

Material tátil impresso em 3D para ensinar estrutura de dados às pessoas com deficiência visual

Allan Bezerra¹, Agebson Façanha², Nécio Veras², Windson Viana¹

¹Universidade Federal do Ceará (UFC)
Fortaleza – CE – Brasil

²Instituto Federal do Ceará (IFCE)

{allangeorge, windson}@virtual.ufc.br,

{agebson, necio.veras}@ifce.edu.br

Abstract. *This paper presents ongoing research on teaching binary trees in the Data Structures course to visually impaired students in Computer Science. Given the challenges professors face regarding inclusive special education and the lack of accessible educational tools, the study aims to develop a tactile educational material that facilitates accessible teaching of Data Structures. The research follows the Design Science methodology and proposes an accessible product of tactile material produced through 3D printing and didactic sequences to support the instructors. The material has been prototyped, and the next stage of the research will involve evaluation with students and professors.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma pesquisa em andamento sobre o ensino de árvores binárias na disciplina de Estruturas de Dados para alunos com deficiência visual na área de Computação. Diante das dificuldades enfrentadas pelos professores em relação à educação especial inclusiva e da escassez de ferramentas didáticas acessíveis, o estudo visa desenvolver um material educacional tátil que facilite o ensino acessível de Estruturas de Dados. A pesquisa adota a metodologia Design Science e propõe um produto acessível, composto por material tátil produzido por impressão 3D e sequências didáticas para apoiar os professores. Atualmente, o material foi prototipado, e a próxima etapa da pesquisa será a avaliação com estudantes e professores.*

1. Introdução

As pesquisas voltadas para a educação especial na perspectiva inclusiva têm ajudado a identificar e conhecer muitos problemas no ensino de pessoas com deficiência (PCD). No tocante ao ensino superior, os professores não possuem formação pedagógica, e, especialmente os não licenciados, não trabalham com a temática [Arruda et al. 2020]. A falta de tempo para se dedicarem ao planejamento das aulas, às metodologias e ao preparo/adaptação do material didático a ser utilizado, dificulta ainda mais o desenvolvimento de soluções para obter uma aula mais inclusiva, mesmo que algumas ações improvisadas funcionem parcialmente, permitindo uma maior inserção do aluno com deficiência no processo de ensino e aprendizagem [Luque et al. 2018].

Norteadada pela Declaração de Salamanca [Brasil 1994], a legislação brasileira assegura vários direitos das PCD, como o acesso à educação em todos os níveis de ensino

[Lei 1996]. Protagonizando esse cenário, a Lei Brasileira de Inclusão (LBI) [Lei 2015], em seu artigo 28, traz mais especificações sobre as ações a serem tomadas em prol de uma maior acessibilidade para a entrada, permanência e êxito das PCD no ambiente escolar. Pode-se destacar o inciso VI, que evidencia a importância de estudos de métodos, técnicas pedagógicas e materiais didáticos acessíveis, o inciso VII fala da disponibilização e usabilidade pedagógica de tecnologia assistiva, e o XIII dá um enfoque na equidade no ensino pós escola básica, inclusive no nível superior.

Especificamente na área de tecnologia, os cursos ligados à Ciência da Computação são escolhas comuns entre as pessoas com Deficiência Visual (DV), devido a sua familiaridade com as tecnologias digitais, já que várias tecnologias assistivas estão disponíveis nesse formato, e o uso do computador lhes permitem desenvolver diversas atividades que não conseguiriam sem ele [Pansanato et al. 2012]. Ao lado de outros cursos de exatas, aqueles que abordam o ensino de Computação sofrem com a escassez de ações e ferramentas práticas que promovam a inclusão de alunos com DV [Luque et al. 2018]. É comum a utilização de recursos visuais para trabalhar vários conteúdos, e, em muitos casos, eles são os únicos recursos didáticos para abordar determinados temas. Entretanto, o uso exclusivo de imagens para o ensino é inviável para discentes com cegueira e até mesmo com baixa visão [Borges and de Segadas-Vianna 2020].

