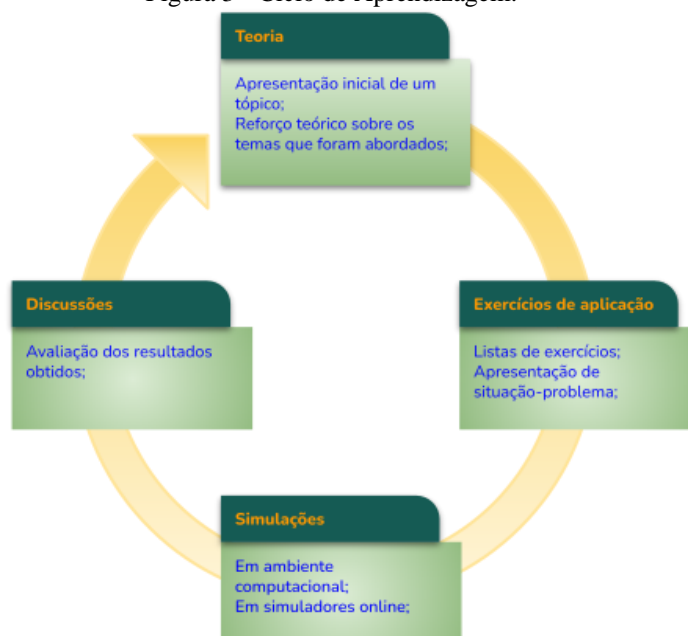
---

<sup>1</sup> Serviço de comunicação por videoconferência.

<sup>2</sup> Plataforma para gerenciamento de conteúdos e atividades via Internet.

os quais podem ser de natureza direta de aplicação ou através de situações-problemas, nas quais os alunos são estimulados a refletir sobre qual a melhor solução ou equacionamento é mais adequado para atender aos requisitos apresentados. Vencida esta etapa, os alunos passam às atividades práticas, realizadas através dos roteiros experimentais. Como nesse período não houve a possibilidade para a realização das práticas em laboratório, as mesmas foram substituídas por simulação computacional. O fechamento do ciclo é realizado pela avaliação e discussões sobre os resultados obtidos e principalmente fazendo o confronto com a teoria abordada inicialmente. Este ciclo de aprendizagem possui uma duração de quatro encontros, podendo ser ampliado caso ocorram dificuldades pontuais. A principal vantagem identificada nessa estratégia é a minimização do acúmulo de conteúdos, pois os alunos são levados a manter um envolvimento contínuo com os conteúdos, uma vez que as etapas são articuladas entre si e convergem para processos avaliativos.

Figura 3 - Ciclo de Aprendizagem.



Fonte: Elaboração própria.

## 5 PROCESSO DE AVALIAÇÃO EM AMBIENTE REMOTO

No processo de ensino e aprendizagem a avaliação é o ponto de maior discussão entre os professores e também o ponto que requer maior atenção, ainda mais sob o regime de ensino remoto. O ponto central desse processo é a construção dos instrumentos de avaliação, que individualmente ou agregados, se constituem em métricas do aprendizado. Normalmente estes instrumentos são constituídos por provas individuais ou através da exposição oral de uma determinada solução para uma situação-problema ou circuito de aplicação. A realização das provas de forma individual com o ensino remoto não seria adequado se as provas fossem idênticas para todos os alunos, o que poderia acarretar em um compartilhamento dos resultados.

