



Avaliando a Usabilidade do *Tinkercad* para o Ensino de Robótica na Educação

Básica

Lucas Evangelista Lopes, FECLI/UECE – Campus Mombaça

lucas.evangelista@aluno.uece.br, <<https://orcid.org/0009-0007-7343-0561>>

Carlos Daniel Ribeiro do O, FECLI/UECE – Campus Mombaça

carlos.o@aluno.uece.br, <<https://orcid.org/0009-0002-5958-6838>>

Francisco Renato Cavalcante Araújo, FECLI/UECE – Campus Mombaça

frenato.araujo@uece.br, <<https://orcid.org/0000-0001-6661-8768>>

Jonas Lima Cavalcante, PCOMP/UFC – Campus Quixadá

jonaslmc@alu.ufc.br, <<https://orcid.org/0000-0001-5572-2180>>

Resumo: A Robótica Educacional tem se mostrado uma estratégia eficaz para desenvolver habilidades como lógica, programação e resolução de problemas. Nesse contexto, o *Tinkercad* destaca-se por sua interface intuitiva e recursos que permitem a prototipagem de circuitos eletrônicos e programação de forma interativa. Apesar de sua ampla adoção, ainda são escassos os trabalhos sobre sua avaliação na perspectiva de alunos da Educação Básica. Este trabalho descreve um estudo de caso com 43 alunos do Ensino Médio, participantes de um projeto de extensão, cujo objetivo é avaliar a usabilidade do *Tinkercad* por meio da *System Usability Scale* (SUS). Os resultados indicam média de 79,30 na SUS, classificada como “boa” usabilidade, embora parte dos participantes tenha relatado necessidade de suporte técnico, ressaltando a importância de estratégias de acompanhamento para ampliar a autonomia dos estudantes e promover a inclusão digital.

Palavras-chave: Robótica educacional, *Tinkercad*, Usabilidade, Educação básica.

Evaluating the Usability of Tinkercad for Teaching Robotics in Basic Education

Abstract: Educational robotics has proven to be an effective strategy for developing skills such as logic, programming, and problem solving. In this context, Tinkercad stands out for its intuitive interface and features that enable interactive prototyping of electronic circuits and programming. Despite its widespread adoption, there are still few studies on its evaluation from the perspective of elementary school students. This paper describes a case study with 43 high school students participating in an extension project, whose objective is to evaluate the usability of Tinkercad using the System Usability Scale (SUS). The results indicate an average of 79.30 on the SUS, classified as “good” usability, although some participants reported a need for technical support, highlighting the importance of follow-up strategies to increase student autonomy and promote digital inclusion.

Keywords: Educational robotics, Tinkercad, Usability, Basic education.

1. Introdução

A adoção de tecnologias educacionais tem ampliado o acesso a diferentes ferramentas e recursos digitais (Cardoso *et al.*, 2024). No campo da Robótica Educacional (RE), simuladores como o *Tinkercad* se destacam por oferecer uma abordagem interativa e acessível, que viabiliza a simulação de circuitos eletrônicos, a prototipagem virtual e o desenvolvimento de projetos de maneira prática e intuitiva (Vibhute, 2022). Para Fortuna e Gomes (2020) e Pedrosa *et al.* (2024), ambientes desse tipo potencializam um aprendizado mais dinâmico e contextualizado, o que é essencial para o desenvolvimento de competências como lógica, programação e resolução de problemas.



Segundo Vibhute (2022), o *Tinkercad* se consolida como uma das principais plataformas utilizadas no ensino de Robótica, por dispensar a instalação local, possuir uma interface amigável e permitir simulações bastante realistas de componentes eletrônicos e suas conexões. Complementando essa perspectiva, Sangali *et al.* (2024) ressaltam que a ferramenta oferece um ambiente seguro e acessível, no qual os estudantes podem experimentar conceitos de eletrônica e programação, favorecendo o desenvolvimento de habilidades técnicas essenciais.

Apesar de seu uso crescente, ainda há poucas pesquisas que abordam a usabilidade do *Tinkercad* na perspectiva dos estudantes, especialmente na Educação Básica (EB), apontam Erdogan *et al.* (2023) e Wiest *et al.* (2024). Além disso, Bhaduri *et al.* (2021) reforçam essa lacuna ao apontar desafios na interação e no desenvolvimento do pensamento espacial, sem, no entanto, explorar diretamente as percepções dos usuários sobre a usabilidade. Esse cenário evidencia a importância de investigar não apenas os benefícios pedagógicos, mas também aspectos ligados à experiência de uso, como facilidade de navegação, clareza das funcionalidades, eficiência no desenvolvimento das atividades e satisfação geral dos estudantes.

É nesse contexto, portanto, que se insere este trabalho, desenvolvido no âmbito de um projeto de extensão universitária iniciado em 2024, que tem como foco a produção de materiais didáticos e a realização de cursos práticos sobre a temática em destaque, com estudantes da EB, utilizando o *Tinkercad* como ambiente de desenvolvimento. No escopo da etapa atualmente em andamento – um curso de extensão prático –, a atenção está voltada para a avaliação da usabilidade da ferramenta, por meio de um estudo de caso com estudantes do Ensino Médio (EM). Para isso, adota-se a Escala de Usabilidade do Sistema (*System Usability Scale* (SUS)), proposta por Brooke (1996), cujo instrumento é amplamente reconhecido e validado internacionalmente, utilizado para mensurar a percepção dos usuários quanto à facilidade de uso de sistemas, plataformas e interfaces digitais.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é avaliar a usabilidade do simulador *Tinkercad* enquanto ferramenta voltada para o ensino de RE, no contexto do processo de sua validação na EB. Para isso, os objetivos específicos deste trabalho são: (i) analisar a percepção dos estudantes quanto à usabilidade da plataforma *Tinkercad*, por meio da aplicação da SUS; e (ii) examinar o desempenho dos estudantes nas atividades realizadas no ambiente virtual.

