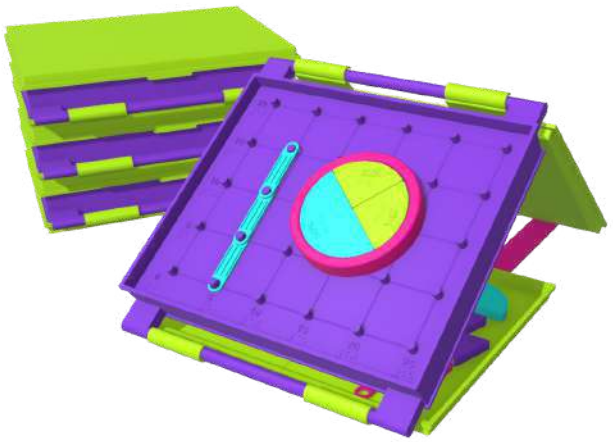
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Curso de Desenho Industrial

Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação em Desenho Industrial

Play-Graphos:
Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos



Manuella Cardoso Lopes

Escola de Belas Artes | Departamento de Desenho Industrial

Rio de Janeiro - RJ

Março de 2022

Play Graphos: Tabuleiro para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos

Manuella Cardoso Lopes

Projeto submetido ao corpo docente do Departamento de Desenho Industrial da EBA/UFRJ como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau em Bacharel em Desenho Industrial - Habilitação em Projeto de Produto.

Aprovado por:

Prof. Dr. Vicente de Paulo S. Cerqueira
Orientador BAI/UFRJ

Prof. Dr. Valdir F. Soares

Prof. José Benito Gonzalez

Rio de Janeiro - RJ
Março de 2022

CIP - Catalogação na Publicação

CC268pp

Cardoso Lopes, Manuella
Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos / Manuella Cardoso Lopes. -- Rio de Janeiro, 2022.
124 f.

Orientador: Vicente de Paulo Santos Cerqueira.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2022.

1. Inovação social. 2. Design Universal. 3. Imagens mentais. I. de Paulo Santos Cerqueira, Vicente , orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Resumo

LOPES, Manuella Cardoso. Play Graphos: Tabuleiro para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos. Projeto de Graduação em Desenho Industrial - Projeto de Produto, Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Pessoas com deficiência visual frequentemente indicam certa dificuldade ao compreender conceitos e gráficos matemáticos devido a falta de materiais e métodos que apoiem o ensino escolar, vista a natureza seletiva de suas atividades. Por isso, o projeto Play Graphos busca preencher uma lacuna encontrada na disponibilidade de objetos auxiliares ao processo de aprendizagem escolar infanto-juvenil e tem como objetivo o desenvolvimento de um conjunto de objetos destinado ao ensino da matemática, em especial, ao aprendizado de conhecimentos que utilizam recursos gráficos de representação, com foco em crianças cegas e com baixa visão, estudantes do Ensino Fundamental e com idade de 6 a 12 anos. Para tal, foram desenvolvidos estudos metodológicos baseados no Design Universal e na metodologia do valor, assim como estudos sobre a construção de imagens mentais e modelos experimentais de geração de ideias. Ao fim, foi gerado um tabuleiro lúdico com foco no sistema tátil, que se propõe a representar, de forma modular e simplificada, os principais tipos de gráficos matemáticos trabalhados nesta faixa etária. Possui a característica de ser de fácil armazenagem e compacto e com embalagem integrada, de forma a promover a multidisciplinaridade, a inclusão e a autonomia do usuário.

Play Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos

Manuella Cardoso Lopes

Março de 2022

Orientador:

Prof. Dr. Vicente de Paulo S. Cerqueira

Abstract

Visually impaired people often indicate some difficulty in understanding mathematical concepts and graphs due to the lack of materials and methods that support school teaching due to the selective nature of their activities. Therefore, the Play Graphos project seeks to fill a gap found in the availability of auxiliary objects to the children's school learning process and aims to develop a set of objects intended for the teaching of mathematics, in particular, for the learning of knowledge that use graphic representation resources, focusing on blind and low vision children, elementary school students and aged 6 to 12 years. To this end, methodological studies were developed based on Universal Design and the methodology of value, as well as studies on the construction of mental images and experimental models for generating ideas. In the end, a playful board was generated with a focus on the tactile system, which proposes to represent, in a modular and simplified way, the main types of mathematical graphics worked in this age group. It has the characteristic of being easy to store and compact, with integrated packaging, in order to promote multidisciplinarity, inclusion and user autonomy.

Play Graphos: Panel for teaching and representing three-dimensional mathematical graphics

Manuella Cardoso Lopes

March of 2022

Advisor:

Prof. Dr. Vicente de Paulo S. Cerqueira

Lista de Figuras

Figura 1: Metodologia ……..……..…….. 6
Figura 2: Fluxograma metodológico ……..…… 7
Figura 3: Alfabeto em Braille ……...…….. 13
Figura 4: Números em Braille ……...…… 14
Figura 5: Círculo Cromático …...…… 15
Figura 6: Mapa conceitual ……..……... 16
Figura 7 : Uso do soroban …….. 19
Figura 8: Reglete …… 22
Figura 9: Análise de necessidades ……..……. 23
Figura 10: Painel Semântico …..…….. 24
Figura 11: Exemplo de gráfico de coluna …...……. 27
Figura 12: Exemplo de gráfico de barras …… 28
Figura 13: Exemplo de gráfico de setor …...…… 29
Figura 14: Exemplo de gráfico em linhas ……...……. 29
Figura 15: Exemplo de gráfico de áreas ……..……... 30
Figura 16: Exemplo de gráfico em rede ……...…… 31
Figura 17: Versão moderna da Mancala …….. 32
Figura 18: Jogo Real de Ur ……...…… 33
Figura 19: Chaturanga ……...……. 34
Figura 20: Ludo ……...……. 34
Figura 21: Análise sincrônica parte I ……...……. 36
Figura 22: Análise sincrônica parte II ……...…… 37
Figura 23: Análise sincrônica parte III …….. 38
Figura 24: Análise sincrônica parte IV ……...……... 39
Figura 25: Análise sincrônica parte V ……..…… 40
Figura 26: Sistematização SHMT …… 41
Figura 27: Tabela OWAS ……..…… 43
Figura 28: Crianças utilizando o geoplano ……...……... 44
Figura 29: Análise de função do ábaco horizontal ……...…….. 46
Figura 30: Análise de função do geoplano ……..……... 46
Figura 31: Análise de função do ábaco vertical …….. 47
Figura 32: Análise de função do Tangram …….. 47

Figura 33: Análise estrutural ……..…….. 49
Figura 34: Análise da relação social homem-produto ……...… 51
Figura 35: Análise da relação social produto-ambiente ……..…… 52
Figura 36: Medidas corporais aos 6 anos de idade …….. 54
Figura 37: Medidas corporais aos 7 e 8 anos de idade …..…… 55
Figura 38: Medidas corporais aos 9 e 10 anos de idade ……..……. 55
Figura 39: Medidas corporais aos 11 e 12 anos de idade …..……..…….. 56
Figura 40: Medidas das mãos infantis ……..……..…….. 57
Figura 41: Chapa de MDF cru ……..…..…… 59
Figura 42: Plástico ……..…… 60
Figura 43: Requisitos projetuais ……..……..…….. 61
Figura 44: Painel Conceitual 1 ……..……..…… 62
Figura 45: Painel Conceitual 2 ..…….…… 63
Figura 46: Alternativa 1 ……..…..……..…… 64
Figura 47: Alternativa 2 ……..……..…… 65
Figura 48: Alternativa 3 ……..……..……..... 66
Figura 49: Alternativa 4 ……..……..... 67
Figura 50: Alternativa 5 ……..……..... 68
Figura 51: Alternativa 6 ……..……..... 68
Figura 52: Critérios de seleção ……..……... 69
Figura 53: Matriz de decisão …..……..…… 70
Figura 54: Alternativa 1 da evolução do painel……..…… 71
Figura 55: Alternativa 2 da evolução do painel……..…… 72
Figura 56: Alternativa 3 da evolução do painel……..…… 73
Figura 57: Alternativa 3 vista de baixo ……..…… 73
Figura 58: Dimensionamento geral da alternativa 3 …..……..…… 74
Figura 59: Alternativa 1 para encaixe da tampa ……..……..… 74
Figura 60: Alternativa 2 para encaixe da tampa ……..……..… 75
Figura 61: Sketches das peças retas de encaixe ……..…… 76
Figura 62: Alternativa 1 para gráficos de seção ……..…… 77
Figura 63: Alternativa 2 para gráficos de seção ……..…… 77
Figura 64: Estrutura do modelo ……..…… 78
Figura 65: Modelo volumétrico inicial ……..…… 79

Figura 66: Peças sobre o modelo versão 1 80
Figura 67: Peças sobre o modelo versão 2 80
Figura 68: Manuseio do modelo volumétrico 81
Figura 69: Uso do modelo apoiado diretamente na mesa 82
Figura 70: Uso do modelo com apoio à 45º 83
Figura 71: Poliestireno 85
Figura 72: Molde de injeção plástica 85
Figura 73: Representação numérica em braille 88
Figura 74: Amostra de cores do objeto 89
Figura 75: Modelo virtual do kit 90
Figura 76: Modelo virtual do painel e suas principais estruturas 90
Figura 77: Painel visto de cima 91
Figura 78: Demonstração de armazenamento na parte inferior do tabuleiro 91
Figura 79: Área superior do tabuleiro 92
Figura 80: Área inferior do tabuleiro 93
Figura 81: Detalhes do relevo numérico 94
Figura 82: Detalhes dos pinos e da grade em relevo 95
Figura 83: Tampa vista de cima 95
Figura 84: Tampa vista de baixo 96
Figura 85: Vista explodida da tampa 97
Figura 86: Detalhes de encaixe da tampa apoiada no suporte 97
Figura 87: Suporte explodido 98
Figura 88: Suporte montado 99
Figura 89: Peças de encaixe vistas de cima 100
Figura 90: Peças de encaixe vistas de lado 100
Figura 91: Suporte para gráficos de seção 101
Figura 92: Suporte para gráficos de seção visto de baixo 102
Figura 93: Peças representativas 10% 102
Figura 94: Peças representativas 25% 103
Figura 95: Peças representativas 50% 103
Figura 96: Painel fechado 105
Figura 97: Painel empilhado 106
Figura 98: Painel empilhado visto de trás 107

Figura 99: Painel aberto com peças encaixadas 107
Figura 100: Painel em cena de aprendizado matemático 107
Figura 101: Painel em cena com grupo de crianças 108
Figura 102: Painel em sala de aula 108
Figura 103: Vistas ortográficas 109
Figura 104: Identidade visual 110
Figura 105: Identidade visual aplicada em adesivo no painel 111
Figura 106: Aplicações da identidade visual em painéis gráficos 111
Figura 107: Simulação de Protanopia 112
Figura 108: Simulação de Deuteranopia 112
Figura 109: Simulação de Tritanopia 113
Figura 110: Proposta de embalagem 114
Figura 111: Dimensionamento básico da embalagem 114
Figura 112: Manual de uso 115
Figura 113: Mock-up do manual de uso 116
Figura 114: Mock-up da interface digital 117
Figura 115: Modelo tridimensional 118
Figura 116: Árvore do produto 120

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO 1

CAPÍTULO II: PROPOSIÇÃO PROJETUAL 3
II.1 Elementos da proposição 3
II.2 Objetivos 4
II.2.1 Geral 4
II.2.2 Específicos 4
II.2.2.1 De pesquisa 4
II.2.2.2 De projeto 4
II.3 Justificativa 4
II.4 Metodologia aplicada 5

CAPÍTULO III: CONTEXTUALIZAÇÃO 10
III.1 A cegueira 10
III.1.1 crianças cegas 11
III.2 Imagens mentais 12
III.3 A escrita Braille 13
III.4 As cores e o alto contraste 14
III.5 Mapa conceitual 16
III.6 Público-alvo 17
III.6.1 Entrevista com usuários 17
III.6.2 Entrevistas com pais 20
III.6.3 Entrevistas com professores 21
III.6.4 Análise da necessidade 22
III.6.5 Painel Semântico do público-alvo 24
III.7 Base Nacional Comum Curricular (BNCC) 24
III.8 O Ensino Fundamental 26
III.9 Tipos de gráficos matemáticos 27
III.9.1 Gráficos de coluna 27
III.9.2 Gráficos de barra 28
III.9.3 Gráficos de setor 28
III.9.4 Gráficos em linhas 29

III.9.5 Gráficos de áreas 30
III.9.6 Gráficos em rede 30
III.10 Análises contextuais 31
III.10.1 Análise diacrônica 31
III.10.2 Análise sincrônica 35
III.10.3 Análise da tarefa 41
III.10.4 Análise postural (OWAS) 42
III.10.5 Análise da função 45
III.10.6 Análise estrutural 48
III.10.7 Análise das relações 50
III.10.7.1 Análise da relação social homem-produto 50
III.10.7.2 Análise da relação social produto-ambiente 51
III.11 Diretrizes para o meio ambiente 53
III.12 Ergonomia infantil 54
III.13 Patentes, legislações e normas 58
III.14 Materiais e processos de fabricação 58
III.15 Requisitos projetuais 60

CAPÍTULO IV: IDEAÇÃO 62
IV.1 Painel conceitual 62
IV.2 Descrição de alternativas 63
IV.3 Critérios de seleção 69
IV.4 Matriz de decisão 70
IV.5 Evolução da alternativa escolhida 71
IV.5.1 Evolução do painel 71
IV.5.2 Evolução das peças básicas 75
IV.5.3 Evolução das peças para gráficos de seção 76
IV.6 Modelo volumétrico 78
IV.6.1 Análise ergonômica do modelo 81

CAPÍTULO V: DETALHAMENTO 84
V.1 Materiais e processos de fabricação 84
V.2 Indicação em braille dos números e símbolos 88

V.3 Estudo cromático 88
V.4 Modelo de apresentação digital 89
V.4.1 Painel-estojo 92
V.4.2 Tampa-apoio..... 95
V.4.3 O suporte 98
V.4.4 As peças de encaixe 99
V.4.5 Peças para montagem do gráfico de seções 101
V.5 Estratégia de mercado 104
V. 6 Ambientação e humanização 105
V.7 Vistas ortográficas 109
V.8 Identidade visual 110
V.8.1 Daltonismo 112
V.9 Embalagem 113
V.10 Manual de uso 115
V.10.1 Manual digital 116
V.11 Modelo tridimensional 118

CAPÍTULO VI: CONCLUSÃO 119
VI.1 Resultados obtidos 119
IV.2 Árvore do produto 120

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 121

ANEXO I: Cronograma
ANEXO II: Desenhos projetivos
ANEXO III: Entrevistas
ANEXO IV: Apresentação de Slides
ANEXO V: Banner

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

Segundo a Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990, presente no Estatuto da Criança e do Adolescente, a infância é uma etapa da vida que compreende desde o nascimento até os doze anos de idade de um ser humano. É um importante período de construção social, responsável por formar aspectos psicológicos, físicos e comportamentais que constroem a personalidade de um indivíduo.

Prout (2005) define a infância como parte da cultura e da natureza ao defender a seguinte ideia:

> "a infância deve ser vista como uma multiplicidade de natureza-culturas, que é uma variedade dos híbridos complexos constituídos de materiais heterogêneos e emergentes através do tempo. Ela é cultural, biológica, social, individual, histórica, tecnológica, espacial, material, discursiva... e mais. A infância não pode ser vista como um fenômeno unitário, mas um conjunto múltiplo de construções emergentes da conexão e desconexão, fusão e separação destes materiais heterogêneos." (PROUT, 2005, p.144)

Entende-se este período, portanto, como um momento que abarca muitos aprendizados e descobertas importantes para compor a fase inicial de formação pessoal. Para crianças deficientes, no entanto, esta é uma fase que pode ser marcada por grandes barreiras e impedimentos para seu pleno desenvolvimento.

Isso se deve ao fato de que a sociedade foi construída a partir de uma padronização formal, que exclui essas pessoas em diversos momentos ao longo de sua vida. De acordo com um estudo publicado em 2021 pela UNICEF (Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas) no mundo, existem quase 240 milhões de crianças com deficiência e as mesmas se encontram em desvantagem em relação a medidas de bem estar infantil.

Os números apresentados pelo relatório dispõem, de forma clara, as disparidades vividas pelos grupos de crianças com deficiência, tocando em fatores não apenas educacionais, mas também de saneamento, nutrição e proteção contra violência e exploração. É exposto de forma clara que são pessoas em situação mais vulnerável e que frequentemente não possuem o amparo necessário para superar as barreiras que lhe são impostas.

Em um mundo pautado na exclusão, essas pessoas ficam à mercê de soluções adaptadas e, muitas vezes, inadequadas ao contexto. No pior dos casos, ocorre o abandono da mesma em situações sociais. Segundo o Estatuto Brasileiro da Criança e do Adolescente (1990), as crianças são seres que precisam do amparo

de outros responsáveis, devendo ser protegidas e cuidadas obrigatoriamente, de forma a ter seus direitos plenamente atendidos. Essa é uma responsabilidade que se agrava ao considerar as crianças deficientes, que estão em uma situação de ainda maior vulnerabilidade em um mundo que não os acolhe de forma adequada.

CAPÍTULO II: PROPOSIÇÃO PROJETUAL

II.1: Elementos da proposição

A partir dos conceitos apresentados, é possível perceber que ainda não há uma conscientização social para a inclusão plena de deficientes físicos na sociedade. O relatório da UNICEF publicado em 2021 expõe que, em comparação à crianças sem deficiência, as com deficiência possuem:

- 24% menos probabilidade de receber estimulação precoce e cuidados responsivos;
- 42% menos probabilidade de ter habilidades básicas de leitura e numeramento;
- 25% mais probabilidade de sofrer de desnutrição aguda e 34% mais probabilidade de sofrer de desnutrição crônica;
- 53% mais probabilidade de apresentar sintomas de infecção respiratória aguda;
- 49% mais probabilidade de nunca ter frequentado a escola;
- 47% mais probabilidade de estar fora do ensino fundamental I, 33% mais probabilidade de estar fora do ensino fundamental II e 27% mais probabilidade de estar fora do ensino médio;
- 51% mais probabilidade de se sentir infelizes;
- 41% mais probabilidade de se sentir discriminadas;
- 32% mais probabilidade de sofrer castigos corporais severos.

Os números preocupantes mostram diferentes questões e agravantes, em destaque, pode-se colocar a dificuldade de integração social e suas consequências. No âmbito escolar, foi visto que essa disparidade gera abandono, discriminação e dificuldade de pleno entendimento das disciplinas básicas trabalhadas. Esses contextos geram ciclos de exclusão que se retroalimentam e são muito difíceis de serem rompidos. Fazem-se necessárias medidas de contenção urgentes que trabalhem a inclusão de forma plena e forneçam cada vez mais dignidade às pessoas afetadas pelo descaso social e histórico presente em praticamente todos os

âmbitos de suas vidas. Ao fim do projeto, espera-se ter desenvolvido um sistema físico que apoie o aprendizado de crianças cegas e com baixa visão no processo escolar para matérias do ensino básico, com foco no Ensino Fundamental I (do 1º ao 5º ano).

II.2 Objetivos

II.2.1 Geral

Desenvolver um conjunto de objetos destinado ao ensino da matemática, em especial, ao aprendizado de conhecimentos que utilizam recursos gráficos de representação, com foco em crianças cegas e com baixa visão.

II.2.2 Específicos

II.2.2.1 De pesquisa

- Pesquisar artigos sobre ensino escolar e técnicas de pedagogia para crianças cegas e com baixa visão;
- Pesquisar legislações que apoiem os direitos de pessoas com deficiência;
- Pesquisar conceitos e estudos sobre imagens mentais;
- Estudar cores e contrastes de forma relacionada aos tipos de cegueira;
- Pesquisar objetos de aprendizagem encontrados no mercado;
- Estudar técnicas de aprendizagem braille;
- Estudar materiais que usem tecnologias de fácil reprodução para objeto final.

II.2.2.2 De projeto

- Realizar entrevistas iniciais com usuários cegos e com baixa visão;
- Definir a faixa escolar a ser trabalhada;
- Definir um componente curricular específico como foco;
- Testar protótipos intermediários com usuários reais.

II.3 Justificativa

A iniciativa deste projeto se faz importante porque, de uma forma geral, os objetos empregados no cotidiano são condicionados a processos produtivos que fazem com que os atributos funcionais caminhem para a padronização. Autores como *Marcuse e Baudrillard* (apud Cerqueira, 2020) criticaram esse modelo por carregar uma condição de exclusão social, a partir disso, eles puderam estabelecer uma base onde a principal característica da compreensão dos bens em relação à sociedade estava em identificar as necessidades e expectativas do usuário, estabelecendo aspectos humanos à tecnologia de forma que o coletivo e o individual pudessem ser respeitados. Esse ideal dá origem a um termo chamado "Design centrado no usuário", definido por Donald Norman (apud Cerqueira, 2020) como: "*uma filosofia que se baseia nas necessidades e nos interesses dos usuários para que possam ser feitos produtos facilmente utilizáveis."*

Além disso, a própria constituição brasileira dispõe do Decreto-Lei No. 6.949, de 25/08/2009 que estabelece o aceite à à Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30/03/2007, onde se verifica o amplo direito à pessoa, sem distinção de qualquer natureza.

Segundo os censos de 2000 e 2010 do IBGE, no Brasil existem 24,6 milhões de pessoas (14,6% da população) que declararam algum tipo de incapacidade física ou sensorial e deste total, aproximadamente, 460 mil pessoas apresentam visão reduzida ou cegueira, tornando esta uma significativa porcentagem da sociedade que passa por diversas limitações e impedimentos no seu dia a dia.

Apesar das leis e estudos feitos, há uma grande distância entre essas ideias e o funcionamento social na prática. Ainda são encontradas uma série de barreiras para inserção de todos os grupos de pessoas com necessidades especiais no convívio social. Esse é um problema também cultural, visto que espaços e objetos não são projetados de forma a praticar sua inclusão de maneira natural. A composição das pessoas afetadas por essas questões é muito diversa: podem ser idosos, cadeirantes, pessoas com Síndrome de Down, surdos, etc. E, apesar do projeto ter o foco inicial nas crianças cegas ou de baixa visão, a forma com a qual será conduzido, permite que futuramente outros grupos também sejam explorados para, na medida do possível, abarcar suas necessidades.

II.4 Metodologia aplicada

Com o intuito de voltar-se à inclusão, esse projeto carrega como bases principais o conceito de Design Universal, também conhecido como Design Total ou Design Inclusivo. Este termo denomina uma metodologia pautada na inclusão social, visto que quebra a crença da capacidade adaptabilidade do ser humano, para estabelecer parâmetros de produtos, sistemas e ambientes focados nas necessidades humanas, respeitando tanto o coletivo quanto o individual. Essa teoria propõe que ao final do projeto, chegue-se a um resultado que contenha atributos que atendam as expectativas funcionais de maneira plena, respeitando os limites individuais, isto é, um design capaz de unificar e satisfazer diversas condições humanas, principalmente, aquelas relacionadas às questões de acessibilidade e usabilidade em produtos, a fim de garantir condições de convívio social. Em seu processo, ele visa ampliar a abrangência utilitária e funcional em relação às variedades dos grupos sociais, independente de idades, habilidades motoras ou sensoriais, assim como nível de compreensão cultural.

Como complemento, será seguida a estrutura proposta pelo método *Double Diamond*, desenvolvido pelo *British Design Council* em 2015, que define quatro principais etapas para seu desenvolvimento: Descobrir, Definir, Desenvolver e Entregar. Ele mapeia os estágios divergentes e convergentes de um processo de design não linear que prevê novas descobertas a cada etapa.

Além do desenvolvimento das etapas definidas pelo *Double Diamond* serão acrescentadas ferramentas projetuais apresentadas por Ana Verônica Pazmino no livro "Como se Cria – 40 Métodos para Design de Produtos" por entender que tratam-se de ferramentas que trazem versatilidade ao projeto e permitem uma exploração aprofundada de cada tópico.

A etapa 1, chamada de "Descobrir", inicia-se a partir de um gatilho, ou seja, um desafio exploratório. É uma etapa de divergência pois busca ampliar o leque de informações adquiridas. Para este projeto, partimos do desafio de entender a contextualização e problemas das pessoas cegas e com deficiência física ou sensorial no âmbito escolar, reunindo informações através de pesquisa bibliográfica e recrutamento e contato com usuários reais.