Para solucionar o desafio da avaliação e garantir a individualização das provas, sem restrições à consulta de materiais bibliográficos, foram realizadas avaliações diferenciadas para cada aluno, aplicando um conjunto de instrumentos que viabilizasse esse processo, conforme apresentado na Figura 4. A execução de tais ações só foi possível porque as turmas foram mantidas reduzidas, pois o processo de seleção ou elaboração de questões diferentes para cada instrumento de avaliação envolve considerável tempo de planejamento. Em cada unidade houve uma prova, a qual foi denominada de “inventário de conhecimentos”, como forma de minimizar a pressão psicológica do processo de avaliação. Esses inventários consistiam em três ou quatro questões contemplando os tópicos previstos nas unidades (Figura 5). Para fomentar a reflexão sobre as questões aplicadas, após a avaliação, o professor faz a escolha de uma questão para que os alunos apresentem a sua solução na aula posterior à avaliação, sendo associada a essa atividade um percentual para compor a nota final da avaliação. Com isso, os alunos teriam a oportunidade de corrigir eventuais erros cometidos durante a prova e de produzir uma análise mais aprofundada, inclusive optando por uma solução mais apropriada à questão, caso não conseguisse durante a realização da prova, além de colocar em prática a sua capacidade de síntese e explanação do que aprendeu, e garantir que as provas fossem realizadas de forma individual.

Figura 4 - Instrumentos de avaliação utilizados no Ensino Remoto Emergencial de Circuitos Elétricos.



Fonte: Elaboração própria.

Para as abordagens práticas foi utilizado o software de simulação EasyEDA, o qual é disponibilizado como um conjunto de ferramentas de projeto eletrônico (EDA) de livre acesso, e baseado no SPICE (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*), podendo ser utilizado na Internet ou através da instalação em computadores pessoais. Foram realizados dois experimentos para cada unidade, objetivando englobar os assuntos abordados nas aulas teóricas. O primeiro roteiro foi introdutório para a aprendizagem do uso do software de simulação, prevendo as simulações básicas de circuitos de corrente contínua, com medições de correntes e tensões utilizando amperímetros e voltímetros. O segundo roteiro foi elaborado para realizar as simulações de circuitos utilizando os teoremas apresentados nas aulas teóricas. O terceiro roteiro apresentou os circuitos RC e RL para simular e realizar as análises dos transitórios, tanto para carga, como descarga dos elementos armazenadores de energia. O quarto roteiro apresentou um circuito RLC para análise de transitórios (Figura 6). Em ambos os experimentos foram utilizados diferentes valores dos resistores e dos capacitores (que são componentes em maiores quantidades e valores disponíveis em



laboratório) de forma a produzir os comportamentos característicos dos circuitos de 2ª ordem. O quinto roteiro foi planejado para a análise da resposta em frequência dos circuitos RC e RL. O sexto roteiro apresentou um circuito RLC para análise da resposta em frequência e potência. Os roteiros foram avaliados através da análise dos relatórios entregues, os quais deveriam conter os arquivos de simulações, gráficos obtidos, e comparações entre as análises teóricas e as respostas obtidas pelas simulações.

Outra abordagem que foi adotada no processo de ensino remoto, utilizando o Moodle, foi a construção coletiva do “glossário” de Circuitos Elétricos. Esta atividade foi atribuída aos alunos no início do período letivo e foi sendo construída ao longo de todo o semestre, tendo um acompanhamento permanente e retorno avaliativo de todos os termos, conceitos, nomenclaturas, teoremas que foram inseridos pelos alunos. O glossário, com recursos de hiperlink, disponível e elaborado por todos os alunos foi uma forma alternativa de inventariar o processo de aquisição e construção do conhecimento sobre Circuitos Elétricos. Normalmente, no ensino presencial, sem adoção de ferramentas colaborativas, esses conceitos ficam restritos e com avaliações pontuais e individuais.

Figura 5 - Exemplo de uma questão de prova aplicada no semestre 2020.1.

Universidade Estadual de Feira de Santana  
Departamento de Tecnologia  
Curso de Engenharia de Computação  
Circuitos Elétricos • TEC218 • Semestre 2020.1

---

**PROVA 3**

**Obs.1:** A prova está disponível no Google Sala de Aula às 13:30 hs. Você terá até às 16:00 hs para enviar a solução digitalizada em boa qualidade em formato pdf.

**Obs.2:** Todas as questões deverão ter suas resoluções devidamente justificadas utilizando análise de circuitos e com as variáveis descritas nos circuitos. Não serão aceitas fórmulas prontas sem explicação. Todas as correntes e tensões precisam estar identificadas nos circuitos das soluções juntamente com seus sentidos e polaridades.