2. Fundamentação Teórica

Esta Seção aborda os temas centrais deste trabalho e está organizada em três seções. Na Seção 2.1, são discutidas a RE na EB e uma visão geral do projeto de extensão universitária. Na Seção 2.2, aborda-se o uso de simuladores digitais no processo de ensino-aprendizagem, com ênfase na plataforma *Tinkercad* como recurso didático para o ensino de RE. Por fim, na Seção 2.3, apresenta-se a avaliação da usabilidade, utilizando a SUS como instrumento de análise.

2.1. Robótica Educacional na Educação Básica e o Projeto de Extensão

A RE tem se destacado como uma ferramenta inovadora na EB, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica, prática e interdisciplinar (Lopes *et al.*, 2024). Quando associada ao pensamento computacional, esse conceito potencializa o desenvolvimento de habilidades fundamentais, como a resolução de problemas, o *design* de sistemas e a compreensão do comportamento humano (Alam, 2022). Sua aplicação no contexto escolar possibilita uma abordagem lúdica e prazerosa que estimula o raciocínio lógico, a



criatividade e a colaboração entre estudantes (Rocha *et al.*, 2023).

Para Eguchi (2017) e Sokolonski (2020) é importante destacar que a RE não se limita às disciplinas técnicas; ao contrário, deve ser integrada a diversas áreas do conhecimento, como artes, história, geografia e ciências, promovendo uma educação integral, alinhada às competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essa integração contribui para a formação de estudantes críticos e autônomos, aptos a lidar com as demandas do século XXI (Cardoso *et al.*, 2024).

Entretanto, a introdução da RE na escola exige dos professores constante atualização frente às transformações tecnológicas e o protagonismo dos estudantes, que trazem experiências e saberes oriundos da Internet e do cotidiano. Assim, a pesquisa educacional emerge como um princípio norteador, incentivando práticas pedagógicas participativas, colaborativas e interdisciplinares, que rompam com o modelo tradicional de ensino transmissivo. Talbert (2019) destaca que o modelo de ensino tradicional cria dependências intelectuais indesejadas dos estudantes em relação aos professores. Essa ideia reforça a necessidade de metodologias que promovam a autonomia, o pensamento crítico e a capacidade investigativa dos estudantes (Junior, 2019).

Estudos na literatura reforçam os benefícios da robótica no ensino básico, destacando seu papel em tornar as aulas mais atraentes e efetivas para o aprendizado (Sousa *et al.*, 2016; Fernandes *et al.*, 2018; Libardoni, 2018; Sokolonski, 2020). Assim, a articulação entre ensino, pesquisa e extensão se concretiza na parceria entre universidade, escola, professores e estudantes, com desenvolvimento de materiais e ações pedagógicas que promovam a construção ativa do conhecimento e a ampliação das oportunidades educacionais para os jovens.

Nesse cenário, a aproximação entre as universidades e as escolas públicas torna-se essencial para estimular o interesse dos estudantes pelo ensino superior. O projeto de extensão universitária abordado neste trabalho – desenvolvido na Universidade Estadual do Ceará (UECE), Campus Avançado de Mombaça – busca justamente romper essas barreiras por meio da RE, levando a universidade até os estudantes das escolas públicas locais. Assim, ao promover ações de extensão mediadas por bolsistas universitários, espera-se despertar o interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia, além de construir um vínculo com o ensino superior, ainda no EM, fortalecendo a ideia de que a universidade é um espaço acessível e possível (Lopes *et al.*, 2024).

2.2. Uso do *Tinkercad* no Ensino de Robótica

A RE consolidou-se como uma ferramenta didática que torna a aprendizagem de conceitos complexos mais prática, dinâmica e interdisciplinar (Zhang *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2024). Além disso, contribui para o desenvolvimento de habilidades como comunicação, criatividade e pensamento crítico (Pedrosa *et al.*, 2024). Para isso, a usabilidade das plataformas digitais é fundamental, pois uma interface bem projetada impacta diretamente no engajamento e retenção de aprendizagem dos estudantes (Widyanto *et al.*, 2023).

Nesse sentido, diversas plataformas virtuais gratuitas possibilitam o ensino da RE, tais como: *Tinkercad*^{*}, *Wokwi*[†], *PictoBlox*[‡]. As duas primeiras plataformas abordam a RE com maior precisão, enquanto a terceira se concentra em programação, embora também aborde a RE. Dentre as plataformas de RE gratuitas, o *Tinkercad* é o mais utilizado (Wiest *et al.*, 2024). O *Tinkercad* dispõe de ambientes virtuais para *design 3D*, circuitos

^{*}Disponível em: <<https://www.tinkercad.com/>>

[†]Disponível em: <<https://wokwi.com/>>

[‡]Disponível em: <<https://thetempedia.com/product/pictoblox/>>



eletrônicos e programação de dispositivos, além de favorecer a aprendizagem ativa e a experimentação, aproximando os estudantes do mundo digital de forma acessível e lúdica. Sua utilização evidencia a importância de integrar tecnologias digitais no ensino de RE, ampliando as possibilidades para a formação de cidadãos preparados para os desafios da era digital.

