

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL – IUVI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

ALLAN GEORGE DE SOUSA BEZERRA

PRODUTO EDUCACIONAL: BlinDS – ESTRUTURA DE DADOS PARA CEGOS

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM MATERIAL EDUCACIONAL
TÁTIL ACESSÍVEL PARA APOIAR ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL
NO ESTUDO DE ESTRUTURA DE DADOS**

FORTALEZA

2025

ALLAN GEORGE DE SOUSA BEZERRA

PRODUTO EDUCACIONAL: BlinDS – ESTRUTURA DE DADOS PARA CEGOS

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM MATERIAL EDUCACIONAL TÁTIL
ACESSÍVEL PARA APOIAR ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL NO
ESTUDO DE ESTRUTURA DE DADOS

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Tecnologia Educacional.

Linha de Pesquisa: 2. Gestão e Políticas em Tecnologia Educacional.

Orientador: Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho.

FORTALEZA

2025

O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional da pesquisa é composto pelo material tátil, o guia de uso e duas sequências didáticas de apoio ao professor. Ele foi batizado de **BlinDS: Estrutura de Dados para cegos**. As seções a seguir apresentam cada um de seus componentes.

O produto está disponível no link: <https://github.com/allangeorge-3/BlinDS-Estrutura-de-Dados-para-Cegos>

Guia de Uso do Material Tátil

Para apresentar o material tátil ao aluno com deficiência visual (DV), ou ao professor, foi elaborado um guia de uso contemplando uma explicação sobre o seu objetivo, especificação e descrição das peças, orientação sobre o preparo do material para iniciar os estudos de ED, e algumas dicas de utilização.

O documento é digital, no formato PDF, e contém algumas imagens para facilitar ao professor na compreensão do material e seu uso, especialmente se for preciso acompanhar o discente com DV na familiarização com o material tátil.

O arquivo PDF do guia de uso pode ser acessado [clikando aqui](#).

Sequências Didáticas

Segundo Zabala (1998, p. 14), temos a seguinte definição para as sequências didáticas: “são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.”.

As sequências didáticas desenvolvidas nesta pesquisa também compõem o artefato. Elas contêm a lista de passos para o desenvolvimento integral das atividades propostas. O texto se preocupa com a compreensão dos professores que acompanharão a execução das atividades, e nos alunos com DV que necessitarão de instruções claras para o entendimento do conteúdo e a manipulação do material tátil.

As sequências são de fácil compreensão, com as etapas descritas em textos diretos, além de expor claramente seus objetivos e tipo de atividade proposta, contemplando as fases de planejamento, aplicação e avaliação.

Especificação das Sequências Didáticas

A fim de facilitar o processo de adaptação das aulas para incluir alunos com DV, especialmente para os professores sem experiência ou formação com educação especial, criou-se um modelo de sequência contendo seções de Planejamento, Aplicação das atividades e Avaliação. Elas foram exportadas no formato PDF, permitindo o acesso dos professores e dos alunos que utilizam algum leitor de tela.

O produto contém duas sequências didáticas, pensadas para servir de orientação inicial ao professor, o qual poderá se basear nelas para planejar as outras aulas da disciplina de Estrutura de Dados (ED): Sequência Didática 1 (**S1**) e Sequência Didática 2 (**S2**).

S1 aborda a familiarização do aluno com DV com o material tátil, propondo que o professor tenha um contato particular com o estudante, possibilitando que se compreenda mais sobre os conhecimentos prévios, habilidades e eventuais dificuldades do discente. Além disso, o discente poderá conhecer o material, e combinar com o professor como será a comunicação sobre o seu uso, o que é essencial para que o docente possa orientá-lo nas atividades durante as aulas.

Também há uma atividade com a estrutura de dados Pilha, com dicas de uso do material para trabalhar estruturas lineares. Isso será útil para preparar o discente no estudo de vetores, e nas aulas da primeira parte da disciplina de ED.

