

Do Papel ao Digital: Circuitos em papel como estratégia para engajar meninas na computação

**Adelmo Lima, Maria Clara Flores, Nathalia Monteiro,
Paulo Carrano, Rafaela Santos, Geiziane Gonçalves,
Luciana Salgado, Aline Nascimento, Simone Martins**

Instituto de Computação – Universidade Federal Fluminense
Niterói-RJ, Brasil

{adelmolima, mcfflores, monteironathalia}@id.uff.br,
{paulocarrano, rafaelacleto, geiziane.sg}@id.uff.br,
{luciana, aline, simone}@ic.uff.br

Abstract. *Paper circuit workshops proved to be an effective tool for attracting female audiences to the technology field by combining basic electronics with creativity. Participants of various ages expressed great interest and engagement, especially when connecting the circuits with personal projects. The hands-on and low-cost approach, combined with a collaborative environment, provided an engaging learning experience, stimulating curiosity and the development of technical and socio-emotional skills. The activity also highlighted the importance of adapting language and materials to promote inclusion and female participation in technological fields.*

Resumo. *As oficinas de circuitos em papel demonstraram ser uma ferramenta eficaz para atrair o público feminino para a área de tecnologia, ao combinar eletrônica básica com criatividade. Participantes de diversas idades expressaram grande interesse e engajamento, especialmente ao conectar os circuitos com projetos pessoais. A abordagem prática e de baixo custo, aliada a um ambiente colaborativo, proporcionou uma experiência de aprendizado atraente, estimulando a curiosidade e o desenvolvimento de habilidades técnicas e socioemocionais. A atividade também evidenciou a importância de adaptar a linguagem e os materiais para promover a inclusão e a participação feminina em áreas tecnológicas.*

1. Introdução

A participação feminina nas áreas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) permanece significativamente inferior à masculina. O Censo da Educação Superior de 2022 mostrou que embora as mulheres representassem 60% dos estudantes que concluem um curso de graduação no país, elas constituíam apenas 15% dos formados em TI e Computação [OGlobo 2024]. Estes dados demográficos também revelam que as mulheres representavam 20,4% das pessoas com curso de graduação concluído na área de “Ciência da computação”, mas apenas 17,3% das mulheres de até 29 anos possuíam curso de graduação concluído nessa área – indicando que as mulheres vêm perdendo espaço nessa área que já era bastante masculinizada [IBGE 2025]. Essa sub-representação reflete

desafios históricos e culturais que afastam as meninas das ciências exatas e da tecnologia [Barino et al. 2024].

Diante desse cenário, estratégias pedagógicas inovadoras são essenciais para promover o engajamento e a inclusão de meninas no universo da computação [Sass et al. 2023, Maciano et al. 2023]. Os circuitos em papel surgem como uma abordagem de baixo custo e criativa que une eletrônica e design, permitindo que estudantes experimentem conceitos fundamentais de forma lúdica, prática e intuitiva [Sobreira et al. 2016, Leal and Borges 2019, de. Moraes 2018]. Essa metodologia utiliza materiais simples, como fita de cobre condutiva, LEDs e baterias, possibilitando a construção de circuitos elétricos sobre superfícies de papel ou cartolina. Por sua natureza tátil e visual, os circuitos em papel favorecem uma aprendizagem interdisciplinar dentro do contexto STEAM¹ (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), estimulando a criatividade e o pensamento computacional. Além disso, por não exigir ferramentas complexas, essa abordagem objetiva democratizar o ensino de eletrônica e programação, tornando-o mais simples, divertido e atrativo para meninas, as quais podem se sentir distantes das práticas tradicionais de ensino técnico [Santos et al. 2019].

Neste artigo, apresentamos um relato de experiência sobre oficinas práticas com circuitos em papel voltadas para o incentivo ao interesse de meninas pela área da computação. As atividades foram desenvolvidas em ambientes educacionais, no contexto do Projeto Include Meninas explorando a interação entre arte e tecnologia, assim como o aprendizado por meio da reflexão individual e da interação em grupo para despertar a curiosidade das alunas pela eletrônica e pela programação. Na seção 2 mostramos trabalhos relacionados ao desenvolvido neste artigo. A seção 3 apresenta os conceitos de circuitos em papel utilizados. A metodologia utilizada é descrita na seção 4 e os resultados obtidos são apresentados na seção 5. As conclusões são discutidas na seção 6.

