

Desenvolvimento de um videocurso sobre o software de simulação LTspice

G. S. da Silva, Estudante de Engenharia Elétrica (UFSCar),
C. A. De Francisco, Professor do Departamento de Engenharia Elétrica (UFSCar)

Resumo— Este artigo descreve a criação de um videocurso introdutório sobre o software de simulação de circuitos LTspice, com foco em atender às necessidades de aprendizado dos estudantes e entusiastas de eletrônica. O curso consiste em onze vídeos abordando desde o download inicial até tópicos avançados, e enfatiza a importância desse recurso educacional para a comunidade de Engenharia Elétrica. Além disso, destaca o potencial de inaugurar uma cultura de criação de cursos em vídeo como parte de uma atividade de extensão.

Palavras-chave— Aprendizado; Engenharia Elétrica; Extensão; Videocurso

Abstract— This article describes the creation of an introductory video course on the LTspice circuit simulation software, with a focus on meeting the learning needs of students and electronics enthusiasts. The course comprises eleven videos covering topics from the initial download to advanced subjects, and emphasizes the significance of this educational resource for the Electrical Engineering community. Furthermore, it highlights the potential to establish a culture of video course creation as part of an extension activity.

Key words— Learning; Electrical Engineering; Extension; Video Course.

I. INTRODUÇÃO

No campo da educação em Engenharia Elétrica, a prática no uso de software de simulação de circuitos é fundamental para desenvolver uma compreensão profunda de sistemas eletrônicos e seu comportamento. A chegada do LTspice [1], uma poderosa ferramenta de simulação de circuitos, proporcionou uma plataforma robusta para que os estudantes analisem e simulem circuitos, permitindo a conexão entre teoria e aplicação prática. Além de ser gratuito, o software é atualizado periodicamente, possui suporte da Analog Devices [1] e comunidades ativas que compartilham conhecimento sobre o LTspice [2]. Tudo isso motivou a escolha do mesmo para este trabalho. Além da robustez e flexibilidade do software, ainda é possível expandir suas bibliotecas e funcionalidades de forma simples, graças à sua construção baseada na tecnologia de código aberto SPICE [3], que utiliza diretivas e torna a execução do programa inteiramente baseada em texto, desta forma, adicionar um componente à biblioteca ou um comando à uma simulação é tão simples quanto adicionar uma linha de texto. No entanto, apesar de sua importância, existe uma lacuna na disponibilidade de recursos

de aprendizado de qualidade, principalmente em português. Essa carência não apenas prejudica o engajamento eficaz dos alunos, mas também impede o desenvolvimento de habilidades cruciais necessárias para a prática da engenharia moderna.

Durante a fase mais restritiva da pandemia do novo coronavírus, situação em que muitas atividades foram interrompidas e outras adaptadas para o modelo remoto, as universidades iniciaram um movimento de ensino à distância às pressas. Algumas universidades com um maior preparo para lecionar no digital puderam dar início às atividades remotas poucas semanas após o primeiro lockdown, já outras universidades que utilizavam o digital apenas para disponibilizar tarefas, precisaram de maior tempo de ajuste. Na UFSCar, durante o período de Ensino Não Presencial Emergencial (ENPE) [4] fez-se necessário o uso de diversos recursos audiovisuais para garantir a qualidade do ensino, e foi também durante esse período que se notou um déficit de material de qualidade disponível por parte da instituição de ensino. A maioria dos professores se viu na obrigação de produzir as aulas de cada assunto em formato de videoaula, ou preparar um material digital para apresentar de forma síncrona. Já no âmbito das disciplinas práticas, o uso de simuladores foi o que possibilitou dar continuidade à grade dos cursos de base técnica - em especial as engenharias.