A segunda etapa da metodologia é uma fase de convergência, ou seja, análise das informações adquiridas e direcionamento. Desdobra-se com uma análise

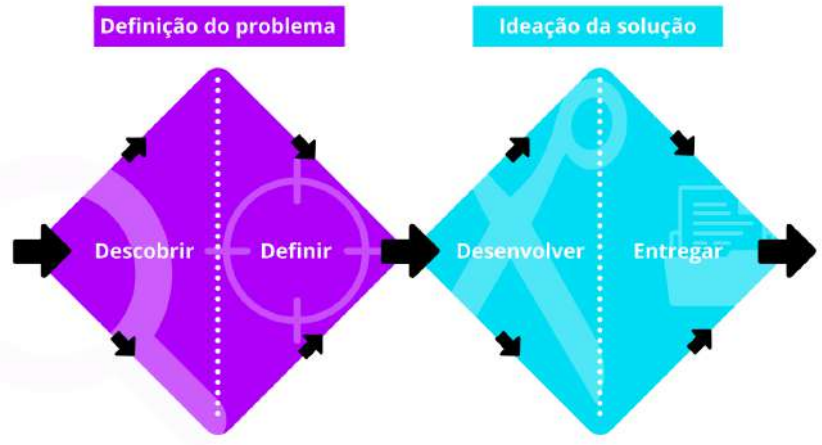
dos dados levantados e definição dos problemas projetuais para que seja possível entender os requisitos projetuais através de uma tabela que determinará o que é necessário ou desejável para servir como guia de ideação. Aqui, será definido o tipo de objeto escolar de apoio que será desenvolvido e se fará um estudo formal e estrutural mais aprofundado de acordo com o nicho que estiver inserido.

A etapa 3 retorna à fase de divergência pois prevê um trabalho criativo direcionado aos objetivos anteriormente definidos. Serão combinadas diferentes partes idealizadas para o objeto que, ao serem unidas, formarão um todo. As funções especificadas para o projeto, então, serão divididas entre suas peças e posteriormente unidas para gerar uma ampla gama de possibilidades para análise.

Após isso, inicia-se a determinação das alternativas, esboço e modelos tridimensionais das ideias. Cinco alternativas serão escolhidas e avaliadas a partir do quadro de requisitos anteriormente determinado e receberão uma nota. Ao final, a alternativa que mais pontuar irá avançar até a próxima etapa.

Após a ideação, o projeto volta a convergir para determinar a configuração dos detalhes. Na quarta etapa, o objeto escolhido é reavaliado e nele são feitos ajustes para que se chegue a um resultado final. Também são determinados os materiais e processos de fabricação pelo qual suas peças passarão, assim como sua embalagem. Após isso, seu modelo virtual é feito e sua documentação técnica finalizada. Além disso, espera-se construir um mock-up em escala reduzida com aparência de alta fidelidade ao projeto final.

Figura 1: Metodologia



Fonte: Adaptado de British Design Council, 2005.

Abaixo, é apresentado um fluxograma de atividades para definição de projetos no Design Universal que está de acordo com o modelo de abordagem metodológica desenvolvido pelo Laboratório de Gestão Tecnológica em Design e estabelece alguns requisitos técnicos, sociais e usuais para a execução das operações. Isso ocorre através da especificação de necessidades especiais de modo transversal, considerando fatores como a visualidade, motricidade, tatilidade e intelectualidade para que, a partir disso, sejam elaborados os próximos estudos que conduzam até o projeto final do produto.

Figura 2: Fluxograma metodológico

Fonte: Adaptado de Cerqueira, 2017.

Além disso, o cronograma para o desenvolvimento deste projeto foi montado prevendo o tempo aproximado de 22 semanas. A ordem das atividades previstas levou em conta as etapas metodológicas propostas no item anterior, sendo a primeira delas a definição do problema, que ocorre de forma paralela à pesquisa teórica e síntese de informações. Estas etapas tem o intuito de iniciar a estruturação do briefing e do primeiro capítulo do relatório, assim como pesquisa de bibliografia e confecção dos textos iniciais para coleta de informações sobre conceitos principais

como: cegueira, bases do ensino fundamental, imagens mentais, aprendizagem infantil, design universal, acessibilidade, etc.

Após isso, o próximo item é o estudo do público alvo e envolve pesquisa com usuários, análise de necessidades, seguido da criação de um mapa mental imagético que sintetize de forma visual as informações aprendidas. Logo depois iniciam-se as análises projetuais, que envolvem: a análise diacrônica, sincrônica, de tarefa, estrutural, funcional, de relações, diretrizes para o meio ambiente, patentes, legislações e normas e materiais e processos de fabricação. Após coletadas todas as informações necessárias, é feita a definição da tabela de requisitos projetuais, que abre caminho para a determinação textual de sistemas e subsistemas ou características necessárias vistas como possíveis soluções para fazer uma análise combinatória das possibilidades e sustentar a geração de alternativas com desenhos e modelos volumétricos. Com ideias e diferentes conceitos definidos, o caminho se abre para o ranqueamento e seleção das mesmas para que sejam feitos os ajustes finais na alternativa escolhida, determinando encaixes, materiais, componentes de série, processos de fabricação e formas finais. Essa definição possibilita a confecção do render 3d e desenhos técnicos da alternativa, assim como seu modelo tridimensional físico. Finalizações são previstas e incluem: identidade visual, montagem de banner e apresentação de slides e finalização do relatório, que ocorre paralelamente a todo o projeto.

CAPÍTULO III: CONTEXTUALIZAÇÃO

III.1 A cegueira

Segundo a OMS (Organização mundial da saúde), uma pessoa com condições especiais para visão é definida como aquela com falta de percepção visual devido a fatores biológicos ou neurológicos, os quais qualificam a deficiência visual em dois grupos, quais sejam: a “cegueira parcial” ou visão subnormal (baixa visão), onde a visão se estabelece a curta distância, em vultos ou projeções luminosas; e a “cegueira total” (amaurose – visão zero), onde não há percepção luminosa. O Instituto Benjamin Constant indica que a deficiência visual se dá a partir de duas escalas oftalmológicas: a acuidade visual (aquilo que se enxerga a determinada distância) e campo visual (amplitude da área alcançada pela visão).

Este é um quadro que se agrava com a progressão etária, passando esta situação de 4,3% das crianças até 14 anos, para 54% do total de pessoas com idade superior a 65 anos. O envelhecimento aumenta a proporção de problemas físicos e sensoriais, fazendo com que surjam novas demandas em ambientes, produtos e serviços para atender as necessidades desses grupos.

Com isso, entende-se que existem grupos de pessoas que nasceram cegas e outros grupos que tornaram-se, em algum momento ao longo da vida e guardam memória visual. E todos esses fatores e particularidades devem ser considerados ao definir uma situação e tratá-la.

Como já foi visto, o tipo de baixa visão depende da doença ou condição que a causou. No entanto, de acordo com o Instituto Panamericano de Visão, existem algumas condições consideradas mais comuns, que são:

- Perda de visão central (não ser capaz de ver as coisas no centro de sua visão)
- Perda de visão periférica (não ser capaz de ver as coisas com o canto dos olhos)
- Cegueira noturna (não ser capaz de ver com pouca luz)
- Visão embaçada ou turva

Além disso, existem algumas causas mais notificadas para a visão subnormal, como: cicatrizes na retina, degeneração macular relacionada à idade (DMRI), retinopatia diabética, glaucoma e traumas oculares.

III.1.1 crianças cegas

Ao lidar com a cegueira na infância, existem importantes cenários e demandas específicas a serem consideradas. Como foi visto anteriormente, a fase da infância consiste em um importante período de desenvolvimento em diversos fatores humanos. Para as crianças cegas, os empecilhos se apresentam de forma acentuada visto que sua forma de conhecer e explorar o mundo frequentemente não é considerada no funcionamento social.

De acordo com um estudo realizado por Laplane e Batista (2003), com 25 professoras do ensino regular (pré-escola e primeiras séries do Ensino Fundamental) que tinham alunos com deficiência visual, professores e pedagogos expressam sua preocupação sobre o assunto ao definir quatro categorias que consideram importantes para o ensino de pessoas cegas, sendo elas: A discriminação tátil como habilidade básica e bem treinada; o uso de modelos táteis para a explicação de conceitos que necessitem de apoio sensorial reforçando a necessidade do uso de materiais adequados; a grande quantidade e disponibilidade de objetos para a criança, de forma a permití-la ter um acervo de miniaturas e ampliações e, por último, a conversão de representações visuais em representações táteis, de forma a reforçar o entendimento de conceitos. Emergem, a partir desses estudos, questões relativas ao papel do tato no ensino do cego e à noção de representação no planejamento de recursos didáticos.

Segundo um estudo publicado em 2012 na Revista Brasileira de Educação Especial, crianças cegas que recebem frequentes estímulos especializados possuem um desempenho esperado e de acordo com a faixa etária em questões de aprendizado no ambiente escolar, semelhantes a uma criança vidente, o que não é verdade para os que recebem apenas estimulação assistemática, que acabam por apresentar acentuados atrasos de desenvolvimento em todas as áreas observadas.

Com isso, entende-se que ao criar condições adequadas para a exposição e desenvolvimento de conceitos, é possível nivelar o ensino previsto para crianças

cegas com o de crianças videntes, retirando a disparidade que hoje é encontrada nesses grupos de indivíduos. O desenvolvimento e disponibilização de objetos especializados se faz imprescindível para construir uma experiência tátil de qualidade e adaptada ao conceito universal do Design.

III.2 Imagens mentais

Ao iniciar o estudo sobre imagens mentais para pessoas cegas, há um termo de grande importância para sua base conceitual: Cognição. Esse é um termo que subentende, além de memórias visuais, imagens auditivas, táteis, olfativas, gustativas e cinestésicas, não se limitando apenas ao sentido da visão. Um pesquisador das ciências cognitivas chamado Antônio Damásio defendeu, em um de seus estudos, que as imagens são construídas com sinais provenientes de cada uma das modalidades sensoriais. Existiriam, portanto, imagens visuais, auditivas, olfativas, gustativas e somatossensitivas (relativas ao tato, à temperatura e à dor, aos sistemas muscular, visceral e vestibular). Ele afirma o seguinte:

> "As imagens não são cópias dos objetos, mas imagens de interações entre cada um de nós e o objeto que mobiliza nosso organismo, constituídas na forma de um padrão neural, segundo a estrutura do organismo." (Damásio, 2000, p. 405)

Entende-se, portanto, que todos os sentidos do corpo humano são utilizados para construir uma experiência sensorial, visto que são percepções interiorizadas e estruturadas de objetos ou acontecimentos através da representação entendida por um indivíduo.

Uma imagem, portanto, pode ter som, textura, temperatura, cor, movimento, etc ou seja, todas as características de uma realidade material. Ao desenvolver um objeto que busca ser inclusivo para pessoas que não possuem o sentido da visão, é necessário invocar todos os outros que estão possivelmente relacionados ao objeto, criando processos de identificação, de antecipação e de evocação.

III.3 A escrita Braille

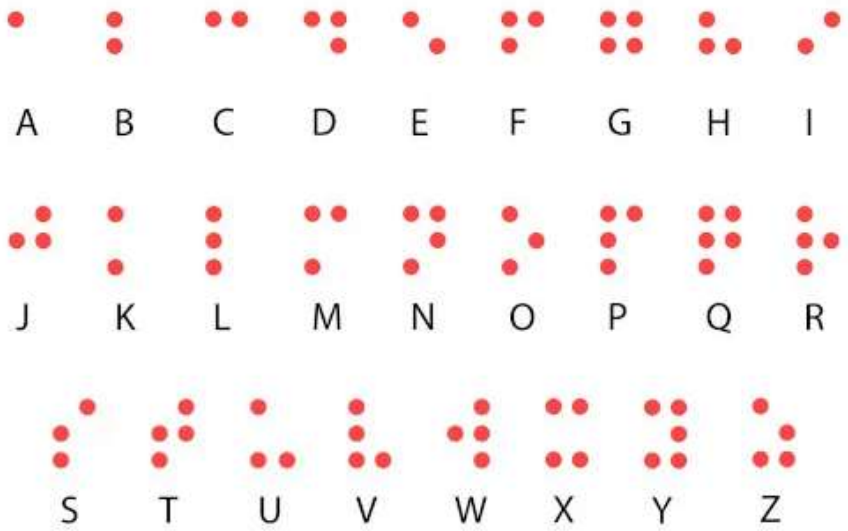
O Braille é um sistema pensado para permitir que pessoas com deficiência visual em qualquer grau pudessem ter acesso à leitura de forma adaptada. É formado por caracteres em relevo e utiliza o tato como base para seu uso. Ganhou esse nome devido a seu principal idealizador, o francês Louis Braille. O processo é adotado em todo mundo e possui pequenas variações em algumas localidades.

Seu funcionamento, pautado no toque das mãos, acolhe caracteres representativos de letras, números, símbolos e pontuações, permitindo o pleno entendimento de mensagens pelos que não conseguem enxergar. O sistema permite diferentes combinações dentro de uma estrutura formada por seis pontos verticais divididos em duas colunas de três pontos em cada.

No total, pode ser feita a formação de 63 símbolos, no entanto, o espaço que não é ocupado pelos pontos também é considerado com um sinal e, por isso, muitos especialistas consideram que o sistema Braille possui 64 símbolos.

A leitura é feita da esquerda para direita e passa letra por letra. Também existem regras em relação ao uso de letras maiúsculas e minúsculas, assim como para siglas, abreviações, utilização de números e letras simultaneamente. Pode ser feita de forma bimanual, com as duas mãos ou unimanual, com apenas uma das mãos.

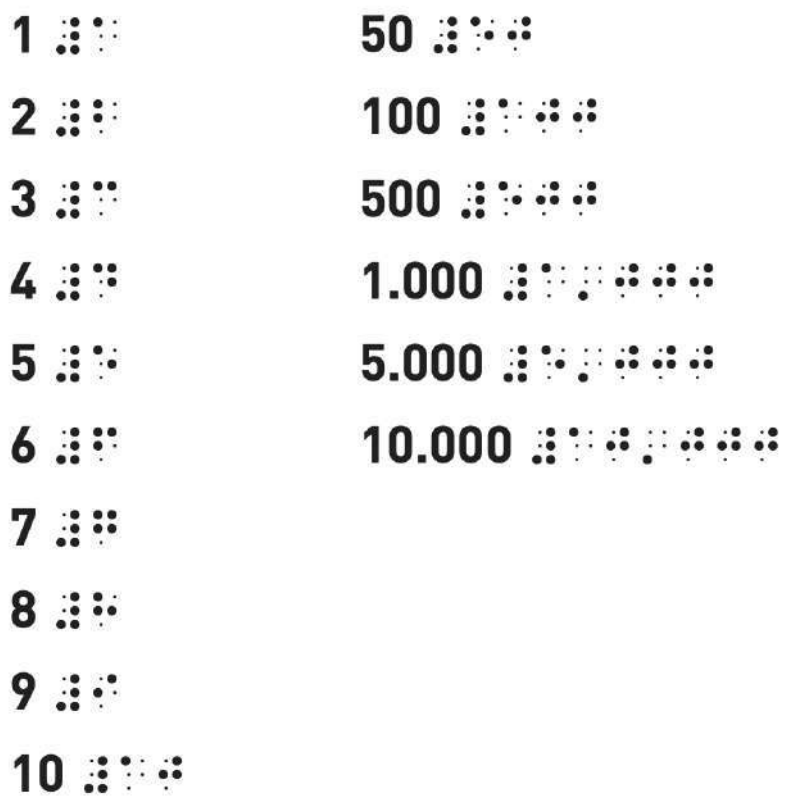
Figura 3: Alfabeto em Braille



Fonte: Brasil Escola (https://brasilescola.uol.com.br/portugues/braile.htm).

Os números seguem regras parecidas e para serem escritos costumam sempre ser precedidos por um mesmo símbolo que os diferencia. O sistema também possibilita o uso de números decimais através de um ponto representativo da vírgula e de números ordinais através de um sinal que o precede e uma terminação ao final.

Figura 4: Números em Braille



Fonte: Cartilha O Sistema Braille
(https://trocandosaberes.com.br/wp-content/uploads/2019/02/Cartilha-O-sistema-braille.pdf)

Ao criar um objeto adaptado e acessível às crianças cegas, é imprescindível o uso do Sistema Braille em relevo, detalhe que torna sua leitura e entendimento acessíveis para aqueles que fazem uso da mesma.

III.4 As cores e o alto contraste

A teoria das cores diz respeito a uma série de estudos e experimentos sobre a associação entre a luz e a natureza das cores. Tais estudos deram origem a uma

ferramenta conhecida como Círculo Cromático: um guia rápido que determina cores primárias e suas combinações secundárias e terciárias e que serve como ferramenta para identificar pontos estratégicos definidos ao formar arranjos aplicados a um contexto (tríades, cores análogas, complementares, etc).

Figura 5: Círculo Cromático

Fonte: Site Significados (https://www.significados.com.br/teoria-das-cores/)

Além de tornar a experiência mais completa e significativa, a combinação de cores e definição de contrastes também possui uma importante função no que diz respeito à acessibilidade.

Na acessibilidade, um conceito comumente utilizado é o de alto contraste, uma opção para pessoas com médio ou grande déficit visual. Através da combinação de cores que se opõe de acordo com sua diferença de luminância, é criado um cenário de melhor visibilidade de objetos. Por exemplo, em uma imagem com fundo preto ou escuro, é mais fácil visualizar um texto com cores claras como o branco. Isso porque são cores que geram esse contraste devido a seu brilho. Há

também a opção de gerar contraste a partir das próprias cores e sua oposição no círculo cromático, como é o caso do azul e do laranja.

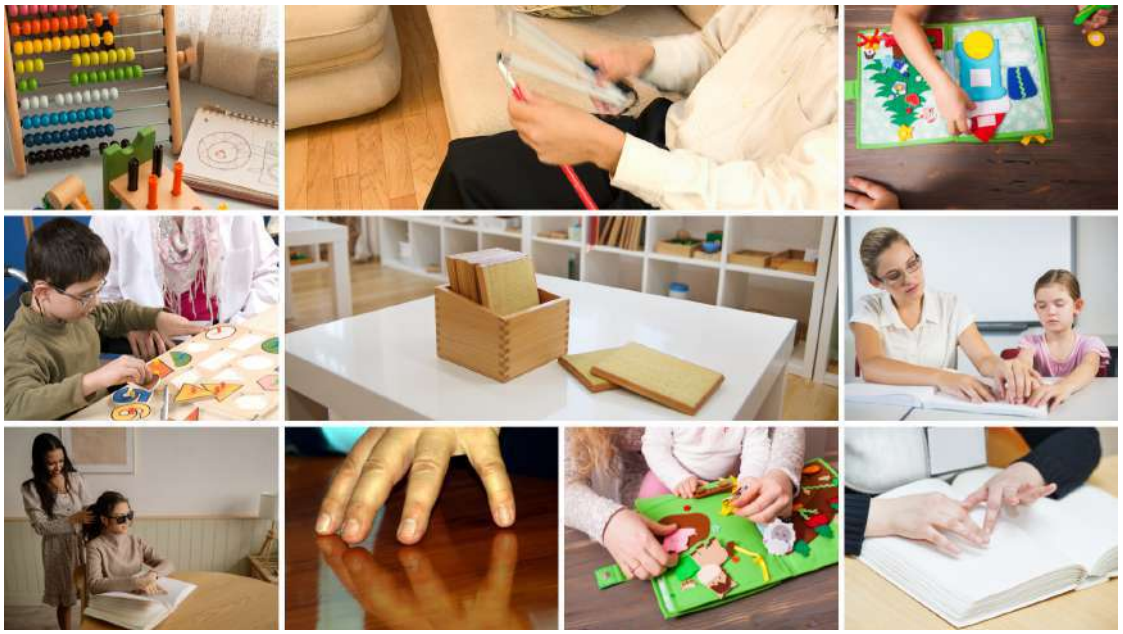
Pensar em estruturas com alto contraste é fundamental para criar uma experiência marcante e de fácil discernimento de peças e estruturas tanto para pessoas que enxergam completamente quanto para pessoas que possuem algum grau de deficiência visual e tenham a visão limitada a borrões, por exemplo, como é o caso de alguns indivíduos com baixa visão.

Este projeto contará com um estudo de cor em sua etapa de desenvolvimento e ideação que o auxiliará em atingir casos em que esse cenário se apresenta, tornando-o mais inclusivo a partir dessas decisões.

III.5 Mapa conceitual

Como ferramenta de apoio da pesquisa realizada, foi desenvolvido um mapa conceitual com imagens que facilitassem a visualização dos conceitos apresentados anteriormente. O painel ilustra pessoas com deficiência em seu aprendizado escolar, o uso do tato, a escrita braille, ferramentas de apoio como bengalas, ábacos e placas sensoriais.

Figura 6: Mapa conceitual



Fonte: Elaboração Própria.

III.6 Público-alvo

Como visa o preceito básico do Design centrado no usuário, definido por Donald Norman (2006), é imprescindível que o projeto seja pensado com foco no usuário e em suas necessidades e interesses. Buscando seguir essa diretriz, algumas ferramentas foram aplicadas ao estudo para promover maior aprofundamento e consequentemente, compreensão, da pessoa envolvida e de seu contexto.

O primeiro passo para criar um ponto de contato com o público-alvo foi a elaboração de uma entrevista semi-estruturada, que define um roteiro prévio, mas abre espaço para que sejam explorados tópicos que venham a surgir na conversa. Entendeu-se que, por ser um momento inicial, que busca ainda entender o problema com mais profundidade, este formato se encaixou para tornar o diálogo mais natural e dinâmico.

III.6.1 Entrevista com usuários

Para reforçar a colaboração com os usuários, foi buscado um contato inicial com pessoas cegas e com baixa visão de forma a nortear os primeiros passos e decisões de projeto, de forma que fossem alinhados à experiência dos mesmos.

Essas pessoas foram buscadas em grupos de facebook que tivessem como principal público e assunto, pessoas com deficiência visual. Por exemplo: Cegos na internet; Cegos universitários; Cegos, baixa visão e amigos do Brasil; Os cegos e a tecnologia; Deficientes visuais, Cegos e Baixa Visão, etc.

A abordagem inicial tratava-se de uma breve apresentação das intenções do projeto, seguida de 5 perguntas iniciais, que poderiam ser respondidas nos comentários de forma textual ou através da ferramenta Whatsapp, abrindo a possibilidade de comunicação verbal através de áudios de voz. Essas perguntas iniciais norteadoras diziam respeito a alguns pontos principais essenciais para um mapeamento básico de informação e que abrissem espaço para que as pessoas contassem suas experiências de forma direcionada aos tópicos de interesse. Foram elas:

1. Qual é seu tipo de deficiência?

2. Qual é seu nível de escolaridade?

3. Você teve alguma dificuldade em algum momento da sua vida escolar? Quando ela foi pior e por que? Exemplo: 4° ano do ensino fundamental

4. Em qual disciplina sente que encontrou as maiores dificuldades de aprendizagem na escola? Por que?

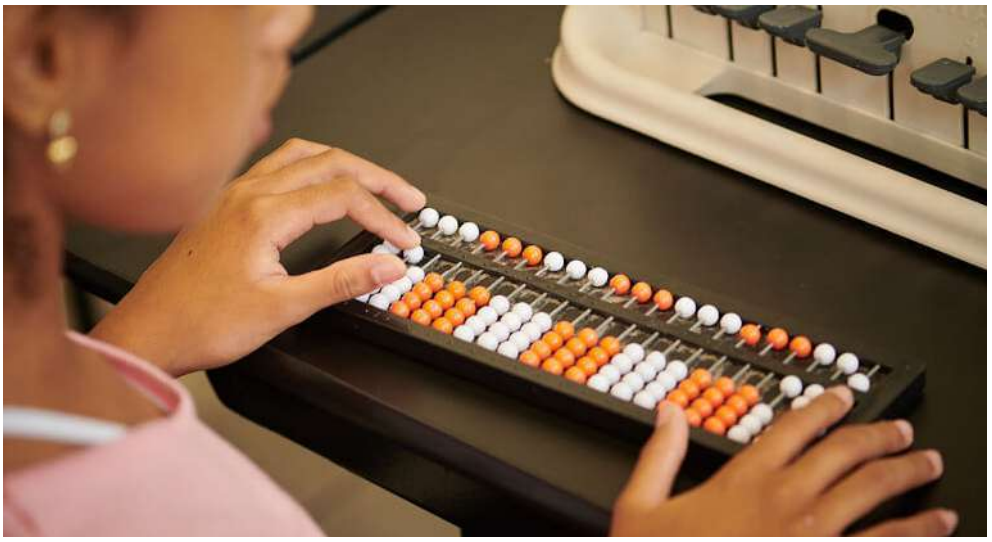
5. Existe algo que tenha te ajudado a superar esses problemas?