**Obs.3:** Escolha uma das três questões descritas nesta prova para fazer a apresentação da solução no dia 17/06 por videoconferência valendo 2,5 pontos na prova.

1) **(2,5 pt)** Um circuito elétrico de corrente contínua é aquele em que todas as tensões são constantes no tempo. Circuitos de corrente alternada, por sua vez, possuem valores de tensão variantes no tempo. As variações de tensão senoidal são expressas pela equação  $v(t) = V_m \cdot \sin(\omega t)$  em que  $V_m$  representa o valor de pico e  $\omega$  representa o ângulo em graus. O gráfico a seguir mostra a tensão e a corrente em uma carga.

Figura 1: Tensão e corrente medidas sobre uma carga.

Com base nas informações e no gráfico, faça o que se pede nos itens a seguir:

- Determine a natureza da carga (resistiva, capacitiva ou indutiva) e justifique.
- Calcule o valor da impedância da carga.
- Apresente a equação da forma de onda da corrente alternada.
- Calcule a tensão eficaz (RMS) do circuito de corrente alternada.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 6 - Exemplo de um roteiro experimental aplicada no semestre 2021.2.

Universidade Estadual de Feira de Santana  
Departamento de Tecnologia  
Curso de Engenharia de Computação  
Circuitos Elétricos • TEC218 • Semestre 2021.2

---

**Roteiro do Experimento 4**

1) Monte o circuito da Figura 1 e faça a simulação para os três casos abaixo. Para simular o circuito utilize um gerador de onda quadrada com frequência de 2kHz. Obtenha os gráficos da onda quadrada de entrada, da tensão no capacitor e no resistor com o osciloscópio.

**Figura 1: Circuito composto por Indutor-Resistor-Capacitor.**

- Caso 1:  $R = 33\Omega$ ,  $C = 100nF$ ,  $L = 460\mu H$  e  $v_g = 2V$ ;
- Caso 2:  $R = 136\Omega$ ,  $C = 100nF$ ,  $L = 460\mu H$  e  $v_g = 5V$ ;
- Caso 3:  $R = 200\Omega$ ,  $C = 100nF$ ,  $L = 460\mu H$  e  $v_g = 5V$ ;
- Calcule os valores analíticos da tensão e corrente no capacitor nos três casos. Compare com os gráficos do osciloscópio.
- Explique a diferença entre as formas de onda de tensão no capacitor nos três casos.

Fonte: Elaboração própria.

## 6 RESULTADOS ALCANÇADOS

O semestre nomeado de 2020.1 foi concluído em 09 de julho de 2021. Naquele semestre houve três turmas totalizando 22 alunos matriculados. Ao final do semestre, 14 alunos foram aprovados, 2 reprovados e 6 desistiram, o que, a princípio, indica uma tendência positiva no resultado da aprendizagem, apesar das desistências apontadas. Conforme mostrado na Figura 2, a porcentagem de aprovados em semestres anteriores à pandemia foi de 53% em média, já no período de isolamento a média de aprovados aumentou para 67,7%. Este resultado positivo teve forte influência da limitação de 10 alunos por turma, o que contribuiu para atender, mais prontamente, às demandas individuais. O semestre nomeado de 2021.2, que está em andamento, teve início em 10 de agosto e previsão de término em 21 de dezembro de 2021, tendo apresentado algumas dificuldades decorrentes da própria situação da pandemia, que ainda impacta negativamente nos processos educacionais.