2. Trabalhos relacionados

Os circuitos em papel têm sido amplamente explorados por pesquisadores e educadores como ferramentas inovadoras para o ensino interdisciplinar, combinando ciência, arte e tecnologia. Uma das precursoras nesse campo foi Leah Buechley, cujas pesquisas sobre eletrônica vestível e circuitos em papel, desenvolvidas enquanto liderava o High-Low Tech Group (<http://highlowtech.org/>) no MIT Media Lab, trouxeram novas perspectivas para o ensino de tecnologia. Seu trabalho destacou o potencial dessas abordagens para democratizar o acesso à computação, especialmente entre públicos historicamente sub-representados, como crianças e mulheres jovens [Buechley et al. 2008]. Este projeto não só ampliou a compreensão da eletrônica, mas também explorou a relação entre arte e tecnologia, um aspecto que se tornou um dos pilares da educação STEAM.

Inspirada pelo trabalho de Leah Buechley, Jie Qi desenvolveu os circuitos em papel durante seu doutorado no MIT Media Lab, onde explorou a interseção entre tecnologia e arte, combinando a flexibilidade expressiva do papel com a computação, permitindo um ensino lúdico e interativo. Como resultado dessa pesquisa, fundou a Chibitronics (<https://chibitronics.com/>), uma empresa dedicada a tornar o ensino da eletrônica mais simples por meio de kits educacionais que integram componentes eletrônicos a materiais

¹STEAM é o acrônimo em inglês formado pelas iniciais das palavras Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics.

artísticos. Além dos produtos, sua equipe investiu na criação de oficinas e tutoriais, colaborando com escolas e organizações educacionais ao redor do mundo para democratizar o acesso à tecnologia [Qi and Buechley 2014].

Outra iniciativa relevante nesse contexto é a da empreendedora Irina Rymshina, criadora da MoonshotKidz, uma startup que desenvolve conteúdos educativos que integram arte e tecnologia, destacando-se na criação de circuitos em papel e atividades STEAM. Seu trabalho na internet (<https://www.instagram.com/moonshotkidz/>) busca inspirar indivíduos a explorar a criatividade utilizando circuitos em papel por meio de experimentações práticas, facilitando o aprendizado de eletrônica para iniciantes. [Rymshina 2024].

Essas iniciativas refletem o crescente reconhecimento dos circuitos em papel como uma poderosa ferramenta de ensino. Além de estimular a criatividade e o pensamento crítico, essas atividades contribuem para a inclusão digital, especialmente para meninas, ajudando a superar barreiras que muitas vezes as afastam das áreas de ciência e tecnologia. Ao integrar componentes artísticos aos conceitos de eletrônica, os circuitos em papel tornam a tecnologia mais tangível e menos intimidante, incentivando uma participação mais ativa e diversificada na computação. A inclusão de mulheres jovens nesse campo também é facilitada, criando um ambiente mais acolhedor e incentivador, capaz de fomentar a confiança e o interesse duradouro na tecnologia.

3. O que são Circuitos em Papel?

Os circuitos em papel são circuitos elétricos funcionais construídos sobre uma superfície de papel, utilizando materiais simples como fita adesiva de cobre condutiva, LEDs e uma bateria. Essa técnica transforma folhas de papel em plataformas eletrônicas interativas, possibilitando desde projetos básicos, como um cartão iluminado, até circuitos mais sofisticados que incorporam sensores e outros componentes. A Figura 1 mostra uma pintura de paisagem interativa que usa pintura em tinta chinesa e circuitos de fita de cobre feitos à mão que possuem sensores que acionam luzes na pintura ao se soprar as flores da paisagem. Muito utilizados em projetos artísticos e educacionais, os circuitos em papel oferecem uma abordagem de baixo custo e criativa para aprender conceitos de eletrônica, permitindo que iniciantes explorem conceitos fundamentais sem a necessidade de ferramentas especializadas.