A sequência S2 foca na estrutura Árvore Binária, trabalhando alguns conceitos e a execução de três algoritmos: Inserção, Remoção e Pré-Ordem. Esta segunda sequência tem mais direcionamentos para o professor, na etapa de Planejamento. Algumas orientações sobre a verbalização do que é escrito no quadro, descrição de imagens e comunicação com o aluno com DV, para que haja sincronia entre a área da estrutura que o professor está apresentando no quadro ou projeções, e a área da estrutura tateada pelo aluno no material.

Esta segunda sequência permite o uso do material tátil em sua completude, além trabalhar exigir uma maior interação com o material, na identificação de todas as áreas de encaixe de números, e a manipulação constante dessas peças e das caixas organizadoras. A execução dos algoritmos serve para mostrar o potencial do material tátil, visto que muitas atividades e avaliações analisam o aprendizado do aluno acerca da execução desses métodos.

O tempo previsto para cada sequência foi sugerido a partir de testes feitos pelo próprio pesquisador. Ficando 50 minutos para S1, e 110 minutos para S2. Como S2 tem um conteúdo mais extenso, também se propôs dividir a atividade em duas aulas de 50 a 60 minutos.

A aplicação da sequência conta com vários passos, orientando pequenas ações até que se cumpra uma atividade proposta. Alguns passos contêm dicas de orientação ao aluno com DV, inclusive no uso do material tátil.

As avaliações propostas permitem que o discente possa exercitar o conteúdo abordado, além de permitir que o professor identifique se o aluno conseguiu assimilá-lo. Por fim, a sequência também aponta o que é esperado sobre o aprendizado do aluno.

O PDF de S1 pode ser acessado [clikando aqui](#), e o de S2, [clikando aqui](#).

Material Tátil

O material tátil é um material educacional produzido a partir da impressão 3D de modelos tridimensionais digitais. O material tátil impresso foi testado avaliado por alunos com DV que já estudaram o conteúdo de ED, e teve resultados muito satisfatórios.

Os modelos tridimensionais foram construídos e disponibilizados em dois formatos: O arquivo pronto para ser enviado à impressora 3D, e o arquivo para edição dos modelos tridimensionais, da versão avaliada, que é a quarta versão do produto.

Esses materiais digitais são essenciais para a continuidade da pesquisa, para solucionar outros problemas relevantes. As fotos dos modelos auxiliarão os operadores de impressoras 3D na compreensão do material tátil, para que possam imprimir as peças, a partir dos arquivos prontos para impressão, também disponibilizados.

O material tátil é o resultado da impressão dos modelos 3D, e pode ser produzido em qualquer instituição que tenha uma impressora 3D.

Os componentes do material tátil são:

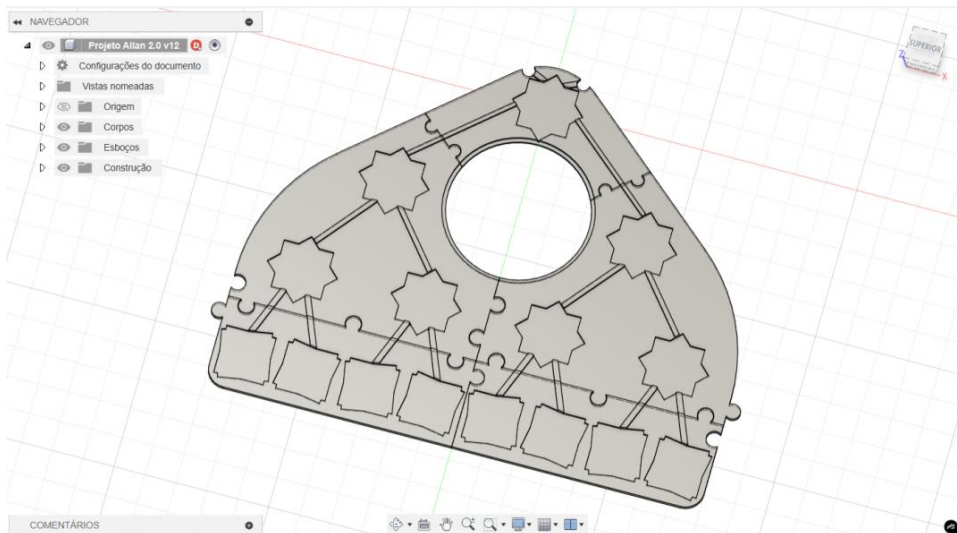
Base de 8 folhas: Seu último nível contém oito espaços para encaixe de números em sequência. Ela possui 40cm de largura e 32,5cm de altura. A seguir, a Figura 1 mostra a base impressa e, em seguida, a Figura 2 mostra uma foto do seu modelo 3D:

Figura 1 – Base de 8 Folhas



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

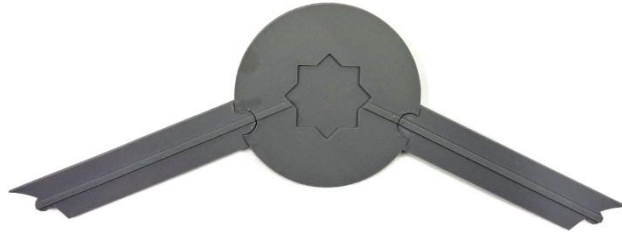
Figura 2 – Foto do modelo 3D da Base de 8 folhas



Fonte: Print tirado por colaboradores do autor.

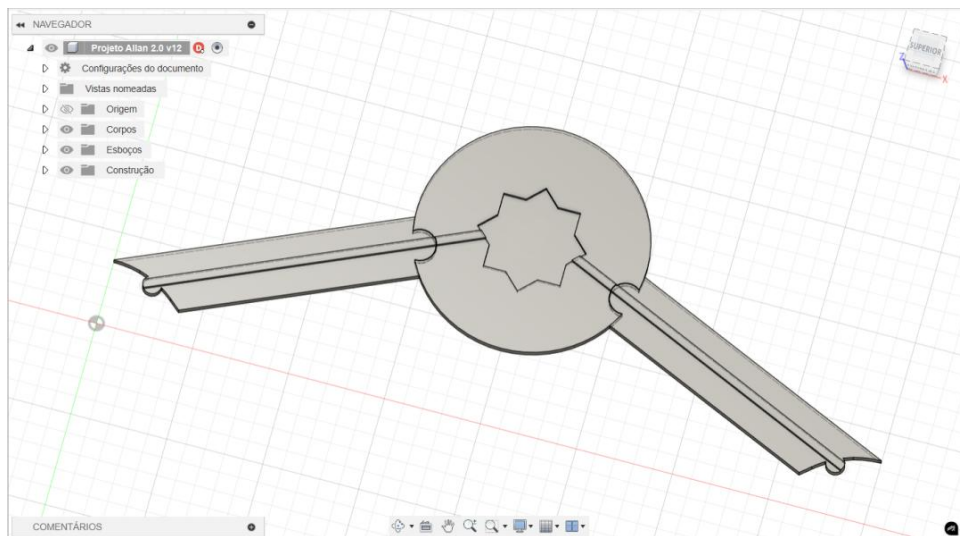
Raiz Conectora: Seu papel é servir como uma raiz de uma árvore binária com 5 níveis. Esta peça pode ser encaixada nos topos de duas bases de 8 folhas conectadas uma ao lado da outra. A Figura 3 mostra a versão impressa da Raiz Conectora, e a Figura 4 apresenta o seu modelo 3D:

Figura 3 – Raiz Conectora impressa



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

Figura 4 – Foto do modelo 3D da Raiz Conectora



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

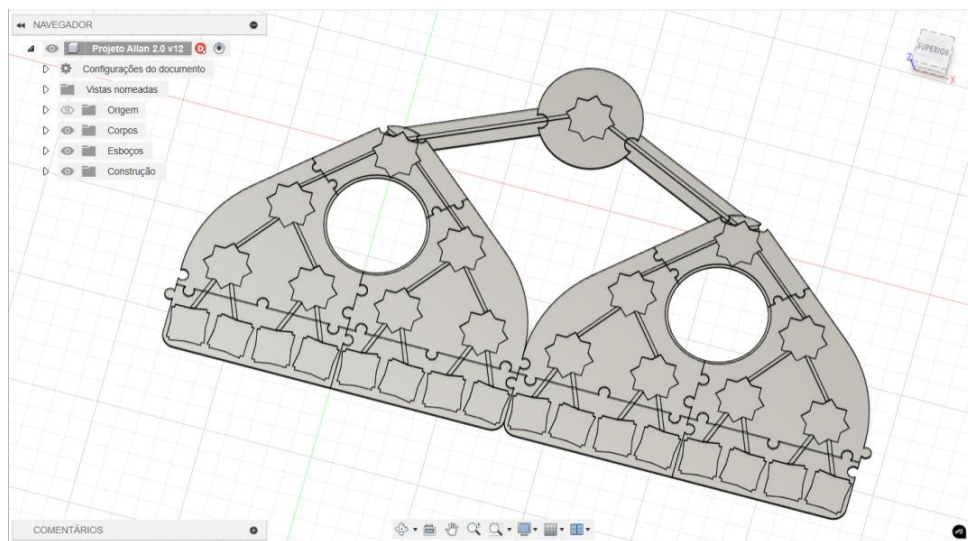
A Figura 5 mostra uma grande base formada pela união de duas bases de 8 folhas, uma ao lado da outra, com a raiz conectora no topo das duas. Essa montagem se chama “**Base de 16 folhas**”, pois o último nível contém uma sequência de 16 espaços para encaixe de números, além de ter cinco níveis. Essa montagem completa tem 80cm de largura e 44,5cm de altura.

Figura 5 – Montagem da Base de 16 Folhas



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

Figura 6 – Modelo 3D unindo peças para formar Base de 16 Folhas



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

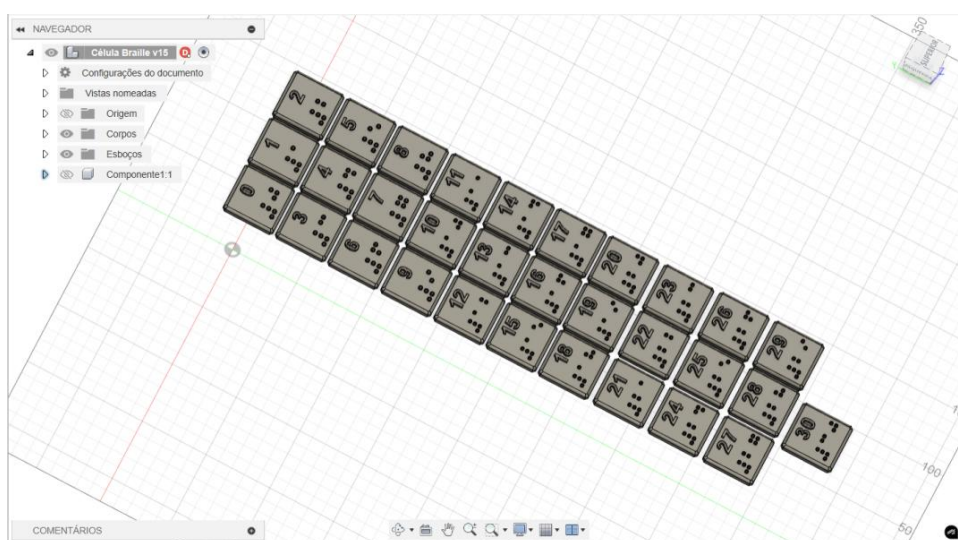
Peças Numéricas: Peças quadriculares achatadas que podem ser encaixadas nos espaços em baixo relevo nas bases. Existem 31 modelos de peças numéricas, cada uma com um valor, do 0 ao 30. Elas possuem um número na escrita tinta na parte superior, e outro na escrita braille, logo abaixo, ambas em alto relevo.

Figura 7 – Peças numéricas impressas



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

Figura 8 – Modelo 3D de algumas peças numéricas.



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

Caixas Organizadoras: Pensadas para guardar os números de forma ordenada, permitindo que o discente com DV encontre a peça numérica rapidamente.

