PROGRAMAÇÃO DE EXPERIMENTOS VIRTUAIS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA AS ENGENHARIAS

PROGRAMMING VIRTUAL EXPERIMENTS AS A TEACHING AND LEARNING STRATEGY FOR ENGINEERING

Kajiana Nuernberg Sartor Vidotto
ORCID 0000-0003-3211-1381
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, Brazil
kajianansartor@gmail.com

Teresinha Letícia da Silva
ORCID 0000-0001-5725-5838
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, Brazil
leticiasilva.ufsm@gmail.com

Liane Margarida Rockenbach Tarouco (*in memoriam*)
ORCID 0000-0002-5669-588X
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, Brazil
liane@penta.ufrgs.com.br

Resumo. Este artigo apresenta um recorte do estudo sobre uma estratégia de ensino e aprendizagem aplicada aos discentes do curso de Engenharia Química, na disciplina de Materiais e Corrosão, visando investigar formas de apoiar o processo educacional, utilizando metodologias ativas como abordagem à aprendizagem criativa e à aprendizagem baseada em problemas envolvendo a programação de experimentos para laboratórios virtuais. A estratégia construída busca promover a aprendizagem centrada no estudante, a autonomia, o trabalho em equipe e o desenvolvimento das competências gerais necessárias e instituídas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Graduação em Engenharia. Com isso, observou-se a intervenção para analisar o processo de aprendizagem dos estudantes enquanto desenvolvedores e protagonistas do próprio conhecimento. O método de pesquisa é um estudo de caso com abordagem qualitativa. Os resultados demonstraram que a aprendizagem de uma linguagem de programação visual em blocos pode ajudar no desenvolvimento de experimentos virtuais, mesmo por pessoas com pouco conhecimento de computação, sendo desenvolvidas as competências gerais das DCNs e a aprendizagem dos conceitos da disciplina de forma facilitada e motivadora.

Palavras-chave: experimentos virtuais; laboratório virtual; Programação visual; *Scratch*.

Abstract. This article presents a section of a study on a teaching and learning strategy applied to undergraduate students in the Chemical Engineering program, within the Materials and Corrosion course. The study aimed to investigate ways to support the educational process by using active methodologies as an approach to creative learning and problem-based learning, involving the programming of experiments for virtual laboratories. The strategy developed seeks to promote student-centered learning, autonomy, teamwork, and the development of the general competencies required and established by the National Curriculum Guidelines for Engineering undergraduate programs. In this context, an intervention was carried out to analyze the students' learning process as developers and protagonists of their own knowledge construction. The research method adopted was a qualitative case study. The results showed that learning a block-based visual programming language can support the development of virtual experiments, even by individuals with limited prior knowledge of computing, fostering the development of the general competencies defined in the guidelines and facilitating a more engaging and motivating understanding of the course concepts.

Keywords: virtual experiments; virtual laboratory; visual programming; scratch

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e tecnológico promove mudanças relevantes na organização da sociedade de maneira geral e de forma significativa no âmbito educacional, especialmente no ensino superior que demanda a formação de novos perfis profissionais.

As características essenciais para futuros profissionais, em especial os engenheiros, por atuarem em um ambiente de alto nível tecnológico e de constante transformação, são: agilidade, adaptabilidade a mudanças, capacidade de resolver e lidar com problemas, lidar com situações complexas e inesperadas, estar em constante atualização, conhecer diferentes recursos, incluindo os tecnológicos, trabalhar colaborativamente e ser criativo (Telles, 2019).

Para Sutili e Ranieri (2022), o profissional engenheiro do mercado de trabalho atual necessita que a sua formação seja baseada em princípios como: empreendedorismo, trabalho em equipes multidisciplinares, elaboração e administração de projetos, liderança e autonomia, e o desenvolvimento das competências digitais para o desenvolvimento e a utilização de recursos tecnológicos. Ademais, ser capaz de resolver problemas e gerar novas ideias problematizadoras para aperfeiçoar os processos, a indústria e o ambiente de trabalho são qualidades imprescindíveis para os novos perfis profissionais.

As competências digitais referem-se à capacidade de utilizar, assimilar e usufruir das tecnologias digitais para fins de comunicação, colaboração, busca de informações, resolução de problemas e criação de conteúdo, desempenhando o papel educacional, profissional e pessoal (Tarouco *et al.*, 2023). Entre elas está a habilidade de programar usando linguagens de programação. Não basta manusear dispositivos eletrônicos, é necessário aperfeiçoar essas habilidades, desde a utilização de um editor de textos até a implementação de programas para otimizar tarefas do dia a dia (Pasqual, 2020).

Visando promover essa capacitação, os cursos de graduação em Engenharia pautando sua atuação nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (MEC, 2019) buscam desenvolver as competências necessárias aos egressos, tornando-os aptos a atuarem de imediato no mercado de trabalho. Dentre as competências preconizadas pode-se elencar: formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto; analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação; conceber, projetar e analisar sistemas, produtos, componentes e processos; trabalhar e liderar equipes multidisciplinares; aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação, entre outros.

Neste sentido, este estudo visa investigar formas de apoiar o processo educacional nos cursos de graduação em Engenharia, utilizando metodologias ativas como abordagem à aprendizagem criativa e à aprendizagem baseada em problemas envolvendo a programação de experimentos para laboratórios virtuais. A estratégia educacional utilizada busca disponibilizar como resultado recursos para ensejar atividades de experimentação com o uso de simuladores, de forma a complementar o conhecimento dos conteúdos curriculares das disciplinas e o desenvolvimento das competências gerais e digitais pretendidas aos estudantes, futuros profissionais.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 apresenta-se o referencial teórico; na seção 3 são relatados os trabalhos relacionados; na seção 4 descreve no estudo de caso da pesquisa; a seção 5 demonstra os resultados e a discussão, e por fim, a seção 6 apresenta as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os referenciais teóricos utilizados na elaboração deste artigo. São salientadas temáticas como os novos perfis profissionais dos egressos dos cursos de graduação e em especial dos engenheiros, as competências gerais e digitais requeridas pelas DCNs e o processo de ensino e aprendizagem das Engenharias.

2.1 Ensino e Aprendizagem na Educação Superior

Para entender o processo de ensino e aprendizagem dos cursos de graduação no Brasil deve-se analisar, inicialmente, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE), pois elas definem os princípios, os fundamentos, as condições e as finalidades, para a aplicação, organização, desenvolvimento e avaliação dos cursos de graduação das Instituições de Educação Superior (IES) (MEC, 2019). Como este estudo limita-se ao curso de graduação em Engenharia, serão relatadas, segundo a resolução n.º 2 de 24 de abril de 2019, as características do perfil do egresso e as competências gerais para as Engenharia, como seguem:

> Perfil:
> I - ter visão holística e humanista, ser crítico e reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica; II - estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora; III - ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia; adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática, entre outras (MEC, 2019, p.1).
>
> Competências gerais:
> (a) Formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto; (b) analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos e outros, verificados e validados por experimentação; (c) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos, entre outras (MEC, 2019, p.2).