Figura 1. Pintura de Dente de Leão por Jie Qi [Qi 2012].

Apesar de sua simplicidade, esses circuitos seguem os mesmos princípios da

eletrônica tradicional, sendo compostos por uma fonte de energia, um caminho condutor e um componente ativo. A abordagem simplificada pode tornar o aprendizado mais intuitivo, simplificado e interdisciplinar, conectando ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática.

3.1. Materiais Comuns em Circuitos em Papel

Para construir um circuito em papel, são necessários apenas alguns materiais básicos, que são descritos a seguir e ilustrados na Figura 2:

- **LEDs:** São pequenos emissores de luz que podem ser conectados ao circuito para criar efeitos visuais.
- **Bateria 3V:** Baterias de lítio de 3V (tipo CR2032), ideais para alimentar os LEDs e perfeitas para circuitos em papel, pois são compactas e de fácil manuseio.
- **Clipe de papel:** Para prender a bateria à construção.
- **Papel ou Cartolina:** A base onde o circuito será construído.
- **Fita adesiva de cobre:** Utilizada para criar as trilhas condutoras, sendo autoadesiva e fácil de manusear, permitindo a criação de percursos variados.

Esses materiais são facilmente encontrados em lojas de arte e eletrônica, o que torna a construção de circuitos em papel simples para iniciantes.



Figura 2. Materiais utilizados nas oficinas de circuitos em papel.

3.2. Construção de um Circuitos em Papel

Um exemplo de circuito em papel é ilustrado na Figura 3. O objetivo deste exemplo é ensinar como criar um circuito para acender um LED. Neste caso, as seguintes instruções são informadas para a pessoa que está aprendendo com linguagem simples:

1. Posicionamento e colagem da fita adesiva de cobre sobre o papel, formando as trilhas condutoras.
2. Posicionamento e conexão de um LED ao circuito, ensinando a correta orientação da polaridade.
3. Posicionamento da bateria de 3V mostrando como alimentar o circuito.
4. Fixação da bateria com o clipe de papel e teste do funcionamento, verificando se a corrente elétrica flui corretamente e o LED é aceso.

Essas etapas simples oferecem uma compreensão prática e intuitiva, facilitando o entendimento de conceitos como corrente elétrica e polaridade.

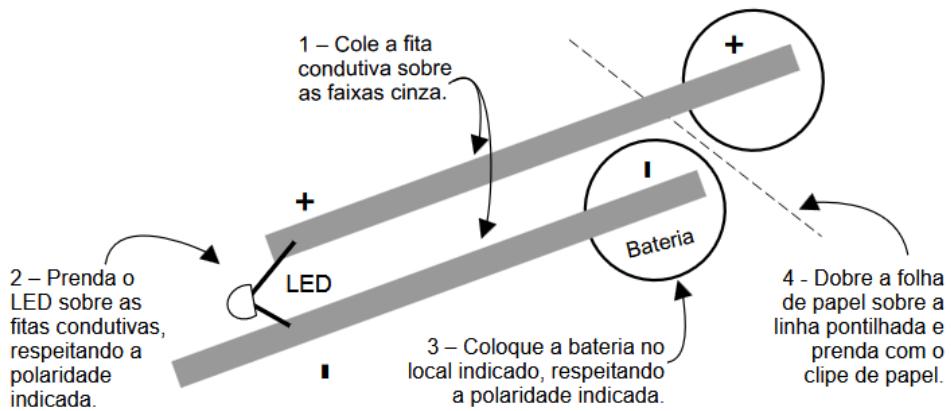


Figura 3. Modelo em papel utilizado para facilitar a construção dos circuitos.