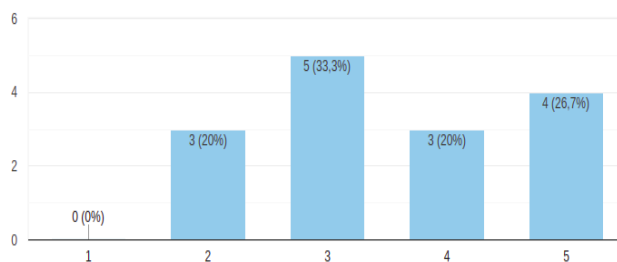
A mudança curricular em conjunto com as restrições devido à Pandemia, provocaram mudanças comportamentais, práticas pedagógicas tiveram que ser repensadas e instrumentos avaliativos foram completamente reformulados. Este conjunto de fatores levaram a vários questionamentos por parte dos professores, que estavam à frente das turmas de Circuitos Elétricos, principalmente sobre o planejamento didático e a execução do mesmo ao longo dos semestres. Uma das formas pela qual é possível obter métricas e mensurar os resultados é através da percepção dos alunos sobre as metodologias e práticas pedagógicas utilizadas, através do próprio olhar sobre seu aprendizado. Assim, para obter um panorama mais claro do andamento do componente, foi desenvolvido um questionário e aplicado aos alunos que cursaram o semestre 2020.1 e que estão cursando o semestre 2021.2. O questionário foi implementado na ferramenta *Google Forms*<sup>3</sup> e foi composto de seções como descritas a seguir.

A Seção 1 do questionário foi destinada a coletar as opiniões sobre os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) utilizados durante os semestres de Ensino Remoto Emergencial (ERE). Como pode ser verificado na Figura 8, há uma unanimidade nas opiniões quanto ao uso dos AVA no atendimento das atividades remotas (73,3%), mesmo quando uma parcela significativa dos alunos (53,3%) consideram que não tiveram um alto aproveitamento (Figura 7). Essa dissociação entre a importância dos AVA e o aproveitamento individual leva ao questionamento sobre outros fatores que podem ter contribuído para o baixo aproveitamento, tais como: ambiente adequado para assistir às aulas remotas; acesso à Internet de boa qualidade; espaço adequado para os estudos individuais; entre outros. Embora os AVA possam disponibilizar um espaço virtual que contemple vários tipos de atividades, bem como oferecem recursos de armazenamento para diferentes conteúdos digitais, não é unânime que todos os recursos disponibilizados fossem suficientes para o processo de aprendizagem (Figura 9). Nesse contexto pode ser inferido que o espaço presencial cumpre um papel fundamental na relação aluno-professor, bem como é incontestável a importância da vivência presencial do aluno na universidade.

---

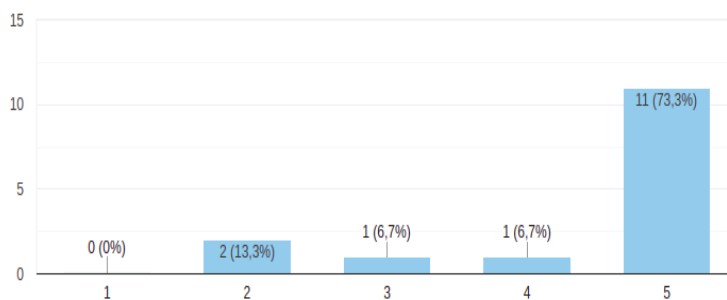
<sup>3</sup> Serviço disponibilizado pelo Google para criação e gerenciamento de formulários online.

Figura 7 - Pergunta: Qual o seu nível de aproveitamento no componente curricular através das aulas online? (1 - Baixo Aproveitamento; 5 - Alto Aproveitamento).



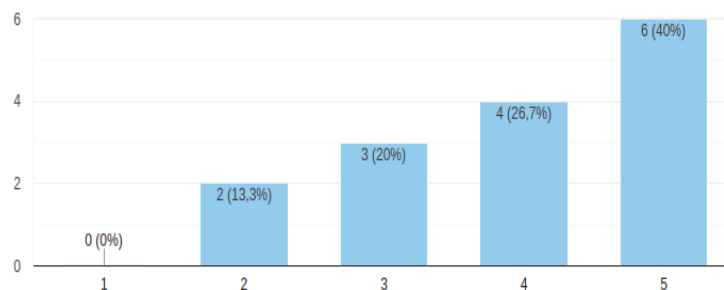
Fonte: Elaboração própria.