Nos cursos que envolvem programação, é comum a presença do conteúdo de Estrutura de Dados. Essa disciplina utiliza imagens como recursos didáticos de forma frequente [Luque et al. 2018], consequentemente os professores que receberem um aluno com DV vão se deparar com o desafio de incluí-lo no processo de ensino e aprendizagem. Isso ocorre porque o conteúdo de Estrutura de Dados utiliza imagens para materializar conteúdos mais abstratos a fim de facilitar a compreensão [Pansanato et al. 2012]. O entendimento do assunto é dependente dos recursos gráficos para executar os algoritmos estudados, e, consequentemente, as atividades, como exercícios e avaliações, as quais são realizadas com desenhos feitos pelos próprios alunos. Um estudante com DV ficaria totalmente excluído de todo esse contexto, pois precisaria de adaptações para utilizar o tato ou audição para ter acesso a esse conteúdo [dos Santos Andrade and Fernandes 2016].

Analizando o cenário descrito, este trabalho busca responder à seguinte questão: “Como apoiar o professor na adaptação de conteúdos visuais no ensino de Estruturas de Dados para alunos com DV?”. Para abordar essa questão, o objetivo deste estudo é desenvolver um material educacional tátil que facilite o ensino acessível de Estruturas de Dados para alunos com DV. Neste contexto, o artigo descreve o processo de desenvolvimento baseado na impressão 3D de um modelo tridimensional, projetado para auxiliar no ensino de Árvore Binária¹.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a introdução é seguida pela seção de Acessibilidade no ensino de Estruturas de Dados. Na seção 3 é apresentada a metodologia, detalhando as principais características do método empregado e sua aplicação. A seção 4 apresenta os principais resultados parciais atingidos e o estágio atual da pesquisa, enquanto a seção 5 traz as considerações finais, sugerindo direções para trabalhos futuros.

¹ Vale frisar que o presente estudo está sendo desenvolvido por um pesquisador com baixa visão e egresso do curso de Computação.

2. Acessibilidade no Ensino [de Estrutura de Dados]

No ensino superior, a área de exatas é um desafio para os alunos com DV e seus professores, pois os cursos dessa área não possuem preparo para acolher discentes com cegueira ou baixa visão, de forma equânime aos demais [Borges and de Segadas-Vianna 2020]. Isso ocorre pela falta de capacitação docente, estrutura técnica ou organizacional da instituição e, ainda, pela escassez de equipamentos ou materiais educacionais acessíveis, os quais poderiam proporcionar maior autonomia de estudantes com essas condições [Alves et al. 2022]. A instituição de ensino deve se adequar às características específicas de cada estudante, incluindo uma eventual condição de deficiência, ou seja, o aluno deve ser acompanhado de forma que ele receba todo aparato necessário para seguir com seus estudos de forma equânime aos demais estudantes, e o professor precisa conhecer suas necessidades para saber como atendê-lo da melhor forma [Sánchez 2005].

É uma prática comum nos cursos de exatas a utilização de gráficos, diagramas ou imagens durante a abordagem dos conteúdos. Seja como o próprio objeto de estudo, no caso da Geometria, por exemplo, ou como um recurso facilitador do processo de ensino e aprendizagem [Luque et al. 2018, Bine and Ruiz 2019]. Neste último caso, é predominante o uso de recursos visuais como único meio didático para trabalhar diversos conteúdos da área de Computação, especialmente na disciplina de Estrutura de Dados [Luque et al. 2018].

Conceitualmente, uma estrutura de dados é uma maneira específica de armazenar e organizar os dados, com o intuito de manipulá-los com maior eficiência, especialmente em operações de busca e atualização [Cury et al. 2018].

Devido à complexidade das estruturas, os livros didáticos, as metodologias de ensino e até mesmo as atividades são realizadas através de ilustrações, as quais cumprem o papel de facilitar a compreensão dos conceitos e a execução dos algoritmos estudados, com a materialização visual de algo abstrato [Hadwen-Bennett et al. 2018]. No entanto, somente o uso de textos ou descrições em áudio não trazem a percepção imediata de conceitos básicos para analisar uma estrutura de dados. Quanto maior ou mais complexa for uma estrutura, essa representação não visual se torna cada vez mais inviável [Luque et al. 2018].