Além de abordar a carência de recursos educacionais no campo da simulação de circuitos, este trabalho sugere um propósito mais amplo. O enfoque não se limita a oferecer um curso abrangente sobre o LTspice; é também um ponto de partida para uma proposta de adição na abordagem educacional. Este trabalho almeja catalisar a criação de uma série de cursos em vídeo desenvolvidos por estudantes, voltados para diversos tópicos da Engenharia Elétrica. Através dessa abordagem inovadora, busca-se não somente suprir a demanda por conhecimento de qualidade entre os alunos da universidade, mas também enriquecer o panorama educacional de toda a comunidade. Transformar essa iniciativa em um projeto de extensão representa um passo para aumentar a biblioteca de cursos disponíveis, beneficiando tanto os alunos da instituição quanto aqueles que buscam aprender e aprimorar suas habilidades. Dessa forma, este trabalho não é apenas uma

contribuição isolada, mas uma base para um movimento educacional mais amplo e impactante.

A proposta de criação de um projeto de extensão contribui também para fazer valer a resolução do Ministério da Educação 07/2018 que prevê que pelo menos 10% da carga horária de cursos de graduação no Brasil seja composta por atividades de extensão [5]. Esta mudança de currículo já é prevista para o ano de 2023 [6], o que demanda uma certa urgência para a abordagem do assunto proposto neste trabalho.

A visão de construir uma extensa biblioteca de cursos em vídeo desenvolvidos por estudantes é fundamental para abraçar a era digital e democratizar o acesso ao conhecimento. Ao oferecer um ambiente onde os próprios alunos possam contribuir para a produção de conteúdo educativo, a universidade promove uma abordagem colaborativa e inclusiva. Isso não apenas enriquece o aprendizado dos alunos envolvidos, mas também abre portas para um aprendizado mais aberto, acessível e adaptado à era digital. A criação de videocursos não apenas oferece uma oportunidade para os estudantes transmitirem o que aprenderam, mas também desenvolve habilidades de comunicação, síntese e didática que são cruciais no mundo profissional. A experiência de criar e compartilhar conhecimento por meio de videocursos pode inspirar e capacitar mais alunos a se envolverem na disseminação do saber. Ao transformar essa visão em realidade, essa proposta visa que a universidade crie um ambiente onde a aprendizagem seja ampliada, a interação seja fomentada e o acesso ao conhecimento seja democratizado. Este trabalho se propõe a ser não apenas um exemplo de conteúdo educativo, mas também um impulso para uma mudança positiva e duradoura na forma como o conhecimento é compartilhado e disseminado.

Conforme este artigo propõe a criação de uma biblioteca de videocursos por parte dos alunos através de um projeto de extensão, ele destaca um benefício duplo. Em primeiro lugar, ele aborda a necessidade de recursos de aprendizado de alta qualidade sobre assuntos da Engenharia Elétrica. Os cursos desenvolvidos serão cuidadosamente projetados para oferecer aos demais alunos, especialmente os estudantes de Engenharia Elétrica, um caminho claro e estruturado para compreender os assuntos abordados. Além disso, ao criar um videocurso, o aluno experimenta o papel de instrutor, proporcionando uma vivência única do ambiente de ensino ainda durante a graduação. Essa oportunidade, normalmente reservada para etapas acadêmicas mais avançadas, como o mestrado, confere aos alunos uma visão antecipada das responsabilidades e desafios da instrução acadêmica. A oportunidade de ter o estudante na posição de instrutor ainda na graduação contribui para que um possível desejo de lecionar academicamente possa ser identificado e desenvolvido ainda cedo.

Na busca por um ambiente educacional mais dinâmico e relevante, a interação entre alunos emerge como um componente essencial. Esta abordagem é respaldada por pesquisas recentes, como o trabalho de Sugata Mitra, que

explora os benefícios dos ambientes de aprendizado auto-organizado, nos quais os alunos colaboram para compreender e comunicar o conteúdo de maneira mais eficaz [7]. Incorporar essa abordagem ao desenvolvimento de cursos em vídeo feitos por alunos dissolve bloqueios possivelmente presentes na estrutura clássica de ensino aluno-professor. A natureza rigorosa tecnicamente, mas informal no tom de voz é baseada neste argumento [7].