Figura 8 - Pergunta: Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) GoogleClassroom/Moodle atenderam ao propósito do semestre remoto? (1 - Pouca contribuição; 5 - Atenderam plenamente).



Fonte: Elaboração própria.

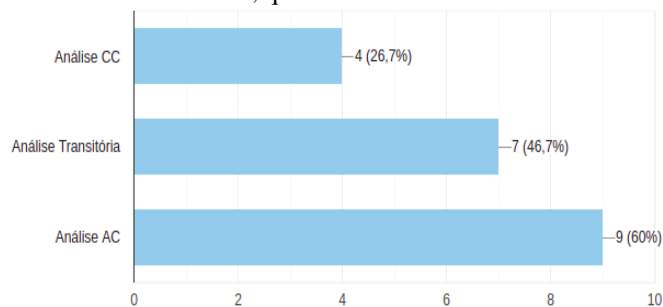
Figura 9 - Os conteúdos disponibilizados nos ambientes virtuais foram: (1 - Insuficientes; 5 - Suficientes).



Fonte: Elaboração própria.

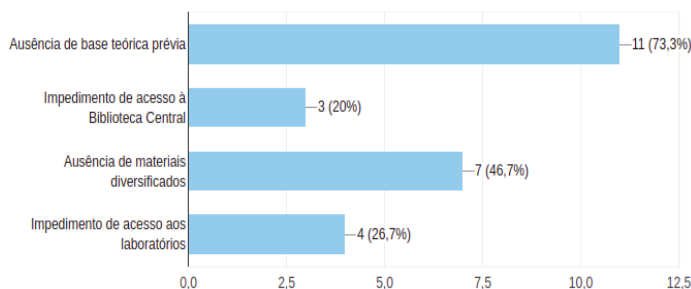
A Seção 2, do questionário aplicado aos alunos, buscou identificar quais os conteúdos apresentaram maior dificuldade ou complexidade de aprendizado e também quais fatores foram determinantes ou contribuíram para que as dificuldades não fossem superadas. Como pode ser verificado na Figura 10, a Análise AC, dentre as opções apresentadas, foi o conteúdo que apresentou maior indicação por parte dos alunos. Entre os fatores que contribuíram para um baixo aproveitamento (Figura 11), estão a ausência de base teórica prévia e de materiais diversificados. Destaca-se que, embora houvesse o impedimento do acesso à biblioteca, em virtude das restrições impostas pela pandemia, esse fator não obteve alta indicação, o que pode demonstrar que os alunos não utilizam a biblioteca central como fontes de pesquisa confiáveis para suprir as necessidades de materiais diversificados.

Figura 10 - Dos conteúdos abaixo, qual você sentiu maior dificuldade em acompanhar?



Fonte: Elaboração própria.

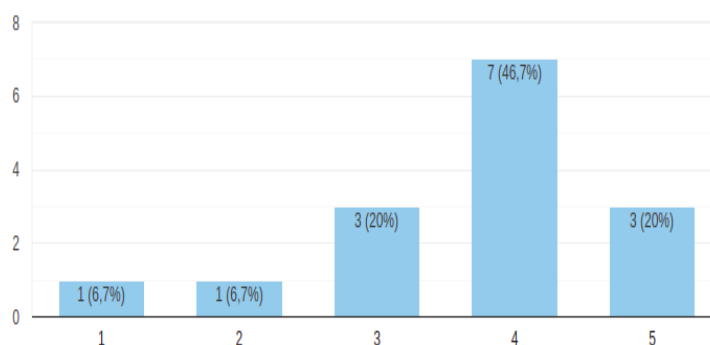
Figura 11 - Quais fatores contribuíram para as dificuldades encontradas?



Fonte: Elaboração própria.