3.3. Vantagens e Desafios dos Circuitos em Papel na Educação

O uso de circuitos em papel é uma abordagem eficaz para o ensino de ciências e tecnologias, oferecendo diversos benefícios, como:

- **Custo reduzido:** Exigem poucos materiais e têm baixo custo, tornando-os ideais para escolas e ambientes com recursos limitados.
- **Interatividade e Criatividade:** A combinação de eletrônica e arte engaja as pessoas em atividades práticas, incentivando a experimentação e o desenvolvimento de soluções criativas.
- **Aprendizado Prático:** Permite a exploração de conceitos como corrente elétrica, polaridade e circuitos de maneira tátil e intuitiva.

No entanto, existem alguns desafios a serem considerados:

- **Durabilidade:** Os circuitos em papel são sensíveis e podem ser facilmente danificados com manipulação constante ou exposição à umidade.
- **Limitações Técnicas:** São adequados apenas para componentes de baixa potência e não suportam aplicações que exigem altas correntes ou tensões.
- **Precisão na Montagem:** Pequenas falhas nas conexões podem comprometer o funcionamento, exigindo ajustes frequentes, especialmente em projetos mais complexos.

Apesar dessas limitações, os circuitos em papel continuam sendo uma promissora ferramenta educacional em STEAM, proporcionando aos estudantes a oportunidade de desenvolver habilidades técnicas e criativas simultaneamente.

4. Metodologia

Esta seção descreve a metodologia adotada no desenvolvimento das oficinas de circuitos, detalhando as etapas de preparação, planejamento e execução das oficinas. O objetivo é proporcionar uma experiência prática e atrativa para as pessoas participantes. O material utilizado nas oficinas está disponível em <https://github.com/Include-Meninas-UFF>.

4.1. Preparação e Planejamento

As etapas de planejamento e preparação da oficina visaram garantir uma abordagem prática e eficiente, assegurando que todos os componentes estivessem organizados para proporcionar uma experiência de aprendizagem rápida, segura e eficaz:

- **Escolha dos materiais:** As oficinas utilizaram LEDs, baterias de 3V, fita adesiva de cobre, papel e clipes de papel, escolhidos por sua disponibilidade, facilidade de uso por iniciantes e praticidade para criar conexões simples. Todos os materiais foram adquiridos em lojas de eletrônica e papelarias locais.
- **Conteúdo e atividades planejadas:** A atividade principal foi a criação de um cartão iluminado que introduziu conceitos de circuitos elétricos. As pessoas utilizaram o modelo de construção ilustrado na Figura 3 e tiveram a opção de escolher entre uma abordagem criativa, em que podiam criar um desenho para aplicar a iluminação, como mostrado na Figura 5, ou utilizar um desenho em que o local da iluminação já estava pré-estabelecido, como mostrado na Figura 6.
- **Adaptação para o público-alvo:** O conteúdo foi adaptado para todos os níveis de conhecimento, com explicações claras e simples, como ilustrado na Figura 4, com demonstrações visuais e guias passo a passo, criando um ambiente inclusivo para aprendizado e experimentação.
- **Organização do espaço:** O espaço foi organizado com estações de trabalho para facilitar o fluxo das atividades e garantir segurança, permitindo que as pessoas tivessem acesso rápido aos materiais e suporte contínuo dos mediadores. Para um melhor desenvolvimento das oficinas, foi planejada a disponibilidade de uma pessoa mediadora para cada três participantes, evitando sobrecarga de atenção.
- **Cuidados éticos:** Todos os dados coletados por meio dos formulários de avaliação e das imagens registradas nas oficinas foram anonimizados antes de sua publicação, sendo utilizados exclusivamente para fins acadêmicos. As oficinas ocorreram em espaços públicos e todas as crianças e jovens participaram com a ciência e autorização das pessoas responsáveis.

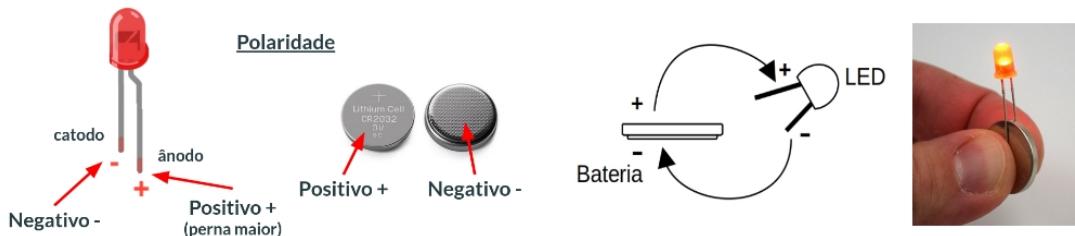


Figura 4. Explicações utilizadas sobre conceitos de polaridade do LED e da bateria com linguagem simples.