A apresentação de um videocurso com uma linguagem alinhada à mentalidade dos estudantes pode ser um catalisador poderoso para o aprendizado eficaz. Ao adotar uma abordagem que combina rigor técnico com uma fala simplificada, o conteúdo se torna mais atraente para os alunos. Essa abordagem visa eliminar barreiras de aprendizado ao oferecer explicações em termos familiares. Ao compreender os assuntos através de exemplos e analogias que eles já estão habituados, os estudantes podem internalizar conceitos complexos de maneira mais rápida e profunda, construindo uma base sólida para a aplicação prática. Isso cria um ambiente de aprendizado onde o rigor não é comprometido, mas, ao contrário, é enriquecido por uma abordagem mais informal, proporcionando um espaço de aprendizado que pode ser muito benéfico e agradável para os alunos.

A criação de videocursos por parte dos alunos em um projeto de extensão é uma proposta que promove não só a distribuição de conhecimento com rigor, mas também benefícios para os alunos autores. No contexto brasileiro, o livro "Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI" de William Bender destaca a importância de envolver os alunos em atividades práticas e projetos para uma aprendizagem mais eficaz [8]. Além disso, o livro "Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática" de Cláudio de Menezes e Cláudio Santos aborda como as metodologias ativas podem transformar a forma como os alunos aprendem, incentivando a participação ativa e o desenvolvimento de habilidades [9].

Em essência, este artigo argumenta que a criação de conteúdo educacional por parte dos alunos como um projeto de extensão, como o curso em vídeo sobre LTspice, transcende a simples disponibilização de material; ela serve como uma via valiosa para o desenvolvimento pessoal, fomentando uma interação entre aprendizado e ensino que culmina em uma compreensão profunda do assunto. Assim, este trabalho defende uma proposta de projeto que espera inspirar mais alunos a se aventurarem na criação de conteúdo educacional como forma de aprimorar tanto sua compreensão quanto suas habilidades pedagógicas. As seções subsequentes deste artigo substanciam essa afirmação, elucidando o processo de desenvolvimento do curso e articulando os benefícios tanto para os aprendizes quanto para os criadores.

II. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal realizar a ação inicial para o desenvolvimento de um projeto de extensão onde os alunos da Engenharia Elétrica produzirão videocursos sobre softwares e assuntos utilizados durante a graduação, além de disponibilizar este conhecimento para a comunidade de fora da academia, atingindo também o dever da universidade de difundir e democratizar conhecimento de qualidade. O conteúdo do curso é estruturado para oferecer um guia completo, desde os passos iniciais de download e instalação até tópicos avançados como simulação de circuitos digitais, distorção harmônica total e integração com a linguagem de programação Python [10].

O primeiro objetivo específico é inspirar e justificar a criação de um projeto de extensão onde os estudantes terão a oportunidade de criar videocursos sobre assuntos da Engenharia Elétrica. Em segundo lugar, disponibilizar um material de aprendizado que seja compreensível e de fácil assimilação, adotando uma abordagem pedagógica que combina rigor técnico com uma linguagem simplificada sobre LTspice, como forma de inaugurar a iniciativa supracitada.

Um terceiro objetivo é explorar a estratégia de "aprender ensinando" como meio de aprimorar tanto a compreensão dos próprios alunos quanto a experiência de aprendizado dos colegas. Ao criarem conteúdo educacional para o curso, os alunos desenvolvem habilidades valiosas de comunicação, didática e síntese. Isso não apenas aprofunda seu conhecimento sobre o tema abordado no videocurso, mas também os prepara para uma participação ativa no ambiente educacional, permitindo-lhes desempenhar o papel de facilitadores do aprendizado.

Dentro desse contexto, o quarto objetivo é destacar a importância da geração atual de estudantes como comunicadores eficazes para seus pares. Ao explorar tópicos complexos em um formato de comunicação simplificado, os cursos criados nesta iniciativa desenvolverão uma conexão mais profunda entre os alunos e o conteúdo, promovendo uma compreensão autêntica e duradoura dos assuntos lecionados.

III. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste projeto de videocurso sobre o software de simulação de circuitos LTspice foi baseada no uso de ferramentas tecnológicas para a criação, gravação e edição dos vídeos, afim de produzir o videocurso de LTspice que iniciará a biblioteca que será futuramente alimentada por diversos cursos produzidos pelos alunos.

Além do videocurso, foi desenvolvido um formulário de avaliação do mesmo, que será disponibilizado junto com os vídeos. O objetivo do formulário é coletar retorno constante sobre a qualidade das videoaulas e da facilidade de transmitir conhecimento do instrutor.