2.3. Usabilidade e o Instrumento *System Usability Scale*

A usabilidade é uma ideia muito importante quando se fala sobre como as pessoas usam computadores e *softwares*, destacam Boucinha e Tarouco (2013). Ela se concentra em tornar os sistemas, produtos ou simuladores fáceis de aprender e utilizar (Silva *et al.*, 2019). Portanto, entender o seu significado representa o quão fácil e agradável é para as pessoas usarem, por exemplo, o *Tinkercad*. Segundo Preece (1993), a usabilidade é um conceito-chave na interação humano-computador, assim como Nielsen (2012) a descreve como uma qualidade que ajuda o usuário a entender como usar o sistema.

Quanto ao processo da avaliação da usabilidade de *softwares*, Nielsen (1994) afirma que essa verificação inclui modos de avaliar as interfaces do usuário para encontrar problemas. A SUS (Brooke, 1996) trata-se de um questionário que consiste em dez perguntas, e é amplamente adotado como um método prático e eficaz para medir a usabilidade percebida de produtos digitais (Barros, 2022). Além disso, ela possui aplicação simples e destaca-se por sua flexibilidade, podendo ser utilizada para avaliar desde *sites* até simuladores e produtos digitais variados, com diferentes níveis de complexidade. Segundo Thomas (2022), essa escala é amplamente adotada por profissionais de experiência do usuário por oferecer uma forma rápida e eficaz de medir percepções subjetivas sobre a usabilidade de um sistema, mesmo quando se tem poucos participantes disponíveis.

Através da aplicação da SUS, o objetivo não está em fornecer diagnósticos específicos sobre os problemas de uma interface, mas sim entregar uma visão geral sobre a facilidade de uso percebida (Thomas, 2022). Isso permite que equipes de *design* e desenvolvimento obtenham *feedback* quantitativo que pode orientar melhorias contínuas nos sistemas avaliados. Os resultados obtidos com a SUS podem ser comparados a valores de referência, ajudando a interpretar se o nível de usabilidade de um produto digital está dentro da média aceitável ou se necessita de aperfeiçoamentos, funcionando como um ponto de partida confiável para identificar a aceitação de um sistema por seus usuários, aponta Thomas (2022).

3. Procedimentos Metodológicos

Este trabalho configura-se como um estudo de caso, alinhado a proposta de Yin (2015), que investiga um fenômeno em seu contexto real. A pesquisa é quantitativa, descritiva e aplicada. Esta seção divide-se em três etapas: (3.1) realização das atividades práticas em laboratório com materiais de apoio; (3.2) coleta dos dados via SUS após as aulas; e (3.3) análise quantitativa dos dados conforme a metodologia do instrumento.

3.1. Etapa 1: Materiais para Atividades Práticas

A Tabela 1 apresenta os planos de aula do projeto de RE. Um total de 10 aulas foram desenvolvidas cobrindo desde a introdução até exemplos práticos envolvendo a placa Arduino e a linguagem de programação C++ no *Tinkercad*. Cada aula possui uma proposta de aprendizado e está disponível publicamente, na coluna *Link* da Atividade.

As atividades ocorreram com uma turma da 2ª série na Escola de Ensino Médio em Tempo Integral (EEMTI) Professor Pedro Jaime, em Mombaça/CE. As práticas



ocorreram durante as aulas reservadas para a proposta do curso de extensão, realizadas às sextas-feiras, no período da tarde, com carga horária de 2 horas/aula semanais, no período de fevereiro a junho de 2025.

Tabela 1. Planos de aula do Projeto de Extensão de RE com *Tinkercad*.

Aula	Conteúdo	Atividade Proposta	Link da Atividade
01	Apresentação do projeto e introdução à ferramenta <i>Tinkercad</i>	Boas-vindas, objetivos do projeto, simulação no <i>Tinkercad</i> e importância da robótica para o cotidiano	Aula01 - Introdução à robótica com <i>Tinkercad</i> .pdf
02	Criação de contas e primeiros exemplos	Tour pela interface do <i>Tinkercad</i>	Aula02 - Criação de conta no <i>Tinkercad</i> .pdf
03	Eletrônica básica: resistores, LEDs, fonte de energia	Montagem de circuitos simples com resistores e LEDs	Aula03 - Eletrônica básica.pdf
04	Introdução à <i>Protoboard</i>	Circuito com dois LEDs intercalando com interruptor e potenciômetro	Aula04 - Introdução ao uso da <i>Protoboard</i> .pdf
05	Introdução à programação em blocos no <i>Tinkercad</i>	Fazer LED piscar com código em blocos (<i>Blink</i>)	Aula05 - Programação em blocos, LED e <i>Blink</i> .pdf
06	Desafio: semáforo inteligente	Montagem de circuito semafórico com 3 LEDs e programação da lógica de tempo	Aula06 - Semáforo inteligente.pdf
07	LED RGB: mistura de cores e controle via código	Montagem de circuito com LED RGB e código para alternar cores	Aula07 - LED RGB e cores no Arduino simulado (<i>Tinkercad</i>).pdf
08	Programação em blocos: entradas e saídas digitais	Criar sistema de botão que liga e desliga LED com programação	Aula08 - Botão e programação em blocos, LED.pdf
09	Painel LCD: uso básico com mensagens programadas	Exibir mensagem personalizada em <i>display</i> LCD com código em blocos	Aula09 - <i>Display</i> LCD com mensagem programada.pdf
10	Introdução ao Arduino e programação em código (C++)	Escrever o código <i>Blink</i> (LED intermitente) usando a linguagem C++ no <i>Tinkercad</i>	Aula10 - Introdução ao Arduino, código <i>Blink</i> .pdf