Ao total, 5 pessoas cegas foram entrevistadas.

A primeira entrevistada foi uma mulher de 36 anos com cegueira total e congênita e graduada em Psicologia. Ela apontou em seu relato uma dificuldade em Matemática durante toda sua vida. Também relatou que existiam muitos conceitos que se tornavam confusos devido a dificuldade para imaginar e abstrair os mesmos. Apontou também a falta de acessibilidade nos livros didáticos e pontuou a ajuda de alguns professores para realizarem avaliações adaptadas e dos colegas de turma durante as aulas.

O entrevistado número dois é um homem de 24 anos que possui cegueira congênita e ensino médio completo. Disse que seu maior problema foi o estudo de matemática no ensino fundamental e outras ciências exatas no ensino médio, sinalizando que até hoje sabe muito pouco. Segundo seu relato, conseguiu superar algumas dessas dificuldades com a ajuda do professor da disciplina através do uso do soroban, um ábaco japonês, que consiste em um instrumento para cálculo e do geoplano, que possibilita a formação de figuras e formas geométricas através de uma estrutura com corda e madeira. No entanto, pontuou que isto ocorreu apenas no período de sua vida em que estudou em um colégio com proposta específica para cegos. Disse que os materiais em braille também são escassos nas escolas.

Figura 7: Uso do soroban



Fonte: Laramara (https://laramara.org.br/curso-introducao-ao-soroban-adaptado/)

Também foi indicado por ele a falta de materiais adaptados e o despreparo e desmotivação dos professores para lidar com as dificuldades que a situação causava. Alguns professores chegaram a preparar sozinhos materiais em braille para tentar auxiliar no processo, que continua sendo dificultoso e pressupunha outros métodos de avaliação.

O entrevistado também foi um dos que apontou a dificuldade para visualizar gráficos, devido a falta de alternativas nos livros didáticos, ele dizia que se tornavam conceitos muito abstratos e pouco palpáveis, sendo uma defasagem que carrega consigo até hoje.

A terceira entrevistada também possuía cegueira congênita e graduou-se em Serviço Social. Apontou dificuldade em todas as etapas escolares mas deu destaque ao Ensino Fundamental, onde importantes conteúdos de base do aprendizado eram passados. Assim como os outros, apontou dificuldades na Matemática e pontuou a dificuldade de entendimento dos gráficos pela falta de material de apoio, assim como a dependência de professores e colegas para realizar algumas das atividades propostas.

O quarto entrevistado foi um homem com baixa visão por retinose pigmentar e graduado em fisioterapia. Ele sinalizou com ênfase a falta de preparo de seus professores tanto para atendê-lo quanto para orientar seus pais. Disse que tinha dificuldades em todas as matérias e o que o ajudou foi receber auxílio de seus colegas.

A quinta entrevistada foi uma mulher, formada em História, que possui retinopatia da prematuridade. Ela relatou que em sua vida encontrou mais dificuldades no ensino fundamental e médio, principalmente no aprendizado de matemática, relatado como precário. Disse que havia grande dificuldade para entender tabelas e gráficos, o que fazia com que disciplinas como matemática, química, física, geografia e alguns estudos de biologia fossem um transtorno. Teve como uma de suas falas a seguinte frase:

> "Infelizmente muitas coisas consideradas básicas no ensino só fui aprender depois de graduada, quando por conta própria busquei o conhecimento pela internet."
>
> relato da quinta entrevistada

De forma geral, as entrevistas seguiram rumos parecidos, foram mapeadas as mesmas deficiências e que se aplicavam de forma similar, no que diz respeito às experiências escolares de pessoas cegas.

III.6.2 Entrevistas com pais

Para seguir a busca por maior compreensão geral do contexto, foi contactada a mãe de uma criança de oito anos com cegueira total e congênita, que está atualmente no terceiro ano do Ensino Fundamental. As percepções pareceram alinhadas com o que já havia sido descoberto anteriormente, foram levantados pontos importantes em relação ao entendimento diferenciado entre disciplinas mais teóricas, que poderiam ser verbalizadas e explicadas sem dificuldade e disciplinas como a matemática que traziam um fator de complicação nesse sentido. Os instrumentos apontados de apoio foram os mesmos: o soroban e o reglete. Mesmo assim, a mãe apontou que ainda encontrava pontos de defasagem na aprendizagem do filho pois haviam coisas que esses materiais não eram capazes de suprir.

Em destaque, está a preocupação pela solidão vivida por ele devido à falta de autonomia proporcionada pela adaptação precária de ambientes e objetos.

III.6.3 Entrevistas com professores

A entrevista ocorreu com duas diferentes professoras: uma de educação infantil, focada em diversas matérias e outra de ensino fundamental, que dá aulas apenas de Matemática.

Foi perguntado, de forma aberta, se já haviam lidado com alunos cegos, e caso a resposta fosse positiva, quais haviam sido as maiores dificuldades encontradas no processo, principalmente no que dizia respeito à matemática e seus conceitos, visto que os resultados anteriores da pesquisa expuseram uma falta nesse sentido.

As respostas apontavam para caminhos parecidos aos dados pelos relatos dos antigos alunos. Uma delas chegou a indicar a importância da disposição dos mobiliários da sala de aula e a sua constância, para manter a criança em um ambiente que já fosse conhecido pela mesma e pudesse se tornar familiar e acolhedor.

Ambas apontaram para o uso dos mesmos materiais de apoio à matemática: o Soroban e o Geoplano, visto que é uma recomendação conhecida pedagogicamente. Ambos podem ser usados como auxílio para importantes conceitos aritméticos e geométricos, mas no que dizia respeito aos gráficos, citados anteriormente, não eram indicadas soluções existentes.

Outra importante resposta pareceu ser o apoio dos colegas de classe, foi apontada a importância de incluir os outros estudantes ativamente no processo de aprendizagem da criança. Eles ajudavam a executar meios alternativos em sala de aula, como: se revezar para ditar o conteúdo escrito no quadro pela professora enquanto a criança cega fazia suas anotações através de outro importante objeto: o reglete, um instrumento criado para auxiliar na escrita em braille.

Figura 8: Reglete

Fonte: Blog Civiam (https://civiam.com.br/voce-sabe-o-que-e-reglete)

III.6.4 Análise da necessidade

A pesquisa com o usuário permitiu que fossem tiradas algumas conclusões em cima dos dados coletados. O tópico de análise de necessidades pretende sumarizar os pontos principais encontrados na pesquisa e classificar necessidades e desejos encontrados na jornada do usuário como forma de auxiliar a tomada de decisões que solucionem problemas reais.

Em um panorama geral, o que foi encontrado foram pessoas que compartilham alguns sentimentos e necessidades. Primeiro, a sensação de isolamento, por estar em locais que não funcionam de maneira inclusiva e dos quais precisam fazer parte de maneira improvisada e mal pensada, que muitas vezes foge do ideal de aprendizado e inclusão adequada.

Em segundo lugar, está a frustração pela aprendizagem forçadamente defasada em conceitos básicos. A falta de entendimento dos gráficos matemáticos, por exemplo, acaba se ramificando para uma dificuldade em disciplinas diversas ao longo de toda a vida escolar do estudante e até mesmo após ela.

Portanto, o público alvo definido foram crianças com idade de 6 a 12 anos, que tipicamente estariam passando pela fase do Ensino Fundamental I, onde começam a ter contato com os conceitos matemáticos básicos nos quais os entrevistados apontam mais dificuldade, o que justifica a escolha estratégica desta faixa.

Pensando também no uso, é possível entender que os materiais de apoio existentes não são pensados para crianças que não enxergam. São livros impressos, feitos de papel e tinta e que não trabalham o conceito de imagens mentais, nem mesmo fazem uso de algum artifício tátil para permitir o entendimento, o que torna difícil para quem não faz uso da visualidade como estratégia principal.

Outro problema mapeado foi a dificuldade dos próprios professores e pais para auxiliar no processo de aprendizagem. Existe uma falta de orientação e de conhecimento sobre os processos pedagógicos que precisam ser realizados para auxiliar uma criança cega, o que acaba as deixando ainda mais perdidas e desamparadas. Neste ponto, também é apontada a falta de materiais de apoio, pois sem algo que seja feito pensando nessas pessoas, resta aos professores e pais criarem um sistema próprio de forma adaptada para auxiliar nas disciplinas e apesar de ajudarem, muitas vezes essas alternativas não são o suficiente para cobrir todo o escopo necessário de maneira adequada.

Na ilustração abaixo, é mostrada uma tabela que busca categorizar os aspectos da necessidade e o caminho para qual as soluções do projeto apontam, de acordo com os problemas vistos.

Figura 9: Análise de necessidades

Aspectos	Necessidades
Psicológicos	Fornecer a sensação de inclusão e autonomia no aprendizado, melhorando auto estima.
Ergonômicos	Permitir manuseio adequado e de uso intuitivo, com texturas.
Fabricação	Embalagem propícia, integrada ao produto, fácil montagem. Fabricação em série.
Ambientais	Materiais duráveis e resistentes, de fácil limpeza e reutilização.
Operacionais	Áreas dedicadas a cada operação, multifuncionalidade.
Econômicos	Preço condizente com o cenário econômico, materiais acessíveis ao mercado para produção em grande escala.
Estéticos	Estética divertida, acolhedora, convidativa visualmente para pessoas que enxergam e com recursos táteis para cegos, principalmente.

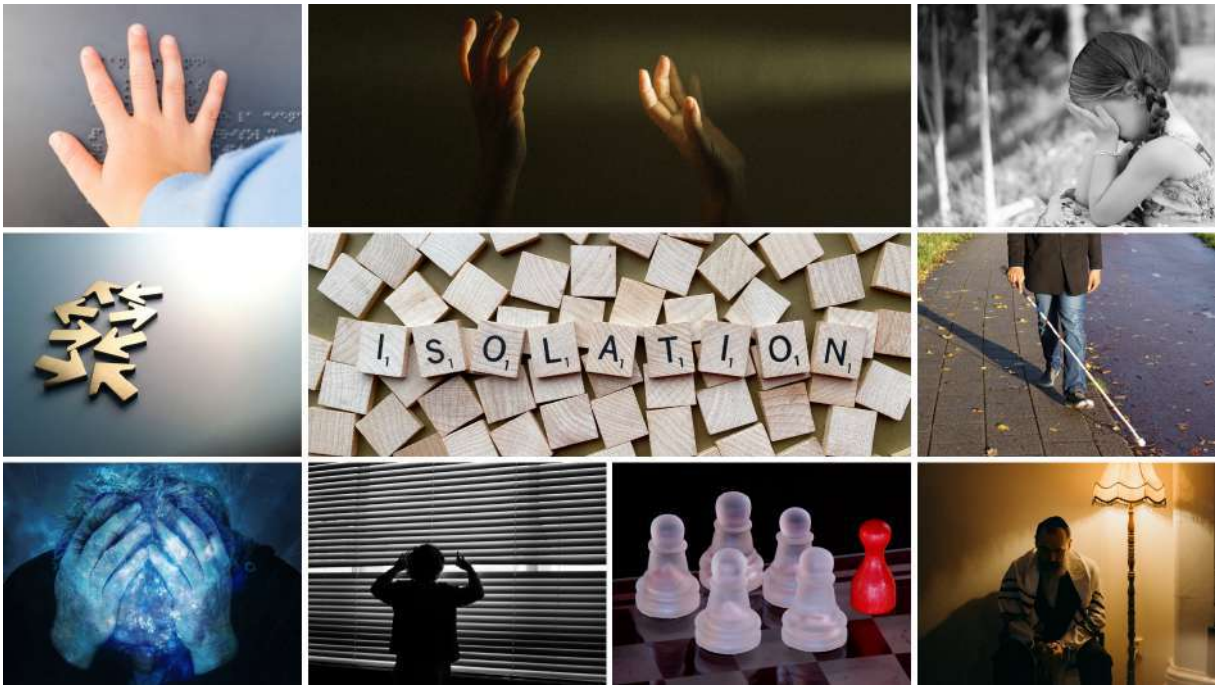
Fonte: Elaboração própria

III.6.5 Painel Semântico do público-alvo

O painel semântico é uma ferramenta que permite melhor visualização do perfil e estilo de vida do grupo de usuários estudados. É uma forma de complementar as informações coletadas anteriormente e representá-las visualmente, como um auxílio cognitivo para promover mais nitidez na compreensão.

No painel montado abaixo, encontram-se algumas imagens que representam as conclusões adquiridas na pesquisa em relação aos entrevistados, destacando-se seu sentimento de isolamento em relação aos outros a seu redor devido às diversas barreiras que encontram ao longo do seu caminho de aprendizado.

Figura 10: Painel Semântico



Fonte: Elaboração própria

III.7 Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Com a pesquisa do público alvo, foi possível entender que o momento mais crítico em relação ao aprendizado escolar são as etapas iniciais do ensino fundamental, onde são ensinadas matérias que formam a base conceitual do estudo para que seja levado em frente em etapas posteriores.

No Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996) determina que exista uma padronização para as disciplinas e conteúdos ensinados em cada série escolar, este documento é chamado de Base Nacional Comum Curricular e estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica. Além disso, é orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica.

A pesquisa com usuários indicou um forte viés relacionado a conceitos matemáticos básicos aprendidos, geralmente, em séries iniciais, assim que são introduzidas. A matemática introduz o entendimento de gráficos, mas esse conhecimento se prova muito mais extenso posteriormente pois é aplicado para interpretação de informações multidisciplinares, pelo resto da vida dos indivíduos, tratando-se de uma forma de analisar e representar dados e informações sobre o mundo ao seu redor.

Segundo a base nacional curricular:

> "A Matemática cria sistemas abstratos, que organizam e inter-relacionam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados ou não a fenômenos do mundo físico. Esses sistemas contêm ideias e objetos que são fundamentais para a compreensão de fenômenos, a construção de representações significativas e argumentações consistentes nos mais variados contextos."
>
> (BNCC, p.265)

Ao voltar-se especificamente para o Ensino Fundamental, também é definido que esses anos devem ter compromisso com o desenvolvimento do letramento matemático que se define como: as competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas.

Faz-se entender que esse letramento matemático permite o entendimento da aplicação desses conhecimentos no mundo e da percepção do caráter de jogo intelectual da matemática, como aspecto que favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, estimulando a investigação de forma prazerosa.

Os principais objetivos definidos, que poderiam ser conectados a essa ideia seriam: o de desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação, a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos

matemáticos para compreender e atuar no mundo e fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos presentes nas práticas sociais e culturais como forma de investigar, organizar, representar, comunicar as informações e avaliá-las crítica e eticamente, produzindo argumentos convincentes.

III.8 O Ensino Fundamental

Como foi visto anteriormente, o ensino fundamental é uma etapa inicial da formação de crianças e jovens com duração total de 9 anos, separada entre anos iniciais (do 1º ao 5º ano) e anos finais (do 6º ao 9º ano). De forma geral, esta é uma importante etapa que carrega objetivos específicos de acordo com cada série. A seguir, foram separados alguns objetivos definidos pela BNCC cujo objeto final deste projeto busca tocar com mais ênfase.

Nos anos iniciais, de forma geral, será um foco a identificação e o estabelecimento de pontos de referência para a localização e o deslocamento de objetos, a construção e representação de espaços conhecidos e a estipulação de distâncias usando um plano como suporte. No que diz respeito às formas geométricas, será trabalhada a identificação de características das formas bidimensionais e tridimensionais de forma a associá-las com figuras espaciais, planificações, etc. Além disso, o estudo da simetria em um plano cartesiano também pode ser tocado.

No que diz respeito a séries específicas, no primeiro ano, poderá ser trabalhado: A localização de objetos no espaço com a utilização de pontos de referência, a descrição e representação de um trajeto e sua movimentação no mesmo contexto anterior e o reconhecimento e análise de características e planificações formais.

No quarto ano, pode-se trabalhar novamente a localização e movimentação, com acréscimo do entendimento do paralelismo e perpendicularismo.

Ao quinto ano, os conceitos se tornam ainda mais claros pois seus objetivos se desdobram para o plano cartesiano, suas coordenadas e quadrantes, assim como a representação de deslocamento neste espaço.

Além dos objetivos tangenciais citados, também corre por todas as séries do Ensino Fundamental a função principal do objeto, que é possibilitar o entendimento dos principais tipos de gráficos matemáticos e seu funcionamento.

III.9 Tipos de gráficos matemáticos

Para melhor compreender os requisitos formais que se fazem necessários na etapa de ideação do produto, foram delimitados seis tipos de gráfico para serem entendidos com maior profundidade, e posteriormente usados como base para definição formal do objeto.

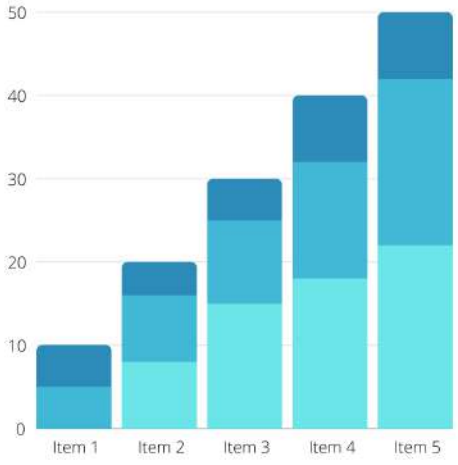
Gráficos, no geral, são representações de dados que buscam facilitar o entendimento de diferentes informações, os tipos mais usados são:

III.9.1 Gráficos de coluna

Os gráficos de coluna são representados por barras verticais e são comumente utilizados para mostrar alterações de dados durante um período de tempo ou para comparação entre diferentes itens.

Fundamentalmente, tem sua estrutura composta por dois eixos: um vertical e outro horizontal, seguindo as configurações do plano cartesiano. O eixo horizontal são construídas as variações, sendo nomes, medidas ou quantidades numéricas retiradas dos dados da pesquisa, já o eixo vertical indica a escala graduada do zero até o valor máximo encontrado.

Figura 11: Exemplo de gráfico de coluna

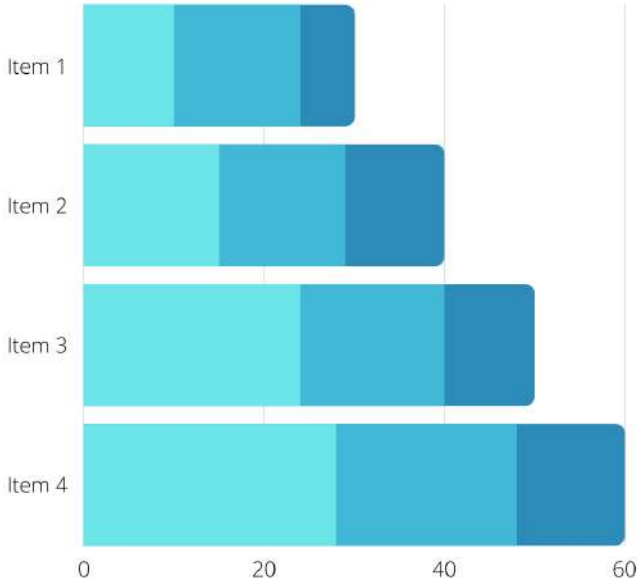


Fonte: Canva

III.9.2 Gráficos de barra

Também construído sobre o primeiro quadrante do plano cartesiano, o gráfico de barras possui o fluxo de informações com escala horizontal e no eixo vertical é onde são construídas as variações dos dados: definições, medidas ou números da pesquisa.

Figura 12: Exemplo de gráfico de barras

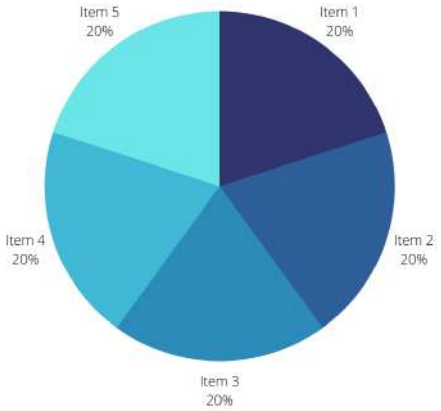


Fonte: Canva

III.9.3 Gráficos de setor

Os gráficos de setor, também conhecidos como circulares, têm sua utilização recomendada para visualizar informações de apenas uma categoria pois são dispostas de maneira circular e possuem ângulos proporcionais às porcentagens representadas. Seus valores são expressos em números ou percentuais. Costuma apresentar uma legenda para esclarecer os dados representados em cada item.

Figura 13: Exemplo de gráfico de setor

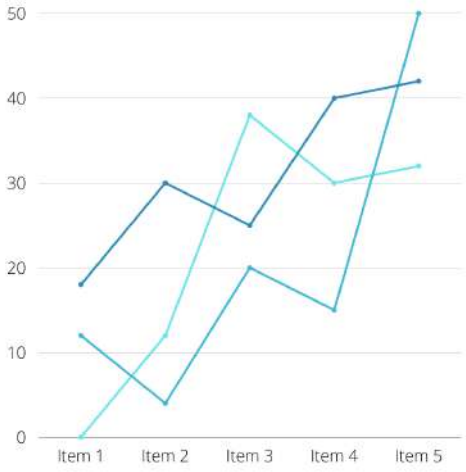


Fonte: Canva

III.9.4 Gráficos em linhas

É utilizado quando se deseja trabalhar com duas ou mais informações. Também composto por dois eixos, de acordo com o primeiro quadrante do plano cartesiano, além de uma ou mais linhas que mostram a variação numérica dos dados, ou seja, sua movimentação ao longo do tempo ou em diferentes situações.

Figura 14: Exemplo de gráfico em linhas

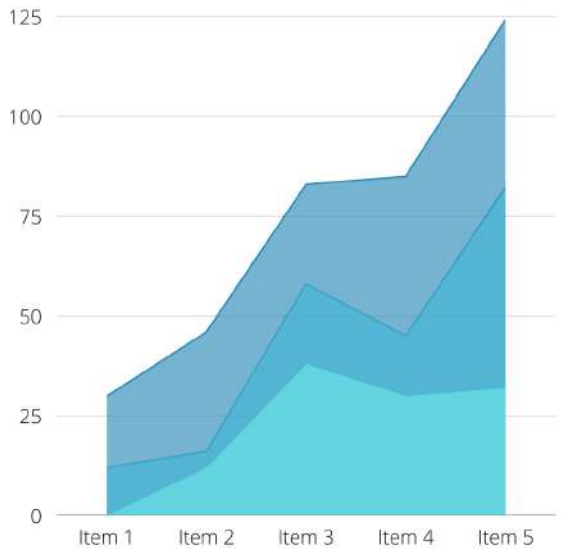


Fonte: Canva

III.9.5 Gráficos de áreas

Muito similar ao gráfico de linhas, porém apresenta um preenchimento nas áreas entre as linhas e o eixo horizontal. O componente de área do gráfico representa o volume ou proporção do todo no espaço entre o eixo e o ponto de dados.

Figura 15: Exemplo de gráfico de áreas

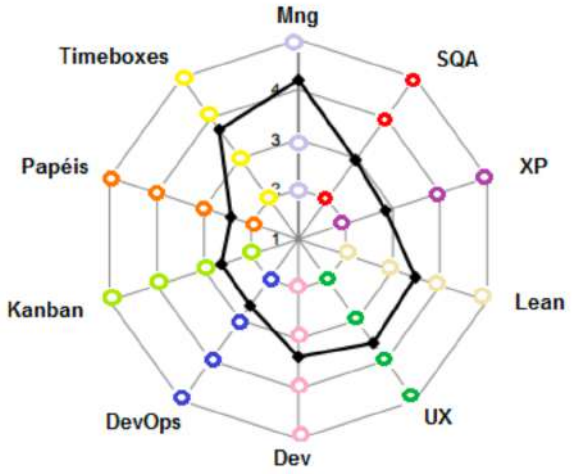


Fonte: Canva

III.9.6 Gráficos em rede

Um gráfico de redes é eficiente para demonstrar fluxos de informações, interação de componentes e seu local de existência na rede de informações delimitada no contexto dos dados.