Uma estrutura de dados não linear, como por exemplo uma Árvore Binária (Figura 1), representa um desafio para o aluno com DV, pois tem maior complexidade em sua representação gráfica.

Uma Árvore Binária segue a regra de sempre se manter ordenada. Ou seja, todo nó armazenando uma chave menor que a guardada na raiz é posicionado à sua esquerda, e se for maior, é posicionado à sua direita. Essa regra se replica para posicionar (inserir, remover ou balancear) o nó em relação a qualquer outro [Szwarcfiter and Markenzon 1994].

É fácil perceber a falta de acessibilidade nos livros didáticos, nas simulações e nas práticas diárias dos professores, que fundamentam todo o processo de ensino e aprendizagem nessas representações visuais, desconhecendo adaptações para pessoas com DV [Zen et al. 2023, Hadwen-Bennett et al. 2018, Luque et al. 2018].

Em suma, a acessibilidade no ensino de Estruturas de Dados, particularmente para alunos com deficiência visual, enfrenta desafios significativos devido à dependência pre-

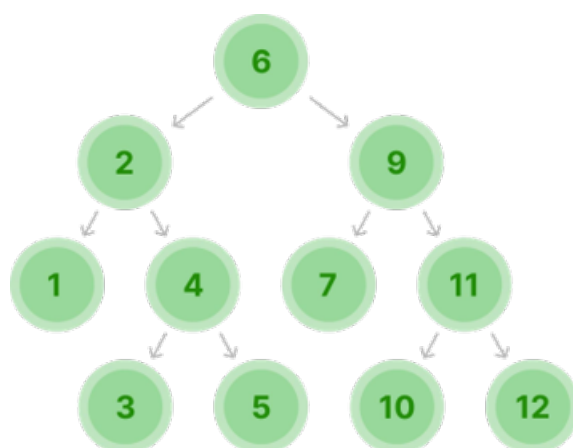


Figura 1. Representação gráfica de uma Árvore Binária de Busca

Fonte: Elaborada pelo autor

dominante de recursos visuais e à falta de preparo institucional e docente. A ausência de materiais educacionais adaptados limita a compreensão e a autonomia dos alunos com DV, especialmente em tópicos complexos como as estruturas de dados não lineares. Diante desse cenário, o desenvolvimento de metodologias e recursos didáticos para suprir essa lacuna e contribuir para uma educação mais inclusiva torna-se necessário.

3. Metodologia

A pesquisa adotou a metodologia Design Science (DS) para o desenvolvimento de um artefato que atenda ao rigor acadêmico enquanto busca soluções satisfatórias para problemas relevantes. Para tanto, foi valorizado o método abdutivo, que permite ao pesquisador utilizar sua criatividade e conhecimentos prévios na elaboração de hipóteses e na proposição de soluções para os questionamentos da pesquisa. A avaliação do artefato desenvolvido é essencial para validar as hipóteses sobre o nível de satisfação na resolução do problema identificado. Além disso, a comunicação dos resultados da pesquisa é fundamental para que outros pesquisadores possam acessá-la, utilizar o artefato desenvolvido em suas próprias investigações ou aprimorá-lo [Lacerda et al. 2013].

Neste sentido, a metodologia Design Science Research (DSR), proposta por [Dresch et al. 2020] e que opera através de etapas bem definidas, foi adotada por este estudo compreendendo doze etapas ilustradas na Figura 2.

Cada uma das etapas estruturam o processo de condução da pesquisa. O processo inicia com a “Identificação do Problema” (Etapa 1), onde se define o desafio a ser resolvido. Em seguida, a “Conscientização do Problema” (Etapa 2) envolve uma compreensão do contexto e da relevância do problema. A “Revisão Sistemática da Literatura (RSL)” (Etapa 3) é realizada para identificar estudos e soluções anteriores, estabelecendo o estado da arte sobre o tema. Na etapa de “Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problemas” (Etapa 4), são reconhecidos os artefatos existentes e categorizados os problemas semelhantes ao da pesquisa. A partir disso, pode-se realizar a “Proposição de Artefatos para Resolução do Problema” (Etapa 5) e sugerir soluções específicas. Na etapa “Projeto do Artefato” (Etapa 6), o artefato é detalhadamente e tecnicamente planejado, seguido pelo “Desenvolvimento do Artefato” (Etapa 7), onde é efetivamente criado.

