

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

Falta de acesso de conteúdo literário para pessoas cegas: criação de um célula braille digital acessível

ISABELLI FERREIRA DA SILVA¹, MARIANA PRATA LEITE², MELISSA ALVES DOS SANTOS³, SAMAEL GONÇALVES ANDREETA⁴, MAURICIO NEVES ASENJO⁵, CLEBER PINHEIRO DA COSTA NEVES⁶, ENZO BERTAZINI⁷

¹ Cursando Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus Cubatão, isabelli.ferreira@aluno.ifsp.edu.br

² Cursando Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus Cubatão, leite.prata@aluno.ifsp.edu.br

³ Cursando Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus Cubatão, melissa.a@aluno.ifsp.edu.br

⁴ Cursando Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus Cubatão, beatrix.g@aluno.ifsp.edu.br

⁵ Especialista em Ciência da Computação pela UNISANTA e docente do IFSP, Campus Cubatão, asenjo@ifsp.edu.br

⁶ Tecnólogo em Automação Industrial no IFSP, Campus Cubatão, cleber.neves@ifsp.edu.br

⁷ Mestre em Engenharia Elétrica pela USP e docente do IFSP, Campus Cubatão, enzo@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

RESUMO: Existe uma carência de acesso à literatura e à alfabetização para pessoas cegas. O objetivo deste trabalho é propor uma solução prática com o desenvolvimento de um protótipo de dispositivo computacional de baixo custo para facilitar o acesso à leitura em braille. Com base na análise de artigos e projetos semelhantes, foi desenvolvido um protótipo utilizando Arduino e outros componentes eletrônicos. O projeto apresentou sucesso nas etapas realizadas até agora e está no processo de transição para a utilização de solenoides. O trabalho continua em andamento e o objetivo final é alcançar um dispositivo acessível que respeite as normas técnicas, possibilitando seu uso como ferramenta inclusiva e de apoio em aulas para pessoas com deficiência visual.

PALAVRAS-CHAVE: acessibilidade; arduino; braille; baixo-custo; literatura; tecnologia.

The lack of access to literature contest to blind people: creation of a digital braille cell accessible

ABSTRACT: There is a lack of access to literature and literacy resources for blind individuals. The objective of this work is to propose a practical solution by developing a low-cost computational device prototype to facilitate access to Braille reading. Based on the analysis of articles and similar projects, a prototype was developed using Arduino and other electronic components. The project has shown success in the stages completed so far and is currently transitioning to the use of solenoids. The work is ongoing, with the ultimate goal of creating an accessible device that adheres to technical standards, enabling its use as an inclusive and supportive tool in classes for visually impaired individuals.

KEYWORDS: accessibility; arduino; braille; low-cost; literature; technology.

INTRODUÇÃO

O sistema braille, desenvolvido por Louis Braille no início do século XIX (Jiménez, J. et al., 2009), teve sua universalização pela UNESCO em 1950, e seu reconhecimento como uma "linguagem vital de comunicação" em 2005. Assim, destaca-se a importância contínua do braille na promoção da equidade e do acesso à informação, sendo sua criação um dos marcos mais significativos na história da acessibilidade para pessoas com deficiência visual.

Consistindo em um conjunto de 63 sinais formados a partir de uma matriz de seis pontos, a cela, ou célula, braille (Brasil, 2018) permite a leitura e escrita por meio do toque, transformando a maneira como os cegos interagem com o mundo ao seu redor.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui mais de 45 milhões de pessoas com deficiência, e a maioria têm deficiência visual, o que representa quase 36 milhões de pessoas. Contudo, apenas cerca de 5% da literatura no mundo está transcrita para braille.

Dito isso, a criação de tecnologias assistivas acessíveis é essencial para promover a inclusão de pessoas com deficiência visual na sociedade digital moderna, já que a leitura por meio dos símbolos é indispensável para o desenvolvimento do intelecto (Eugenio; Carvalho; de Freitas, 2023). Desde 1980 existem os displays braille, porém os preços são exorbitantes e inacessíveis para a maioria da população.