3.2. Etapa 2: Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário *on-line*, construído na plataforma *Google Formulários*. O instrumento utilizado foi a SUS, conforme proposto no guia de Barros (2022), sendo composto por dez questões, as quais seguem um padrão de afirmações intercaladas entre sentenças positivas e negativas, avaliadas em uma escala *Likert* de cinco pontos, que varia de “Discordo Totalmente” a “Concordo Totalmente”. As perguntas foram adaptadas para o contexto deste trabalho, substituindo a palavra “sistema” por “*Tinkercad*”. Além disso, realizou-se uma pequena adequação na redação do item 8, onde a palavra “atrapalhado” foi substituída por “difícil”.

A aplicação do questionário ocorreu presencialmente, no laboratório de informática da instituição, conforme ilustrado na Figura 1, onde os participantes, após a utilização prática do *Tinkercad*, responderam às questões diretamente nos computadores. As dez afirmações que compõem o questionário SUS estão presentes na Tabela 2. Assim, o conjunto de dados obtido por meio dessas respostas fundamenta a etapa de análise de usabilidade da ferramenta, permitindo mensurar a percepção dos estudantes acerca da experiência com o *Tinkercad*.



Figura 1. Estudantes respondendo o questionário SUS.

Tabela 2. Questionário SUS aplicado.

1	Eu acho que gostaria de usar o <i>Tinkercad</i> com frequência.
2	Eu acho o <i>Tinkercad</i> desnecessariamente complexo.
3	Eu achei o <i>Tinkercad</i> fácil de usar.
4	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o <i>Tinkercad</i> .
5	Eu acho que as várias funções do <i>Tinkercad</i> estão muito bem integradas.
6	Eu acho que o <i>Tinkercad</i> apresenta muita inconsistência.
7	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar o <i>Tinkercad</i> rapidamente.
8	Eu achei o <i>Tinkercad</i> difícil de usar.
9	Eu me senti confiante ao usar o <i>Tinkercad</i> .
10	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o <i>Tinkercad</i> .

3.3. Etapa 3: Análise dos Dados

Após a etapa de coleta de dados, as respostas foram organizadas em planilhas eletrônicas para viabilizar o processo de análise. Para analisar a percepção dos estudantes sobre a usabilidade do *Tinkercad*, as respostas ao SUS foram organizadas e processadas no *Google Planilhas*. A pontuação final foi calculada com base na metodologia descrita por Brooke (1996), que envolve as seguintes etapas: (i) Some a pontuação total das questões ímpares (1, 3, 5, 7 e 9) e subtraia 5 do total para obter X ; (ii) Some a pontuação total das questões pares (2, 4, 6, 8 e 10) e subtraia esse total de 25 para obter Y ; (iii) Some $X + Y$ e multiplique por 2,5 para obter a pontuação SUS (Barros, 2022).

4. Resultados

Esta seção de resultados está dividida em três etapas, que buscam apresentar uma visão ampla sobre a investigação realizada neste trabalho. Inicialmente, na Etapa 4.1, aborda-se a percepção dos estudantes quanto à usabilidade da ferramenta *Tinkercad*. Em seguida, na Etapa 4.2, são analisados os dados de desempenho dos estudantes que participaram das atividades propostas. Por fim, na Etapa 4.3, realiza-se uma análise comparativa dos resultados obtidos com trabalhos que se relacionam com esta pesquisa.

4.1. Percepção dos Estudantes

A aplicação da SUS contou com a participação de 43 estudantes, de um total de 45 da turma, o que representa, aproximadamente, 95,56% de respostas, sendo um resultado satisfatório para a análise. Dos 43 participantes, 27 (62,79%) são do sexo masculino e 16 (37,21%), do sexo feminino, todos com faixa etária entre 15 e 18 anos. Segundo Creswell e Creswell (2017), amostras entre 30 e 50 participantes são consideradas adequadas para garantir validade e confiabilidade em análises estatísticas simples, sendo suficientes para trabalhos descritivos como este.

Na Figura 2, os dados indicam que a percepção dos estudantes foi majoritariamente positiva. A Questão 1 apresentou uma média elevada (88,37), indicando que os estudantes demonstraram interesse em utilizar o simulador com frequência,



refletindo um bom nível de satisfação. A Questão 2, com média de 11,63, demonstra que os estudantes não consideraram o *Tinkercad* um simulador desnecessariamente complexo, o que é um indicativo positivo sobre a facilidade de uso.