4.2. Execução das Oficinas:

As oficinas ocorreram em três edições distintas, com diferentes públicos e números de participantes. A primeira edição ocorreu em *18 de junho de 2024*, num evento fechado para alunas e professoras de escolas públicas bolsistas do Projeto Include Meninas (UFF), contou com sete participantes, incluindo uma aluna do 9º ano, uma do 8º ano, duas do 3º ano do ensino médio e três professoras, responsáveis por cada escola (Figura 5). A

segunda edição foi realizada no evento Simplesmente Mulher, em *28 de setembro de 2024*, organizado pela reitoria da UFF, que abriu espaço para projetos de extensão voltados para questões de gênero, reunindo 50 participantes de diferentes idades e gêneros (Figura 6). Por fim, a última edição aconteceu na Niteroi Expo Geek, em *9/10 de novembro de 2024*, um evento gratuito de cultura, que contou com 128 participantes ao longo dos dias, sendo a maioria crianças de até 12 anos, de diferentes gêneros. A seguir são descritas as diversas etapas da execução.

Abertura e Introdução A oficina de construção de circuitos elétricos foi apresentada de forma lúdica e convidativa, com o intuito de captar a atenção das crianças e adolescentes, que eram o público principal. A introdução começou com uma metáfora simples: comparar o funcionamento de um circuito à lâmpada acesa ao pressionar um interruptor. Para tornar a experiência mais divertida, foi realizado um pequeno jogo de perguntas, no qual as participantes tentavam adivinhar como a eletricidade fazia a lâmpada acender. Essa abordagem não apenas despertou a curiosidade dos participantes, mas também forneceu uma base de compreensão.



Figura 5. Momentos da oficina de circuitos com alunas bolsistas do Projeto Include Meninas, com etapas da construção e apresentação dos trabalhos realizados.

Demonstração Inicial: Após a introdução, a construção do circuito foi demonstrada de forma clara e didática. A abordagem adotada seguiu um "passo a passo", com pessoas mediadoras mostrando como conectar os componentes básicos do circuito. Na primeira oficina, foi utilizada uma apresentação de slides para facilitar a explicação, enquanto nas edições seguintes, foi empregado material impresso com o mesmo conteúdo. Cada etapa foi detalhadamente explicada, permitindo a visualização do funcionamento dos componentes e sua interação. A demonstração inicial permitiu que as pessoas participantes observassem um circuito simples funcionando em tempo real, com o LED acendendo assim que o circuito estava completo. Além disso, foram incentivadas a explorar suas próprias ideias na construção do circuito, promovendo um aprendizado mais ativo.

Execução das Atividades Com o entendimento básico do circuito, cada pessoa começou a construir seu próprio projeto, aplicando o que havia aprendido a partir do modelo apresentado. A execução das atividades foi um momento crucial, permitindo a criação dos circuitos individuais. A configuração das oficinas variou em suas edições. Na primeira, as bolsistas se sentaram em um semicírculo, com kits prontos contendo todos os materiais necessários. O processo foi conduzido de forma sincronizada, com cada participante realizando uma etapa de cada vez, o que garantiu que todos estivessem no mesmo estágio do processo. Quem terminava mais rapidamente ajudava aqueles com

dificuldades, promovendo um ambiente colaborativo. No evento organizado pela reitoria da universidade, a oficina foi realizada em um estande, com o público em pé, o que tornou as sessões mais dinâmicas e rápidas, como ilustrado na Figura 6. Já no evento gratuito de cultura, as atividades ocorreram em duas grandes mesas, com as sessões acontecendo simultaneamente, como ilustrado na Figura 7. Quando o fluxo de participantes era menor, mediadores ofereciam um atendimento mais individualizado, ajustando a oficina conforme novos interessados chegavam. Houve colaboração entre os participantes, com aqueles mais confiantes auxiliando os mais tímidos, o que contribuiu para um ambiente de troca e incentivo.