Neste contexto, o presente trabalho propõe a criação de uma célula braille digital de baixo custo para promover a autonomia e inclusão das pessoas cegas. Para isso, foram somadas ideias vistas em outros projetos semelhantes, no entanto, com a ambição de algo não alcançado até então: uma célula braille acessível que respeite as normas técnicas do tamanho dos pontos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa iniciou-se com a avaliação da necessidade, sendo feito um levantamento teórico com a bibliografia sobre o tema a fim de comprovar a relevância da realização do projeto.

De acordo com Moreira (2023), a substituição dos livros físicos e em braille por tecnologias de leitura de texto, como *audiobooks*, limita o desenvolvimento pleno do indivíduo, uma vez que a leitura fomenta o pensamento crítico, aprimora as habilidades de escrita e potencializa o uso da imaginação. No entanto, o braille possui diversas limitações para o acesso, pois o material físico, além de custoso, é volumoso e pesado, dificultando o seu transporte (Santos *et al.*, 2016).

Como recurso, foram consultados pedagogos especializados em educação especial e estudantes cegos no ensino médio, ambos aprovaram a pertinência e desenvolvimento do projeto.

Dessa forma, a relevância do projeto foi atestada, visto que se espera como resultado a capacidade de resolver as problemáticas identificadas.

Assim, foi verificado o “estado da arte” para o aproveitamento dos aspectos positivos de dispositivos semelhantes, visando uma maior eficácia do nosso próprio. Esse estudo dirigiu-se pela leitura de artigos do tema, totalizando no fichamento de 5 artigos com base nas seguintes perguntas sobre cada um:

1. Quais componentes de *hardware* foram empregados no desenvolvimento desses projetos?
2. Como foi concebida a estrutura dos dispositivos apresentados nos documentos?
3. Quais tipos de atuadores foram integrados nos dispositivos analisados?
4. Qual *software* ou linguagem de programação foi utilizado para viabilizar o funcionamento desses dispositivos?
5. Quais facilidades foram identificadas durante o desenvolvimento desses projetos?
6. Quais foram as principais dificuldades enfrentadas durante a implementação desses dispositivos?
7. Esses dispositivos estão atualmente em uso? Em caso negativo, qual o motivo da não adoção dessas tecnologias?
8. Qual foi o custo total do projeto?
9. Resumo conciso de como esses dispositivos funcionam na prática.

Após obter respostas para as perguntas com base nos artigos analisados, iniciou-se o processo da criação de um protótipo virtual e, em razão do sucesso dele, foram implementados os primeiros passos para o desenvolvimento do dispositivo tátil habilitado para leituras digitais. Neste processo, utilizaram-se os seguintes materiais presentes na tabela (1) a seguir:

Tabela 1. Informações sobre os materiais utilizados

<i>Software</i>	<i>Hardware</i>
Arduino IDE	Arduino Mega
Visual Studio Community	LEDs
Tinkercad	Resistores
VSPE	Protoboard pequena
	Computador
	Cabo USB
	Cabos machos
	Módulos semáforo de LED

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A consulta com os pedagogos responsáveis pelo atendimento especializado e com a estudante com deficiência do primeiro ano do ensino médio atestou a pertinência do projeto. Além disso, trouxe outras aplicações, como a utilização do dispositivo para a alfabetização em braille, pela criação de um programa com atividades personalizadas para que pessoas cegas possam praticar com o dispositivo.

Após isso, a análise dos artigos referenciados (Tabela 2) revelou que a maior problemática dos projetos desenvolvidos foi a definição de atuadores que possibilitem a criação de um *hardware* que respeite a restrição de 2 mm para o diâmetro de cada ponto contido na célula braille. Com isso, concluiu-se que a dimensão dos atuadores implica em limitações físicas para a produção do dispositivo.