Para que durante o curso sejam desenvolvidos o perfil e as competências instituídas pelas DCNs de Engenharia são necessárias: o desenvolvimento das competências gerais e das específicas, com o enfoque e a intensidade compatíveis com a habilitação ou com a ênfase do curso; atividades que envolvam a teoria, a prática e o contexto da utilização; promover trabalhos individuais e em grupo sob orientação do professor; realizar atividades interdisciplinares integrando todas as dimensões (técnica, científica, econômicas, sociais, ambientais e éticas); estimular o uso de metodologias de aprendizagem ativa para oferecer uma educação centrada no estudante; entre outras (MEC, 2019, p.4).

Diante deste contexto, construiu-se uma estratégia de ensino e aprendizagem visando delinear, desenvolver e testar o perfil e as competências necessárias aos futuros profissionais de Engenharia, envolvendo metodologias ativas para promover o protagonismo, a autonomia, o trabalho em equipe, a resolução de problemas e a interdisciplinaridade nos estudantes. A estratégia visa permitir aos estudantes atividades de implementar experimentos para um laboratório virtual, usando os conteúdos da disciplina de Materiais e Corrosão do curso de Engenharia Química utilizando uma linguagem de programação visual para a programação dos laboratórios virtuais.

DOI http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v18.n3.786-801
ISSN 2316-9907

2.2 Metodologias Ativas no Ensino Superior

As metodologias utilizadas na educação representam técnicas, procedimentos, estratégias e processos usados pelos docentes durante as aulas, a fim de auxiliar na aprendizagem dos discentes. Elas são consideradas ativas quando relacionadas à realização de práticas pedagógicas que envolvem os estudantes a promover a autonomia, a aprender na prática, a refletir sobre o que fazem, a construir conhecimentos conforme os conteúdos curriculares, bem como, desenvolver o pensamento crítico, dar e receber *feedback*, aprender a colaborar e trabalhar em grupo, além de explorar atitudes e valores pessoais (Bacich; Moran, 2018).

Contudo, algumas dificuldades precisam ser superadas na implantação das metodologias ativas na educação superior, como a resistência do corpo docente e/ou colaboradores das instituições de ensino, a falta de tempo e/ou de conhecimento para a elaboração de planos de aulas, a carência de acesso a tecnologias, dispositivos e conexão por parte das instituições, professores e/ou alunos, a falta de capacitação dos docentes, a inclusão de equipamentos e dispositivos em sala de aula, sem o devido planejamento e formato das aulas, entre outras (Minuzzi *et al.*, 2022).

Reformular e modernizar o processo de ensino e aprendizagem no ensino superior, usando as metodologias ativas, indicam a possibilidade de transformar aulas expositivas em experiências motivadoras e significativas, já que os estudantes, imersos nas tecnologias, necessitam de práticas inovadoras para tornarem-se profissionais competitivos no mercado de trabalho, criando e usando a ciência e a tecnologia como aliados no seu desenvolvimento profissional.

A necessidade de simplificar a implementação de metodologias ativas na educação em Engenharia se fundamenta na busca por estratégias pedagógicas mais envolventes e participativas. Reconhece-se a importância de fomentar a autonomia dos estudantes, promovendo a criação de recursos educacionais por eles mesmos. Alguns exemplos da utilização de metodologias ativas em cursos de Engenharia são encontrados em: Serrano, Serrano e Sales (2021) utilizaram a aprendizagem baseada em projeto na disciplina de requisitos de software; Rafalski e Santos (2022) usaram no ensino introdutório de programação a ferramenta *Scratch* para o desenvolvimento de jogos digitais com estudantes de Engenharia Elétrica; Martins *et al.* (2022) praticaram a gamificação como avaliação formativa por meio de testes rápidos a cada novo conteúdo de disciplinas do ensino superior; e em Matheucci *et al.* (2021) o uso de um laboratório virtual de ensino de Engenharia como apoio a um experimento real de hidráulica, o LabHidra.com.

Diante disso, visando avaliar o uso de metodologias ativas envolvendo a criação de recursos educacionais pelos estudantes de Engenharia com menor grau de dificuldade, foi delineado um estudo utilizando a linguagem de programação visual *Scratch* para a programação e desenvolvimento de experimentos para um laboratório virtual, proporcionando assim, a pesquisa, a autonomia, a participação ativa, o desenvolvimento do pensamento e da lógica computacional, promovendo as competências gerais e digitais necessárias aos estudantes e futuros engenheiros do século XXI.

O *Scratch* foi selecionado para compor esta estratégia de ensino e aprendizagem por se tratar de uma linguagem de programação visual que se caracteriza como um recurso fácil de iniciar e compreender, ao mesmo tempo, em que apresenta abordagens mais complexas para usuários avançados e oferece uma ampla gama de possibilidades, permitindo a construção de projetos diversos, sendo uma linguagem acessível a crianças e adultos como destacado nos estudos de (Rodeghiero; Sperotto; Ávila, 2018; Vidotto *et al.*, 2022; Campelo *et al.*, 2023).

2.3 Linguagem de Programação na Engenharia

O ensino de algoritmos e programação se faz presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Computação e áreas correlatas, conforme Rum e Ismail (2017). Embora estas disciplinas sejam obrigatórias nestes cursos, aprender uma linguagem de programação é considerado difícil e desafiador para alguns estudantes (Saito; Washizaki; Fukuzawa, 2016). Cada estudante tem suas dificuldades, seu ritmo de aprendizagem, seus interesses e motivações, e os professores precisam identificar estas características e desafios para dar o suporte adequado e propiciar um melhor desempenho individual e coletivamente (Kawaguchi *et al.*, 2019).

Morais, Neto e Osório (2020) realizaram uma revisão sistemática de literatura que abrangeu 20 anos de estudos, de 2000 a 2020, para identificar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes com relação à aprendizagem de lógica e programação, sendo elencadas: atitudes diante da programação, autoconfiança baixa, currículo, desmotivação, dissociação entre os exercícios propostos e o mundo real, encontrar erros na programação, falta de experiência, fatores cognitivos, linguagem adotada pelo professor, interpretação dos problemas computacionais e como resolvê-los, natureza heterogênea da turma, pouca habilidade matemática, turmas grandes, tempo para compreender um assunto. Além disso, os autores perceberam que uma das preocupações dos professores está relacionada à escolha da linguagem de programação a ser utilizada inicialmente, demonstrando que alguns docentes acreditam que linguagens, como *Python* ou *Processing* são mais adequadas, mas verificou-se que a maioria utiliza a Linguagem C.

Para o ensino introdutório de programação, especialmente aqueles que não tem conhecimento ou formação em computação, algumas recomendações são sugeridas considerando as dificuldades inerentes aos estudantes. São elas: sequenciação dos conceitos a serem ensinados; uso de uma linguagem de programação visual em blocos; projetos práticos e orientados; uso de exemplos; recursos de apoio; colaboração, discussão e a realimentação. Contudo, o suporte deve ser rápido, seja dado pelo professor ou por outros estudantes, de forma presencial ou por meio de grupos de mensagens instantâneas, ou por e-mail (Tarouco *et al.*, 2023).