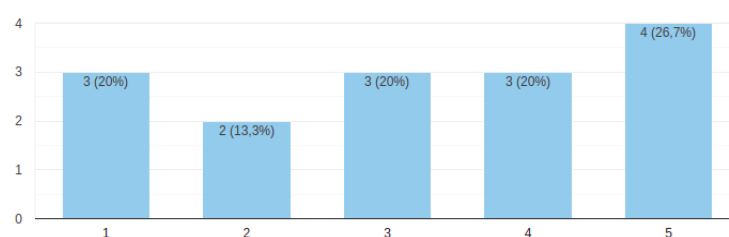
A Seção 3, do questionário aplicado aos alunos, buscou identificar a percepção que os mesmos possuem sobre o uso dos simuladores computacionais e como os mesmos podem contribuir para a consolidação da teoria. Das quatro questões aplicadas, foram identificadas duas como relevantes nesse processo: a primeira sobre o uso de simuladores e a segunda sobre os roteiros utilizados para simular os comportamentos dos circuitos. Como mostrado na Figura 12, 66,7 % das respostas concordam que os simuladores possuem alta contribuição para a compreensão dos conceitos teóricos. Mas, quando questionados sobre os roteiros simulados, não há uma uniformidade nas respostas sobre a relevância que os mesmos possuem para o processo de aprendizado e consolidação da teoria, como pode ser visualizado na Figura 13. Essa diferença entre as respostas leva ao questionamento sobre a forma como os roteiros devem ser apresentados e como os mesmos podem despertar o senso crítico na análise de circuitos.

Figura 12 - O uso de simuladores computacionais para circuitos elétricos e eletrônicos contribui para a compreensão dos conceitos teóricos? (1 - Baixa contribuição; 5 - Alta contribuição)



Fonte: Elaboração própria.

Figura 13 - As atividades simuladas através dos roteiros contribuíram para o processo de aprendizado da teoria? (1 - Pouco contribuíram; 5 - Contribuíram plenamente)



Fonte: Elaboração própria.

A aplicação sistemática de questionários aos alunos, para que os mesmos possam opinar e refletir sobre os principais aspectos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem e, os dados coletados, contribuem significativamente no planejamento das atividades, na elaboração dos instrumentos de avaliação e na execução global do componente curricular.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino e aprendizagem de Circuitos Elétricos para alunos de um curso de Engenharia de Computação requer um processo diferenciado, pois há a necessidade de conectar esses conhecimentos com outras áreas distintas das Ciências da Eletricidade e, normalmente ocorrem retenções em números elevados. Somou-se a esse desafio o ensino remoto, com as limitações impostas pelo distanciamento necessário devido a pandemia provocada pelo SARS-CoV-2 e sem a possibilidade de atividades práticas. Na experiência vivenciada pelos professores com a construção de novas abordagens e práticas pedagógicas diferenciadas para implementar o ensino remoto de Circuitos Elétricos constatou-se um maior engajamento dos alunos, uma vez que foram disponibilizadas formas alternativas de construção do conhecimento onde as dificuldades, que normalmente ocorrem, foram transformadas em oportunidades de refletir e aprender com os erros e assim consolidar o aprendizado.

Destaca-se como uma grande vantagem da metodologia utilizada a adoção de uma quantidade menor de alunos por turma, tornando-se um diferencial no processo de ensino-aprendizagem. Essa redução permitiu uma proporcionalidade de tempo para que os alunos pudessem apresentar e discutir questões propostas através das listas de exercícios, da busca individual e das questões escolhidas nas avaliações. A apresentação de soluções desenvolvidas pelos alunos para determinadas questões mostrou-se extremamente eficiente para seu aprendizado, além de um ganho pessoal, pois contribui para estimular a autoconfiança, capacidade de expressão e síntese e a oratória, uma vez que falar em classe para os demais colegas muitas vezes foi uma barreira a ser vencida. Outro aspecto identificado e que contribuiu para o aprendizado foi a possibilidade de “réplica” sobre uma questão da avaliação individual, pois mesmo quando o aluno não conseguiu solucionar uma determinada questão que deveria ser apresentada posteriormente, este aluno utilizava o prazo entre a avaliação e a apresentação da questão para resolvê-la e obter a pontuação da apresentação. Mesmo considerando os aspectos positivos na metodologia adotada para o Ensino Remoto