Tabela 2. Informações sobre os dispositivos analisados

Autor e ano	Principais Vantagens	Principais Desvantagens	Custo Total
Marques Filho; Chaves; de Oliveira, 2024	O propósito do dispositivo era o ensino do braille, então não possuía a necessidade de uma leitura rápida.	Foi necessário a elaboração de um <i>software</i> que permita boa interação com o usuário e escolha dos solenoides.	Aproximadamente R\$876,00.
Santiago <i>et al.</i> , 2020	Os micromotores escolhidos permitiram ao dispositivo alcançar semelhança com os modelos comerciais.	O dispositivo não é apropriado para leituras longas e nem alcançou grandes velocidades.	Custo total de R\$1527,00. No entanto, com recursos disponíveis na oficina de produção, o valor será reduzido para R\$278,00.
Rocha <i>et al.</i> , 2019	O custo foi relativamente baixo.	Foram detectadas algumas divergências	Os autores não relatam, mas a parte

		entre a solução proposta com apenas uma célula e a leitura tradicional em braille.	eletrônica citada chega ao total de R\$105,36.
Cho <i>et al.</i> , 2006	A possibilidade de controlar a movimentação dos pontos braille de forma precisa e eficiente usando motores lineares piezoelétricos.	O tamanho e custo do controlador de dispositivos devido às voltagens relativamente altas para operar os motores piezoelétricos.	Não há informações disponíveis sobre o custo total do projeto.
Torres; Ramirez, 2019	O programa foi facilmente adaptado para outros atuadores.	Encontrar solenoides adequados.	O custo total do projeto, registrado no documento, foi de R\$129,67.

A partir das pesquisas realizadas, elaborou-se um esboço da estrutura inicial idealizada do protótipo para proporcionar uma melhor visualização do projeto, exibido na Figura 1. Em que a célula braille do dispositivo servirá para o apoio do dedo e mudará os caracteres em braille, conforme o texto recebido.



FIGURA 1. Esboço do protótipo

Em seguida, iniciou-se o desenvolvimento do projeto virtualmente simulado no Tinkercad (Figura 2). Posterior à consolidação da ideia, o código Arduino em C++ foi implementado e consiste no recebimento de mensagens via console. Essas mensagens são transcritas para o braille, representadas pelos 6 LEDs, que estão organizados estruturalmente como uma célula braille (3x2).

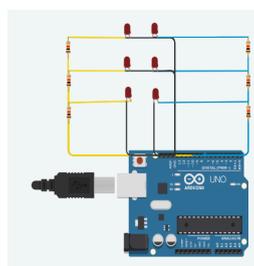


FIGURA 2. Protótipo Virtual no Tinkercad

Em continuidade, foi realizado o uso do *software* Visual Studio Community para a criação de um formulário que recebesse um arquivo .txt (Figura 3) e a enviasse para o Arduino, o qual exibe a mensagem em braille pelos LEDs, utilizando conexão serial para essa comunicação. Dessa forma, o desenvolvimento da proposta dividiu-se em duas etapas, *software* e *hardware*.

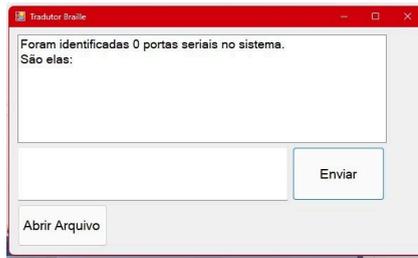


Figura 3. Formulário que envia um arquivo .txt para o Arduino por meio do computador

O desenvolvimento do *hardware* consistiu na utilização dos LEDs programados para acenderem letra por letra, conforme o caractere braille recebido pelo programa (Figura 4). Desta forma, na transição dos LEDs irá permanecer o mesmo código, visto que o solenoide possui apenas dois estados, assim como os LEDs: *HIGH* e *LOW*.

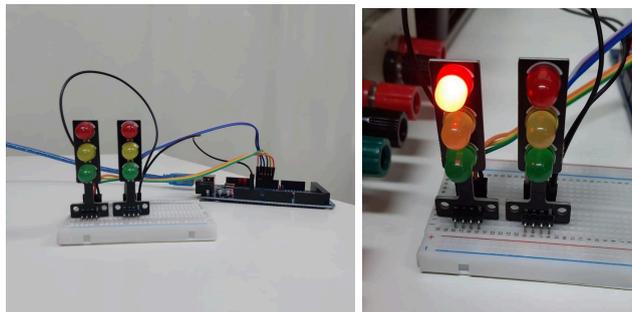


FIGURA 4. Protótipo físico em funcionamento

O sucesso do dispositivo nessa fase inicial é motivador para aprimoramentos futuros. Acredita-se que, na sua fase final, o projeto será apto para ultrapassar as barreiras que o braille ainda possui.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos até o momento são promissores, evidenciando o potencial do protótipo como uma ferramenta inovadora para pessoas cegas.