Conforme Lisbôa e Karling (2019) a linguagem de programação a ser ensinada no início da aprendizagem dos conceitos abstratos do pensamento e da lógica computacional é relevante para facilitar a apreensão deste conteúdo. Por isso, uma possível solução para reduzir dificuldades com a sintaxe e a estruturação de comandos envolve a utilização de linguagens de programação de caráter introdutório e de fácil usabilidade, acessível e intuitiva, como as linguagens de programação visuais em blocos, executadas pelo encaixe de blocos pré-programados que representa a estrutura de código.

Existem algumas linguagens de programação visuais em blocos para o ensino introdutório do pensamento e da lógica computacional, e as mais conhecidas são: *Google Blockly* (Rahaman *et al.*, 2020; Mayr-dorn *et al.*, 2021; Tsai; Huang; Chiou, 2023), *Scratch* (Santana; Oliveira, 2019; Ferreira; Menezes; Francisco, 2020; Vidotto *et al.*, 2022), *AppInventor* (Oliveira; Pereira, 2021; Miecoanski; Reichert; 2022; Barbosa, 2022) e *Tynkercad* (Mohapatra *et al.*, 2020; Dias *et al.*, 2021; Freitas *et al.*, 2023).

No presente estudo, optou-se por investigar o uso do *Scratch* como a linguagem de programação visual para o desenvolvimento da estratégia de ensino e aprendizagem, em decorrência de sua acessibilidade tanto na versão *web* quanto *desktop*, facilidade de aprendizado, gratuidade, extensa documentação, capacidade de reaproveitamento de código e participação ativa de uma comunidade dedicada, além de desmistificar o seu uso no ensino superior, já que possui a possibilidade de construir projetos mais complexos, enriquecendo as atividades de ensino e aprendizagem, dentro e fora do ambiente escolar.

2.4 *Scratch* - linguagem de programação visual

A integração das tecnologias nos processos de ensino e a aprendizagem para qualquer nível educacional, oferece inúmeras possibilidades no desenvolvimento de estratégias interativas e engajadoras, no que tange à construção do conhecimento. Desta forma, existem plataformas e softwares que utilizam a visualização de conceitos abstratos nas mais diferentes disciplinas para auxiliar os estudantes no sucesso do processo educativo (Yadav; Cooper, 2017; Kölling, 2018).

O *Scratch* é uma linguagem de programação visual desenvolvida pela equipe do *Lifelong Kindergarten Group do MIT Media Lab - Massachusetts Institute of Technology* baseada nos princípios da linguagem LOGO criada por Seymour Papert e seus pesquisadores no final da década de 60. Ela é utilizada por mais de 119 milhões de usuários (cerca de 4.506.160 usuários no Brasil) e possui mais de 143 milhões de projetos compartilhados em sua comunidade (*Scratch*, 2023). Este recurso foi escolhido por se tratar de uma plataforma que, como os seus autores o definem, do tipo *"low floors and high ceiling"*, ou seja, proporciona maneiras fáceis de iniciar a programação (piso baixo), com possibilidades de desenvolver projetos cada vez mais complexos (teto alto) e oferece ainda oportunidades para construir inúmeros tipos de projetos (paredes largas). A Figura 1 apresenta a interface do *Scratch*.

.

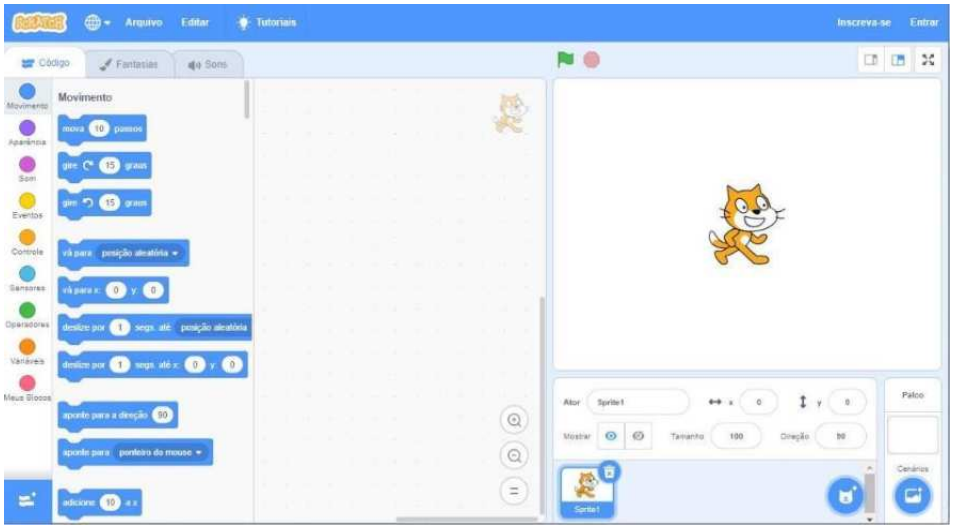


Figura 1. Interface do *Scratch*
Fonte: www.*scratch*.mit.edu (2023).

O recurso de programação visual *Scratch* atua como um ambiente de desenvolvimento integrado *(IDE - Integrated Development Environment)*, permitindo que estudantes de todas as faixas etárias criem programas utilizando blocos que se encaixam conforme a sua funcionalidade, formando algoritmos (*scripts*) e auxiliando aqueles que não sabem programar, ou que tem dificuldades com as sintaxes de outras linguagens de programação permitindo um aprendizado mais interativo, intuitivo e motivador.

3. METODOLOGIA

A utilização de laboratórios físicos tradicionais desempenha um papel crucial no processo de ensino e aprendizagem dos cursos de Engenharia, pois proporcionam a experiência prática, além de capacitar os estudantes para os desafios do ambiente profissional. A relevância do uso destes laboratórios está na aplicação prática dos conceitos teóricos, no desenvolvimento de habilidades técnicas, como a manipulação de equipamentos, a precisão e interpretação de

resultados experimentais, a experiência em ambientes controlados e seguros, o trabalho em equipe, a preparação para a prática profissional, e a resolução de problemas em tempo real (Oliveira *et al.*, 2020; Schmitz; Nervi; Nogueira, 2021; Cardoso; Dal Fabbro; Gazzola, 2021).

A falta ou a carência dos laboratórios físicos tradicionais nas instituições de ensino pode trazer impactos negativos com relação à aprendizagem dos estudantes no que tange a limitação na experiência prática dos conceitos teóricos, na preparação insuficiente para o mercado de trabalho, na redução da qualidade da sua formação, resultando em uma formação menos abrangente e menos homologada com as demandas práticas da indústria, e o menor engajamento dos estudantes, diminuindo o interesse e a motivação com relação ao curso (Schmitz; Nervi; Nogueira, 2021).