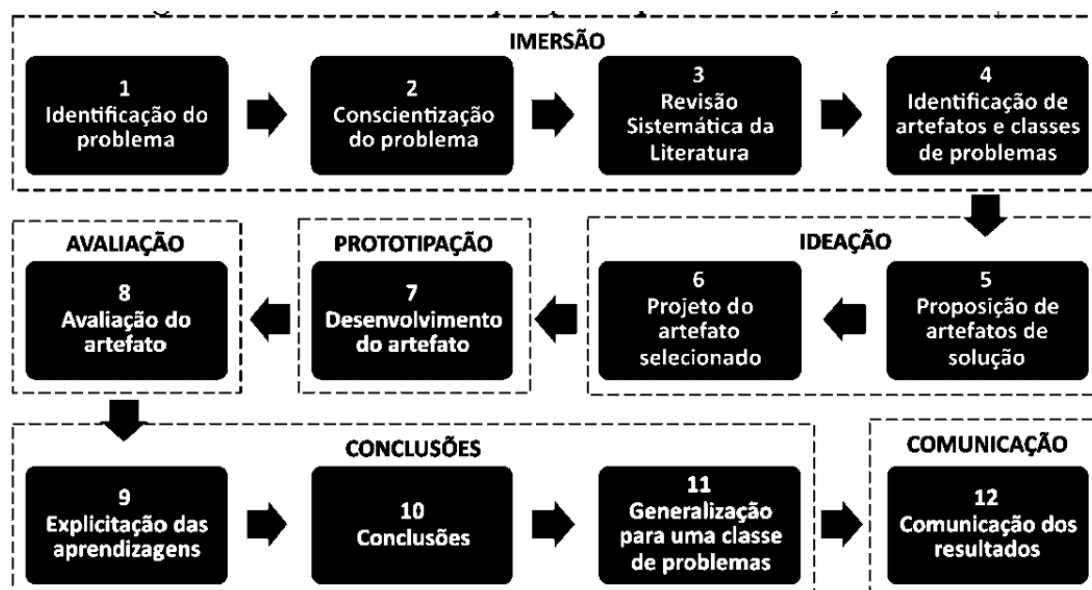


Figura 2. Etapas da DSR

Fonte: Elaborada por [Santana et al. 2023]

Posteriormente, a “Avaliação do Artefato” (Etapa 8) verifica sua eficácia na resolução do problema. A “Explicitação das Aprendizagens” (Etapa 9) reflete sobre as lições aprendidas durante o processo, enquanto a “Conclusão” (Etapa 10) resume os principais achados da pesquisa. Na “Generalização para uma Classe de Problemas” (Etapa 11), os resultados são ampliados para aplicação em contextos mais amplos. Por fim, a “Comunicação dos Resultados” (Etapa 12) envolve a divulgação dos achados para a comunidade acadêmica.

4. Resultados parciais

4.1. Etapas realizadas e estágio atual

Durante os primeiros passos descritos na metodologia, etapa de “**Imersão**”, foram realizadas leituras acadêmicas e reflexões que resultaram inicialmente na descoberta das seguintes faces do problema: (1) falta de capacitação e orientação do professor sobre o ensino de pessoas com DV; (2) dificuldade de adaptação de um conteúdo eminentemente visual para alunos com DV; (3) desconhecimento sobre formas de proporcionar autonomia nos estudos do conteúdo abordado para alunos com DV; (4) como facilitar o acesso dos alunos de curso de graduação ao artefato; e (5) como manter o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula equânime entre alunos com e sem DV?

Como fruto da etapa foi realizada uma revisão de literatura (ainda não publicada) sobre estudos envolvendo o ensino de Estrutura de Dados para alunos com DV. Foi possível identificar artefatos que utilizam materiais táteis oriundos de impressão 3D, recursos multimodais com estímulos auditivos e hápticos, e telas sensíveis ao toque com retorno vibratório. Percebeu-se o uso de alguns materiais artesanais mais elaborados e outros improvisados por professores em salas de aula. A classe de problema mais abrangente foi a adaptação de conteúdos visuais no ensino de computação para alunos com DV, e a específica foi o ensino conteúdo de estruturas de dados para alunos com DV.