Tendo o projeto físico apresentado resultados satisfatórios, foi dada a garantia do funcionamento com LEDs. Dessa forma, o desenvolvimento do dispositivo avançará e o protótipo atual será aprimorado com novos componentes e funcionalidades. Estas etapas futuras incluem a finalização do design da interface, construção da estrutura na impressora 3D, migração do dispositivo de apoio para o celular, a substituição dos LEDs por solenoides e, por fim, a aplicação dos testes de usabilidade com pessoas com deficiência visual.

Até o momento, foi feita a realização de um protótipo funcional do que foi estipulado anteriormente virtualmente. Estes resultados promissores evidenciam o potencial do protótipo de ser utilizado como uma ferramenta inovadora.

Espera-se que, quando finalizado, o dispositivo possa servir de apoio na alfabetização em braille, como uma ferramenta de inclusão e autonomia para as pessoas cegas.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Isabelli atuou na conceitualização do projeto, e juntamente com Melissa, realizou o desenvolvimento, implementação e teste do dispositivo. Mariana foi responsável pelo design da apresentação de dados.

Isabelli, Mariana, Melissa e Samael realizaram a curadoria de dados e pesquisa.

Maurício cooperou na administração do projeto e, em conjunto com Cléber participaram da supervisão e disponibilização de ferramentas. Maurício e Enzo validaram os dados e experimentos obtidos e estiveram na metodologia.

A redação do manuscrito foi realizada por Isabelli e Mariana, e revisada por elas com Maurício,

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que contribuíram para a realização deste projeto. Cada um de vocês trouxe uma contribuição única e valiosa, ajudando a transformar uma ideia em algo concreto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **GRAFIA BRAILLE PARA A LÍNGUA PORTUGUESA**. Brasília, 2018.

CHO, H. et al. **Development of a Braille Display using Piezoelectric Linear Motors**. 2006 SICE-ICASE International Joint Conference. **Anais...IEEE**, 2006.

EUGENIO, E. L. DE M.; CARVALHO, M. M. F.; DE FREITAS, R. F. RECONHECENDO O MUNDO COM AS MÃOS: O SISTEMA BRAILLE COMO FERRAMENTA DE LEITURA E ESCRITA. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 07, p. 7839–7862, 10 jul. 2023.

JIMÉNEZ, J. et al. Biography of Louis Braille and Invention of the Braille Alphabet. **Survey of Ophthalmology**, v. 54, n. 1, p. 142–149, jan. 2009.

MARQUES FILHO, L. A.; CHAVES, G. J. DE A.; DE OLIVEIRA, P. H. A. Desenvolvimento de um dispositivo para aprendizagem do sistema Braille. **Brazilian Journal of Development**, v. 10, n. 1, p. 2482–2494, 31 jan. 2024.

MOREIRA, R. E. C. **A formação leitora e a deficiência visual: reflexões sobre o acesso à literatura braille**. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Pedagogia) – Centro de Educação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/27529>>.

ROCHA, V. H. D. et al. **Ensinando a Identificação de Caracteres Braille utilizando Dispositivos Móveis e um Display Braille**. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 82–91, 2019. DOI: 10.22456/1679-1916.99429. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/99429>.

SANTIAGO, G. et al. **CELTA: Sistema de célula tátil para leitura Braille**. São Carlos, 2020. Disponível em: <https://celta.ufscar.br/wp-content/uploads/2020/04/Manual-de-confec%C3%A7%C3%A3o-Celta.pdf>

SANTOS, V. et al. **Meios de acesso à literatura para pessoas com cegueira: Braille ou Áudio-livro?** Revista Educação Especial, v. 29, n. 55, p. 337, 9 ago. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/10522/pdf>>

TORRES, H. D.; RAMIREZ, A. R. G. Projeto de uma Cella braille de baixo custo. **Revista Educação, Psicologia e Interfaces**, v. 3, n. 4, p. 135–149, 2019. Disponível em: <<https://educacaoepsicologia.emnuvens.com.br/edupsi/article/view/189>>.