Figura 16: Exemplo de gráfico em rede



Fonte: Jorgeaudy.com

III.10 Análises contextuais

O tópico de análises contextuais busca, através de ferramentas metodológicas de Design, mergulhar mais a fundo no contexto estudado e seus desdobramentos. Para tal, foram escolhidas análises que fossem relevantes ao tema e pudessem aumentar o entendimento dos contextos propostos.

III.10.1 Análise diacrônica

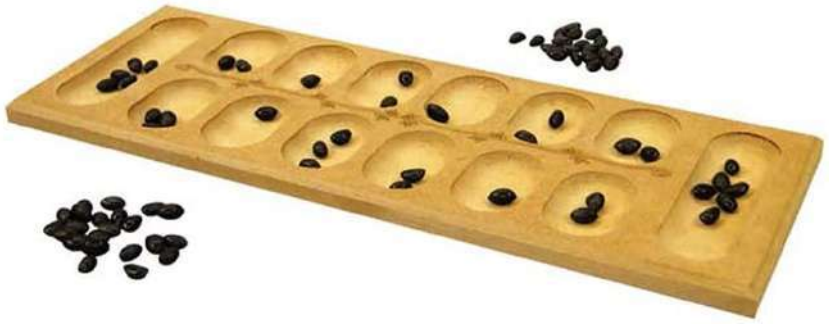
A análise diacrônica é uma ferramenta metodológica definida como:

> "[...] um exame dos fenômenos culturais, sociais, tecnológicos, etc., observados quanto à evolução de um produto. Ou seja, é um levantamento das características do produto a ser desenvolvido ou da necessidade a ser satisfeita mostrando as mudanças ao longo do tempo."
>
> (Pazmino, 2015, p.78)

A ideia, portanto, é desenvolver uma pesquisa histórica e, por meio desta, levantar fatores sociais, técnicos e culturais envolvidos no objeto de estudo e formar uma linha do tempo para ampliar o entendimento sobre o mesmo e suas transformações ao longo dos anos. A pesquisa serve como auxílio para embasar decisões tomadas, resgatar boas referências e evitar um possível plágio.

Como foco para este projeto, foi escolhida a exploração dos jogos de tabuleiro. Seus primeiros registros são datados no mundo antigo, a cerca de 7000 anos a.C. com a "Mancala", de origem africana. Trata-se de um jogo de estratégia relacionado à semeadura, feito com sementes e com um viés matemático já que funciona em um sistema de contagem e captura de sementes do jogador adversário. É um jogo simples que costumava ser feito através de buracos no chão.

Figura 17: Versão moderna da Mancala



Fonte: Amazon
(https://www.amazon.com.br/Mancala-Jogo-Tabuleiro-Ludens-Spirit/dp/B07PW9KBCB)

Outro jogo do qual encontram-se registros se chama "Jogo Real de Ur" que consiste em um jogo de transporte de peças, no qual é necessário movê-las de um ponto a outro no tabuleiro.

Esse foi um jogo encontrado em escavações feitas entre os anos 1920 e 1930 no antigo território de Ur, uma cidade localizada na Suméria cujas ruínas atualmente fazem parte do Iraque. Estima-se que essa civilização tenha sido fundada por volta dos anos 3800 a.C. Através de escavações posteriores, descobriram que este era um jogo popular entre todas as classes sociais, com diferenças na qualidade do tabuleiro e das peças. Também descobriram que o jogo não era apenas popular no território da Suméria mas também em locais como Iraque, Síria, Líbano, Sri Lanka, Chipre e na Ilha de Creta.

Seu tabuleiro possui 20 casas, dispostas em oito linhas e três colunas de cima para baixo. Todos os tabuleiros encontrados serviam também como caixas de armazenamento para os demais elementos do jogo: dois conjuntos com sete peças cada e quatro dados. As peças são redondas e chatas e é comum que um conjunto seja branco e o outro preto, cada um com detalhes da cor contrária nas peças. Os dados possuem formato de pirâmide, sendo dois de seus vértices pintados e dois não.

O objetivo do jogo é que o jogador comece com as sete peças e as coloque uma a uma no tabuleiro para percorrer um número determinado de casas, retirando-a quando chegar ao final, sendo o vencedor quem retirar todas as suas peças primeiro.

Figura 18: Jogo Real de Ur

Fonte: Átomo Blogspot (https://atomo.blogspot.com/2019/03/jogo-real-de-ur.html)

Após isso, com criação estimada em 6 anos d.C., está o "Chaturanga", um jogo indiano conhecido como "o pai do xadrez", devido a semelhança de seu tabuleiro e de suas peças. Ele possuía algumas variações, no entanto, como regras diferentes, a possibilidade de ser jogado com dois ou quatro jogadores e seis variações de peças.

Figura 19: Chaturanga

Fonte: iStock (https://www.istockphoto.com/br/foto/tabuleiro-de-jogo-chaturanga-com-pe%C3%A7as-de-antiguidades-gm945395718-258216795)

Por último, outro jogo marcante foi o Ludo, ou "Pachisi" como também é conhecido na Índia, onde teve seu início em 1896. É um jogo de corrida cujo objetivo é fazer com que as quatro peças que o jogador dispõe cheguem ao final do percurso do tabuleiro antes dos adversários. Comporta até quatro jogadores.

Figura 20: Ludo

Fonte: Tuca Jogos (https://www.tucajogos.com.br/blog/como-jogar-ludo-regras-e-dicas-do-ludo.html)

III.10.2 Análise sincrônica

A análise sincrônica também é uma ferramenta metodológica encontrada no livro de metodologia de Pazmino (2015) porém, ao invés de uma análise histórica como no item anterior, prevê a comparação de produtos similares e suas principais características. É definida como:

> "[...] uma ferramenta de análise que serve para comparar os produtos em desenvolvimento com produtos existentes ou concorrentes, baseando-se em variáveis mensuráveis, ou seja, que podem ser medidas. Permite avaliar aspectos quantitativos, qualitativos."
>
> (Pazmino, 2015, p 64)

É, portanto, uma comparação que transpassa a visualidade e se debruça sobre aspectos múltiplos da composição de um tipo de objeto estabelecendo um paralelo entre produtos concorrentes e suas características. Essa atividade permite a melhoria da compreensão projetual, pois reconhece o universo no qual o produto a ser desenvolvido se insere, para que sejam reconhecidos pontos fortes e fracos de produtos que buscam resolver as mesmas necessidades e reinventá-los, mudá-los ou mantê-los.

Para a análise, foram buscados os brinquedos educativos de maior destaque que se encontram no mercado hoje de forma a comparar suas características e objetivos principais, como se pode ver nas imagens abaixo:

Figura 21: Análise sincrônica parte I

Fonte: Elaboração própria

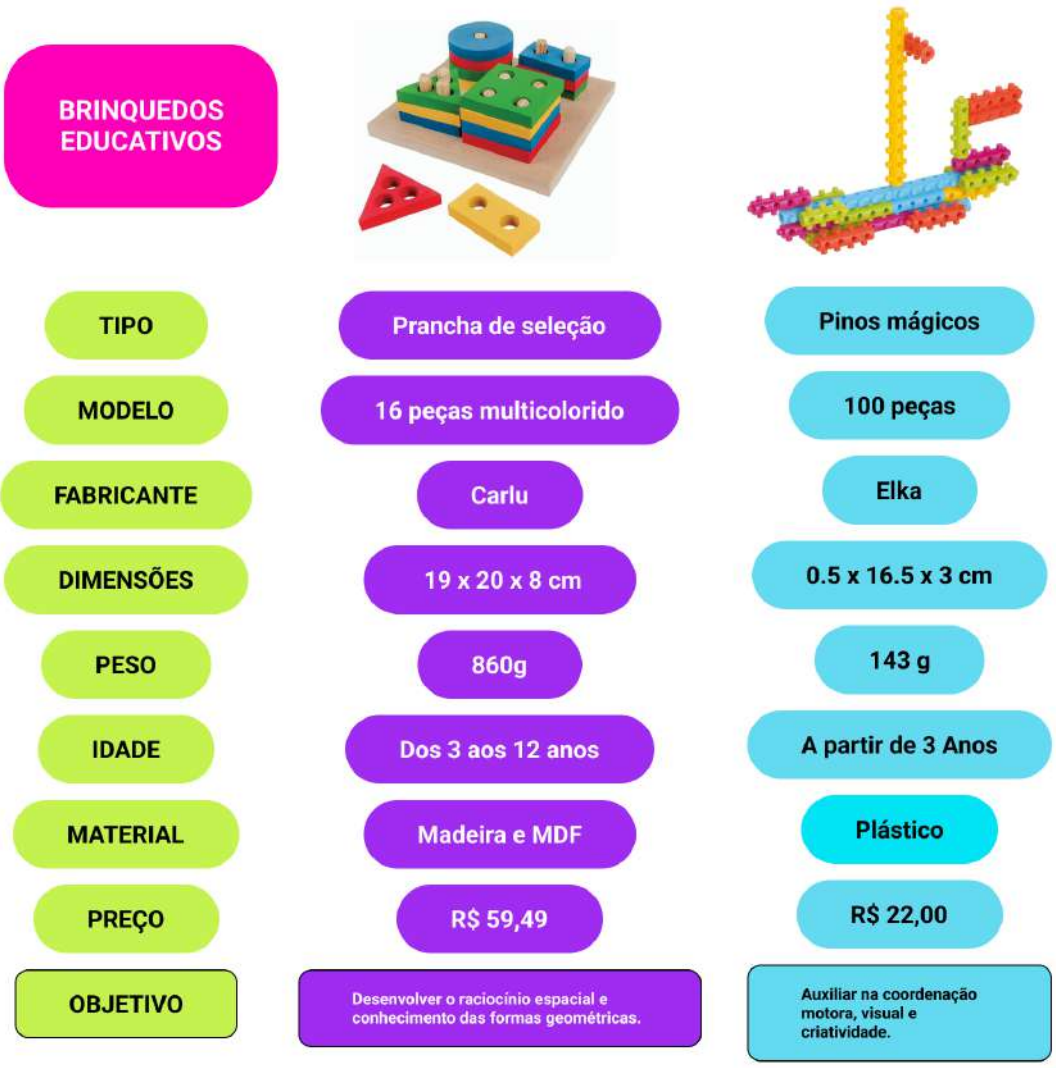
Figura 22: Análise sincrônica parte II

Fonte: Elaboração própria

Figura 23: Análise sincrônica parte III

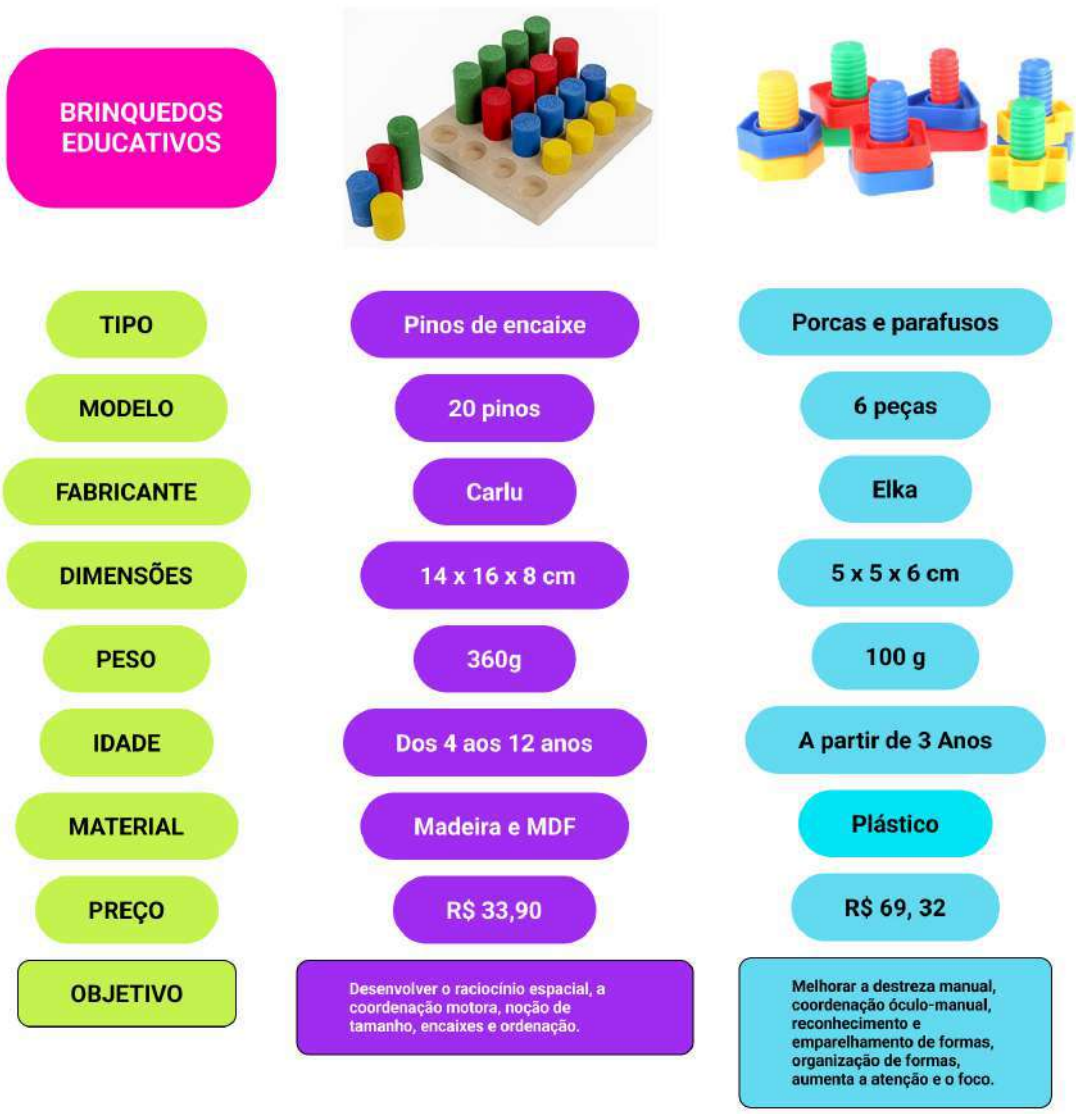
Fonte: Elaboração própria

Figura 24: Análise sincrônica parte IV



Fonte: Elaboração própria

Figura 25: Análise sincrônica parte V



Fonte: Elaboração própria

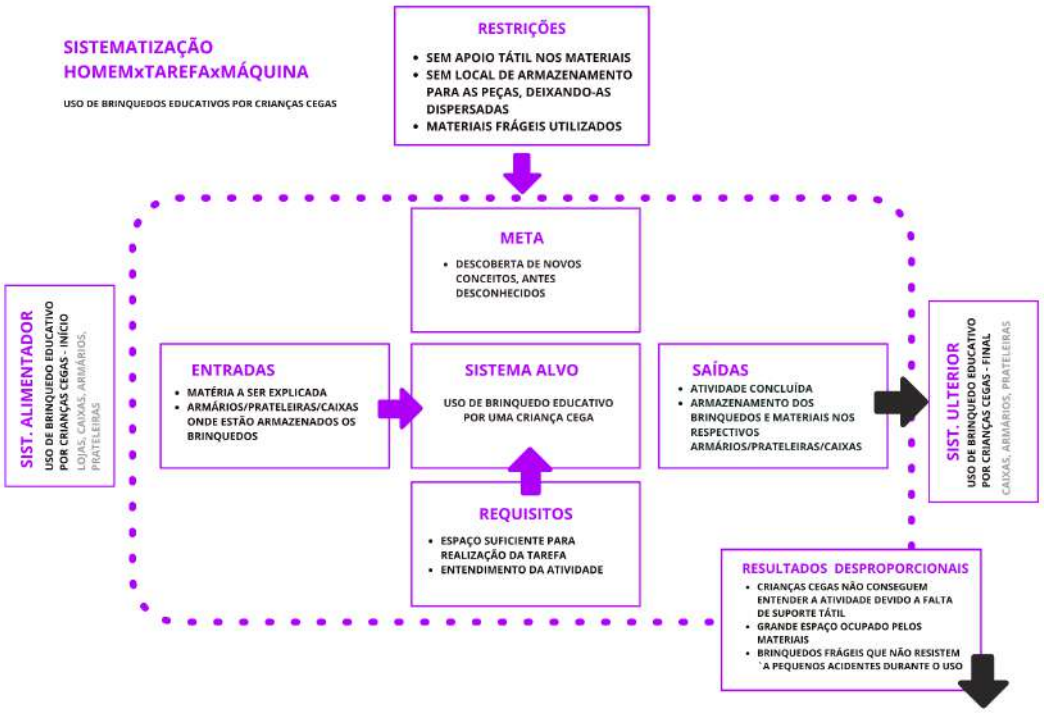
Nesta análise foi possível avaliar alguns aspectos formais, materiais e de função dos objetos encontrados no mercado. Foi possível entender que a junção de algumas dessas características presentes em cada uma das categorias estudadas poderá formar um objeto ideal para atingir os objetivos do projeto. Os principais aspectos levados em conta, a partir disso, foram: a modularidade presente nas peças, a possibilidade de encaixe entre as mesmas, as cores vivas e chamativas, o uso de materiais simples, o tamanho reduzido e os materiais simples e de fácil limpeza e reposição.

III.10.3 Análise da tarefa

A análise de tarefa pressupõe um estudo aprofundado da interface homem-produto e suas interações. Segundo Pazmino (2015, p.122), "a análise da atividade envolve observar, descrever e detectar pontos negativos e positivos existentes em relação ao uso do produto ou serviço". Para tal, foi escolhida a atividade de usar um brinquedo educativo para que fosse observada através de anotações e imagens permitindo que se pudessem apontar aspectos de desconforto e possíveis soluções para melhoria de experiência. A análise serve como um ponto de reforço para evitar problemas de ergonomia, facilitar a geração de novos conceitos e desenvolver produtos funcionais.

Como um auxílio para o entendimento da tarefa foi montado um fluxograma, baseado em diagramas homem x máquina x tarefa, um dos preceitos básicos da ergonomia, que prevê o trabalho conjunto entre os componentes, unidos por uma rede de comunicação, para alcançar um fim comum.

Figura 26 : Sistematização SHMT



Fonte: Adaptado de Moraes, 1998

A utilização do sistema facilitou a compreensão da tarefa realizada por crianças cegas, ao fazer uso de brinquedos educativos. Define-se como meta que os conceitos que se tem como premissa sejam plenamente compreendidos pelo usuário, permitindo novas descobertas. As entradas desse sistema seriam a matéria a ser explicada e os locais da onde o objeto seria retirado para uso, podendo considerar um contexto de compra e uso imediato, onde o brinquedo sairia da loja ou um contexto em que ele foi antes armazenado em locais como caixas, armários ou prateleiras. As saídas do sistema, consideram portanto, a atividade proposta concluída e o armazenamento dos objetos utilizados de volta aos meios citados anteriormente. Os requisitos para que a tarefa seja realizada são espaço suficiente para dispor das peças necessárias e um entendimento de instruções iniciais.

No entanto, ao considerar o uso real do objeto, encontram-se possíveis restrições: a falta de apoio tátil no material, a falta de local de armazenamento adequado para o brinquedo, podendo causar a dispersão e perda de peças e o uso de materiais frágeis na construção do objeto, que o deixa pouco resistente à pequenos acidentes causados pelo uso. Essas restrições, por fim, podem gerar resultados indesejáveis, como por exemplo: a dificuldade de entendimento de crianças cegas sobre a tarefa passada e consequente interrupção do objetivo do brinquedo, o espaço excessivo ocupado pelos materiais devido a necessidade de improvisar locais que os caibam e as possíveis quedas e quebras do brinquedo, assim como perda de suas peças.

III.10.4 Análise postural (OWAS)

Como complemento à análise de tarefa, foi utilizada a análise OWAS como forma de entender parâmetros posturais aplicados no uso de objetos existentes. A palavra OWAS é uma abreviação para Ovaco Working Posture Analysing System. Este é um método ergonômico que foi desenvolvido na Finlândia para analisar as posturas de trabalho da indústria de aço e consiste na observação de ciclos de trabalho para posterior seleção de posturas a serem analisadas. Baseando-se na amostragem de atividades em um intervalo constante ou variável e na verificação do tempo gasto em cada postura, considera variações para costas, braços, pernas, uso de força e fase da atividade e para cada conjunto de dados determina um código

para inferir uma escala que varia de 1, sendo essa uma condição aceitável de postura e força, até 7, que significa pior posição para membros inferiores. Após isso, confrontando os dados com uma tabela de classificação, é possível obter um resultado de classes para o nível de risco da postura, obtendo-se o resultado final e a categoria da ação a ser tomada.

Figura 27: Tabela OWAS

Classe 1: postura normal, que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais;
Classe 2: postura que deve ser verificada durante a próxima revisão rotineira dos métodos de trabalho;
Classe 3: postura que deve merecer atenção a curto prazo;
Classe 4: postura que deve merecer atenção imediata.

Fonte: Revista Espacios vol. 38, 2017

Utilizando as observações anteriores e as três posturas escolhidas, foi feita a catalogação dessas posições de acordo com o método OWAS, de maneira a determinar sua classe e necessidade de ação.

As posturas analisadas foram retiradas de fotos em sites da internet e dizem respeito ao uso de um objeto já citado anteriormente: o geoplano.

Figura 28: Crianças utilizando o geoplano

Fonte: Unijui (www.publicacoeseventos.unijui.edu.br)

A postura número um, da primeira criança da esquerda para direita tem o seguinte código:

Costas: 2- Inclinadas

Braços: 1- abaixo dos ombros

Pernas: 1- sentado

Peso: 1- 10kg ou menos

Portanto, a numeração final é 2111, o que, de acordo com a tabela OWAS, classifica essa postura como “Classe 2”, ou seja, deve ser verificada durante a próxima revisão.

A criança do meio possui apenas uma diferença em relação à primeira pois está de pé. No entanto, na avaliação, seu código se mantém:

Costas: 2- Inclinadas

Braços: 1- abaixo dos ombros

Pernas: 1- em pé

Peso: 1- 10kg ou menos

Sua classificação, portanto, também é de classe dois, demandando revisão.

A terceira criança, está com o dorso mais inclinado e torcido assim como as pernas flexionadas, portanto seu código se modifica para: 4131.

Costas: 4- Inclinadas e torcidas

Braços: 1- abaixo dos ombros

Pernas: 3- pernas flexionadas

Peso: 1- 10kg ou menos

Sua postura, portanto, classificada como de classe 4, demonstra necessitar de atenção imediata.

Com esta análise, foi possível levantar alguns pontos de atenção em relação ao produto a ser desenvolvido. Primeiro: a inclinação das costas das crianças que possibilita o uso do tabuleiro não está adequada, podendo se fazer necessário rever a angulação do projeto. Em segundo lugar: o uso compartilhado não parece ser o ideal para o objeto pois à medida que as crianças se distanciam do brinquedo, seu esforço corporal para alcançá-lo aumenta e dessa forma, acabam assumindo posturas que representam possíveis riscos futuros ao seu desenvolvimento.

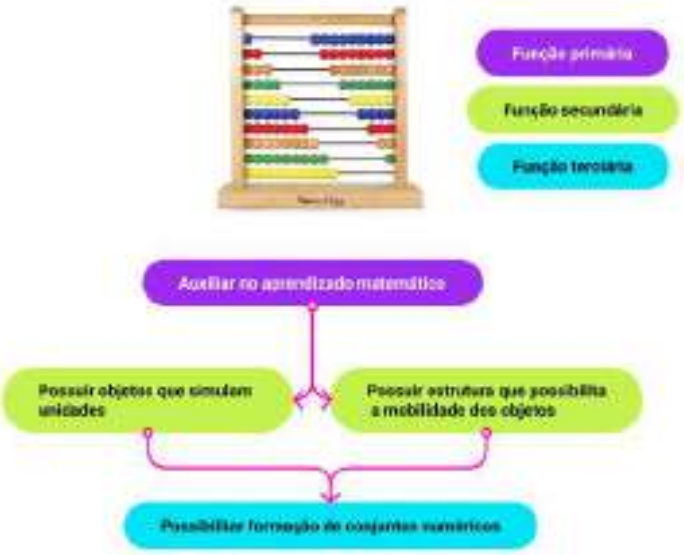
III.10.5 Análise da função

A análise de função prevê a visualização de todas as funções de um produto relacionado ao projeto e faz isso através do estudo de um concorrente. Enquanto o entendimento da tarefa sugere foco no usuário, este tópico pretende entender os usos embutidos em um objeto específico presente no contexto de brinquedo educativo, assim como delimitar suas funções básicas e secundárias para que sejam sinalizados problemas e oportunidades.