O curso foi estruturado em vídeos curtos, com duração de 5 a 15 minutos cada, totalizando 1 hora e 48 minutos de conteúdo. Cada vídeo abordou um tópico específico, começando desde os passos iniciais de download e instalação do LTspice até tópicos avançados como integração com Python e análise de distorção harmônica total. Essa segmentação cuidadosa permitiu uma abordagem focada e objetiva para cada tópico, visando otimizar a compreensão e retenção dos conhecimentos compartilhados por parte dos alunos.

A captura da tela do computador foi realizada por meio do software OBS Studio [11], permitindo a gravação detalhada das interações com o LTspice. Essa abordagem visualmente orientada contribuiu para uma compreensão mais prática e imersiva do uso da ferramenta. A edição dos vídeos foi feita com o aplicativo Shotcut [12], possibilitando a criação de uma narrativa fluida e envolvente, bem como a inclusão de elementos visuais que auxiliaram na explicação dos conceitos. Estes softwares são de uso livre, e foram escolhidos para que o uso por outros estudantes que adotarem esta proposta de projeto seja facilitado.

A metodologia visa incorporar a estratégia de "aprender ensinando", onde os alunos que participarem do proposto projeto de extensão irão desenvolver o conteúdo educacional com auxílio do orientador.

O processo de criação do videocurso envolveu a pesquisa aprofundada de cada tópico, a identificação de exemplos relevantes e a elaboração de explicações fáceis de compreender e didáticas.

Além disso, a metodologia abraçou a ideia de contextualização com a geração atual de estudantes. A linguagem utilizada nos vídeos foi rigor técnico, porém simples, visando se comunicar de maneira familiar e eficaz com os alunos. Essa abordagem visa contribuir para uma conexão mais forte entre o conteúdo e os alunos, facilitando o processo de aprendizado.

Em resumo, a metodologia deste projeto se baseou em segmentação de conteúdo, tecnologias de captura e edição, estratégia de "aprender ensinando" e uma abordagem de comunicação alinhada ao contexto dos alunos. Esses elementos foram cuidadosamente integrados com o objetivo de criar um videocurso eficaz e envolvente sobre o LTspice, visando atender às necessidades de aprendizado da comunidade de estudantes de Engenharia Elétrica.

IV. CONTEÚDO DO VÍDEO CURSO

O videocurso sobre o software de simulação de circuitos LTspice é composto por onze vídeos, cada um abordando um tópico específico para guiar os estudantes desde o início até tópicos mais avançados. A estrutura do conteúdo foi projetada para proporcionar uma progressão lógica de aprendizado, garantindo uma compreensão sólida e abrangente do LTspice. O videocurso foi adicionado à uma playlist disponível no

YouTube[13], e as aulas presentes são elencadas a seguir:

Vídeo 1 – Download, Instalação e Primeiros Passos no LTspice (10:00)

Este vídeo inicia o curso orientando os espectadores sobre como fazer o download, instalar o LTspice em seus computadores e dar os primeiros passos na utilização da ferramenta.

Vídeo 2 – Tipos de Simulação no LTspice (Transiente, Análise AC e Varredura DC) (14:51)

Explora os principais tipos de simulação no LTspice, incluindo simulação transiente para análise de comportamento dinâmico, análise AC para características de frequência e varredura DC para análise sob diferentes valores de tensão ou corrente contínua.

Vídeo 3 – Gerador de Sinais no LTspice (DC, Senoidal, Triangular e Retangular) (10:11)

Aborda a simulação de geradores de sinais, ensinando como criar sinais DC, senoidais, triangulares e retangulares para análise e teste de circuitos.

Vídeo 4 – Configurar Cores e Gráficos + Medidas de Tensão, Corrente e Potência no LTspice (10:18)

Este vídeo demonstra como personalizar esquemas e gráficos no LTspice, além de ensinar como medir tensão, corrente e potência em circuitos simulados.

Vídeo 5 – O que São e Como Utilizar Diretivas no LTspice (06:15)

Aborda o conceito e uso de diretivas no LTspice, ensinando como configurar aspectos específicos dos circuitos e análises com exemplos práticos.