O uso de laboratórios virtuais em cursos de Engenharia possue inúmeras vantagens, tais como: (i) o acesso remoto, que permite aos alunos acessarem experimentos e práticas de laboratório de qualquer lugar, eliminando as restrições físicas e de horários, e a dificuldade ou o não acesso aos laboratórios físicos tradicionais; (ii) a economia de recursos que reduz a necessidade de equipamentos e consumíveis, o que pode resultar em economia de recursos financeiros e ambientais, além de evitar o desgaste natural dos equipamentos de laboratório; (iii) a experimentação segura que, em algumas disciplinas, experimentos podem envolver riscos ou perigos materiais e os laboratórios virtuais oferecem uma alternativa segura, permitindo que os estudantes conduzam os experimentos sem expor aos perigos potenciais para eles próprios para o ambiente; (iv) a simulação de cenários complexos que facilita a reprodução em um laboratório físico, especialmente em disciplinas de Engenharia que envolvem sistemas complexos ou condições extremas; (v) o aprendizado ativo que os laboratórios virtuais propõe com uma abordagem prática e interativa para o aprendizado, incentivando a experimentação e a resolução de problemas; (vi) a flexibilidade no tempo, permitindo que os estudantes realizem os experimentos e práticas de laboratório em seu próprio ritmo, permitindo a adaptação e o aprendizado às suas próprias necessidades e horários; (vii) e a atualização de conteúdo, sendo mais fácil e rápido atualizar o conteúdo dos laboratórios virtuais em relação aos avanços tecnológicos e mudanças na indústria, garantindo que os estudantes estejam expostos às práticas mais recentes. Em suma, o uso de laboratórios virtuais nas Engenharias contribui para uma formação mais abrangente, acessível, segura e alinhada às demandas contemporâneas da área. Algumas pesquisas que corroboram com o uso de laboratórios virtuais como recursos educacionais promissores podem ser encontrados em (Nolen; Koretsky, 2018; Quiroga; Choate, 2019; Granjo; Rasteiro, 2020; Matheucci *et al.*, 2021; Vidotto *et al.*, 2022).

Baseada nestas premissas, esta pesquisa teve como foco a observação e a verificação de uma estratégia de ensino e aprendizagem utilizando metodologias ativas, tais como Aprendizagem criativa e a Aprendizagem baseada em problemas. Concebida para estudantes de Engenharia Química, visando o estudo de uma linguagem de programação visual aplicada ao desenvolvimento e à programação de experimentos em um laboratório virtual. Para a intervenção, selecionou-se dezessete (17) estudantes da única turma da 7ª fase, na disciplina Materiais e Corrosão do curso de Engenharia Química com o objetivo de que os estudantes desenvolvam e programem experimentos virtuais com os conteúdos da disciplina, de forma a complementar seus conhecimentos sobre as temáticas. Realizou-se uma investigação qualitativa por meio de um questionário on-line aplicado aos estudantes ao término do experimento. O objetivo foi analisar o desenvolvimento das competências gerais previstas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia, bem como observar o nível de envolvimento dos estudantes no desenvolvimento dos experimentos para o laboratório virtual e o engajamento dos participantes diante da estratégia de ensino e aprendizagem proposta.

A intervenção foi realizada no primeiro semestre de 2023. Para que os estudantes tivessem as mesmas oportunidades com relação à aprendizagem da linguagem de programação visual

Scratch e ao desenvolvimento dos experimentos virtuais, disponibilizou-se o material didático por meio de um *website* contendo Cartões *Scratch* de programação[1], sendo eles: Anime um ator, Jogo do pega-pega, Crie uma história e Jogo da Tabuada. O cartão Jogo da Tabuada foi criado pelas pesquisadoras para que os estudantes aprendessem a construir fórmulas matemáticas utilizando os blocos lógicos Operadores. Além disso, disponibilizou-se 4 (quatro) desafios retirados do livro "Aprenda a programar *Scratch*: Uma introdução visual à programação com jogos, arte, ciência e matemática" de Majed Marji (2014, p.45), vídeo-aulas sobre conceitos de programação e outras orientações sobre a atividade. A Figura 2 apresenta os cartões do *Scratch* e os desafios utilizados no estudo.

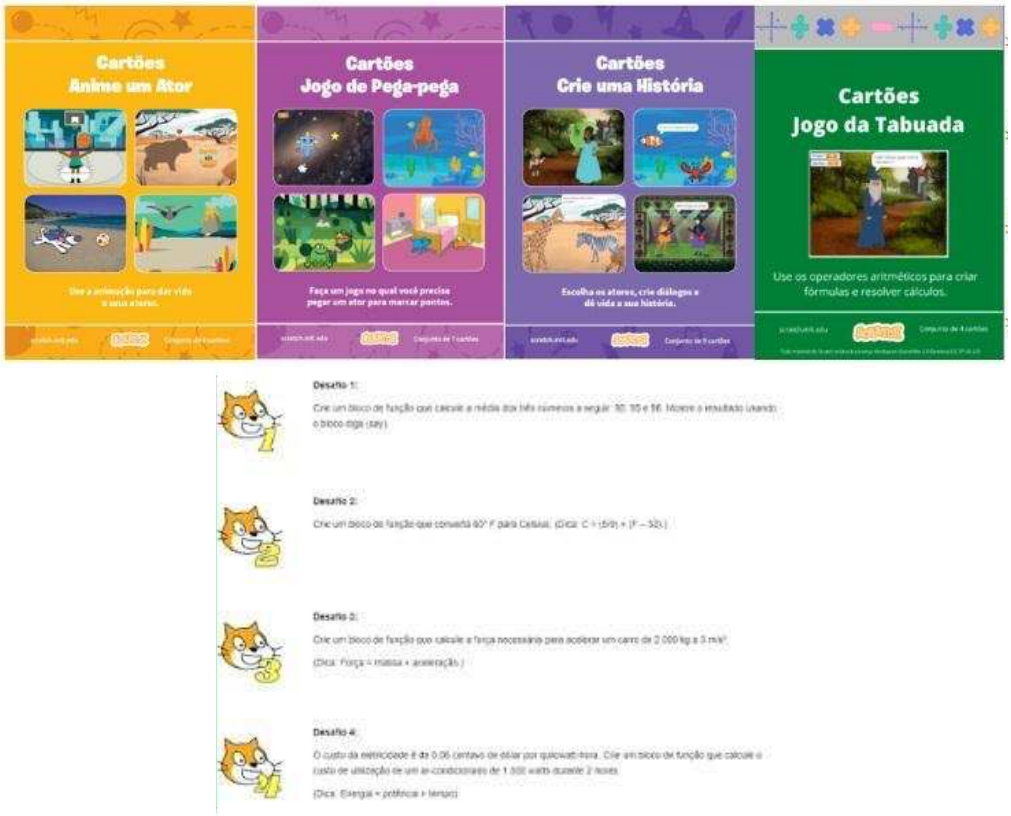


Figura 2. Cartões *Scratch* de aprendizagem de programação
Fonte: As autoras (2023).

Os objetivos de aprendizagem sobre a programação a serem alcançados ao final de cada atividade com os cartões *Scratch* são: movimentação dos atores, definir teclas de ação, reproduzir sons, desenhar uma animação, marcar e verificar pontuação, criar níveis de dificuldade, enviar, receber e exibir mensagens, criar diálogos, trocar cenários, responder aos atores, juntar textos e variáveis, utilizar números aleatórios, construir fórmulas e cálculos, entre outros.