Será incorporado a este método, uma técnica conhecida como análise do valor que, como cita seu autor (CSILLAG, 1986) é a aplicação sistemática de técnicas que identificam a função de um produto ou serviço, estabelecem um valor para aquela função e objetivam a ela o menor custo total sem degradação.

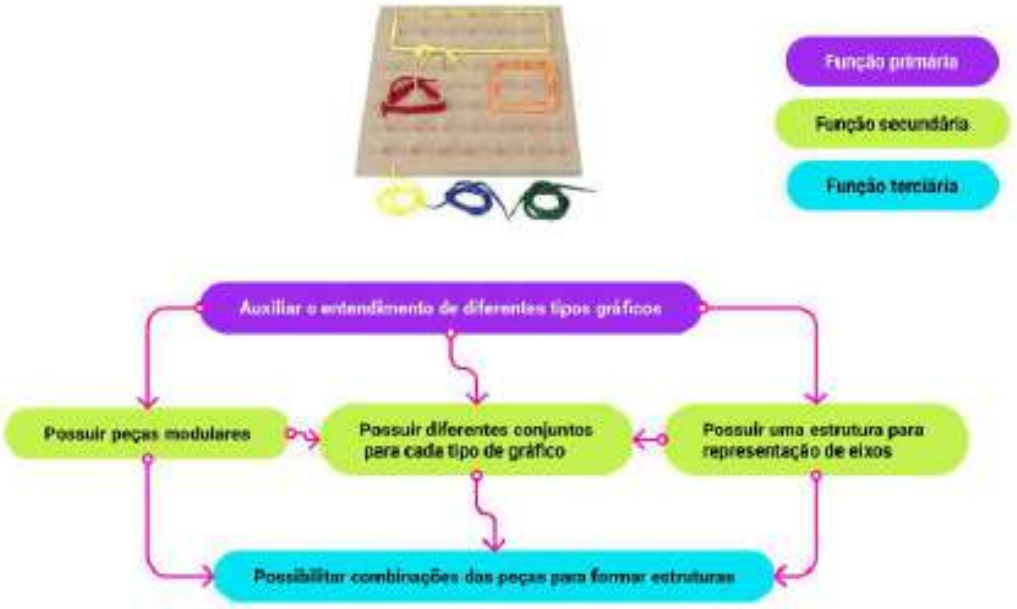
Para o estudo, foram escolhidos quatro dos dez objetos vistos na análise sincrônica, por abarcar a maior variedade de funções possíveis, sendo eles: o ábaco horizontal, o ábaco vertical, o geoplano e o tangram.

Figura 29: Análise de função do ábaco horizontal



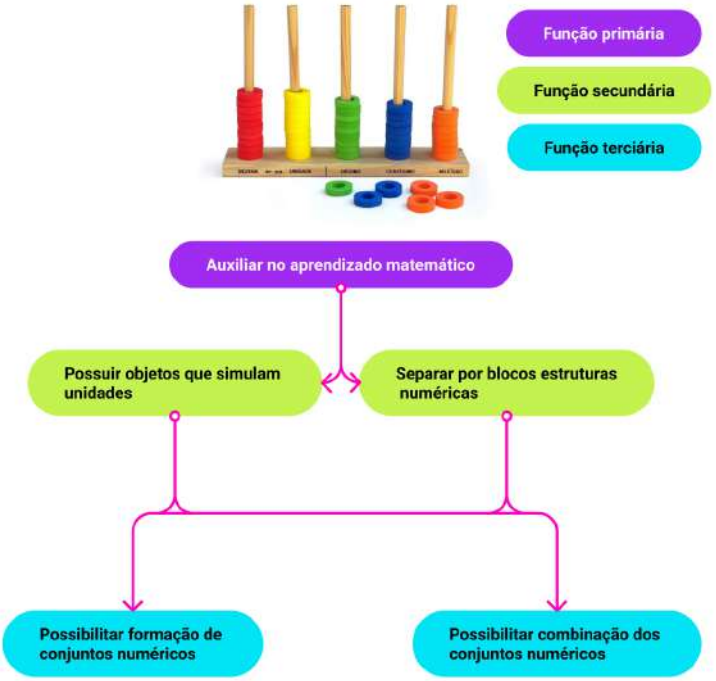
Fonte: Elaboração própria

Figura 30: Análise de função do geoplano



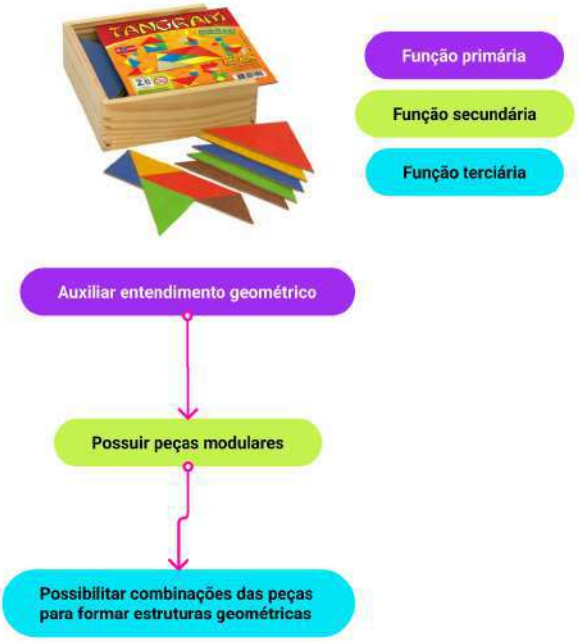
Fonte: Elaboração própria

Figura 31: Análise de função do ábaco vertical



Fonte: Elaboração própria

Figura 32: Análise de função do Tangram



Fonte: Elaboração própria

A partir da observação da árvore de funções foi possível perceber que os objetos carregam alguns ideais em comum, seu objetivo principal é claro e alinhado entre si: auxiliar o entendimento matemático, seja aritmético e geométrico. Suas funções secundárias se desdobram para a modularidade e diferenciação de peças que permite seu funcionamento, assim como sua estrutura de sustentação e representação. Esses conjuntos possibilitam que as funções terciárias sejam realizadas, elas dizem respeito à realização da tarefa em si, ou seja, ao entendimento e realização das combinações e conjuntos necessários.

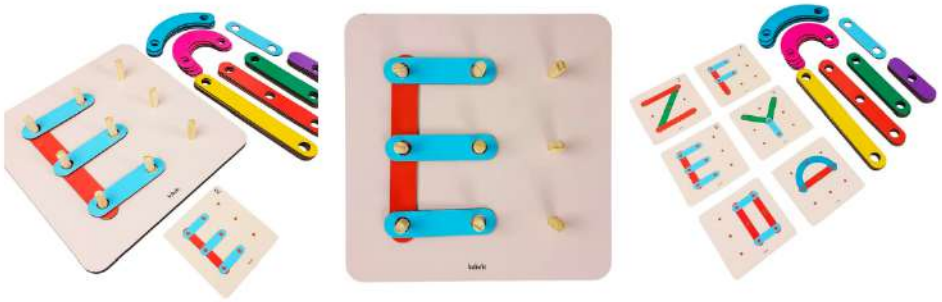
Entende-se com isso que o objeto final deverá seguir uma estrutura similar de funções, pois visa permitir o mesmo fim de entendimento e sumarização e possui o mesmo objetivo principal: facilitar o entendimento de conceitos matemáticos relacionados aos gráficos.

III.10.6 Análise estrutural

A análise estrutural de um objeto prevê a sua dissecação perante fatores mecânicos. É uma busca pelo entendimento das partes que compõem um produto relacionado ao tema que possa servir de auxílio ao futuro detalhamento do objeto desenvolvido. A atividade é feita através da compreensão dos tipos e números dos componentes, subsistemas, princípios de montagem, tipos de conexões de um produto,etc.

Para tal, será analisado o produto "formas mágicas", presente na análise sincrônica.

Figura 33: Análise estrutural



Nº	Componentes	Qtd.	Material
1	Base do tabuleiro	1	Madeira reflorestada
2	Pinos do tabuleiro	9	Madeira reflorestada
3	Peças coloridas de curvatura fechada	4	Madeira reflorestada
4	Peças coloridas de curvatura aberta	4	Madeira reflorestada
5	Peças coloridas retas com 1 abertura	5	Madeira reflorestada
6	Peças coloridas retas com 3 aberturas	5	Madeira reflorestada
7	Peças coloridas retas com 2 aberturas (pequenas)	5	Madeira reflorestada
8	Peças coloridas retas com 2 aberturas (grandes)	5	Madeira reflorestada
9	Fichas ilustrativas	24	Papel

Fonte: Própria

III.10.7 Análise das relações

A análise das relações é uma técnica que propõe o estudo de todas as interações às quais um objeto em específico está submetido. É uma técnica similar ao mapa mental pois busca visualizar de forma ampla o problema a ser resolvido. Neste tópico também será analisado o brinquedo "formas mágicas". Para facilitar a compreensão, o exercício foi dividido em duas instâncias: análise da relação social homem-produto e análise da relação social produto-ambiente.

III.10.7.1 Análise da relação social homem-produto

Esta instância busca entender os possíveis usuários que podem interagir com o produto e a forma com a qual realizam essa atividade.

Em relação ao público-alvo do objeto, o mesmo volta-se principalmente aos estudantes e crianças da idade recomendada para uso (a partir de 3 anos de idade) mas, por trás desse contexto, estão outras pessoas relacionadas que atuam como uma rede de apoio. Pode-se destacar os professores das escolas, que usariam o brinquedo como forma de auxiliar no aprendizado, direcionando e ensinando aos alunos como proceder. No contexto escolar, ainda podem ser encontrados estagiários ou auxiliares que lidem com as crianças diretamente e que podem interferir de alguma forma nesse processo.

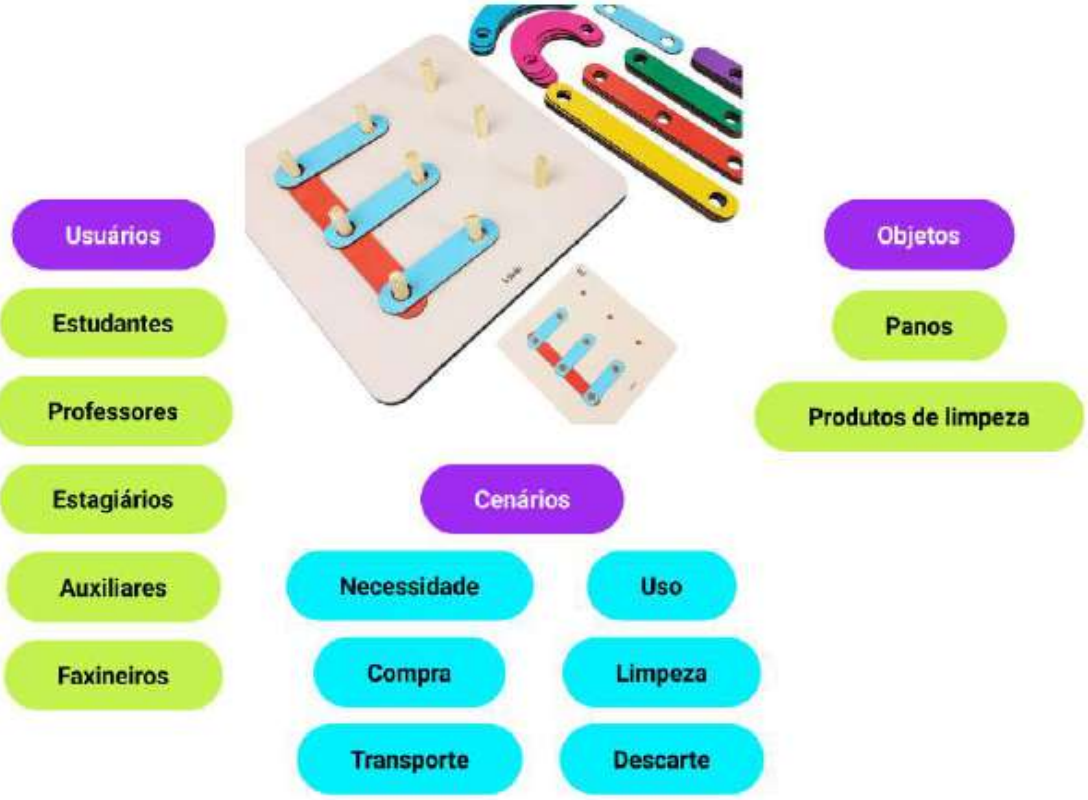
Os pais ou responsáveis pela criança também podem tomar o papel de guia em determinados momentos da vida, como quando o brinquedo é usado em casa, por exemplo.

Em relação às pessoas que não lidam diretamente com as crianças mas podem manusear o objeto estão os responsáveis pela limpeza do ambiente, que pode-se estender ao objeto, utilizando panos e produtos de limpeza.

A jornada deste produto para o usuário ou pessoas próximas a ele seguiria um caminho clássico de: percepção de uma necessidade, compra, transporte ao local, uso, limpeza e eventual descarte.

Abaixo, foram ilustradas as informações mapeadas:

Figura 34: Análise da relação social homem-produto



Fonte: Própria

III.10.7.2 Análise da relação social produto-ambiente

Em relação às interações do produto com o ambiente, foram inicialmente mapeadas as possíveis localidades em que se encontraria, tendo como principal alvo o ambiente escolar, podendo ser em salas de aula, bibliotecas ou no próprio pátio. Fora deste ambiente, existe o contexto residencial da criança. Em todos esses locais, existiriam algumas superfícies possíveis em comum que girariam em torno de mesas ou bancadas com superfície lisa ou até mesmo o chão, com superfície irregular, o que causaria um pouco mais de danos ao brinquedo.

Em relação aos danos sofridos, grande parte deles está relacionada aos próprios produtos para limpeza que, com o tempo, causam desgaste. Assim como o próprio desgaste natural ou contato com grãos de sujeira que causam

micro-agressões ao produto. Além deste fator, estão os possíveis acidentes, muito comuns para crianças que manuseiam objetos como quedas, quebra de peças e pequenos acidentes. O vandalismo é outro fator a ser considerado, já que é comum encontrar danos causados propositalmente por agentes externos, sejam riscos, manchas, quebras ou sumiço de peças.

Figura 35: Análise da relação social produto-ambiente

Fonte: Própria

III.11 Diretrizes para o meio ambiente

Além disso, existem determinações projetuais para o meio ambiente que buscam reduzir custos à natureza. Segundo Pazmino (2015) alguns desses aspectos que poderiam ser aproveitados para um projeto em relação à pré-produção são: redução da utilização de recursos naturais e de energia, uso de materiais não esgotáveis e danosos, assim como reciclados, recicláveis e renováveis. No que diz respeito à produção, estão as escolhas de técnicas de produção alternativas, uso de menos processos produtivos, pouca geração de resíduos, redução da variabilidade dos produtos, redução do consumo de energia e utilização de tecnologias apropriadas e limpas. Para a distribuição: meios eficientes de transporte, logística eficiente, redução do peso e do volume. Para o uso em si: estrutura modular, aumento da confiabilidade e durabilidade, Design Clássico, uso compartilhado, fonte de energia limpa, uso e cuidado intensificado, redução da quantidade ou volume de materiais de consumo requeridos e fácil manutenção e reparo. Para a última etapa, o descarte, recomenda-se: agrupamento de materiais nocivos em submontagens, aumento do ciclo de vida do produto, concentração de materiais poluentes ou recicláveis em um mesmo módulo, conversão dos componentes em reposições, definição clara das interfaces permitindo o reuso de componentes, desenvolvimento de desmontagem simples, divisão dos componentes consumidos rapidamente, uso de componentes padronizados, entre outros.

Sobre o objeto "formas mágicas", pôde-se avaliar, em relação aos aspectos mais relevantes estipulados, que o mesmo cumpre as diretrizes de uso de materiais não prejudiciais (danosos e perigosos) e uso de materiais sustentáveis. Como foi visto na análise estrutural, o produto utiliza em sua composição principalmente o MDF, considerado um material ecologicamente correto por utilizar exclusivamente fibras de madeira de reflorestamento como matéria-prima.

Por outro lado, o material MDF não é reciclável. Além disso, é um produto em parte modular e possui peso reduzido, fatores que facilitam sua distribuição e descarte.

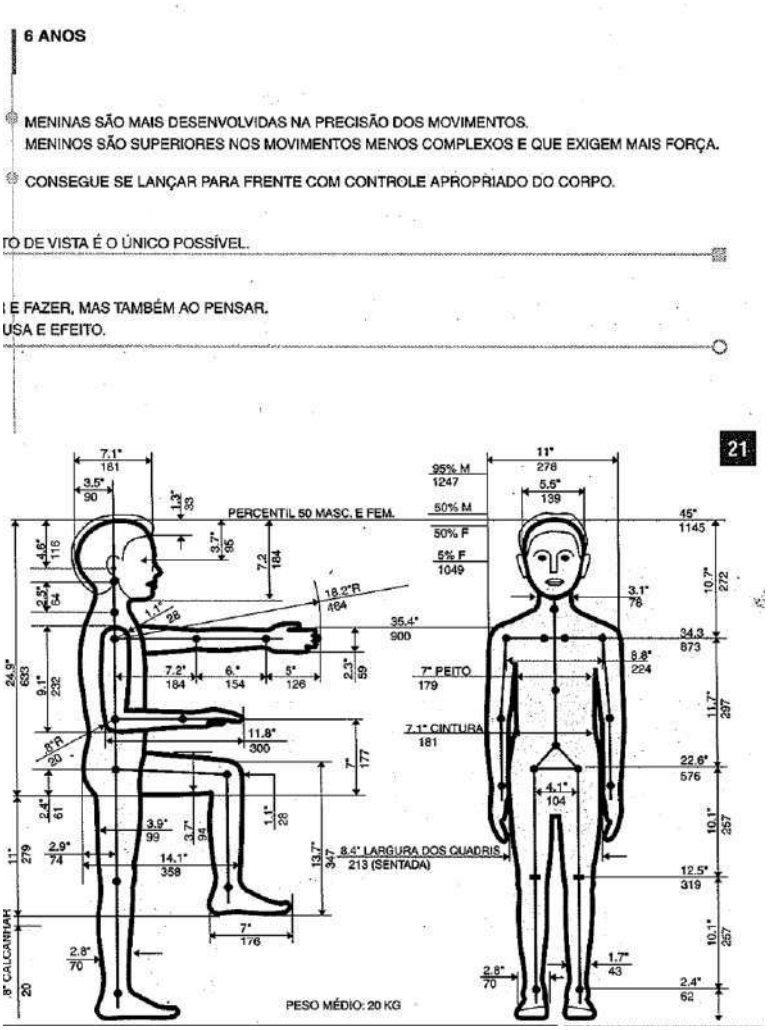
Para o produto a ser desenvolvido, será tido como exemplo o uso de materiais recicláveis e acrescentados a utilização de componentes de montagem pré-estabelecidos e as estruturas modulares, sempre que possível para que seja

estabelecida uma maior harmonia com o meio ambiente, de acordo com as limitações projetuais e de contexto do novo objeto.

III.12 Ergonomia infantil

Como forma de ter noções antropométricas sobre o corpo das crianças, foi analisado o material de Tilley e Dreyfuss (2005), onde são definidas algumas medidas infantis, principalmente no que diz respeito às suas mãos, dos 6 até os 12 anos, idades de foco do projeto. As medidas são uma média entre percentis masculinos e femininos.

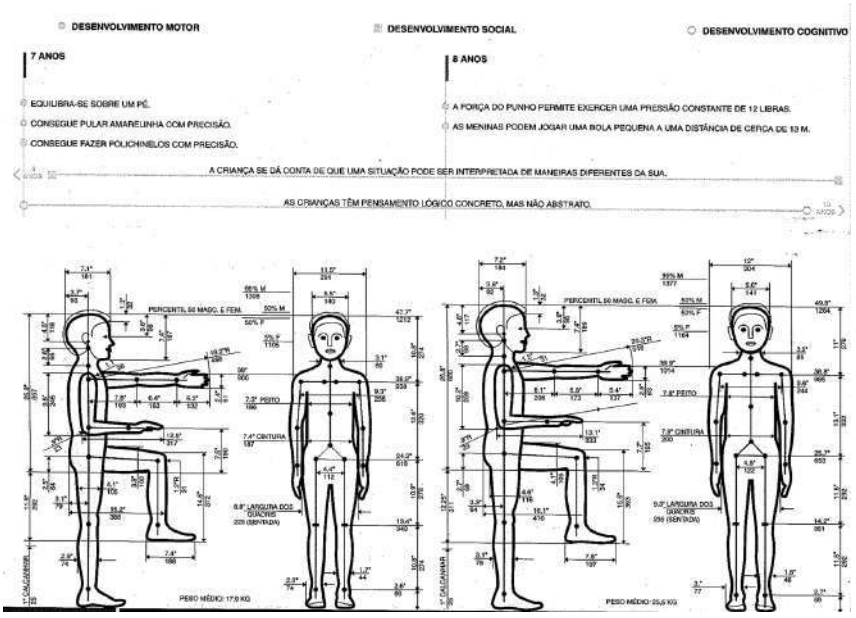
Figura 36: Medidas corporais aos 6 anos de idade



Fonte: Tilley e Dreyfuss (2005)

Segundo a imagem, aos seis anos de idade é comum que as crianças tenham em média uma largura das mãos de 5,9 cm e um comprimento de 12,6 cm.

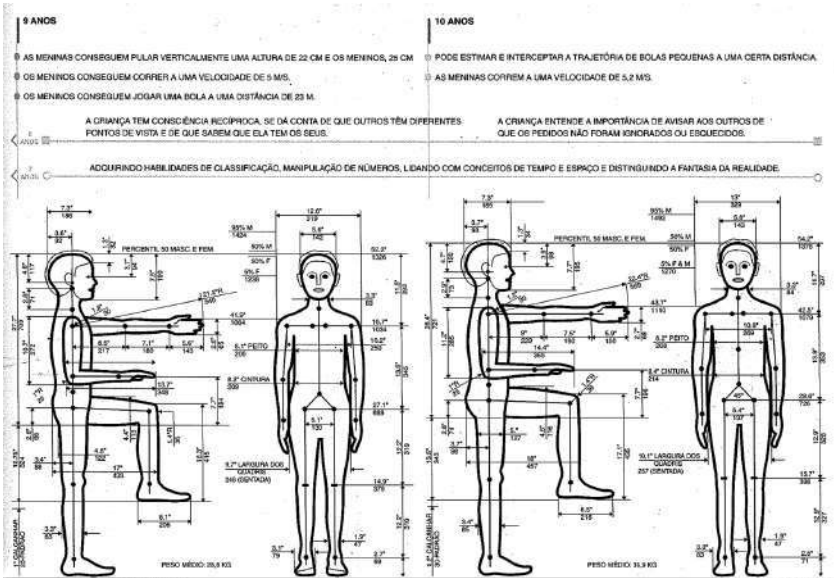
Figura 37: Medidas corporais aos 7 e 8 anos de idade



Fonte: Tilley e Dreyfuss (2005)

Aos sete anos, a média vai para 6,1 cm de largura e 13,2 cm de comprimento. Aos oito, 6,2 cm de largura e 13,7 cm de comprimento.

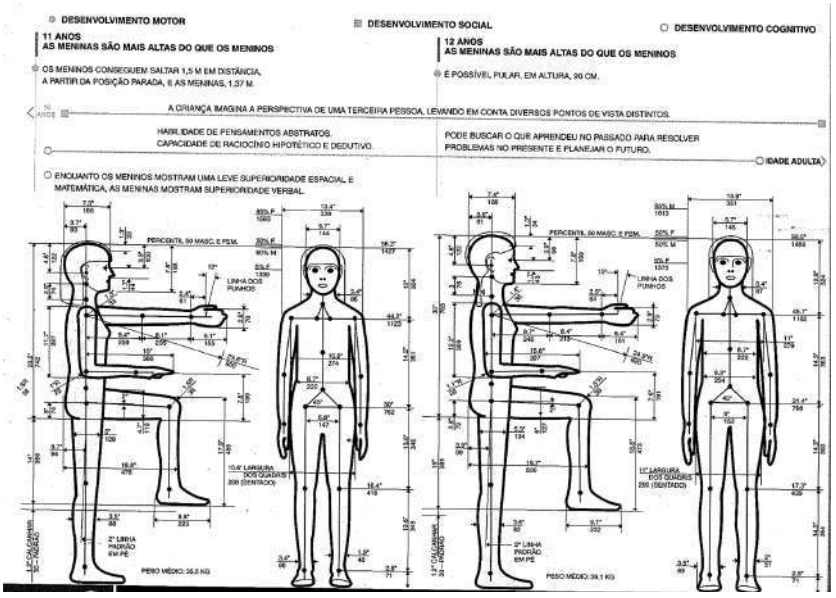
Figura 38: Medidas corporais aos 9 e 10 anos de idade



Fonte: Tilley e Dreyfuss (2005)

Já aos nove anos, esse número pula para 6,5 cm de largura e 14,3 cm de comprimento. Aos dez, 6,8 cm de largura e 15 cm de comprimento.