Vídeo 6 – Como Criar Subcircuitos no LTspice (07:26)

Apresenta um guia completo sobre como criar subcircuitos personalizados e reutilizáveis para simplificar a análise de circuitos complexos.

Vídeo 7 – Adicionar Componentes ao LTspice (08:19)

Mostra como adicionar componentes externos à biblioteca padrão do LTspice para expandir as opções de modelagem e realizar simulações detalhadas.

Vídeo 8 – Circuitos Digitais no LTspice (06:06)

Introduz a simulação de circuitos digitais no LTspice, abordando componentes digitais disponíveis e sua aplicação na criação de circuitos lógicos básicos.

Vídeo 9 – Distorção Harmônica Total no LTspice (07:31)

Explora a medição da distorção harmônica total (THD) no LTspice para avaliar a qualidade de sinais em circuitos eletrônicos.

Vídeo 10 – Gerar FFT no LTspice (07:32)

Apresenta a análise de Transformada Rápida de Fourier (FFT) no LTspice para compreender as frequências presentes nos sinais simulados.

Vídeo 11 – Como Rodar uma Simulação no LTspice via Código com Python (19:40)

Explora como realizar simulações automatizadas no LTspice usando a linguagem de programação Python.

O conteúdo do videocurso abrange desde os fundamentos até tópicos avançados, permitindo que os estudantes adquiram uma compreensão completa e prática do LTspice, facilitando sua jornada na análise de circuitos eletrônicos.

V. FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO

Para cumprir o objetivo de fornecer conteúdo de qualidade no videocurso, um formulário de avaliação foi criado e disponibilizado para que o conteúdo e o nível de instrução sejam constantemente avaliados e, caso seja necessário, melhorias sejam feitas. A avaliação estará sempre disponível para qualquer pessoa que consumir o curso. O formulário foi criado utilizando a plataforma Google Forms e o link para o formulário está disponível nas referências deste trabalho [14]. As questões do formulário estão elencadas abaixo, bem como o que se espera medir com a pergunta e qual atitude tomar à partir das respostas:

Pergunta 1 - Qual a sua opinião sobre a qualidade do conteúdo apresentado nos vídeos?

Esta pergunta mede: A percepção geral dos participantes sobre a qualidade do conteúdo do curso.

Retorno: Com base nas respostas, é possível avaliar se o conteúdo oferecido atende às expectativas dos participantes. Se houver uma maioria de respostas "Ruim" ou "Regular", pode-se considerar a revisão e o aprimoramento do conteúdo dos vídeos.

Pergunta 2 - Em relação à duração dos vídeos, você considera que:

Os vídeos são muito curtos

Os vídeos são adequados em termos de duração

Os vídeos são muito longos

Esta pergunta mede: A adequação da duração dos vídeos em relação à capacidade de retenção e engajamento dos participantes.

Retorno: Compreender as preferências dos participantes em relação à duração dos vídeos ajudará a ajustar futuros cursos. Se a maioria achar os vídeos muito longos, pode-se considerar a divisão do conteúdo em vídeos mais curtos para melhorar a experiência de aprendizado.

Pergunta 3 - A linguagem utilizada nos vídeos foi clara e compreensível?

Esta pergunta mede: A clareza da comunicação e a compreensibilidade da linguagem utilizada nos vídeos.

Retorno: Identificar se houve dificuldades de compreensão ajudará a melhorar a clareza da linguagem utilizada nos vídeos. Se muitos participantes assinalarem que a linguagem foi pouco clara, pode-se reavaliar e simplificar a comunicação.

Pergunta 4 - Os objetivos propostos no início do curso foram alcançados ao final dos vídeos?

Esta pergunta mede: O grau de realização dos objetivos de aprendizado estabelecidos no início do curso.

Retorno: Com base nas respostas, é possível avaliar se os participantes consideram que seus objetivos de aprendizado foram atingidos. Isso ajudará a ajustar e otimizar futuros cursos para garantir que os objetivos sejam cumpridos.

Pergunta 5 - O material apresentado foi útil para o aprendizado e compreensão do LTspice?