Os estudantes dispuseram de um mês para realizar as atividades propostas nos cartões e familiarizar-se com as funcionalidades do Scratch. Semanalmente, de forma individual, cada estudante compartilhava o link de sua atividade em um grupo de mensagens instantâneas, permitindo que todos acompanhassem o progresso coletivo. Concluída a etapa de compreensão da lógica da linguagem de programação visual, foi concedido mais um mês para que, em grupos, programassem seus experimentos. Os temas escolhidos foram de relevância para cada

[1] AVA - LabVirt EDU Scratch nas Engenharias - https://sites.google.com/view/scratchnasengenharias/home

equipe, garantindo maior engajamento no processo. Durante esse período, a atuação da professora pesquisadora, em conjunto com a professora titular da disciplina, concentrou-se no esclarecimento de dúvidas, tanto em formato *on-line* quanto presencial, relacionadas ao desenvolvimento e à programação dos experimentos e ao conteúdo da disciplina, de modo a assegurar sua finalização e posterior apresentação à turma.

Seguindo a condução da pesquisa, os estudantes apresentaram seus experimentos de forma presencial para a turma e as professoras. As equipes explicaram o conteúdo utilizado, executaram seus projetos, interagiram, demonstraram a programação, efetivando o processo de aprendizagem tanto como indivíduos quanto em grupo.

Para investigar os resultados obtidos na estratégia de ensino e aprendizagem aplicada e verificar as percepções da professora titular das disciplinas, foi realizada uma entrevista semiestruturada para obter dados relevantes sobre a pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa destacam descobertas interessantes provenientes da investigação realizada. Os dados coletados a partir do questionário foram em consonância com os objetivos propostos neste estudo. A análise abordou aspectos essenciais relacionados à programação dos experimentos virtuais, ao desenvolvimento das competências gerais das Engenharias e a complementação da aprendizagem dos conteúdos da disciplina, proporcionando *insights* significativos para a compreensão e o aprimoramento dessa convergência.

O Gráfico 1 apresenta três (3) questões relevantes em relação à complementação da aprendizagem dos conteúdos curriculares com o uso da linguagem de programação visual *Scratch* para o desenvolvimento dos experimentos virtuais.

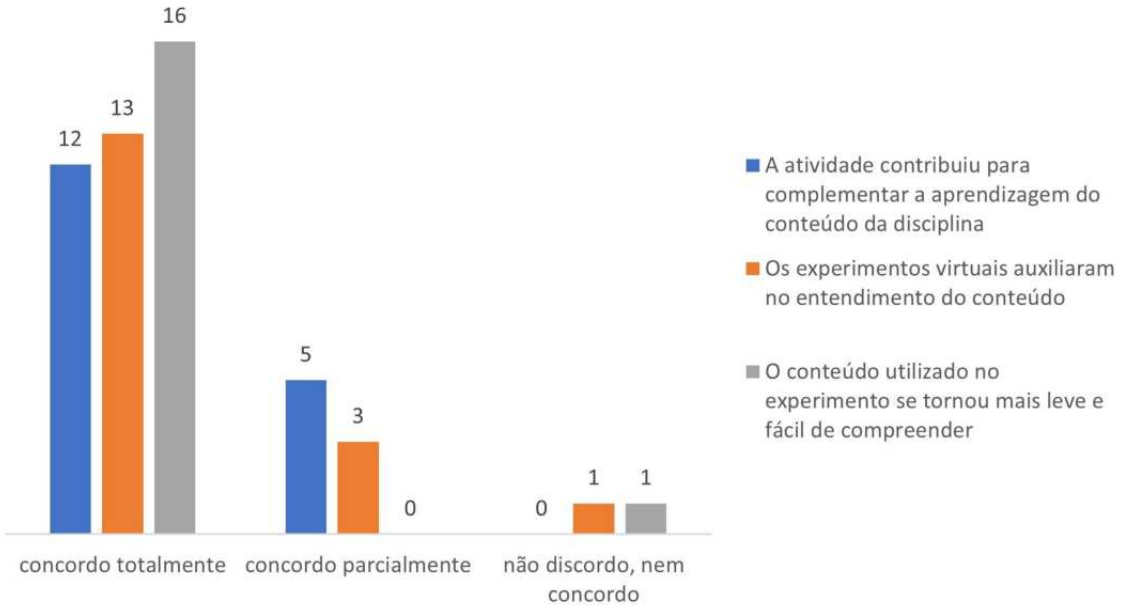


Gráfico 1. Complementação da aprendizagem
Fonte: As autoras (2023).

Com relação à estratégia de ensino e aprendizagem e a sua contribuição para complementar a aprendizagem dos conteúdos da disciplina, 100% dos estudantes concordaram e concordaram totalmente com esta afirmação, podendo perceber que eles compreenderam o auxílio da atividade com relação à aprendizagem.

Nas questões sobre os experimentos virtuais auxiliarem no entendimento do conteúdo disciplinar e se o conteúdo que os estudantes utilizaram era mais fácil de compreender a partir da construção dos seus experimentos, 94,11% das respostas foram positivas, podendo constatar que a grande maioria dos estudantes compreendeu que a complementação da aprendizagem foi sendo aprimorada e que a atividade facilitou a aprendizagem do conteúdo curricular.

Ao examinar as respostas dessas questões, observa-se que a grande maioria (mais de 75%) dos participantes afirmaram que a utilização do *Scratch* teve uma contribuição significativa para a compreensão do conteúdo abordado, possibilitando a complementação e facilitação do processo de aprendizagem.

Para verificar o desenvolvimento das competências gerais que o curso deve proporcionar aos seus estudantes, segundo as DCNs, perguntou-se: "Conforme as competências gerais que o curso de Engenharia deve proporcionar aos seus estudantes, quais você conseguiu desenvolver ao longo da atividade?", como apresenta o Gráfico 2.