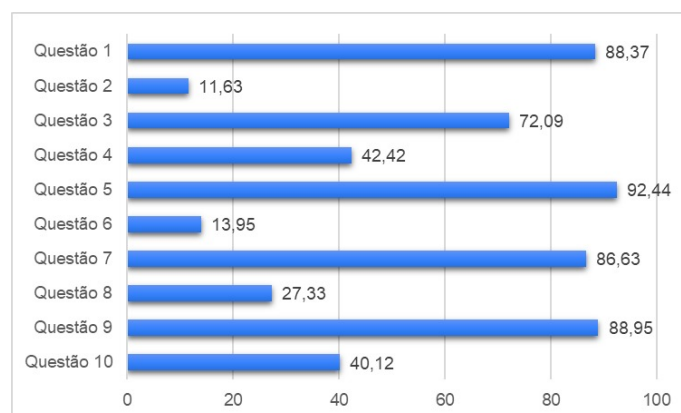


Figura 2. Média das respostas por questão do questionário SUS.

Na Questão 3, a média de 72,09 aponta que, de modo geral, os estudantes perceberam o simulador como fácil de usar. No entanto, a questão 4, que registrou 42,42, sugere que uma parcela dos estudantes sente necessidade de algum suporte técnico para utilizar plenamente as funcionalidades, o que sinaliza um ponto de atenção no processo de aprendizagem.

A Questão 5 obteve a maior média (92,44), evidenciando que os estudantes consideraram as funções do *Tinkercad* bem integradas e organizadas, o que impacta diretamente na eficiência do uso. Por sua vez, a Questão 6, com média baixa (13,95), reflete que os estudantes não identificaram inconsistências no funcionamento do simulador, contribuindo para uma experiência mais fluida e confiável.

A percepção sobre a facilidade de aprendizagem é reforçada pela Questão 7, que apresentou uma média de 86,63, indicando que os estudantes acreditam que o simulador pode ser aprendido rapidamente. A Questão 8, com média de 27,33, confirma que a maior parte dos estudantes não considerou o *Tinkercad* difícil de usar, alinhando-se às respostas da questão 3 e reforçando a boa usabilidade percebida.

A Questão 9 apresentou média de 88,95, evidenciando que os estudantes se sentiram confiantes durante o uso, o que também se relaciona à satisfação e ao conforto na interação com a ferramenta. Por fim, a Questão 10, com média de 40,12, revela que, embora o simulador seja considerado fácil, ele exige que os estudantes adquiram alguns conhecimentos prévios para seu pleno uso, especialmente no que se refere às funções específicas de simulação.

4.1.1. Resultado Final SUS

Os resultados obtidos nesta pesquisa, que apresentaram uma média geral de 79,30, estão significativamente acima da média de referência, que é 68 pontos, conforme estabelecido por Sauro (2011), o que evidencia que o *Tinkercad* foi percebido pelos estudantes como um simulador com boa usabilidade. Esse resultado está alinhado aos indicadores observados nas questões individuais, que apontam alta satisfação, facilidade de aprendizagem e percepção de consistência na utilização da ferramenta.

Ao relacionar esses dados com os critérios propostos pela própria metodologia SUS – eficácia, eficiência e satisfação –, é possível afirmar que o *Tinkercad* atendeu



de forma satisfatória às expectativas dos estudantes. Além disso, aspectos como a integração das funções (Questão 5) e a confiança no uso (Questão 9) aparecem como pontos de destaque. Por outro lado, a necessidade de aprendizado inicial (Questões 4 e 10) surge como um aspecto que merece atenção em futuras ações formativas, como oficinas introdutórias ou tutoriais direcionados. Portanto, os resultados demonstram de forma clara e consistente que o simulador *Tinkercad* oferece uma experiência de uso positiva para os estudantes, sendo uma ferramenta eficaz e eficiente para o desenvolvimento de atividades educacionais no contexto da RE no ensino médio.

4.2. Desempenho dos Estudantes

Durante as aulas, os estudantes participaram de diversas atividades práticas no ambiente de simulação *Tinkercad*, com o objetivo de consolidar os conhecimentos adquiridos no curso de extensão, sobre circuitos eletrônicos e a lógica de programação. Ressalta-se, ainda, que os materiais de apoio foram utilizados, assim como o suporte dos estudantes extensionistas do projeto foram essenciais. A Figura 3 demonstra a sequência de aula teórica, seguida por aula prática.

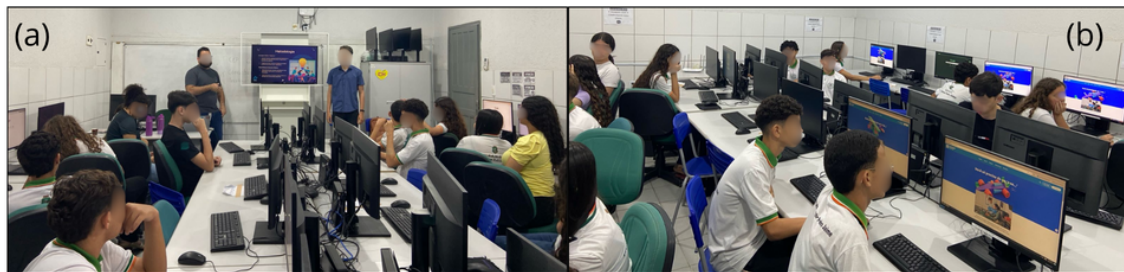


Figura 3. Apresentação do Projeto de Extensão (a); e Cadastro no *Tinkercad* (b).