Esta pergunta mede: A utilidade percebida do material do curso em relação ao aprendizado do LTspice.

Retorno: Se muitos participantes indicarem que o material foi pouco útil, pode-se revisar e enriquecer o conteúdo do curso para melhorar sua eficácia no aprendizado.

Pergunta 6 - Os exemplos práticos e demonstrações foram esclarecedores?

Esta pergunta mede: A eficácia dos exemplos práticos em auxiliar a compreensão do conteúdo.

Retorno: Com base nas respostas, é possível ajustar os exemplos para torná-los mais esclarecedores, caso muitos participantes considerem que poucos exemplos foram esclarecedores.

Pergunta 7 - A estrutura do curso (organização dos vídeos, sequência de tópicos) foi adequada?

Esta pergunta mede: A percepção da organização e sequência do curso.

Retorno: Compreender se a estrutura do curso foi bem recebida ajudará a otimizar a organização de futuros cursos para uma melhor experiência de aprendizado.

Pergunta 8 - O instrutor apresentou-se de forma clara e demonstrou domínio do assunto?

Esta pergunta mede: A eficácia da comunicação e do conhecimento do instrutor.

Retorno: Avaliar se os participantes consideram que o instrutor foi claro e conhecedor do assunto ajudará a garantir que os instrutores futuros estejam bem preparados.

Pergunta 9 - Você recomendaria este curso a outros interessados em aprender sobre LTspice?

Esta pergunta mede: A satisfação geral dos participantes com o curso.

Retorno: Se a maioria dos participantes não recomendaria o curso, podem ser identificadas áreas específicas para melhorias e ajustes.

Pergunta 10 - Considerando a experiência adquirida neste curso sobre LTspice, você estaria interessado(a) em participar de um novo curso com um tema diferente, porém relacionado à engenharia elétrica?

Esta pergunta mede: O interesse dos participantes em futuros cursos relacionados à engenharia elétrica.

Retorno: Com base nas respostas, é possível identificar oportunidades para desenvolver cursos adicionais com temas relevantes para os participantes.

Pergunta 11 - Caso tenha alguma sugestão ou comentário adicional sobre o curso, por favor, compartilhe conosco:

Esta pergunta mede: O retorno aberto e sugestões dos participantes para melhorias específicas.

Retorno: As respostas a esta pergunta aberta fornecerão insights detalhados sobre aspectos específicos do curso que precisam de ajustes e melhorias. Isso ajudará a fazer alterações específicas e atender às necessidades dos participantes de maneira mais eficaz.

VI. CONCLUSÃO

A concretização deste curso em vídeo sobre o LTspice marca a proposta de uma jornada que adiciona à educação convencional, abrindo caminho para uma abordagem colaborativa no processo de aprendizado. À medida que se exploram os meandros do LTspice, também se desbravam novos horizontes na educação em Engenharia Elétrica. O projeto não é apenas uma busca por conhecimento técnico; é uma convocação para a participação ativa dos alunos na criação e compartilhamento de conteúdo educativo de alta qualidade.

No cenário contemporâneo, onde o acesso à informação é onipresente, o papel do educador está em constante transformação. Este curso não se trata apenas de transmitir informações, mas de empoderar os alunos como protagonistas de sua própria educação. Ao se envolverem na produção de cursos em vídeo, os alunos transcendem o papel tradicional de meros receptores de conhecimento. Eles se tornam curadores, comunicadores e líderes de sua própria jornada de aprendizado.

Essa iniciativa não se limita a uma única experiência. É uma chamada para uma proposta de projeto de extensão que se estende além deste curso, além deste momento. O projeto visa

inspirar outros alunos a seguir um caminho semelhante, a abraçar a oportunidade de se tornarem construtores ativos de conhecimento. A criação de uma comunidade de aprendizado colaborativo, onde os próprios alunos são os produtores de conteúdo, é o coração desse movimento.

A proposta é clara: o aprendizado ativo e a troca de conhecimento entre pares são elementos essenciais para uma educação eficaz. Quando os alunos se tornam instrutores, eles adquirem um entendimento mais profundo dos conceitos, amplificando sua própria aprendizagem.