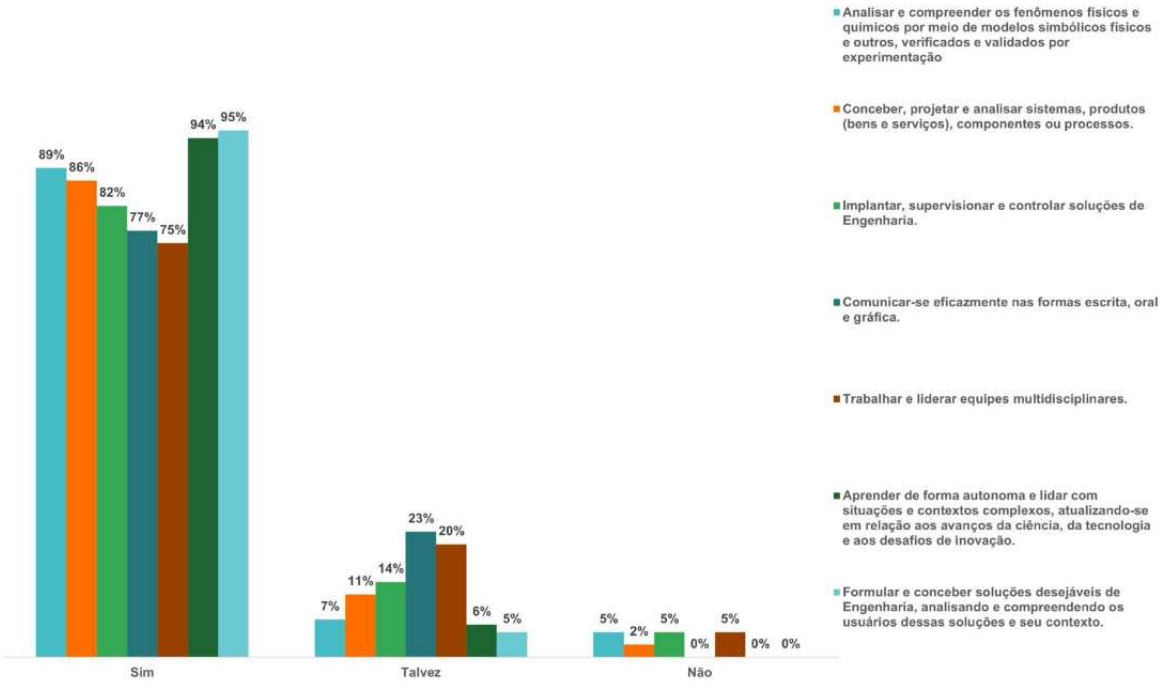


Gráfico 2. Desenvolvimento das DCNs com base na estratégia de ensino e aprendizagem
Fonte: As autoras (2023).

Nas competências gerais analisadas percebe-se que mais de 76% dos estudantes participantes confirmaram positivamente o desenvolvimento das competências instituídas pelas DCNs dos cursos de graduação em Engenharia, sendo identificado que a atividade contribuiu significativamente neste quesito.

Ao final do preenchimento da pesquisa, foi solicitado a três (3) estudantes participantes que, de forma voluntária, respondessem a cinco (5) perguntas abertas para possibilitar uma observação mais profunda da aprendizagem da linguagem de programação visual e a forma como ela foi conduzida: Q1: Qual era sua experiência antes de aprender uma linguagem de programação (Ex: planilhas com fórmulas, entre outros)? Você conhecia alguma linguagem de programação? Você já desenvolveu algo com programação? Q2: Quais recursos de suporte são úteis para aprender uma linguagem de programação?; Q3: Como foi realizado o suporte e por que meios? De que forma foi estabelecida a colaboração?; Q4: Como você evoluiu na

Br. J. Ed., Tech. Soc., v.18, n.3, Jul-Sep, p.786-801, 2025
DOI http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v18.n3.786-801
ISSN 2316-9907

programação? Consegue programar atualmente?; Q5: O que você faz quando encontra um erro no programa?

O Quadro 1 apresenta as respostas dos três (3) participantes, coletadas após a apresentação dos seus experimentos virtuais e do questionário da pesquisa.

Quadro 1. Respostas dos estudantes participantes da pesquisa.

Questões	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3
Q1	Já utilizo o Excel para tarefas do dia a dia e da faculdade, onde trabalho com planilhas e fórmulas. Também já programei em linguagem C++ para Arduino em projetos utilizando o Tinkercad, durante aulas de IoT na faculdade.	Tenho conhecimento intermediário em excel, trabalho com isso diariamente, e em outros meios de programação, apenas algumas funções básicas de arduino nas aulas de iot na universidade.	Utilizo muito Excel no ambiente de trabalho, aplicando fórmulas e gerando gráficos para relatórios de desenvolvimento de novos produtos ou processos. Já programei anteriormente em linguagens como C++ e Javascript. E em linguagens de marcação como HTML e de estilos como CSS. Já desenvolvi um projeto em Arduino utilizando C++ e alguns sites básicos com JS, HTML e CSS.
Q2	Os materiais e exercícios disponibilizados pela professora foram muito úteis para entender o funcionamento do Scratch, pois abordavam as principais funções necessárias para começar a programar.	Os materiais de apoio disponibilizados, vídeo aulas e a interação com os colegas e professores.	Os materiais disponibilizados pela professora foram de grande ajuda para compreender o funcionamento do Scratch, os exercícios para praticar envolveram praticamente todas as funções disponíveis no Scratch o que facilitou no desenvolvimento.
Q3	O apoio foi fornecido pela professora, por meio de materiais educativos, ao longo de todo o projeto. A comunicação foi estabelecida através do aplicativo de mensagens, o que permitiu um acesso fácil à professora.	A professora, a qual nos propôs o projeto, disponibilizando aulas presenciais e mantendo comunicação via redes sociais (grupo de mensagens e e-mail).	A professora proporcionou e ofereceu ajuda durante todo o desenvolvimento do projeto, sendo bem atenciosa e de fácil acesso utilizando o grupo de mensagens.
Q4	Tive problemas com algumas funções do Scratch, porém com o auxílio do material de apoio, consegui resolvê-los. Durante o projeto, aumentei meus conhecimentos sobre programação de uma forma divertida. Acredito que sou capaz de programar coisas mais simples com o apoio adequado.	No momento, consigo fazer grande avanço na programação sem necessidade de apoio, utilizando os materiais de apoio e as dicas do Scratch.	Evolui muito bem com o desenvolvimento, treinando a lógica de programação para solucionar os desafios encontrados. Acredito que conseguiria programar projetos simples atualmente.
Q5	Primeiro, realizo uma verificação para tentar identificar o problema. Caso não encontre a solução, faço uma pesquisa rápida nos materiais de apoio e na internet. Se o erro persistir, peço ajuda a um profissional	Na finalização do projeto, obtive problemas no funcionamento da programação, solicitei ajuda a professora, a qual prontamente me auxiliou na resolução.	Paro e analiso o motivo de estar acontecendo o erro, penso numa solução e testo até corrigi-la.

DOI http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v18.n3.786-801
ISSN 2316-9907

	responsável. Vou iterando e fazendo alterações no programa até que ele funcione corretamente.		

Fonte: As autoras (2023).

Vale ressaltar que todos os estudantes participantes da pesquisa fizeram a disciplina de Internet das Coisas (IoT) no início da graduação e utilizaram a plataforma *Tinkercad*[2] para programar em *Arduino*. Isso significa que eles já tinham uma experiência com uma linguagem de programação visual, mas nenhum deles conhecia ou havia programado no *Scratch*. O Aluno 1 teve dificuldades para construir o experimento; o Aluno 2 não teve maiores dificuldades em desenvolver o experimento e o Aluno 3, já conhecia outras linguagens de programação e não teve dificuldades alguma em programar o experimento.

Os três (3) estudantes da pesquisa aberta relataram que, apesar de conhecerem e trabalharem diariamente com o *Microsoft Excel*, utilizam basicamente planilhas, fórmulas básicas e gráficos. Em relação à programação, eles relataram que já usaram o *Tinkercad* e programaram em linguagens como *C++, JavaScript, HTML, CSS e JS*. Pode-se observar que os 3 (três) estudantes têm conhecimento e noções básicas de lógica e linguagem de programação.