A Figura 4 apresenta a sequência de laboratórios práticos propostos. Inicialmente, os estudantes realizaram a montagem de circuitos simples com resistores e LEDs (Figura 4 (a)), compreendendo os conceitos básicos de funcionamento de um circuito, polaridade e utilização de componentes eletrônicos. Na sequência, desenvolveram um circuito com dois LEDs intercalando com um interruptor (Figura 4 (b)). Avançando no uso da programação, os estudantes foram desafiados a fazer um LED piscar utilizando código em blocos (Figura 4 (c)), atividade conhecida como *Blink*, que representa o primeiro contato com a automação de dispositivos. Posteriormente, trabalharam na montagem de um circuito semafórico com três LEDs, aplicando lógica de tempo com comandos de *delay* (Figura 4 (d)), simulando situações reais de controle de tráfego.

Na sequência, os estudantes montaram um circuito com LED RGB e implementaram um código para alternar as cores (Figura 4 (e)), o que proporcionou uma compreensão mais ampla sobre mistura de cores na eletrônica e controle de múltiplas saídas digitais. Também foi proposta a criação de um sistema com botão para ligar e desligar um LED utilizando programação (Figura 4 (f)), reforçando o conceito de entrada digital e condicionalidade no código. Já nas últimas aulas, em um nível mais avançado, foi desenvolvida a montagem de um circuito de semáforo para veículos e pedestres (Figura 4 (g)), integrando múltiplos LEDs e lógica sequencial, o que exigiu dos estudantes um maior planejamento e organização do código. Além disso, os estudantes aprenderam a exibir mensagens personalizadas em um *display* LCD utilizando programação em blocos (Figura 4 (h)). Por fim, para aprofundar os conhecimentos em programação, os estudantes foram orientados a escrever o código *Blink* (piscar LED) utilizando a linguagem de programação C++ diretamente no *Tinkercad* (Figura 4 (i)).

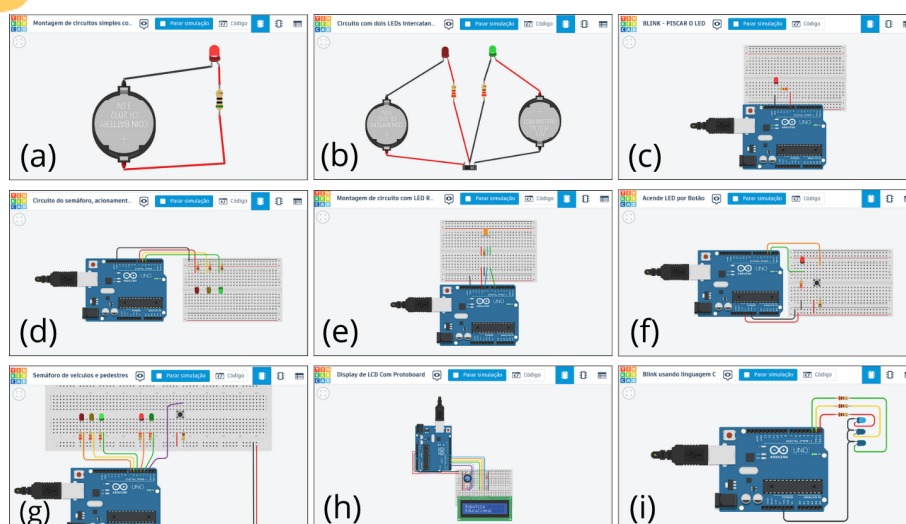


Figura 4. Laboratórios práticos propostos aos estudantes.

4.3. Análise comparativa com Trabalhos Relacionados

Este trabalho apresenta um diferencial na área, ao ofertar um curso de extensão universitária voltado ao ensino de fundamentos de eletrônica e programação aplicada à RE para estudantes do EM. Como parte da proposta, foi desenvolvido um material pedagógico específico, utilizado nas atividades práticas. Além da formação, o trabalho realizou a avaliação da usabilidade do simulador *Tinkercad* com aplicação do instrumento SUS, gerando dados que indicam boa aceitação e viabilidade do uso da ferramenta no contexto da EB.

Entre os trabalhos relacionados que utilizam o *Tinkercad* na EB, destacam-se Erdogan *et al.* (2023), Panskyi *et al.* (2021), Carius *et al.* (2023). No trabalho de Erdogan *et al.* (2023), os autores avaliaram a usabilidade do *Tinkercad* no ensino de RE por meio da técnica de rastreamento ocular, focando na interação dos estudantes com a ferramenta em atividades de programação e eletrônica, embora não tenham aplicado a SUS.

Já Panskyi *et al.* (2021) realizaram um trabalho comparativo envolvendo estudantes do Ensino Fundamental que utilizaram o *Tinkercad* em atividades presenciais e remotas durante a pandemia, destacando o desempenho dos estudantes em eletrônica extracurricular, sem avaliação formal da usabilidade via SUS. Outro trabalho na mesma temática foi o de Carius *et al.* (2023), que propuseram uma atividade pedagógica integrada de RE para o EM, com ênfase na modelagem 3D, eletrônica e programação, porém sem formação direta nem avaliação de usabilidade do *Tinkercad*.

Comparado ao trabalho de Pedrosa *et al.* (2024), que aplicou a SUS no ensino de Robótica para o Ensino Superior, este trabalho se diferencia por focar na EB e por integrar, além da avaliação da plataforma, uma ação formativa direcionada aos estudantes, alcançando média de 79,30, considerada “boa” na escala de usabilidade da ferramenta *Tinkercad*. Dentre os trabalhos relacionados, apenas o presente trabalho realiza a avaliação da usabilidade pela SUS na EB, articulada com uma formação estruturada e material pedagógico específico para estudantes do EM.