Além disso, a iniciativa visa expandir a dimensão da extensão universitária. Ao transformar a criação de cursos em vídeo em um projeto de extensão oficial, a universidade fortalece sua conexão com a comunidade e amplia o alcance de sua missão educacional. A biblioteca online de cursos em vídeo não é apenas um recurso para os alunos da instituição, mas também um presente valioso para todos os entusiastas da Engenharia Elétrica que buscam aprender e crescer.

Esse projeto abraça a evolução da tecnologia e as mudanças nas dinâmicas educacionais. Ele reflete o espírito da inovação, da colaboração e do compartilhamento de conhecimento. Ele não apenas promove uma aprendizagem mais eficaz e envolvente, mas também prepara os alunos para enfrentar os desafios de uma sociedade em constante evolução.

Em última análise, este trabalho celebra mais do que um curso em vídeo; celebra uma visão ousada para a educação do futuro. Que este curso seja o ponto de partida para uma rede de aprendizado colaborativo, enriquecendo vidas, inspirando mentes e pavimentando o caminho para um futuro educacional vibrante e cheio de possibilidades.

REFERÊNCIAS

- [1] Analog Devices - LTspice. Disponível em: <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>. Acesso em 21 de ago. de 2023.
- [2] Comunidade de LTspice. Disponível em: <https://groups.io/g/LTspice>. Acesso em: 21 de ago. de 2023.
- [3] Spice Simulation Overview. Disponível em: <https://www.ni.com/en/shop/electronic-test-instrumentation/application-software-for-electronic-test-and-instrumentation-category/what-is-multisim/spice-simulation-fundamentals/spice-simulation-overview.html>. Acesso em: 21 de ago. de 2023.
- [4] Resolução do CoG N° 329 – ENPE. Disponível em: https://www.prograd.ufscar.br/conselho-de-graduacao-1/arquivos-conselho-de-graduacao/reunioes/2020/resolucoes_2020/ResoluCoG329.pdf. Acesso em 21 de ago. de 2023.
- [5] Resolução 07/2018 do MEC. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNE_CESN72018.pdf. Acesso em: 21 de ago. de 2023.
- [6] Atividades de extensão passarão a ser obrigatórias no currículo dos cursos de graduação. Disponível em: <https://jornal.usp.br/institucional/atividades-de-extensao-passarao-a-ser-obrigatorias-no-curriculo-dos-cursos-de-graduacao/>. Acesso em: 21 de ago. de 2023.
- [7] Dolan, P., Leat, D., Mazzoli Smith, L., Mitra, S., Todd, L., & Wall, K. (2013). Self-Organised Learning Environments (SOLEs) in an English School: an example of transformative pedagogy? (The Online Educational Research Journal). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267448424_Self-Organised_Learning_Environments_SOLES_in_an_English_School_an_example_of_transformative_pedagogy. Acesso em 19 de ago. de 2023.
- [8] Bender, W. N. (2014). Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI. Penso Editora. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/12997/2/PRODUTO_AprendizagemBaseadaProjetos.pdf. Acesso em: 16 de ago. de 2023.
- [9] Bacich, L., & Moran, J. (2017). Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática. Penso Editora. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7722229/mod_resource/content/1/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf. Acesso em: 16 de ago. de 2023.
- [10] Linguagem de programação Python. Disponível em: <https://www.python.org/>. Acesso em: 21 de ago. de 2023.
- [11] Open Broadcaster Software – OBS Studio. Disponível em: <https://obsproject.com/pt-br>. Acesso em: 19 de ago. de 2023.
- [12] Shotcut. Disponível em: <https://shotcut.org/>. Acesso em: 19 de ago. de 2023.
- [13] Playlist do videocurso de LTspice disponível no YouTube. Disponível em: <https://youtube.com/playlist?list=PL1tqcPAgeqOP8oZggsGLTAnTEs2yO-jH0>. Acesso em: 19 de ago. de 2023.
- [14] Formulário de avaliação do videocurso de LTspice disponível no Google Forms. Disponível em: <https://forms.gle/WLHVcXKgv4tssviT7>. Acesso em: 19 de ago. de 2023.