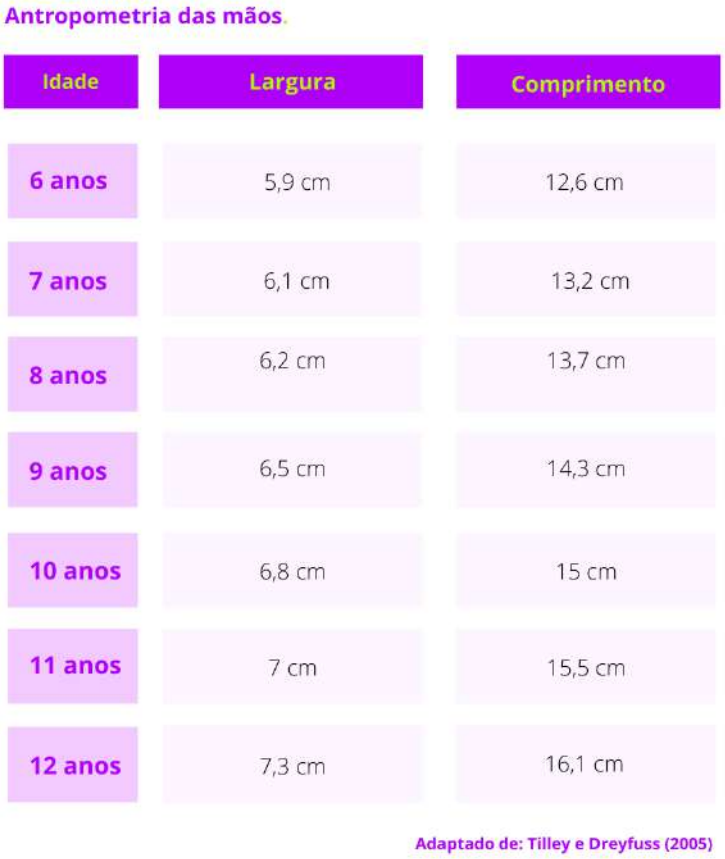
Figura 39: Medidas corporais aos 11 e 12 anos de idade



Fonte: Tilley e Dreyfuss (2005)

Aos onze anos, há uma média de 7cm de largura das mãos e 15,5 cm de comprimento. Finalmente, aos doze, a largura vai para 7,3 cm e o comprimento, 16,1 cm. Na imagem abaixo, é possível ver esses dados de forma resumida:

Figura 40: Medidas das mãos infantis



Antropometria das mãos.

Idade	Largura	Comprimento
6 anos	5,9 cm	12,6 cm
7 anos	6,1 cm	13,2 cm
8 anos	6,2 cm	13,7 cm
9 anos	6,5 cm	14,3 cm
10 anos	6,8 cm	15 cm
11 anos	7 cm	15,5 cm
12 anos	7,3 cm	16,1 cm

Adaptado de: Tilley e Dreyfuss (2005)

Fonte: Adaptado de Tilley e Dreyfuss (2005)

Ao analisar todas as medidas manuais vistas por idade, é possível então perceber que as mãos de crianças dessa faixa etária ficam, em média, com largura entre 5,9 e 7,3 cm e comprimento entre 12,6 e 16,1 cm. Como o objeto a ser desenvolvido pretende possuir um viés tátil e muito manual, entende-se que suas dimensões devam ser suficientes para que o público alvo o tateie e manuseie com folga e conforto, permitindo sua movimentação e exploração. Será buscado, portanto, utilizar medidas que o deixem amplo o suficiente para uso mas não inviabilize ou dificulte sua mobilidade.

III.13 Patentes, legislações e normas

O Inmetro, órgão federal responsável por informar à sociedade sobre os detalhes referentes aos diversos produtos disponíveis no mercado, estabelece também regras e requisitos para certificação de brinquedos. Faz isso através da portaria nº 563/2016 que estabelece os requisitos técnicos para o produto e define que o mesmo deve ser submetido a um processo de certificação compulsória com o objetivo de agregar confiança no atendimento aos requisitos técnicos, e a obrigatoriedade do registro para a comercialização do produto em território nacional.

Há também de se considerar a Norma ABNT NBR NM 300-1:2004 que diz respeito à "Segurança de brinquedos: propriedades gerais, mecânicas e físicas".

III.14 Materiais e processos de fabricação

Baseado nos produtos pesquisados na análise sincrônica, foram escolhidos alguns materiais de destaque para serem analisados de maneira detalhada, buscando maior compreensão das tecnologias envolvidas nos produtos similares já existentes que possam ser usados como parâmetros para o desenvolvimento do projeto. Serão brevemente comentados dois dos materiais com maior recorrência nos produtos similares, são eles: MDF e Plástico.

O MDF é uma placa de fibra de média densidade, comumente utilizada em mobiliários e trata-se de um painel de madeira reconstituído, produzido por meio da aglutinação de fibras de madeira com resinas sintéticas e aditivos. É fabricado com placas de madeira coladas com resina umas sobre as outras e fixadas através de pressão. No geral, possui boa estabilidade e capacidade de absorção de tinta, por isso costumam ser empregados em partes visíveis de mobiliários, onde serão aplicados acabamentos finais. Além disso, apresenta maleabilidade e permite a formação de curvas. Além disso, é homogêneo, uniforme, estável, de superfície lisa

e plana, oferecendo boa trabalhabilidade, alta usinabilidade para encaixar, entalhar, cortar, parafusar, perfurar e emoldurar.

Figura 41: Chapa de MDF cru

Fonte: Kiaga

Já o plástico, é um material formado pela união de cadeias moleculares chamadas de polímeros, formados por moléculas menores, chamadas de monômeros. São originados a partir de resinas derivadas de petróleo e sua classificação é determinada pela extensão e estrutura dos polímeros.

O seu processo de formação ocorre em refinarias e a partir do petróleo cru ocorre a destilação que tem como resultado algumas frações: o gás liquefeito, a nafta, a gasolina, o querosene, o óleo diesel, as graxas parafínicas, os óleos lubrificantes e o piche. A composição do plástico é feita submetendo as substâncias da fração nafta a um processo de craqueamento térmico e, a partir disso, são formados os petroquímicos básicos, como etileno e propileno. Depois de outro processo de refinamento, os petroquímicos básicos se transformam em petroquímicos finos, como polietileno, polipropileno, policloreto de vinila, entre outros.

Suas propriedades dependem do tamanho, da composição, da estrutura química dentre outros fatores e estas propriedades se relacionam diretamente com as aplicações desejadas.

Figura 42: Plástico

Fonte: Plástico Virtual

III.15 Requisitos projetuais

A partir disso, foi elaborada uma tabela de requisitos projetuais, seguindo a ferramenta metodológica proposta por Pazmino (2015, p.28), que tem o objetivo de servir como um guia que orienta a prática projetual e separa os ítens entre demandas e vontades para que posteriormente sejam classificados como necessários ou desejáveis de acordo com sua importância.

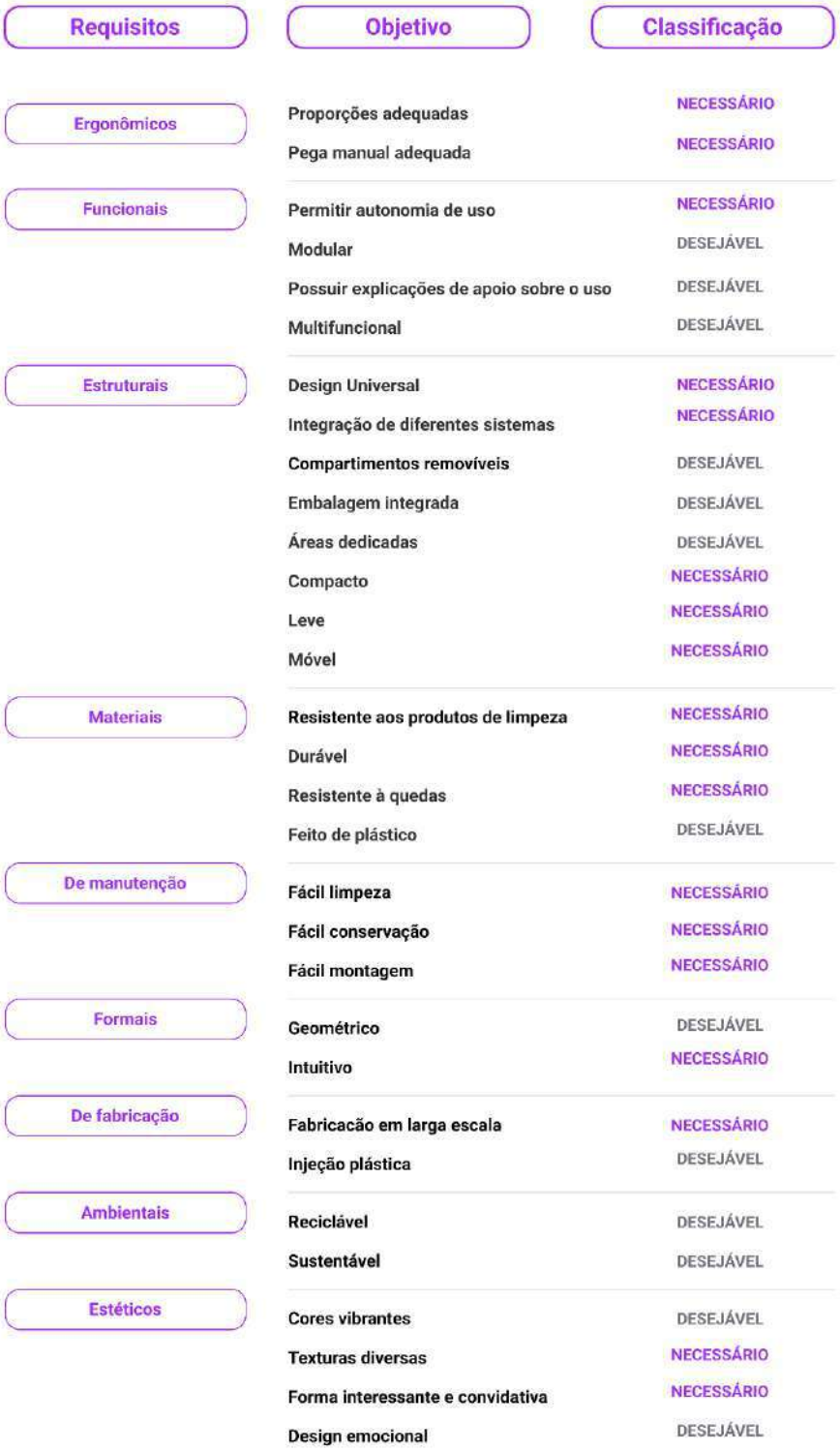
Este item define as restrições projetuais de maneira detalhada e carrega a viabilidade como guia. Os requisitos foram classificados em grupos de acordo com as necessidades identificadas para projetar o kit de aprendizagem, foram esses: Requisitos ergonômicos, funcionais, estruturais, materiais, de manutenção, formais, de fabricação, ambientais e estéticos.

Com isso, foi possível concluir que o projeto busca como resultado um sistema modular para a representação de gráficos de maneira tridimensional, que tenha em si preceitos do Design Universal que possibilitem que seja usado com autonomia por crianças com e sem deficiência e facilite seu entendimento sobre o tópico estudado, gerando maior engajamento e interesse para todos os grupos envolvidos.

Esse sistema, possivelmente realizado sob a forma de um painel, deve possuir alguns outros principais requisitos, como: ser intuitivo, ser modular para permitir o encaixe de peças variadas, possuir texturas que diferenciam suas partes, ser leve, resistente e de fácil limpeza, ser produzido em série devido à alta demanda

e grande quantidade de alunos nas séries atingidas, entre outras definições. Os requisitos estão descritos de forma mais detalhada na imagem abaixo:

Figura 43: Requisitos projetuais



Requisitos	Objetivo	Classificação
Ergonômicos	Proporções adequadas	NECESSÁRIO
	Pega manual adequada	NECESSÁRIO
Funcionais	Permitir autonomia de uso	NECESSÁRIO
	Modular	DESEJÁVEL
	Possuir explicações de apoio sobre o uso	DESEJÁVEL
	Multifuncional	DESEJÁVEL
Estruturais	Design Universal	NECESSÁRIO
	Integração de diferentes sistemas	NECESSÁRIO
	Compartimentos removíveis	DESEJÁVEL
	Embalagem integrada	DESEJÁVEL
	Áreas dedicadas	DESEJÁVEL
	Compacto	NECESSÁRIO
	Leve	NECESSÁRIO
	Móvel	NECESSÁRIO
Materiais	Resistente aos produtos de limpeza	NECESSÁRIO
	Durável	NECESSÁRIO
	Resistente à quedas	NECESSÁRIO
	Feito de plástico	DESEJÁVEL
De manutenção	Fácil limpeza	NECESSÁRIO
	Fácil conservação	NECESSÁRIO
	Fácil montagem	NECESSÁRIO
Formais	Geométrico	DESEJÁVEL
	Intuitivo	NECESSÁRIO
De fabricação	Fabricacão em larga escala	NECESSÁRIO
	Injeção plástica	DESEJÁVEL
Ambientais	Reciclável	DESEJÁVEL
	Sustentável	DESEJÁVEL
Estéticos	Cores vibrantes	DESEJÁVEL
	Texturas diversas	NECESSÁRIO
	Forma interessante e convidativa	NECESSÁRIO
	Design emocional	DESEJÁVEL

Fonte: Elaboração própria

CAPÍTULO IV: IDEAÇÃO

A etapa de ideação do projeto consiste em um momento de divergência no projeto. Após as informações terem sido adquiridas e tratadas e os requisitos projetuais definidos, inicia-se o momento de criação do objeto proposto. É uma etapa que utiliza ferramentas de criatividade para trabalhar os conceitos esperados. Como primeiro passo, será utilizada a ferramenta de painel conceitual.

IV.1 Painel conceitual

O painel de conceito ou de significado é uma ferramenta metodológica exposta por Ana Verônica Pazmino que propõe a junção de imagens que simplifiquem o significado do produto guiando as emoções e sensações do usuário através da representação de cores, formas e texturas correlatas ao que se pretende no projeto.

Em ambos os painéis, buscou-se demonstrar cores vibrantes, formas geométricas, uso de relevo para representar números, manuseio tátil, encaixes, peças modulares, plástico e uma abstração de gráficos. São imagens para inspiração subjetiva mas que estão conectadas aos tópicos já definidos na matriz de requisitos projetuais.

Figura 44: Painel Conceitual 1

Fonte: Elaboração própria

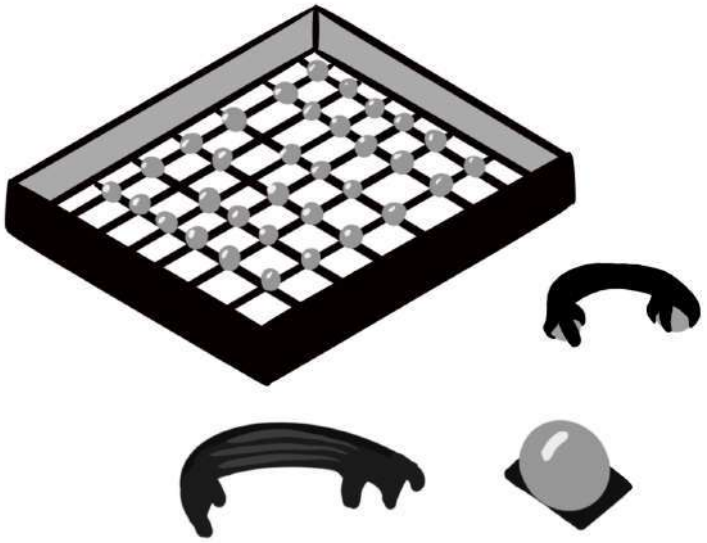
Figura 45: Painel Conceitual 2

Fonte: Elaboração própria

IV.2 Descrição de alternativas

A alternativa de número um, propunha um tabuleiro com marcações em relevo nas direções x e y do plano cartesiano. Em seus pontos de encontro, a ideia era que houvesse um desnível, em formato redondo que pudessem acolher peças em formato de esferas. Para criar as interligações entre elas, que permitiriam a representação dos gráficos, foram propostas peças curvas com um relevo em sua superfície que encaixassem nas esferas colocadas estrategicamente no tabuleiro para formar o gráfico desejado. Essas peças, no entanto, tinham problemas ao considerar a continuidade das estruturas gráficas, já que ficariam limitadas a interligar duas formas. Além disso, seu formato orgânico poderia fugir demais ao intuito de mostrar as estruturas gráficas de maneira simplificada.

Figura 46: Alternativa 1

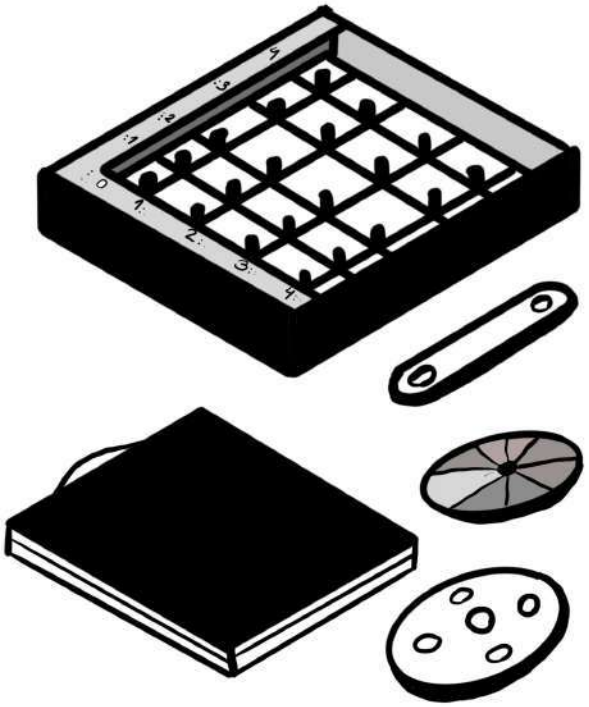


Fonte: Elaboração própria

A segunda proposta considerou a construção de um tipo de caixa que abrigasse as peças e o tabuleiro dentro de si na hora de guardar. As caixas facilitariam o armazenamento pela possibilidade de empilhamento e deixaria as peças mais protegidas com menos risco de perda. Além disso, o tabuleiro contaria com relevo dos números em braille para marcar as coordenadas, assim como um relevo ljnear que percorreria todo o seu corpo formando quadrantes de um plano cartesiano. No encontro dessas linhas, haveriam pinos pequenos que serviriam para o encaixe de peças com dois furos passantes e relevo em seu corpo. Haveriam dois tipos de peças: uma que se encaixasse de forma linear entre um pino e outro e outro modelo, um pouco maior que o anterior, que serviria para encaixes na diagonal. Ambas, no entanto, com o mesmo formato. Além disso, haveria também um disco com espaço para ser preso no tabuleiro através de furos em sua área inferior que encaixariam nos pinos e formariam uma plataforma para outro tipo de gráfico: os de seção. O disco seria dividido em 10 espaços e o kit contaria com algumas peças que poderiam ser colocadas nele para indicar diferentes composições dentro do mesmo: dez peças que ocupam um espaço (10%), 4 peças que ocupam ¼ do tabuleiro cada uma (25%), duas peças que ocupam metade do tabuleiro (50%). Cada conjunto de

peças contaria com texturas diferentes uma da outra, possibilitando que os conjuntos sejam montados e compreendidos.

Figura 47: Alternativa 2



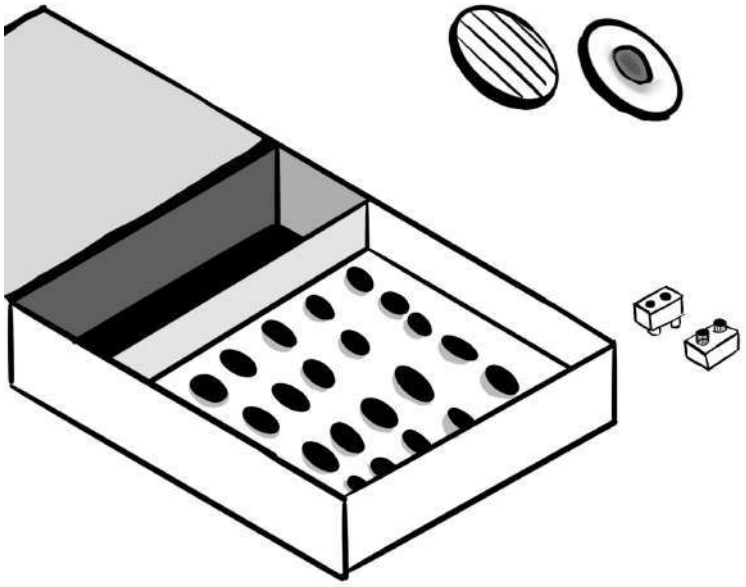
Fonte: Elaboração própria

A terceira alternativa é baseada na ideia de haver uma caixa com tampa deslizante cuja área interna seria ocupada por duas funções principais: o próprio tabuleiro de jogo, fixo à caixa e uma área lateral de armazenamento para as peças, o que traria boa autonomia e organização durante o uso. O funcionamento deste tabuleiro é baseado no uso de pinos redondos e grossos para funcionar como peças de encaixe. As formas que montariam os gráficos, lineares ou não, seriam retângulos com cavidades inferiores e superiores, podendo assim serem encaixadas uma na outra para garantir maior continuidade. Um problema encontrado, no entanto, é a altura a que essas construções poderiam chegar e a forma desviante da inicial de um gráfico real, o que poderia gerar certo nível de confusão no aprendizado.

Para o gráfico de seções, foi pensada numa solução que desconstruísse sua forma mas mantivesse sua essência, portanto, foi apresentado como alternativa o uso de peças com superfície redonda que poderiam formar um círculo no tabuleiro

ao serem dispostas da forma correta e, através de suas cores e texturas diferentes ou semelhantes, formar os grupos proporcionais de interesse.

Figura 48: Alternativa 3



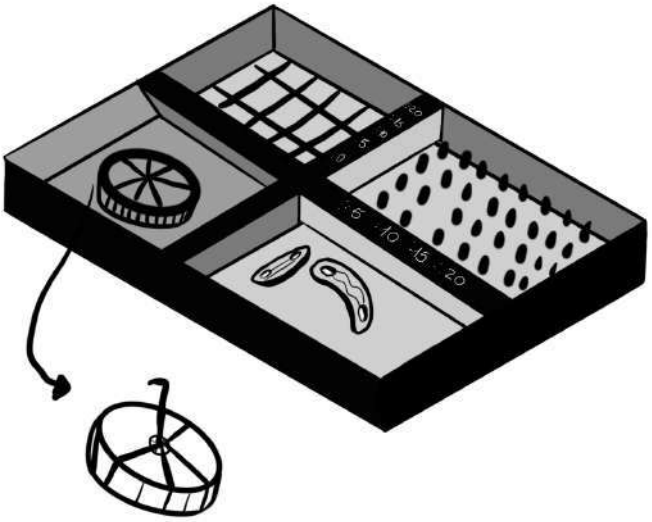
Fonte: Elaboração própria

A alternativa de número quatro possuía uma proposta diferente das outras no que diz respeito ao tamanho e aproveitamento de espaço. Ela propunha uma estrutura maior dividida em quatro partes, cada uma com funções diferentes e abrindo a possibilidade do multiuso e do compartilhamento do objeto entre mais usuários.