Emergencial e do avanço no nível de aprovação é necessário que se amplie os estudos e análises sobre os fatores que dificultam o aprendizado de Circuitos Elétricos, principalmente, como apontado pelos alunos, a falta de uma base teórica prévia. Outro aspecto identificado com relação às dificuldades encontradas nos conteúdos recai sobre a Análise AC, a qual apresentou maior percentual entre os alunos, sendo que deverão ser direcionados esforços para analisar e propor novas abordagens didático-pedagógicas que consigam prover melhores condições de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- AZEVÊDO, W. V. S.; GITIRANA, V. Construindo conhecimento sobre circuitos elétricos: tratamento, conversão e concepções intuitivas na resolução de situações-problema. In: Anais: XLV–Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Joinville: UNISOCIESC/UEDESC. 2017.
- AZEVÊDO, W. V. S.; GITIRANA, V. Construindo conhecimentos sobre circuitos elétricos: as representações semióticas e novos referenciais sobre dificuldades de aprendizagem. In: Anais: XLV–Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Joinville: UNISOCIESC/UEDESC. 2017.
- BITTENCOURT, R. A.; FIGUEIREDO, O. A.. O currículo do curso de engenharia de computação da UEFS: Flexibilização e integração curricular. In Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, volume 4, pages 171–182, Campinas, 2003. SBC.
- CCECOMP, Colegiado do Curso de Engenharia de Computação. Resolução CONSEPE 124/2020. Disponível em: <<[http://www.ecomp.uefs.br/data/resolucoes/resolucao\\_CONSEPE\\_124\\_2020.pdf](http://www.ecomp.uefs.br/data/resolucoes/resolucao_CONSEPE_124_2020.pdf)>>. Acesso em: 11 de jan. 2023.
- CORREIA DOMINGUES, G.; ALVES PEREIRA DE CARVALHO, H.; STRIEDER PHILIPPSSEN, G. Ensino de circuitos elétricos por meio de tecnologias digitais: uma proposta didática baseada na Aprendizagem Significativa e nos Três Momentos Pedagógicos. Revista Insignare Scientia - RIS, v. 4, n. 6, p. 597-613, 8 out. 2021.
- COSTA, G.G.G.; CATUNDA, T., Investigação das dificuldades conceituais dos estudantes sobre circuitos elétricos. In: Resumos do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008, Curitiba. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0210-1.pdf>>. Acesso em: 4 fev. 2023.
- DORNELES, P.F.T.; ARAUJO I.S.; VEIT, E.A., Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 487-496, (2006). [www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br)
- ENGELHARDT, P.V.; BEICHNER, R.J., Students Understanding of Direct Current Resistive Electrical Circuits. American Journal of Physics 72, 98 (2004)
- FREIESLEBEN, F. B.; LODER, L. L.; BECKER, M. L. R. Um debate acadêmico sobre a aprendizagem de circuitos elétricos: o estado da arte. In: Anais: XLI– Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Gramado: UFRGS. 2013.
- GOUVEIA, A. Estudo sobre as dificuldades conceituais de alunos de Engenharia Ambiental acerca de circuitos elétricos. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, 2019.
- SALVADOR, A.I.N., O Ensino e a Aprendizagem dos Circuitos Elétricos: utilização de Analogias e da Resolução de Problemas. Tese de doutoramento. Universidade de Coimbra. Outubro, 2016.
- SHAFFER, P.S.; McDERMOTT, L.C., Introductory Electricity. Part I: Investigation of Student Understanding. Am. J. Phys. 60, 994 (1992).
- TIBERGHIE, A.; JOSSEM, E.L.; BAROJAS, J., Connecting Research in Physics Education with Teacher Education: Learning and Understanding Key Concepts of Electricity. International Commission on Physics Education 1998. I.S.B.N. 0-9507510-3-0 (English edition).

UEFS. Universidade Estadual de Feira de Santana. Disponível em:  
<<https://dool.egba.ba.gov.br/portal/visualizacoes/html/11240#/p:1/e:11240>>. Acesso em: 17 jan. 2023.