Elas possuem sete espaços para encaixe de números, sendo dois deles um pouco separados dos demais. O guia de apresentação indica que os números sejam organizados de cinco em cinco, para que o cálculo mental feito pelo usuário para identificar a caixa que contém o número procurado seja simples. Os dois espaços adicionais foram pensados para inserir números repetidos, caso se opte por imprimir duplicatas.

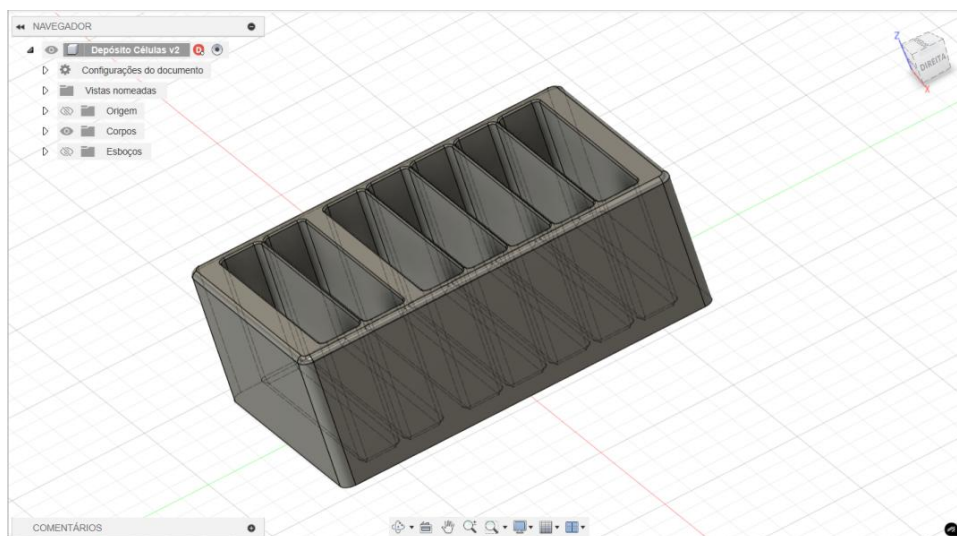
A Figura 9 mostra algumas caixas organizadoras, algumas com números encaixados e outras vazias, enquanto a figura 10 mostra o modelo 3D da Caixa Organizadora:

Figura 9 – Caixas organizadoras



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

Figura 10 – Modelo 3D de uma caixa organizadora



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

O espaço para encaixe dos números na base também permite que uma peça numérica seja encaixada de uma forma alternativa à anterior. Bastando rotacionar um pouco a peça numérica, é possível encaixá-la em uma posição diferente. Isso possibilita que alguns conceitos mais avançados sejam trabalhados, como a pintura dos nós no conteúdo de *Árvore Rubro-Negra*.

O guia de uso indica a área da superfície mínima para um uso confortável do material tátil, já pensando na base completa de 16 folhas, mais um espaço para posicionar as caixas organizadoras. Uma mesa de 90cm de largura por 50cm de comprimento é o suficiente para trabalhar com essa estrutura mais completa. Entretanto, se a atividade puder ser executada somente com uma base de 8 folhas, uma superfície menor pode ser utilizada. A Figura 11 apresenta uma sugestão de configuração do ambiente de estudo com o material completo:

Figura 11 – Base de 16 Folhas e as Caixas organizadoras com os números



Fonte: Foto tirada por colaboradores do autor.

A base de 8 folhas é formada por peças menores que se conectam entre si a partir de encaixes semelhantes aos de um quebra-cabeça, da mesma forma acontece com a raiz conectora. Pensou-se na versatilidade e na redução da complexidade de replicação, visto que não se precisaria mais colar essas peças menores. Entretanto, a estabilidade física do material pode ser prejudicada, então, o ideal é que se cole as peças menores para formar os componentes maiores, como os apresentados anteriormente.

Também é necessário que se pinte os elementos em alto relevo, como as ligações entre os encaixes nas bases e os números, em tinta e braille, com uma cor que faça contraste como a cor do material impresso. Isso melhora a acessibilidade do material para pessoas com baixa visão.