Em seguida, na etapa de “**Ideação**”, inspirado no artefato de

[dos Santos Andrade and Fernandes 2016] e na tecnologia de impressão 3D, foi possível propor um artefato educacional interativo produzido através da impressão 3D de modelos tridimensionais digitais, junto às sequências didáticas de apoio ao professor. O projeto artefato envolveu a definição dos seguintes requisitos: (a) o artefato tem que dar autonomia para o aluno; (b) o artefato precisa apoiar o professor no ensino de alunos com DV, demandando o mínimo de mudanças de conduta possível; (c) o artefato tem que ser o mais discreto possível; (d) o artefato precisa ser facilmente reproduzido pelas IES; (e) o artefato precisa permitir a comunicação sobre o tema estudado entre o aluno com DV, o professor e seus colegas; (f) o artefato deve permitir o estudo acessível do conteúdo de Árvore Binária, e o máximo de outras estruturas de dados possível; (g) o artefato deve ter um manuseio simples e uma compreensão rápida; (h) o artefato deve permitir um manuseio ágil ao aluno com DV.

A subseção 4.2 apresenta o artefato idealizado e detalha a etapa de “**Prototipação**”, na qual a pesquisa atualmente se encontra. A próxima etapa a ser realizada será a de “**Avaliação**”. Nesta fase, serão conduzidas avaliações com alunos com DV, utilizando o material tátil desenvolvido. Essas avaliações seguirão um roteiro de atividades e serão complementadas por sequências didáticas, as quais serão validadas por professores da disciplina de Estruturas de Dados. Após a conclusão dessa etapa, o projeto será finalizado com as etapas de conclusões e comunicação dos resultados.

4.2. Prototipação do produto educacional

O produto em desenvolvimento é um material educacional tátil, oriundo de impressão 3D de modelos tridimensionais digitais, junto a sequências didáticas de apoio ao professor de Estrutura de Dados no ensino de estudantes com DV. Através do método abduutivo, um dos pesquisadores, que é deficiente visual com baixa visão, liderou a validação inicial dos requisitos para o material tátil durante o processo de prototipação. Nesse contexto, os requisitos inicialmente validados foram:

1. **Estabilidade física do material:** o material educacional deve ser fisicamente estável, permanecendo firme sobre uma superfície de apoio. As peças devem estar bem fixadas, de modo que não se desmontem facilmente, evitando assim que o manuseio tátil desconfigure o desenho montado pelo usuário, preservando a integridade da representação visual.
2. **Facilidade de Manuseio:** o material educacional deve ser fácil e rápido de manusear, permitindo que as peças sejam reposicionadas com agilidade. A estrutura das peças não deve causar atrasos na utilização do material, assegurando uma interação eficiente e sem obstáculos.
3. **Facilidade de compreensão:** o material educacional deve permitir uma compreensão fácil, clara e rápida das informações envolvidas, garantindo que todos os usuários, independentemente de suas habilidades, possam interpretar os elementos do conteúdo estudado (árvore binária). Por exemplo, a leitura tátil ou visual de um número em um nó, a identificação dos filhos à esquerda ou à direita, do pai de um nó, da altura da árvore, e a compreensão geral da estrutura devem ser facilitadas para todos os usuários.
4. **Minimalismo:** o material educacional deve conter apenas o necessário para o estudo do conteúdo proposto. Todas as informações obtidas pelo discente através do tato devem ser relevantes e essenciais para as atividades realizadas durante

o estudo, evitando informações supérfluas que possam desviar o foco ou causar confusão.

5. **Economia:** o material educacional deve ser desenvolvido com o máximo de qualidade possível, incluindo durabilidade, resistência física e um design eficiente, enquanto mantém os custos mínimos. Esses custos envolvem o preço dos materiais utilizados para a fabricação, o tempo de produção e a complexidade da sua reprodução.
6. **Adequação ao conteúdo de Estrutura de Dados:** o material deve permitir trabalhar de forma eficaz com o conteúdo de Estruturas de Dados, sem criar dificuldades na adaptação dos temas e atividades que serão abordados com o uso do material.