O diferencial das oficinas foi a proposta de que, após o circuito estar funcional, cada participante deveria fazer um desenho que representasse seu próprio projeto, conectando a teoria dos circuitos com a prática criativa. Isso foi particularmente atrativo para as crianças e adolescentes, que gostaram de ver seu circuito "ganhando vida" e expressar esse processo através da arte.



Figura 6. Momentos da oficina de circuitos no evento Simplesmente Mulher: uma interação dinâmica entre participantes de diferentes idades e gêneros, com uma abordagem temática inspirada em Ada Lovelace.

Interação e Aprendizado: A interação entre as pessoas participantes foi um dos destaques da oficina, com a curiosidade dos participantes evidente desde o início. Foram feitas perguntas sobre o funcionamento dos circuitos e as pessoas foram incentivadas a testar suas próprias hipóteses por meio da experimentação. Em vez de receberem respostas diretas, exploraram possibilidades como acender dois LEDs simultaneamente, aprendendo na prática com tentativa e erro. Além do apoio dos mediadores, a colaboração entre as próprias participantes foi essencial, com as mais extrovertidas trocando ideias e as mais tímidas se sentindo mais à vontade conforme o entusiasmo do grupo crescia.

Na terceira edição, os familiares, inicialmente apenas observadores, logo se envolveram ao perceberem o interesse das crianças e adolescentes e a simplicidade da atividade. O ambiente tornou-se um espaço de aprendizado intergeracional, com adultos curiosos sobre os conceitos elétricos e a aplicação dos componentes. A oficina não apenas ensinou eletrônica básica, mas também estimulou a criatividade e a colaboração. As reações variavam entre surpresa e entusiasmo ao verem seus circuitos funcionando, reforçando que o aprendizado pode ser divertido e social.

5. Resultados

Nesta seção, são apresentados os principais resultados obtidos a partir da realização das oficinas, analisando o engajamento, a participação dos envolvidos e a compreensão dos



Figura 7. Momentos da oficina de circuitos durante o evento de cultura: interação entre mediadores e participantes, integração familiar e criações artísticas.

conceitos abordados. Além disso, são discutidos os aprendizados adquiridos ao longo do processo, destacando pontos positivos, pontos a serem melhorados e opiniões relevantes para que, em futuras edições, essa atividade possa ser replicada a aperfeiçoada.

Percepções das pessoas participantes: Na primeira oficina, realizada com alunas bolsistas do Projeto Include Meninas (UFF), as sete participantes avaliaram a atividade, por meio de um formulário, disponível em <https://github.com/Include-Meninas-UFF>. A maioria avaliou a oficina como de fácil compreensão e relatou um aumento no interesse pela computação após a experiência. Ao serem questionadas sobre a aplicação dos conceitos no ambiente escolar, sugeriram seu uso no ensino de física e arte, evidenciando o potencial interdisciplinar dos circuitos em papel. Além disso, 57% das participantes inovaram e acrescentaram um toque pessoal aos projetos, demonstrando o estímulo à criatividade. Houve ainda sugestões para novas oficinas explorando outros componentes e relacionando os circuitos a objetos do cotidiano, refletindo um alto nível de engajamento. Quanto ao conhecimento prévio, 85% das participantes não tinham familiaridade com os conceitos apresentados, e 42% nunca haviam trabalhado com os componentes utilizados, indicando que, com explicações simples e uma abordagem inclusiva, a oficina pode ser conduzida com sucesso, mesmo para iniciantes.