Com relação ao suporte da estratégia de ensino e aprendizagem, eles salientaram que as dúvidas foram sanadas principalmente pelo grupo de mensagens instantâneas, composto pelos estudantes e as professoras da pesquisa, agilizando e facilitando o desenvolvimento dos experimentos virtuais.

Diante da evolução da aprendizagem em programação, um dos estudantes descreveu ter tido problemas com algumas funcionalidades do *Scratch*, mas facilmente conseguiu resolver com o uso do material didático disponibilizado, e os outros dois relataram que avançaram na lógica e que conseguiram programar projetos simples com o que aprenderam.

Em relação aos erros na programação, os três (3) estudantes relataram que a primeira atitude que tiveram foi revisar o código observando a lógica utilizada. Caso não encontrassem o problema, o próximo passo foi buscar informações no material didático e em sites, e por fim, recorreram às pessoas com mais experiência em programação. Como exemplo, o Aluno 1 relatou às professoras que antes de contatá-las, refez a programação por duas vezes, pesquisou nos cartões do *Scratch* e por último, chamou-as para então auxiliá-los no problema do código em questão.

Estes estudantes evidenciaram que o *Scratch* é uma linguagem de programação simples, fácil, didática e divertida, e que gostariam de mais tempo para melhorarem e aprimorarem seus experimentos, já que ficam compartilhados e disponíveis no site da ferramenta para que outros estudantes e usuários os utilizem.

Para a professora da disciplina, a intervenção da estratégia de ensino e aprendizagem obteve resultados positivos e relevantes no que tange a participação, o envolvimento e a aprendizagem dos estudantes, como descreve em seu relato: *"[...] os estudantes fizeram mais questionamentos sobre os conteúdos da disciplina após o início da atividade, até o final do semestre, tirando dúvidas e formulando suposições acerca das fórmulas utilizadas nos cálculos para construir o experimento corretamente, demonstrando mais interesse pelo conteúdo e seu uso adequado para o experimento virtual. Observei que os estudantes se dedicaram na construção deste conhecimento, buscando integrar os conteúdos teóricos aos experimentos virtuais, sendo possível perceber que eles precisaram aprender o conteúdo para utilizar no experimento. Eles apresentaram maior interesse em dominar o conteúdo e a aprendizagem foi*

[2] *Tinkercad* - aplicativo *web* para projetos 3D, eletrônica e programação. Disponível em: *tinkercad*.com

DOI http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v18.n3.786-801
ISSN 2316-9907

mais efetiva pois houve grande interação nas aulas, debate de dúvidas dentro do grupo e até mesmo entre os grupos. Nos exercícios e avaliações aplicadas percebi maior segurança e assertividade nos questionamentos[...]. Esta estratégia de ensino e aprendizagem atingiu os objetivos da disciplina de forma a auxiliar no processo de aprendizagem das Engenharias conforme os conceitos de metodologias ativas. [...]." (Professora titular).

5. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um recorte da pesquisa sobre a intervenção de uma estratégia de ensino e aprendizagem nas Engenharias. Nesse contexto, os estudantes foram envolvidos no desenvolvimento e programação de experimentos para um laboratório virtual, com o propósito de contribuir para a complementação da aprendizagem dos conteúdos da disciplina, por meio do uso da linguagem de programação visual *Scratch* como recurso tecnológico. Além disso, buscou-se analisar o impacto dessa abordagem no desenvolvimento ou aprimoramento das competências gerais estabelecidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de Engenharia.

Estratégias de ensino e aprendizagem construídas pelos docentes utilizando metodologias ativas para o ensino superior são vistas como tendências relevantes na atualização do processo educacional e no desenvolvimento das competências gerais dos cursos de Engenharia (MEC, 2019). Como identificado na observação durante a intervenção e nas respostas dos estudantes participantes da pesquisa, mais de 76% considerou ter desenvolvido as competências gerais das Engenharias, além de ter desenvolvido a autonomia durante a atividade, o trabalho em equipe, a resolução de problemas, entre outros, segundo os conceitos das metodologias ativas de aprendizagem.

Além de apresentar sobre a intervenção de uma estratégia de ensino e aprendizagem para complementar a aprendizagem dos conteúdos curriculares utilizando metodologias ativas no ensino de Engenharia, este estudo demonstrou a importância de ensinar programação especialmente no ensino superior, por se tratar de uma competência relevante atualmente em razão do avanço tecnológico em diversas áreas do conhecimento. Ademais, esta competência auxilia na formação dos futuros profissionais com relação à resolução de problemas, no desenvolvimento do pensamento crítico, na criatividade e na lógica computacional para pessoas sem formação em computação (Pasqual, 2020).

A pesquisa mostrou que os estudantes de Engenharia aprenderam a programar com uma linguagem de programação visual em blocos, o *Scratch*, desenvolvendo experimentos virtuais baseados nos conteúdos curriculares da disciplina de Materiais e Corrosão, e os resultados obtidos comprovam que, para além do ensino de programação, a utilização do *Scratch* teve um impacto motivador nos estudantes. A maioria expressiva dos participantes percebeu que, ao desenvolverem os experimentos com base nos conteúdos da disciplina, a complementação do aprendizado foi aprimorada ao longo do processo.

Neste sentido, o estudo revelou ser importante para o meio acadêmico, pois evidenciou dados atuais sobre o desenvolvimento das competências necessárias aos futuros profissionais do século XXI, sugerindo as metodologias ativas, tais como a Aprendizagem criativa e a Aprendizagem baseada em problemas e a utilização de uma linguagem de programação visual em blocos no que tange a formação de novos perfis profissionais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

Bacich, L., & Moran, J. (2018). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática.* Penso.

Barbosa, E. A. A. (2022). Mobile learning: Programação mobile MIT App Inventor – uma experiência realizada no ensino superior cabo-verdiano. *e3-Revista de Economia, Empresas e Empreendedores na CPLP, 8*(2), 135–148.

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Ensino Superior. (2019, abril 24). *Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019: Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.* http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991

Campelo, R. da S., et al. (2023). Linguagem Scratch na disciplina de modelagem matemática: Um relato de experiência. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, 4*(8), e483786–e483786.

Cardoso, K. C., Dal Fabbro, I. M., & Gazzola, J. (2021). A importância do conhecimento adquirido através de aulas práticas nos cursos de engenharia. *Revista Olhar – Revista Científica da ATHON Ensino Superior, 6*(3), 37–57.

Dias, C. G., et al. (2021). O uso da ferramenta Tinkercad e da linguagem Scratch para o ensino dos fundamentos da programação em Internet das Coisas. *Research, Society and Development, 10*(14), e436101322094–e436101322094.

Ferreira, A. R., Menezes, S. K. de O., & Francisco, D. J. (2020). Oficinas de formação para professores utilizando a linguagem de programação Scratch. In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola* (pp. 379–388). SBC.