5. Conclusão e trabalhos futuros

Diante dos desafios atuais na educação brasileira, sobretudo na educação em escolas públicas, a utilização de novas metodologias de ensino e ferramentas tecnológicas pode contribuir significativamente com a melhoria no aprendizado dos estudantes. No



contexto deste trabalho, foi apresentado um projeto de extensão universitária, em andamento, que objetiva levar essas novas práticas educacionais para estudantes de escolas públicas locais. A proposta incluiu um roteiro de curso de extensão de RE na EB com planos de aula e materiais disponibilizados ao público, o que facilita a implantação por outras universidades e escolas. Como resultados obtidos por meio da aplicação da escala SUS, os estudantes participantes consideraram o *Tinkercad* uma ferramenta de boa usabilidade para as atividades de RE.

Entretanto, a partir do que foi exposto até aqui, fica claro que a simples introdução da robótica no ambiente escolar não garante benefícios automáticos à aprendizagem, destaca Campos (2017). Além de focar na implementação tecnológica, como é o caso deste trabalho, em empregar a ferramenta *Tinkercad*, também se torna fundamental reconhecer as necessidades individuais de cada estudante. Assim, o desenvolvimento curricular, ao promover um plano de trabalho detalhado, deve contemplar também estratégias inclusivas e personalizadas, garantindo assim que a RE promova a participação e o desenvolvimento de competências para todos os estudantes.

Na mesma perspectiva, deve-se, ainda, considerar os desafios impostos não apenas pela ferramenta, mas também pela falta de familiaridade prévia dos estudantes com recursos tecnológicos básicos, como o uso do teclado. Esse aspecto ficou claro na Questão 4 da SUS, na qual os estudantes foram questionados sobre a necessidade de auxílio técnico para utilizar o *Tinkercad*. Baseado nos resultados, percebeu-se que uma parcela significativa de participantes sentiu a necessidade de suporte especializado para explorar plenamente as funcionalidades do simulador.

Como trabalhos futuros, pretende-se envolver mais turmas de estudantes no projeto de extensão apresentado. Outro objetivo futuro é a criação de um *e-book* com as aulas e laboratórios desenvolvidos no projeto. Por fim, será fundamental desenvolver estratégias de suporte técnico e acompanhamento contínuo para garantir que todos os estudantes possam utilizar as ferramentas com mais autonomia e aproveitamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Estadual do Ceará (PROEX/UECE), por meio do Projeto Institucional de Resolução nº 5160/2024, e da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap). Agradecem, ainda, à EEMTI Professor Pedro Jaime, pela parceria e cessão do espaço para a realização deste projeto.

Referências

- Alam, A. Educational robotics and computer programming in early childhood education: a conceptual framework for assessing elementary school students' computational thinking for designing powerful educational scenarios. In: IEEE. **2022 International Conference on Smart Technologies and Systems for Next Generation Computing (ICSTSN)**. [S.l.], 2022. p. 1–7.
- Barros, M. **Guia atualizado de como utilizar a escala SUS (System Usability Scale) no seu produto**. 2022. Acesso em: 13 abr. 2025. Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/guia-atualizado-de-como-utilizar-a-escala-sus-system-usability-scale-no-seu-produto-ab773f29c522>>.
- Bhaduri, S.; Biddy, Q. L.; Bush, J.; Suresh, A.; Sumner, T. 3dnt: A framework towards understanding children's interaction with tinkercad and enhancing spatial thinking skills. In: **Proceedings of the 20th Annual ACM Interaction Design and Children Conference**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 257–267.