O processo de desenvolvimento do produto passou por três versões, uma vez que, após avaliações individuais realizados pelo pesquisador, as versões 1 e 2 não atenderam de forma satisfatória a todos os requisitos estabelecidos. Imagina-se a necessidade de uma quarta versão, considerando que, após a etapa de “**Avaliação**”, podem ser descobertas possíveis modificações descobertas a partir da dificuldade de uso dos alunos com deficiência visual. A Figura 3 apresenta, à esquerda, a versão 1 e, à direita, a versão 2 do material tátil.



Figura 3. Foto das versões 1 e 2 do material educacional tátil

Fonte: Edição combinando fotos tiradas pelo autor

O material foi projetado para ser discreto, visando minimizar qualquer possível constrangimento para o discente com deficiência visual durante o seu uso. A firmeza do material em uma superfície é essencial, garantindo que ele possa ser utilizado de maneira confortável e eficiente em espaços reduzidos, como mesas pequenas ou carteiras escolares. Além disso, a inscrição numérica dos nós em letra cursiva e em Braille é crucial para que o aluno com DV, o professor e os demais colegas possam compreender todo o conteúdo, facilitando a comunicação entre eles. Os modelos tridimensionais foram projetados da forma mais simples possível, para garantir facilidade de impressão e reprodução em outras instituições.

Inspirado no produto artesanal de [dos Santos Andrade and Fernandes 2016] (imagem à esquerda na Figura 4), o material educacional proposto por esta pesquisa simula a estrutura de dados Árvore Binária, permitindo que o discente “desenhe” (monte)

essa estrutura e a modifique, adicionando ou reposicionando as peças. A versão 3 (e mais atual da prototipação) do material tátil (imagem à direita na Figura 4) atendeu de forma satisfatória a todos os seis requisitos propostos e está inicialmente validada para a etapa de avaliação.

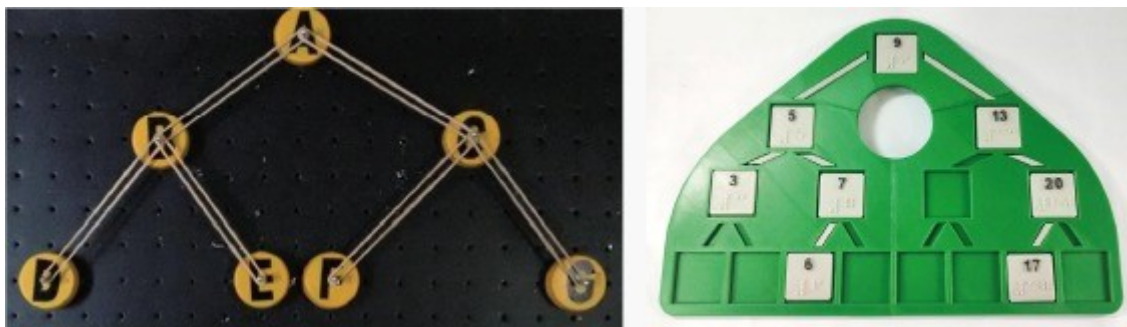


Figura 4. Comparando material artesanal e a versão 3 do produto tátil da pesquisa

Fonte: Edição com foto tirada pelo autor e imagem de [dos Santos Andrade and Fernandes 2016]

Embora o material prototipado possa parecer intuitivo para os envolvidos, manuseá-lo de forma eficiente e lidar com desafios que possam surgir durante as aulas pode ser uma tarefa complexa, tanto para o aluno com deficiência visual quanto para o professor. Por essa razão, as sequências didáticas de apoio ao professor são essenciais e estão previstas para serem usadas durante a etapa de “**Avaliação**”. Elas irão propor atividades e métodos para a condução das aulas, antecipando possíveis cenários que envolvam o aluno com DV, o material educacional tátil e o próprio professor, que pode não ter capacitação específica ou experiência na adaptação de suas aulas para estudantes com cegueira ou baixa visão. Em outras palavras, o produto educacional só se torna verdadeiramente eficaz quando o material tátil é complementado pelas sequências didáticas, garantindo o suporte necessário para todos os envolvidos.