Freitas, T. V. A. de, et al. (2023). Aplicação da plataforma Tinkercad – Circuits para o ensino da disciplina Instrumentação em cursos de engenharia mecânica. *Revista de Ensino de Engenharia, 42.*

Granjo, J. F. O., & Rasteiro, M. G. (2020). Enhancing the autonomy of students in chemical engineering education with LABVIRTUAL platform. *Education for Chemical Engineers, 31,* 21–28.

Kawaguchi, S., et al. (2019). Development of a training data creation support environment for estimating programming learning situations. In *2019 18th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)* (pp. 1–6). IEEE.

Kölling, M. (2018). Blue, bluej, greenfoot: Designing educational programming environments. In *Innovative methods, user-friendly tools, coding, and design approaches in people-oriented programming* (pp. 42–87). IGI Global.

Lisbôa, E. S., & Karling, D. A. (n.d.). Desenvolvimento do pensamento computacional no ensino superior: Um estudo realizado com a ferramenta App. *Olhares & Trilhas,* 58.

Marji, M. (2014). *Aprenda a programar com Scratch: Uma introdução visual à programação com jogos, arte, ciência e matemática.* Novatec.

Martins, P. R. de O., et al. (2022). Adaptive teaching based on gamification: A pedagogical strategy for formative assessment in higher education. *Educação Online, 17*(39), 42–58.

Matheucci, G. A. de, et al. (2021). Análise do laboratório virtual de aprendizagem LabHidra.com aplicado ao ensino de hidráulica. *#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, 10*(2).

Mayr-Dorn, C., et al. (2021). Considerations for using block-based languages for industrial robot programming: A case study. In *2021 IEEE/ACM 3rd International Workshop on Robotics Software Engineering (RoSE)* (pp. 5–12). IEEE.

Miecoanski, B., & Reichert, J. T. (2022). Desenvolvimento de aplicativos com App Inventor: Uma proposta para o ensino de objetos do conhecimento da matemática. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, 5*(n. especial).

Minuzzi, N. A., et al. (2019). Metodologias ativas no ensino superior: Desafios e fragilidades para implementação. *Redin – Revista Educacional Interdisciplinar, 8*(1). http://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1509

Mohapatra, B. N., et al. (2020). Fácil aprendizado baseado em desempenho de Arduino e sensores através do Tinkercad. *International Journal of Open Information Technologies, 8*(10), 73–76.

Morais, C. G. B., Neto, F. M. M., & Osório, A. J. M. (2020). Dificuldades e desafios do processo de aprendizagem de algoritmos e programação no ensino superior: Uma revisão sistemática de literatura. *Research, Society and Development, 9*(10), e9429109287–e9429109287.

Nolen, S. B., & Koretsky, M. D. (2018). Affordances of virtual and physical laboratory projects for instructional design: Impacts on student engagement. *IEEE Transactions on Education, 61*(3), 226–233.

Oliveira, G. A. F. de, et al. (2020). Desenvolvimento de uma bancada didática de instalações elétricas prediais de baixo custo para utilização em laboratórios de engenharia elétrica e cursos afins. *RCT – Revista de Ciência e Tecnologia, 6.*

Oliveira, S. de, Pereira, M. de A., & Teixeira, F. A. (2021). MIT App Inventor como ambiente de ensino de algoritmos e programação. In *Anais do XXIX Workshop sobre Educação em Computação* (pp. 61–70). SBC.

Pasqual, A. P. J. (2020). *Pensamento computacional e tecnologias: Reflexões sobre a educação no século XXI.* EDUCS.

Pinheiro, E., Dickmann, I., & Muller, F. M. (2023). Metodologias ativas no ensino da engenharia de produção: Aprendizagem baseada em experiências (ABEX). *Revista de Ensino de Engenharia, 42.*

Quiroga, M. del M., & Choate, J. K. (2019). A virtual experiment improved students' understanding of physiological experimental processes ahead of a live inquiry-based practical class. *Advances in Physiology Education, 43*(4), 495–503.

Rafalski, J. do P., & Santos, O. L. dos. (2016). Uma experiência com a linguagem Scratch no ensino de programação com alunos do curso de engenharia elétrica. In *Anais do Workshop de Informática na Escola* (pp. 612–620). SBC.

Rahaman, M. M., et al. (2020). Educational robot for learning programming through Blockly-based mobile application. *Journal of Technological Science & Engineering (JTSE), 1*(2), 21–25.

Rodeghiero, C. C., Sperotto, R. I., & Ávila, C. M. O. (2018). Aprendizagem criativa e Scratch: Possibilidades metodológicas de inovação no ensino superior. *Momento – Diálogos em Educação, 27*(1), 188–207.

Rum, S. N. M., & Ismail, M. A. (2017). Metacognitive support accelerates computer-assisted learning for novice programmers. *Journal of Educational Technology & Society, 20*(3), 170–181.

Saito, D., Washizaki, H., & Fukazawa, Y. (2016). Influence of the programming environment on programming education. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (p. 354). ACM.

Santana, S. J. de, & Oliveira, W. (2019). Desenvolvendo o pensamento computacional no ensino fundamental com o uso do Scratch. In *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola* (pp. 158–167). SBC.

Santos, D. F. A. dos, & Castaman, A. S. (2022). Metodologias ativas: Uma breve apresentação conceitual e de seus métodos. *Revista Linhas, 23*(51), 334–357.

Scratch. (2023). *Scratch.* https://scratch.mit.edu/

Schmitz, A., Nervis, L. O., & Nogueira, M. L. (2021). Interfaces em laboratório virtual de aprendizagem em engenharias – estudo de solos. *Revista de Ensino de Engenharia, 40.*

Serrano, M., Serrano, M., & de Sales, A. B. (2021). Desenvolvimento de competências profissionais: Relato da experiência utilizando aprendizagem baseada em projetos na disciplina de requisitos de software. *Revista de Ensino de Engenharia, 40.*

Sutili, F. K., & Raineri, I. A. D. (2022). Metodologias ativas na formação do engenheiro do século XXI: Desafios e reflexões. *Olhar de Professor, 25,* 1–23.

Tarouco, L. M. R., et al. (2023). Digital competence formation of the citizen for the creation in the digital world using programming: Formação de competência digital do cidadão para a criação no mundo digital usando programação. *Concilium, 23*(14), 443–470.

Telles, F. (2019). Aprendizagem centrada no estudante como possibilidade para o aprimoramento do ensino de engenharia. In H. A. Holzmann & M. Kuckla (Orgs.), *Possibilidades e enfoques para o ensino das engenharias.* Atena Editora. https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/432636

Tsai, Y.-C., Huang, J.-Y., & Chiou, D.-R. (2023). Empowering young learners to explore blockchain with user-friendly tools: A method using Google Blockly and NFTs. *arXiv preprint,* arXiv:2303.09847.

Vidotto, K. N. S., Tarouco, L. M. R., Silva, P. F. da, & Faraco, M. N. S. (2022). Scratch nas engenharias: Alunos desenvolvedores de experimentos para laboratório virtual. *Revista Novas Tecnologias na Educação, 20*(1), 358–367. https://doi.org/10.22456/1679-1916.126683

Yadav, A., & Cooper, S. (2017). Fostering creativity through computing. *Communications of the ACM, 60*(2), 31–33.