Nas oficinas abertas ao público, a diversidade de participantes foi um aspecto marcante, com destaque para meninos e meninas de cinco a doze anos, cuja curiosidade era despertada ao verem as luzes do LED acenderem. O interesse surgia principalmente ao observarem o resultado final, levando-os a questionar sobre o funcionamento dos circuitos. Mesmo as pessoas adultas, apesar de algumas dificuldades em lembrar conceitos como polaridade, conseguiram aplicar os princípios básicos na montagem, beneficiando-se de explicações simplificadas, onde termos técnicos foram substituídos por expressões simplificadas. Além do aprendizado técnico, a criatividade teve um papel central, com muitos participantes personalizando seus projetos, transformando-os em cartões decorativos e incorporando mensagens aos desenhos. A liberdade para explorar diferentes formas de aplicação dos circuitos proporcionou uma experiência expressiva e envolvente, tornando o aprendizado mais significativo.

Desafios Técnicos e Pedagógicos: Durante a oficina, a montagem dos circuitos apresentou desafios técnicos, especialmente na aplicação da fita de cobre, essencial para a condução da eletricidade. A dificuldade surgiu logo nos primeiros passos, quando foi preciso colar a fita adesiva no papel sem que ela enrolasse. Para evitar esse problema, foi recomendado retirar o adesivo gradualmente. Além disso, muitas crianças, ainda em

fase de desenvolvimento da coordenação motora fina, enfrentaram dificuldades ao manipular a fita e evitar que as tiras se tocassem. Para mitigar esses desafios, mediadores foram designados para acompanhar de perto as pessoas participantes mais jovens, prevendo curtos-circuitos e garantindo o funcionamento adequado dos circuitos. Ajustes na comunicação também foram essenciais: termos técnicos como "LED" foram substituídos por "luz", e "polaridade" foi explicado como "lado positivo e negativo", facilitando o entendimento e o engajamento do público.

Além dos desafios técnicos, houve obstáculos pedagógicos, especialmente na frustração dos mais jovens ao enfrentarem dificuldades na montagem. Alguns participantes demonstraram desânimo ao colarem a fita de forma errada ou não compreenderem imediatamente o processo. Para contornar essa situação, mediadores ofereceram suporte individualizado, adaptando o ritmo de cada etapa e incentivando a tentativa sem medo de errar. Esse processo reforçou a importância do aprendizado baseado na experimentação e no erro, ajudando os participantes a desenvolverem habilidades socioemocionais, como resiliência e comunicação.

Aprendizados: A oficina de circuitos elétricos em papel destacou-se como uma atividade de fácil reprodução e interessante para introduzir conceitos básicos de eletricidade de forma lúdica, simples e eficaz. A acessibilidade foi um dos principais pontos positivos, permitindo que participantes de diferentes idades, raças e sexos, desde crianças pequenas até idosos, conseguissem montar seus circuitos com as adaptações adequadas. A abordagem prática e interativa facilitou a assimilação dos conceitos elétricos, tornando o aprendizado mais dinâmico e estimulante. Além disso, o formato da oficina incentivou a experimentação, a cooperação entre os participantes e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como pensamento crítico e resolução de problemas. A organização prévia da atividade, com kits contendo materiais já preparados, foi essencial para garantir fluidez e evitar atrasos, tornando a replicação da oficina viável em diferentes contextos, como escolas e feiras científicas.

Alguns desafios foram identificados ao longo da oficina, apontando possíveis melhorias para futuras edições. Um dos principais ajustes sugeridos foi a preparação de fitas de cobre já cortadas e a realização de uma demonstração prévia para evitar dificuldades no manuseio desse material. Além disso, a escolha das cores dos LEDs também se mostrou um fator relevante, pois cores muito claras, como amarelo ou branco, pareciam menos intensas em ambientes bem iluminados, gerando momentos de frustração. Optar por LEDs de cores mais vibrantes, como vermelho ou azul, pode tornar a experiência mais satisfatória. No geral, a oficina gerou grande entusiasmo entre as pessoas participantes, com muitos expressando interesse em replicar a atividade em casa ou em sala de aula. Professores e familiares destacaram o impacto positivo na curiosidade e no engajamento das meninas, reforçando a importância de iniciativas como essa para incentivar o aprendizado de eletrônica e STEAM de forma descomplicada e divertida.