Uma das partes seria dedicada ao armazenamento das peças, por isso, ficaria vazia. Outra se volta para os gráficos de seção, propondo uma estrutura redonda cujo centro da mesma a permite girar as peças unidas a ela, podendo gerar diferentes divisões de acordo com a mudança de graus desejada. Esta peça contaria com pequenas garras que levantam e abaixam ao mudar de posição, o que a daria bastante flexibilidade. Seu processo de construção, no entanto, encontraria um pouco mais de complexidade. As duas outras estruturas teriam a possibilidade de trabalhar com os pinos propostos na alternativa dois e peças similares, retas ou

curvas. O relevo se posicionaria na divisória entre os compartimentos e ficaria mais alto que os tabuleiros.

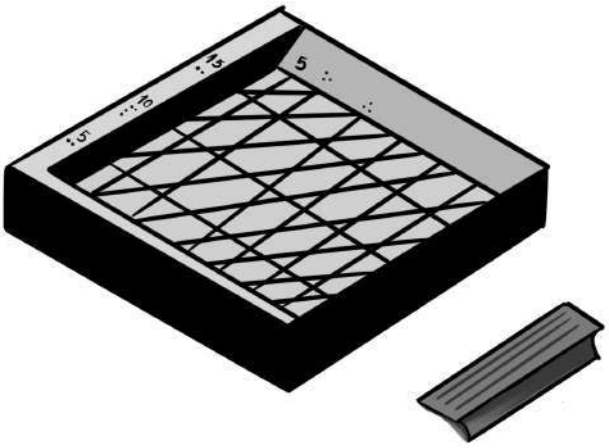
Figura 49: Alternativa 4



Fonte: Elaboração própria

A quinta alternativa propunha um sistema mais complexo de faixas em relevo negativo por onde passariam peças com um bico fino abaixo delas que poderiam se fixar e deslizar através dos caminhos traçados no tabuleiro. De forma reta ou na diagonal. No entanto, foi constatado que esses cruzamentos acabariam gerando muita poluição visual e o mal funcionamento da estrutura, que poderia não fixar as peças como desejado. O relevo proposto também se localizava em local mais alto que o próprio tabuleiro porém teria uma inclinação com o mesmo, buscando facilitar o acesso manual.

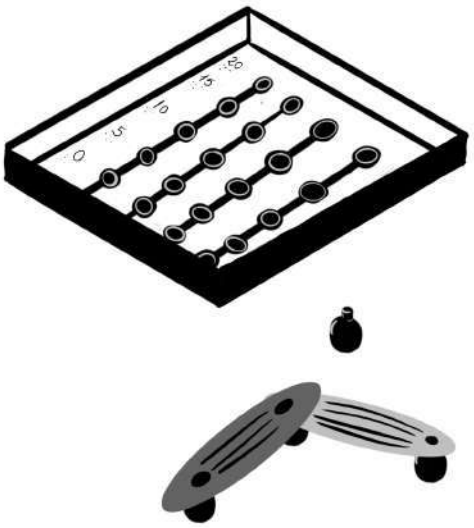
Figura 50: Alternativa 5



Fonte: Elaboração própria

A última alternativa é a de número seis. Ela propunha um tabuleiro único com relevo dos números dentro do próprio esquema de gráficos e pequenas cavidades redondas interligadas que possibilitariam o encaixe de uma peça esférica, com um pino acima da mesma, onde busca-se posicionar o gráfico desejado. Nestes pinos, poderiam ser encaixadas outras peças, com um furo passante e textura de relevo com linhas. Essas peças dariam flexibilidade para serem posicionadas da forma desejada, seja em linhas retas, seguindo a orientação do plano, ou na diagonal.

Figura 51: Alternativa 6

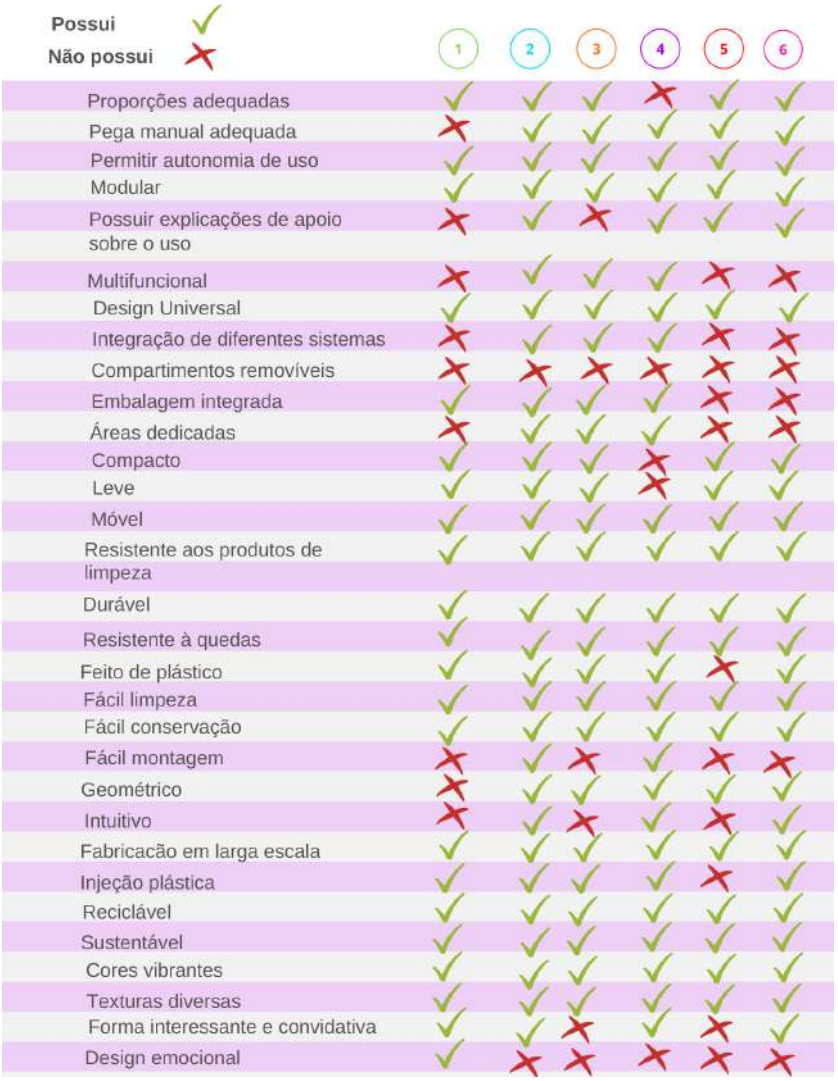


Fonte: Elaboração própria

IV.3 Critérios de seleção

Segundo Pazmino (2015), esta é uma ferramenta metodológica que se propõe a ser um checklist de critérios de seleção, quantitativos ou qualitativos. A proposta, essencialmente, é a de retomar a tabela de requisitos projetuais e apontar, ponto a ponto, quais tópicos as seis alternativas atendem ou não. A ferramenta funcionará como um funil, no qual as melhores alternativas passarão para uma seleção ainda mais rigorosa na matriz de seleção, de acordo com sua adequação aos 32 fatores, retirados dos requisitos.

Figura 52: Critérios de seleção



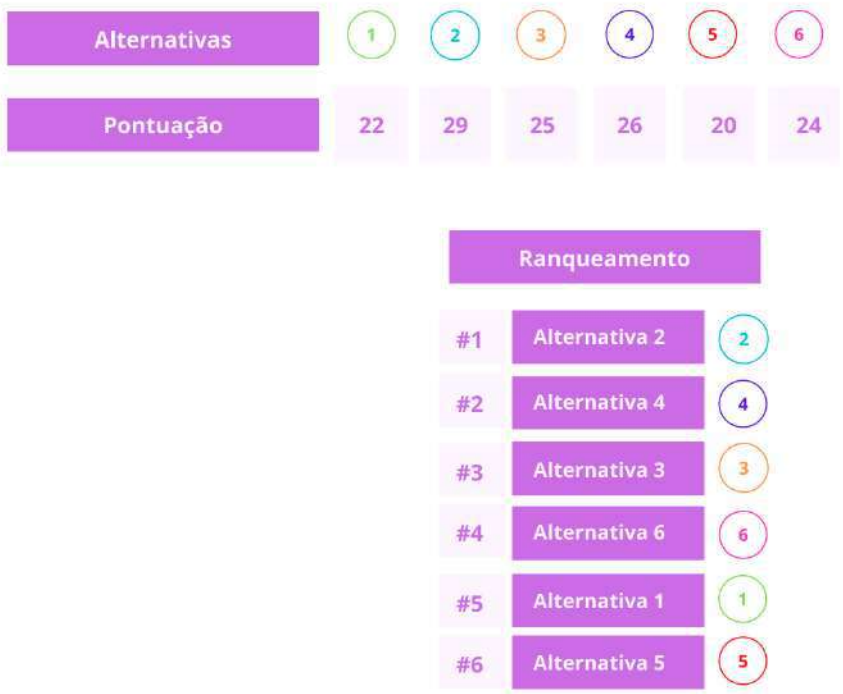
Fonte: Elaboração própria

IV.4 Matriz de decisão

Foi feito um ranqueamento das alternativas de acordo com os resultados obtidos anteriormente, que considerou um escore, onde cada tópico atendido nos critérios de seleção equivale a 1 ponto. Ao final, a alternativa que mais pontuou foi levada para a próxima etapa, onde houve a construção de seu modelo volumétrico inicial e o detalhamento técnico da mesma.

De acordo com a quantidade de requisitos apresentada anteriormente, as alternativas poderiam alcançar até 31 pontos. A colocação está explicitada abaixo, na imagem x.

Figura 53: Matriz de decisão



Fonte: Elaboração própria

Com a visualização de pontos, fica explícito que a alternativa 2 é a que reúne mais pontos por atender mais plenamente, e com folga, aos requisitos anteriormente definidos e que cumprirá com mais facilidade os objetivos construídos ao longo do projeto sendo, portanto, a alternativa escolhida para ser desenvolvida na próxima etapa, que prevê seus ajustes e detalhamentos.

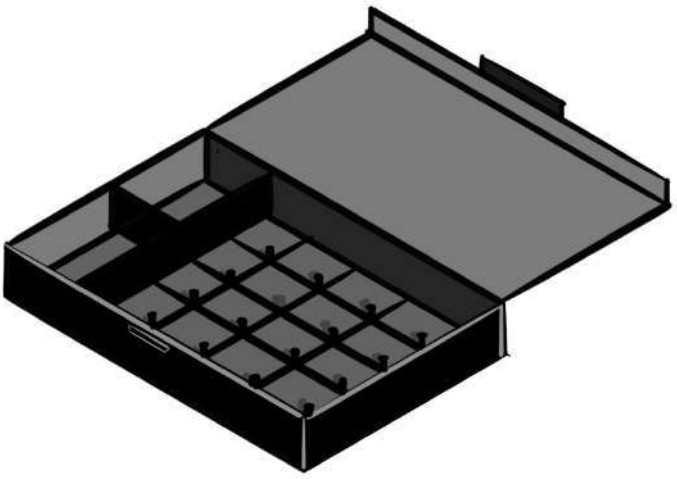
IV.5 Evolução da alternativa escolhida

Buscando otimizar o resultado final, foram pensadas formas de incrementar os atributos principais da alternativa já escolhida no ranqueamento. Era interessante que ela conseguisse cumprir ainda mais requisitos do que os estipulados na primeira versão, trazendo até mesmo ideias de outras propostas para torná-la mais robusta, inovadora e interessante. As principais demandas eram: a forma de armazenamento, que no desenho anterior estava sendo considerada dentro do próprio painel, em meio aos pinos, o que poderia não conferir espaço o suficiente para todas as peças e a atribuição do relevo dos números em braille no mesmo nível do painel para criar uma experiência contínua de toque.

IV.5.1 Evolução do painel

Foram elaboradas três novas sugestões de solução. A primeira delas, mantinha fortemente a ideia de caixa, continha uma tampa integrada ao painel e tinha como diferencial um espaço lateral para armazenamento das peças avulsas. Além disso, o relevo em braille ficaria fixado diretamente na estrutura do painel, simplificando o uso. No entanto, possuía uma grave limitação: a falta de inclinação do painel para uso adequado.

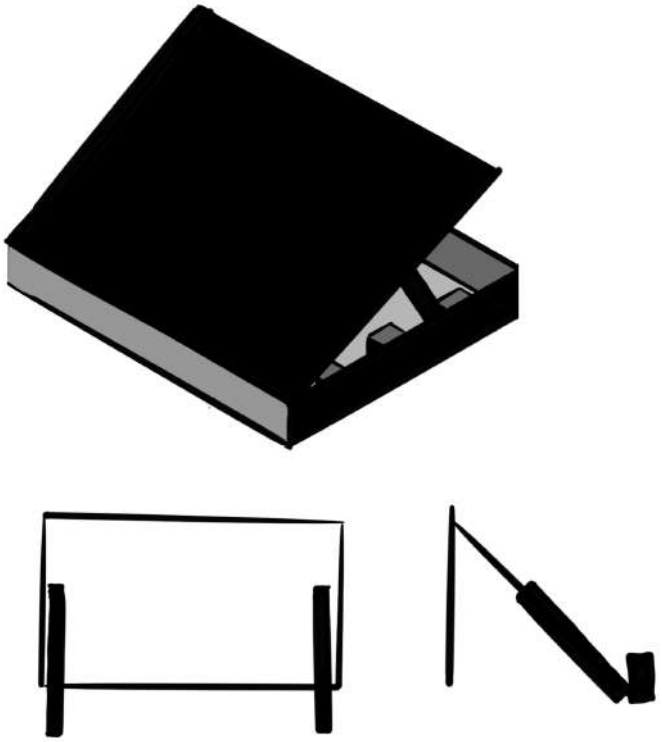
Figura 54: Alternativa 1 da evolução do painel



Fonte: Elaboração própria

Buscando solucionar essa preocupação, foi sugerida uma segunda alternativa que trabalhava o painel como se fosse uma prancheta para desenho: com pés que o permitissem se apoiar em uma estrutura interna com diferentes angulações. O relevo, novamente, ficaria preso diretamente ao painel e as peças seriam guardadas na estrutura abaixo dele, onde ficam os apoios. No entanto, o projeto precisaria contar com uma tampa avulsa para proteger a área superior do painel e seus pinos, o que poderia adicionar certo nível de complexidade ao mesmo.

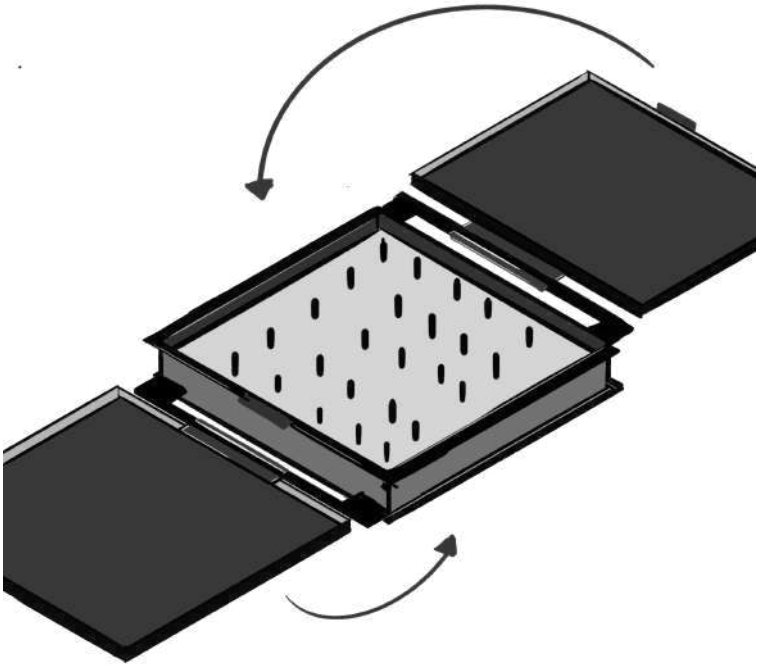
Figura 55: Alternativa 2 da evolução do painel



Fonte: Elaboração própria

Por fim, ao tentar desviar de tais questões, foi planejada uma estrutura de rebatimento para as tampas do tabuleiro, visando usá-las também como apoio em uma terceira alternativa. Essa escolha traz simplicidade à forma final e economia de gastos de produção, por utilizar peças idênticas de forma espelhada.

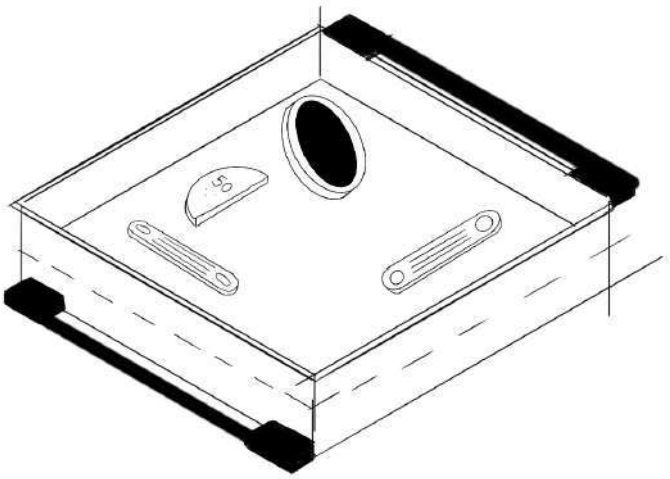
Figura 56: Alternativa 3 da evolução do painel



Fonte: Elaboração própria

Além disso, a área inferior ao painel serviria como espaço de armazenagem das peças, quando o tabuleiro estivesse fechado, trazendo à tona o viés multifuncional proposto.

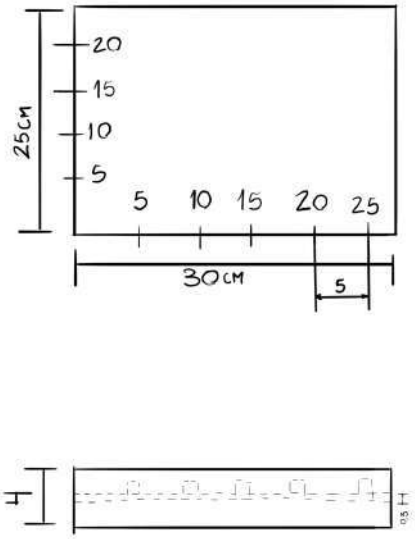
Figura 57: Alternativa 3 vista de baixo



Fonte: Elaboração própria

Portanto, pelas vantagens mapeadas, a terceira alternativa foi escolhida para detalhamento. Seu tamanho foi definido pensando em portabilidade de forma que não atrapalhasse a experiência de uso tátil.

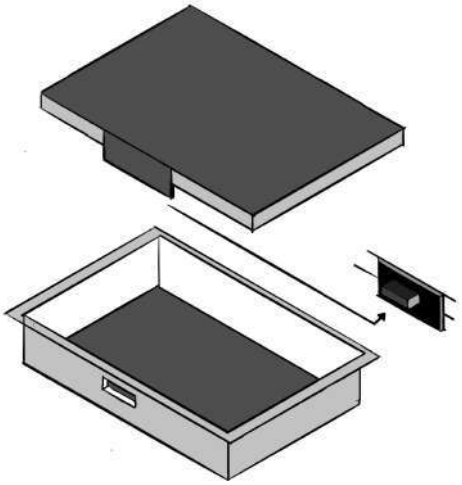
Figura 58: Dimensionamento geral da alternativa 3



Fonte: Elaboração própria

Também foram elaboradas duas soluções para encaixe da tampa. A primeira delas pressupunha que houvesse um pino na parte interna da mesma e que se encaixasse com um vazado na caixa quando fosse fechada.

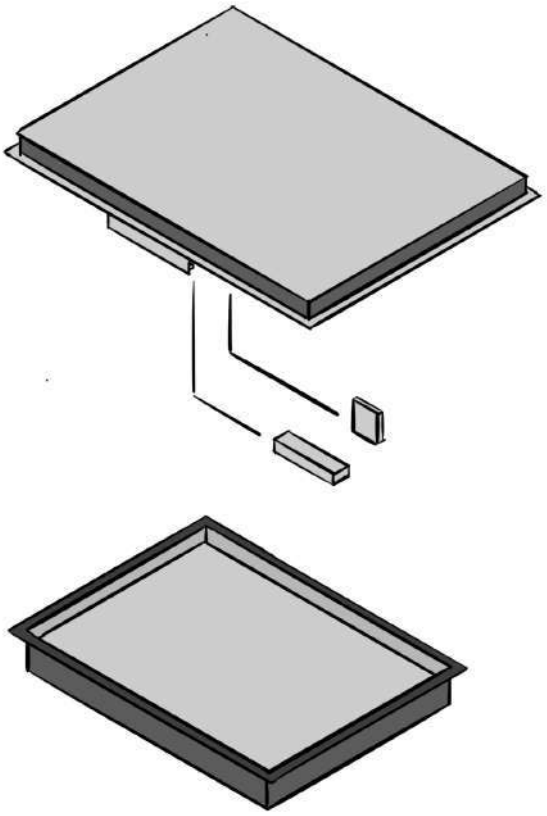
Figura 59: Alternativa 1 para encaixe da tampa



Fonte: Elaboração própria

A segunda alternativa pressupunha o encaixe da tampa na caixa usando tamanhos divergentes delas mesmas e um sistema de trava interna que se encaixa nos relevos criados nas bordas do painel. Por sua natureza mais simples e discreta, essa solução foi escolhida.

Figura 60: Alternativa 2 para encaixe da tampa



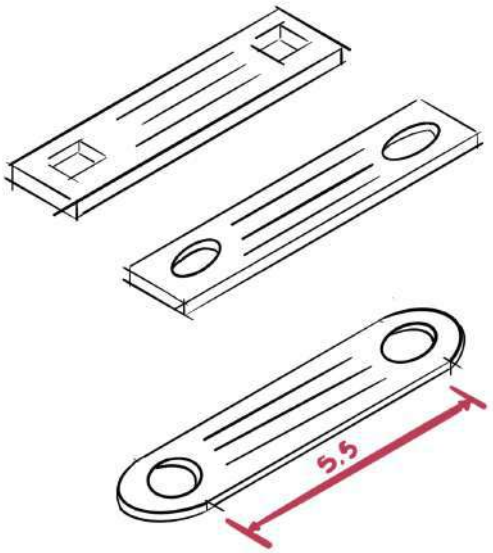
Fonte: Elaboração própria

IV.5.2 Evolução das peças básicas

Após as definições do painel, foi necessário endereçar as peças móveis. A ideia é que a partir de uma forma simples, se possa formar os diferentes tipos de gráficos necessários após encaixe nos pinos.

Foram pensadas algumas versões com bordas retas, pensando nos gráficos de barra. No entanto, foi constatado que uma peça com bordas arredondadas estaria mais adequada à proposta estética e tátil do projeto e já seria o suficiente para a formação de diferentes tipos de gráficos: de linha, de barra, de redes, etc.

Figura 61: Sketches das peças retas de encaixe



Fonte: Elaboração própria

Foi decidido, portanto, que o projeto contaria com duas variações de uma peça com a mesma estrutura, tendo diferenciado apenas seu tamanho: a menor com intuito de formar linhas retas no tabuleiro, dimensionada de acordo com a distância dos pinos de forma paralela e a maior para formar imagens na diagonal, da onde seu comprimento também foi retirado.

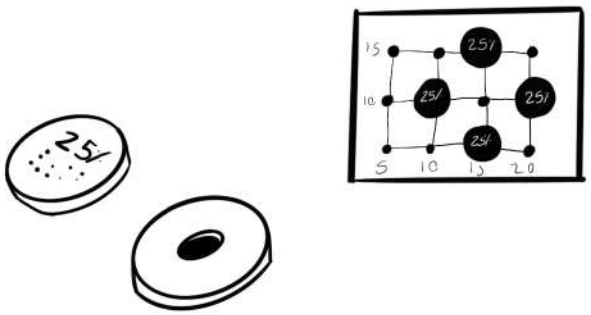
Ambas contam com linhas em relevo na sua superfície para ajudar no guia e na navegação manual, favorecendo o compreendimento das estruturas montadas.

IV.5.3 Evolução das peças para gráficos de seção

Por fim, havia também os gráficos de seção para serem considerados na solução. Estes seriam os únicos a não serem abarcados na solução anterior devido a sua natureza formal diversa. São gráficos comumente formados por geometrias triangulares e círculos.