5. Considerações finais

Apesar de diversos estudos na área, o ensino de Computação para alunos com DV ainda carece de soluções práticas e eficazes para os desafios de inclusão. Uma pesquisa que adote uma metodologia capaz de garantir o desenvolvimento de um artefato focado na solução desse problema pode se destacar positivamente, especialmente quando respeita o rigor acadêmico e avalia a solução proposta com a participação direta dos sujeitos afetados pelo problema.

A pesquisa ainda está em andamento, as sequências didáticas atualmente estão sendo elaboradas e, após a aprovação do comitê de ética em pesquisa, as avaliações serão realizadas com os participantes envolvidos. O foco principal da pesquisa é garantir a autonomia total do discente com deficiência visual no estudo sobre Árvore Binária durante a disciplina de ED. O protótipo ainda carece de limitações, como a não possibilidade de registrar alterações durante o “desenho” da estrutura na execução de algoritmos como inserção ou balanceamento. Esse aspecto permanece como uma questão a ser abordada em pesquisas futuras.

Referências

- Alves, L. F., Rocha, L., Pereira, C. P., Machado, I., Viana, W., and Junior, N. A. (2022). Estudantes com deficiência visual em computação: participação, perspectivas e desafios enfrentados. In *Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*, pages 67–76. SBC.
- Arruda, A. T. F. F. P., de Castro, E. L., and de Barreto, R. F. (2020). Inclusão no ensino superior: um desafio para a docência. *Ensino em Perspectivas*, 1(2):1–6.
- Bine, L. and Ruiz, L. (2019). Mannar: um método de interpretação de imagens de autômatos aplicado às tecnologias assistivas para deficientes visuais. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 8, page 1073.
- Borges, P. P. and de Segadas-Vianna, C. C. (2020). A inclusão de estudantes com deficiência visual no ensino superior em cursos de exatas: um relato de caso. *Ensino da Matemática em Debate*, 7(3):376–402.
- Brasil (1994). Declaração de salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais. *Unesco*.
- Cury, T. E., Barreto, J. S., Saraiva, M. O., et al. (2018). *Estrutura de Dados*. Editora Grupo A.
- dos Santos Andrade, C. C. and Fernandes, E. M. (2016). Validação de um modelo em relevo para auxiliar no processo ensino-aprendizagem de árvore em estrutura de dados para pessoas com deficiência visual. *Revista Conexão UEPG*, 12(2):240–249.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., and Junior, J. A. V. A. (2020). *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman Editora.
- Hadwen-Bennett, A., Sentance, S., and Morrison, C. (2018). Making programming accessible to learners with visual impairments: a literature review. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(2):3–13.
- Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., and Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design science research: A research method to production engineering. *Gestão & produção*, 20:741–761.
- Lei, N. (1996). 9.394, de 20 de dezembro de 1996. diretrizes bases da educação nacional (LDB).
- Lei, N. (2015). 13.146, de 6 de julho de 2015. institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). *Diário Oficial da União*, 7.
- Luque, L., Brandão, L. O., Kira, E., and Brandão, A. A. (2018). On the inclusion of learners with visual impairment in computing education programs in brazil: practices of educators and perceptions of visually impaired learners. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 24:1–12.
- Pansanato, L. T. E., Bandeira, A. L. M., Santos, L. G. d., and Pereira, D. d. P. (2012). Projeto d4all: acesso e manipulação de diagramas por pessoas com deficiência visual. In *Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 33–36.

- Sánchez, P. A. (2005). A educação inclusiva: um meio de construir escolas para todos no século xxi. *Revista da Educação Especial*, 1(1):7–18.
- Santana, L. D., Pereira, F. C. M., and Mattos, M. C. d. (2023). Design science research na prática: ideação de um repositório institucional baseado em periódico científico. *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 21(00):e023011.
- Szwarcfiter, J. L. and Markenzon, L. (1994). *Estruturas de Dados e seus Algoritmos*, volume 2. Livros Técnicos e Científicos.
- Zen, E., da Costa, V. K., and Tavares, T. A. (2023). Experiências educacionais em disciplinas de programação de computadores: uma análise qualitativa na perspectiva dos estudantes com deficiência visual. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 960–971. SBC.