6. Conclusões

Os circuitos em papel representam uma ferramenta criativa de grande potencial, unindo eletrônica e arte para transformar o aprendizado em uma experiência expressiva e descomplicada. A oficina demonstrou que, ao invés de apenas ensinar conceitos técnicos, essa abordagem permite que as pessoas participantes utilizem a eletrônica como um meio de

criação, desenvolvendo projetos personalizados e explorando novas formas de interação com a tecnologia. Esse processo estimula a curiosidade e amplia a percepção da eletrônica como uma linguagem criativa, aproximando-a de públicos diversos de maneira cativante.

A experiência ressaltou a importância do aprendizado prático e da experimentação livre, incentivando a exploração das ideias e estilos próprios. O ambiente colaborativo favoreceu a troca de conhecimentos e o desenvolvimento de projetos originais, mostrando que a eletrônica pode ser um instrumento para expressão pessoal. Além disso, o envolvimento espontâneo de diferentes faixas etárias reforçou o potencial dos circuitos em papel como uma ferramenta versátil para estimular a criatividade e tornar a tecnologia mais entendível e inspiradora.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem as escolas parceiras do Projeto Include Meninas (UFF) e todas as pessoas participantes das atividades.

Referências

- Barino, R., Dornelas, N., Gomes, A., Gonçalves, G., Rodrigues, R., Santos, R., Boeres, C., Calaza, K., Martins, S., Nascimento, A., and Salgado, L. (2024). Sim, nós podemos. ações para empoderamento de meninas e mulheres na computação. In *Anais do XVIII Women in Information Technology*, pages 47–58, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Buechley, L., Eisenberg, M., Catchen, J., and Crockett, A. (2008). The lilypad arduino: using computational textiles to investigate engagement, aesthetics, and diversity in computer science education. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '08, page 423–432, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- de. Moraes, D. A. (2018). *Experimentação tecnológica na educação*. Editora Senac São Paulo.
- IBGE (2025). *Censo Demográfico 2022 : educação : resultados preliminares da amostra / IBGE*. IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102161.pdf> [Acessado:06.03.2025].
- Leal, V. and Borges, M. (2019). Aprendizagem criativa nas escolas brasileiras. In *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola*, pages 1169–1173, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Maciano, G., Sassi, S., Costa, M., Nunes, E., and Maciel, C. (2023). Abordagem steam: lixo eletrônico e atividades interativas para fomentar igualdade e equidade de gênero nas áreas stem. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 152–163, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- OGlobo (2024). Mulheres são minoria em cursos de ti, e percentual de formadas em exatas cai em dez anos. <https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2024/03/08/mulheres-sao-minoria-em-cursos-de-ti-e-percentual-de-formadas-em-exatas-cai-em-dez-anos.ghtml> [Acessado:27.02.2025].
- Qi, J. (2012). Pu gong ying tu (dandelion painting). <https://technolojie.com/pu-gong-ying-tu-dandelion-painting/> [Acessado:27.02.2025].

- Qi, J. and Buechley, L. (2014). Sketching in circuits: designing and building electronics on paper. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '14, page 1713–1722, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Rymshina, I. (2024). *Meet the Maker: Moonshotkidz*. <https://chibitronics.com/2024/05/30/meet-the-maker-moonshotkidz>.
- Santos, C., Silva, D., Roque, A., Lima, J., and Ben, M. (2019). Tecendo espaços e experiências no campo da robótica educacional para fomentar o interesse de meninas pela área de computação. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 25(1):09–18.
- Sass, C., Santos, G., Pessoa, J., Brandão, M., Rodriguez, C., and Berbert, J. (2023). Um relato sobre estratégias de incentivo ao ingresso e permanência de mulheres em áreas de stem. In *Anais do XVII Women in Information Technology*, pages 451–456, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Sobreira, E., Viveiro, A., and D'Abreu, J. (2016). Do paper circuit à programação de arduino com scratch: uma sequência didática para aprendizagem do conteúdo de energia nos anos iniciais do ensino fundamental. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 22(1):456–465.