- Boucinha, R. M.; Tarouco, L. M. R. Avaliação de ambiente virtual de aprendizagem com o uso do sus-system usability scale. **RENOTE**, v. 11, n. 3, 2013.
- Brooke, J. Sus – a quick and dirty usability scale. In: Jordan, P. W.; Thomas, B.; Weerdmeester, B. A.; McClelland, I. L. (Ed.). **Usability Evaluation in Industry**. [S.l.]: Taylor & Francis, 1996. p. 189–194.
- Campos, F. R. Robótica educacional no brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista ibero-americana de estudos em educação**, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, v. 12, n. 4, p. 2108–2121, 2017.
- Cardoso, C. C.; Neto, V. d. S. M.; Santos, T. V. dos; Trentin, M. A. S. Robótica educacional, pensamento computacional e a pesquisa como inovações nas práticas de ensino na educação profissional e tecnológica. **RENOTE**, v. 22, n. 1, p. 466–475, 2024.
- Carius, A. C.; Baldner, F.; Maiworm, A. Robótica educacional no contexto do novo ensino médio: uma aplicação de código de aberto. **Revista Inter Educa**, v. 5, n. 3, p. 15–26, 2023.
- Creswell, J. W.; Creswell, J. D. **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. [S.l.]: Sage Publications, 2017.
- Eguchi, A. Bringing robotics in classrooms. **Robotics in STEM education: Redesigning the learning experience**, Springer, p. 3–31, 2017.
- Erdogan, R.; Saglam, Z.; Cetintav, G.; Yilmaz, F. G. K. Examination of the usability of tinkercad application in educational robotics teaching by eye tracking technique. **Smart Learning Environments**, Springer, v. 10, n. 1, p. 27, 2023.
- Fernandes, M.; Santos, C. A. M. dos; Souza, E. E. de; Fonseca, M. G. Robótica educacional uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental. In: SBC. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2018. p. 315–322.
- Fortuna, B. R.; Gomes, I. A. C. O uso de simuladores no ensino de robótica educacional no ifrs-campus restinga. In: **5º Salão de Pesquisa, Extensão e Ensino do IFRS**. [S.l.: s.n.], 2020.
- Junior, J. B. B. Sala de aula invertida: recomendações e tecnologias digitais para sua implementação na educação. **RENOTE**, v. 17, n. 2, p. 11–21, 2019.
- Libardoni, G. C. **Oficina de Robótica no Ensino Médio como metodologia de construção de conhecimentos de Ciências Exatas**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, 2018.
- Lopes, L. E.; Jota, C. A.; Dantas, J. C. P.; Paiva, G. R. de; Araújo, F. R. C. Robótica educacional na educação básica: Relato de experiência. In: **Anais da XXIX Semana Universitária da UECE**. [S.l.: s.n.], 2024.
- Nielsen, J. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 1994. p. 152–158.
- Nielsen, J. **Usability 101: Introduction to Usability**. 2012. <<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>>. Acesso em: 16 abr. 2025.
- Panskyi, T.; Biedroń, S.; Grudzień, K.; Korzeniewska, E. The comparative estimation of primary students' programming outcomes based on traditional and distance out-of-school extracurricular informatics education in electronics courses during the challenging covid-19 period. **Sensors**, MDPI, v. 21, n. 22, p. 7511, 2021.
- Pedrosa, C.; Macena, J.; Pires, F.; Pessoa, M. Qual eu prefiro usar? um estudo comparativo entre plataformas de robótica educacional. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. [S.l.], 2024. p. 2931–2939.



- Preece, J. **A guide to usability: Human factors in computing**. [S.l.]: Pearson, 1993.
- Rocha, E. P. da; Loiola, S. V. de; Rodrigues, M. S.; Lima, R. M. F.; Alves, P. P.; Roncaglione, L. C.; Silva, R. M. L. da; Sousa, A. C.; Silva, A. V. da; Gomes, M. A. V. A robótica na educação básica: Perspectivas curriculares e qualidade de ensino. **Revista Foco**, v. 16, n. 9, p. e3058–e3058, 2023.
- Sangali, R. da S.; Catabriga, L.; Boeres, M. C. S. Robótica educativa para desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional por meio de eletiva complementar. In: SBC. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2024. p. 437–448.
- Santos, L. M. M.; Paulino, O. F.; Santos, S. C. M. dos. Contribuições da robótica educacional para o ensino: Uma perspectiva bibliográfica. **Amazônica - Revista de Psicopedagogia, Psicologia escolar e Educação**, v. 17, n. 1 jan-jun, p. 63–86, 2024.
- Sauro, J. **Measuring usability with the system usability scale**. 2011. Acesso em: 20 abr. 2025. Disponível em: <<https://measuringu.com/sus/>>.
- Silva, G. M.; Andrade, R. M. d. C.; Darin, T. d. G. R. Design and evaluation of mobile applications for people with visual impairments: A compilation of usable accessibility guidelines. In: **Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–10.
- Sokolonski, A. C. Laboratório de robótica inclusiva: Robótica educacional e raciocínio computacional no ensino médio. In: SBC. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2020. p. 170–178.
- Sousa, J. O.; Santos, L. M.; Nunes, L. E. D. Q.; Ribeiro, T. S.; Araújo, V. M. U. Utilização da robótica na educação pública: Desafios e perspectivas de uma experiência de ensino-aprendizagem da robótica no ensino médio. In: **Anais do 7º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. [S.l.]: Universidade Federal de Ouro Preto, 2016. Disponível em: <https://cbeu.ufop.br/exibir_trabalho.php?id=3607>.
- Talbert, R. **Guia para utilização da aprendizagem invertida no ensino superior**. [S.l.]: Penso, 2019.
- Thomas, N. **How To Use The System Usability Scale (SUS) To Evaluate The Usability Of Your Website**. 2022. Acesso em: 20 abr. 2025. Disponível em: <<https://usabilitygeek.com/how-to-use-the-system-usability-scale-sus-to-evaluate-the-usability-of-your-website/>>.
- Vibhute, M. Tinkercad: A blended teaching and learning tool. **International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology**, p. 77–82, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.48175/ijarsct-5114>>.
- Widyanto, R. A.; Avisenna, M. H.; Rahadyan, R. V. Usability e-learning system at university: A systematic literature. In: AIP Publishing. **AIP conference proceedings**. [S.l.], 2023. v. 2706, n. 1.
- Wiest, I. R. K.; Cortez, J.; Wiest, R.; Rossetto, A. G. de M.; Toebe, J.; Bertei, R. M. A utilização do software tinkercad no ensino: Uma revisão sistemática de literatura. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 2, p. e1172, 2024.
- Yin, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. [S.l.]: Bookman, 2015.
- Zhang, X.; Chen, Y.; Li, D.; Hu, L.; Hwang, G.-J.; Tu, Y.-F. Engaging young students in effective robotics education: An embodied learning-based computer programming approach. **Journal of Educational Computing Research**, Sage Publications, v. 62, n. 2, p. 312–338, 2024.