Ao pensar na solução representativa para proporções, foram elaboradas duas diferentes propostas. A primeira, sugeria uma abstração da forma comum dos gráficos de seção e estipulava elementos redondos, encaixáveis nos pinos do painel que, sozinhos, representavam uma proporção específica (ex.: 25%). A diferenciação das peças foi pensada através do relevo em braille e do tamanho das mesmas.

Figura 62: Alternativa 1 para gráficos de seção

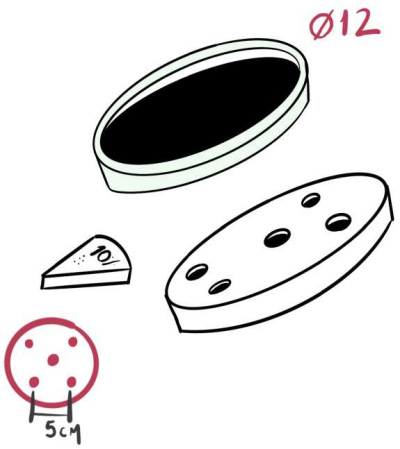


Fonte: Elaboração própria

No entanto, essa solução encontrava alguns problemas fundamentais: a abstração excessiva poderia gerar confusão e dificuldade no entendimento dos conceitos necessários e a superfície das peças era pequena demais para fazer uso da linguagem braille em um tamanho adequado e de forma compreensível.

A segunda proposta, portanto, tem o objetivo de criar uma estrutura à parte para compreensão destes tipos de gráficos através de um suporte redondo que se fixa aos pinos do painel. Para preencher seu interior, propôs-se a criação de peças em formato triangular, cada conjunto representando proporções de maior interesse de aprendizagem (ex.: 10%, 25%, 30%, 50%, etc) que se montassem e se unissem até formar todo o círculo, preenchendo 100% do suporte. Nesta proposta, os relevos em braille também possuiriam mais espaço para serem trabalhados. Por isso, esta foi a alternativa escolhida para estudos formais e detalhamento técnico.

Figura 63: Alternativa 2 para gráficos de seção



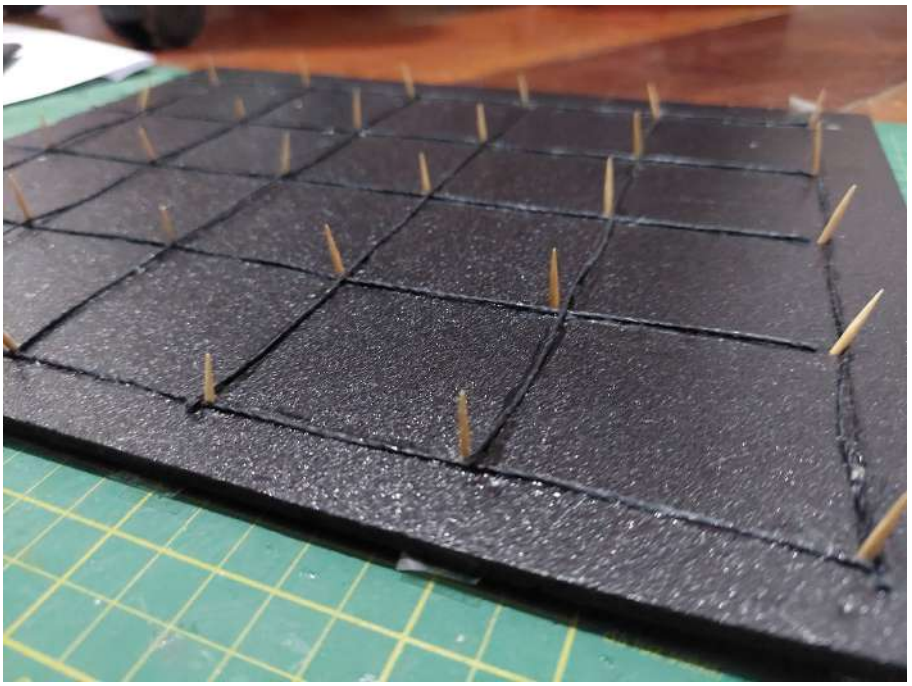
Fonte: Elaboração própria

IV.6 Modelo volumétrico

O modelo volumétrico foi feito com o objetivo de facilitar a visualização tridimensional do tabuleiro a ser desenvolvido. Foi construído em escala real com o uso de papelão, isopor, linha encerada, palitos e chapas gravadas de polipropileno.

De início, contou-se com uma estrutura na qual os palitos serviriam como sustentação para o isopor, colocado posteriormente. Ele perfurou a placa e foi reforçado com cola. Também foram coladas as linhas enceradas, formando quadrantes que se distanciavam de cinco em cinco centímetros, seguindo o posicionamento dos pinos.

Figura 64: Estrutura do modelo



Fonte: Elaboração própria

Após formada a estrutura, foram cortados pequenos pedaços de isopor, com aproximadamente 1cm de altura, para representar os pinos nos quais as peças foram fixadas, através de cola e perfuração.

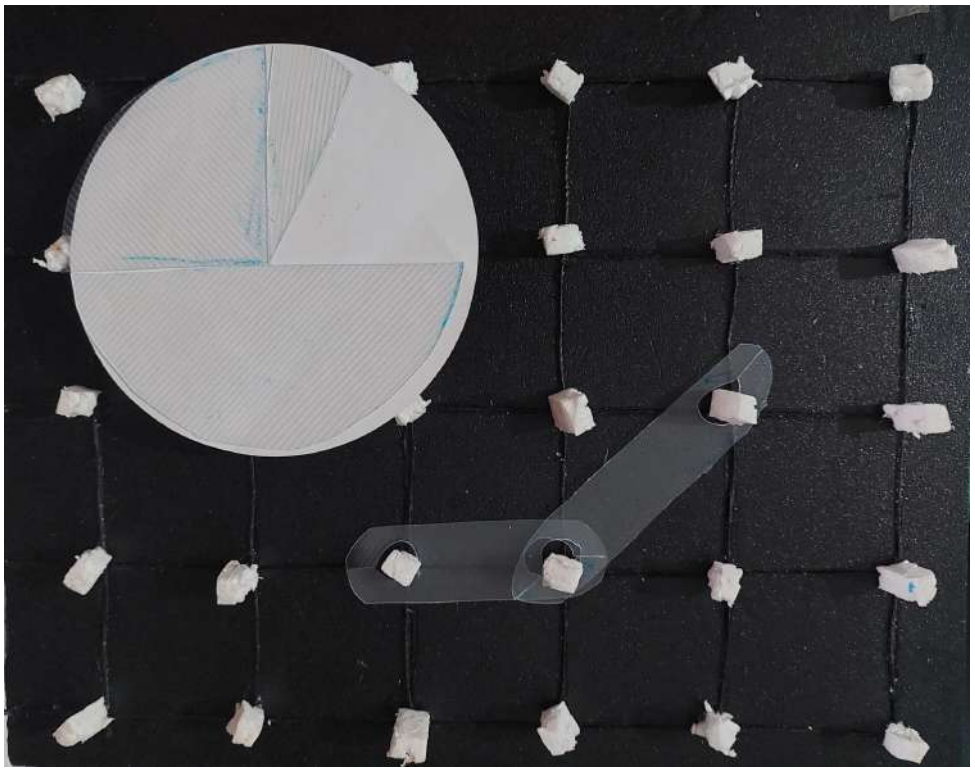
Figura 65: Modelo volumétrico inicial

Fonte: Elaboração própria

O resultado foi meramente representativo, visto que os pinos reais projetados possuem perfil redondo. No entanto, o modelo serviu como apoio para estudos de dimensionamento e de posições dos elementos.

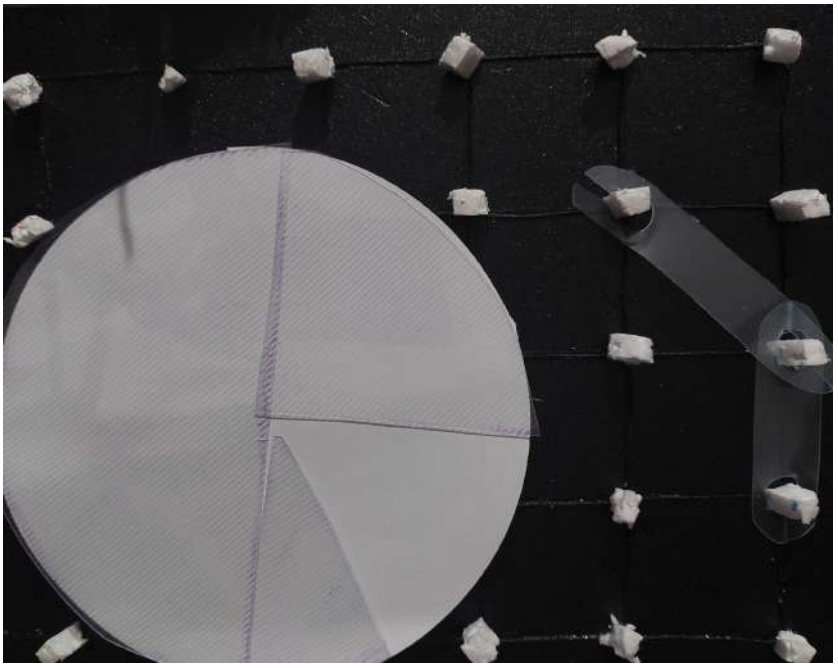
Além disso, foi feita a representação das peças retas e na diagonal através do corte de placas gravadas de polipropileno. Assim como um estudo de dimensionamento para as peças redondas que compõem o kit para o gráfico de seção, como pode ser visto na imagem abaixo:

Figura 66: Peças sobre o modelo versão 1



Fonte: Elaboração própria

Figura 67: Peças sobre o modelo versão 2



Fonte: Elaboração própria

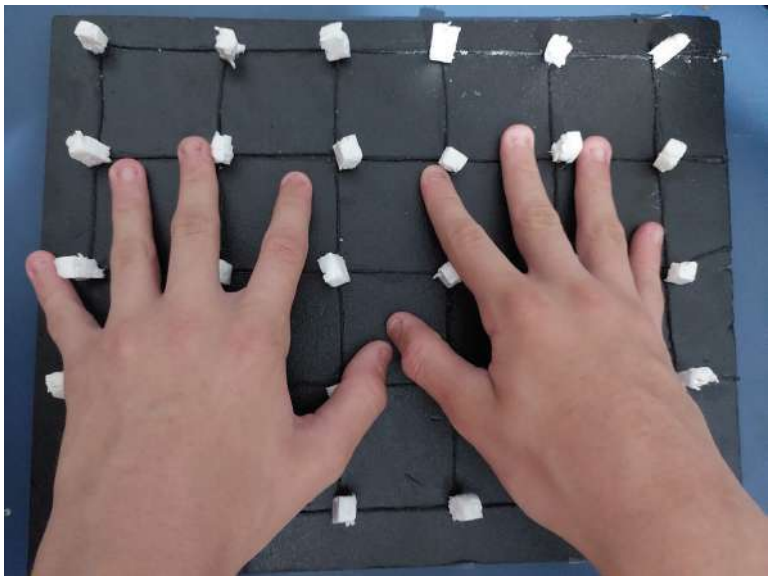
Com essa análise, foi possível concluir que os kits deverão ter um conjunto de pelo menos 24 peças retas e 18 peças maiores, para as diagonais. Em relação ao gráfico de seções, sua estrutura deverá ter um diâmetro de 12cm, pois foi analisado que este tamanho se encaixa melhor na estrutura de pinos e possibilita uma boa amplitude de manuseio para o usuário. Além disso, seu kit de peças foi definido como: duas peças representativas para 50%, quatro peças para 25% e dez peças para 10%, cada uma com tamanhos proporcionais à estrutura circular.

IV.6.1 Análise ergonômica do modelo

Com o intuito de avaliar, de forma inicial, a adequação postural e dimensões necessárias ao objeto foi feita uma análise com o modelo volumétrico criado que buscava recriar novamente a pontuação OWAS, realizada no capítulo anterior com um dos objetos concorrentes. O usuário foi uma criança de 12 anos. Foi verificado que a altura e comprimento de suas mãos estavam próximos ao previsto para a idade, sendo de 16,2 cm e 7 cm, respectivamente.

Em relação às suas mãos, o tamanho de 25x30cm adotado no modelo o permitiu uma boa autonomia e espaço no uso e manuseio do produto ao mesmo tempo que o mantém compacto o suficiente para que seja armazenado de forma adequada.

Figura 68: Manuseio do modelo volumétrico



Fonte: Elaboração própria

Ao fazer uma análise corporal generalizada com o uso, notou-se que ao utilizar o tabuleiro apoiado diretamente à uma mesa, o usuário ficava com o dorso inclinado para frente, o que a curto prazo poderia causar desconforto. Retomando a análise OWAS, foi constatado o seguinte código para sua postura:

Costas: 2- Inclinadas

Braços: 1- abaixo dos ombros

Pernas: 1- sentado

Peso: 1- 10kg ou menos

Ou seja, assim como a postura analisada no Capítulo II, de uma criança ao utilizar o geoplano, a numeração final é 2111, o que, de acordo com a tabela OWAS, classifica essa postura como “Classe 2”, levantando um ponto de alerta sobre sua verificação.

Figura 69: Uso do modelo apoiado diretamente na mesa

Fonte: Elaboração própria

A partir disso, foi considerada uma adaptação de cenário. Ao invés de apoiar o tabuleiro diretamente na mesa, foi utilizado um suporte que o deixava apoiado à 45º da mesma. Com isso, a análise resultou no seguinte código:

Costas: 1- retas

Braços: 1- abaixo dos ombros

Pernas: 1- sentado

Peso: 1- 10kg ou menos

O número final, portanto, é 1111, código que indica uma postura considerada normal, dispensando maiores cuidados.

Figura 70: Uso do modelo com apoio à 45º

Fonte: Elaboração própria

Com esses estudos foi possível definir que, para o desenvolvimento do objeto será considerada a possibilidade de inclinação do tabuleiro como forma de otimizar sua ergonomia e prevenir futuros danos aos usuários.

CAPÍTULO V: DETALHAMENTO

A quarta e última etapa do projeto prevê o refinamento das soluções propostas na alternativa escolhida anteriormente e o detalhamento de seus sistemas, subsistemas e componentes, assim como definições de materiais, processos de fabricação e fatores estéticos como cores e texturas.

Para tal, a alternativa escolhida no tópico anterior sofreu alterações, de forma a fazer com que se adequasse mais ainda aos requisitos projetuais propostos, evoluindo principalmente fatores estéticos, conceituais e de inovação.

V.1 Materiais e processos de fabricação

Como ponto inicial, serão descritos de maneira breve os materiais e processos de fabricação escolhidos para serem empregados no produto. Como a solução aponta para o desenvolvimento de um jogo escolar, foram buscados materiais e processos que permitissem a fácil reprodução desses itens com um custo baixo, já que precisariam de grandes quantidades para o ensino de numerosos alunos em turmas diversas, pensando na sua aplicação em escala visto que, segundo a Agência Brasil, em 2020 foram registradas 26,7 milhões de matrículas no Ensino Fundamental no país, número que justifica a alta produção que o processo de injeção de plásticos propõe de forma a baratear o custo de fabricação, visto que o gasto com a produção do molde seria compensado e justificado.

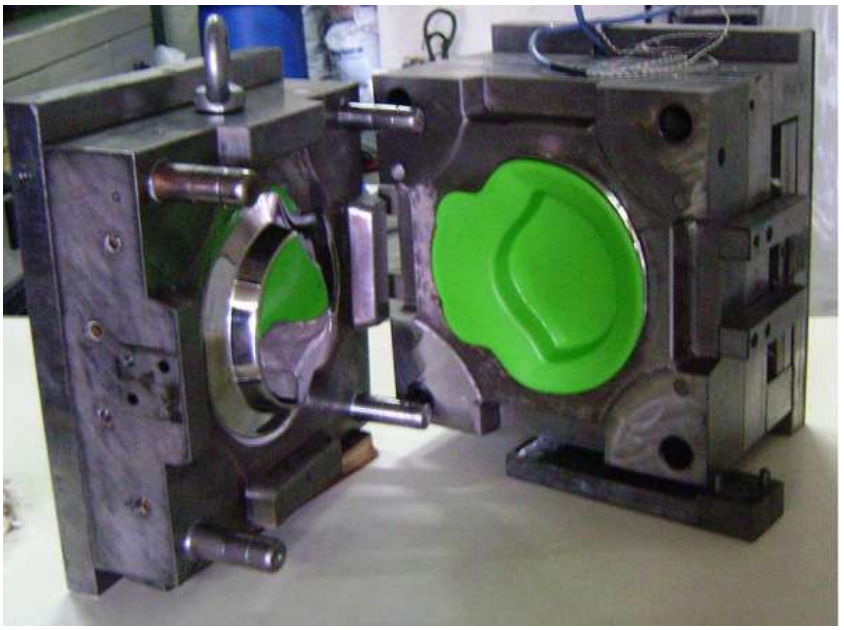
Para este processo, foi determinado o uso de poliestireno de alto impacto (HIPS), um polímero resistente, que é obtido a partir do acréscimo de um elastômero, geralmente Polibutadieno ou Estireno-butadieno com, no máximo, 25% de estireno, à versão mais comum do PS, o Poliestireno Cristal (GPPS). Essas características o tornam o termoplástico mais resistente ao impacto e ao alongamento. Além disso, é considerado 100% reciclável, o que ajuda no descarte correto após o uso. Também é atóxico e inodoro, característica importante para que seja usado em um contexto escolar infantil. O projeto foi desenvolvido com foco em alternativas monomateriais, o que conseguiu atingir em seu resultado.

Figura 71: Poliestireno

Fonte: Primeplas

Por isso, foi determinado que o processo de fabricação pelo qual as peças deveriam passar é a injeção de plásticos, um processo comum para a produção em massa de objetos manufaturados. Caracteriza-se por ser uma operação na qual o polímero é fundido e moldado na forma adequada de acordo com a finalidade que se pretende para a futura peça.

Figura 72: Molde de injeção plástica



Fonte : Soluções industriais

A moldagem por injeção abrange as seguintes etapas principais:

- Transporte do Material;
- Aquecimento e fusão da resina;
- Homogeneização do material fundido;
- Injeção do extrudado no interior da cavidade do molde;
- Resfriamento e solidificação do material na cavidade;
- Ejeção da peça moldada.

Segundo João Nunes Almeida (2004), a resina deverá ser isenta de umidade, colocada no funil de alimentação, que deve estar constantemente tapado para evitar poeira e outras sujeiras. As peças injetadas são separadas do canal de injeção e inspecionadas pelo operador enquanto se inicia outro ciclo.

Os canais de injeção são moídos e retornados ao processo numa proporção estabelecida.

Principais etapas:

1) Fechamento do Molde: A primeira etapa do ciclo de moldagem ocorre com o fechamento do molde, que é realizado através da movimentação hidráulica ou elétrica das placas da máquina injetora. É importante que o molde esteja fechado e as placas da injetoras travadas para possibilitar a injeção do material nas cavidades e evitar a formação de rebarbas e outras imperfeições provenientes da alta pressão envolvida no processo.

2) Dosagem: É na dosagem que ocorre o amolecimento do material plástico que será injetado nas cavidades na quantidade adequada para cada produto. Diferentes produtos podem ter diferentes quantidades de dosagem. O amolecimento do material plástico ocorre através de resistências elétricas no conjunto extrusor da injetora, composto de canhão e rosca.

3) Preenchimento: Depois da dosagem correta de material já estar amolecida, ocorre a injeção nas cavidades do molde. Esta etapa acontece de forma muito rápida com a finalidade de evitar que haja congelamento da frente de fluxo da

matéria prima, antes amolecida no processo de dosagem. O congelamento precoce impede que o preenchimento se complete.

4) Recalque: Normalmente a quantidade de matéria prima que é dosada para o preenchimento das cavidades é ligeiramente maior do que o volume final do produto. O excesso de material ocasiona o aumento da pressão interna das cavidades. O recalque consiste na manutenção desta pressão com a finalidade de minimizar a ação da contração da matéria prima decorrente do seu resfriamento. Esta etapa tem o objetivo de tornar o preenchimento homogêneo, reduzindo a possibilidade de defeitos conhecidos como “rechupes”.

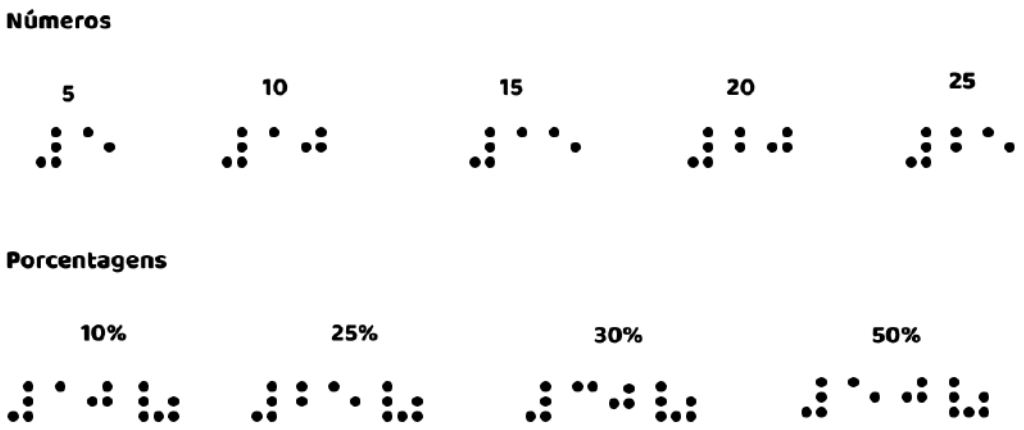
5) Resfriamento: O início do processo de resfriamento ocorre imediatamente após a matéria prima ser dosada nas cavidades. Normalmente os moldes possuem um sistema que acelera este processo de resfriamento através de circuitos de refrigeração. Nestes circuitos usualmente ocorre a circulação de água. A função desta etapa é a solidificação do material plástico para que ele adquira a forma final do produto sem que ocorram deformações,, estes canais podem ser broqueados ou de tubo de cobre alojados nos moldes e envolvidos por uma liga de baixo ponto de fusão. O controle adequado da temperatura da superfície da cavidade é importante para produzir peças com qualidade. Controles separados de temperatura para cada parte do molde é preferível. Outros instrumentos controladores de temperatura, como borbulhadores e pinos térmicos, podem ser usados para auxiliar o controle de temperatura em áreas de difícil acesso do molde.
Uma distribuição de canais em forma de "looping" não é recomendada, pois a diferença de temperatura entre a entrada e a saída do líquido refrigerante, será muito grande. É recomendada a distribuição por vários canais independentes. Uma grande diferença de temperatura através do molde, provoca diferentes taxas de resfriamento, resultando em peças com contração, brilho, qualidade de linha de emenda e tensões, diferentes de um ponto a outro. Em moldes de várias cavidades teremos cavidades com diferentes peças (ALMEIDA, 2004).

6) Extração: A extração do produto já resfriado se dá através de mecanismos internos no molde, podendo ser através de pinos extratores, placa extratora, mandíbulas e outros mecanismos.

V.2 Indicação em braille dos números e símbolos

Na imagem abaixo, são representados os números e porcentagens, em linguagem braille, que serão usadas no tabuleiro e nas peças, em forma de relevo, como guia principal para as atividades.

Figura 73: Representação numérica em braille



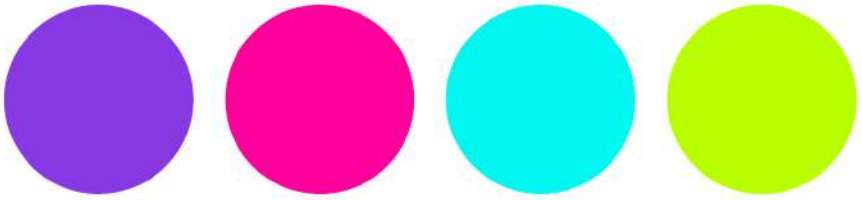
Fonte: Elaboração própria

V.3 Estudo cromático

Ao considerar a importância do alto contraste, visto no capítulo I, principalmente para as pessoas de baixa visão, foram escolhidos para o tabuleiro cores que pudessem criar uma combinação lúdica e ao mesmo tempo chegassem a um resultado desejável em relação à sua combinação. Por fim, quatro cores principais foram usadas e seus códigos estão discriminados abaixo:

Roxo: #8739E3
Rosa: #FF009D
Azul: #00F8F1
Verde: #BAFF00

Figura 74: Amostra de cores do objeto



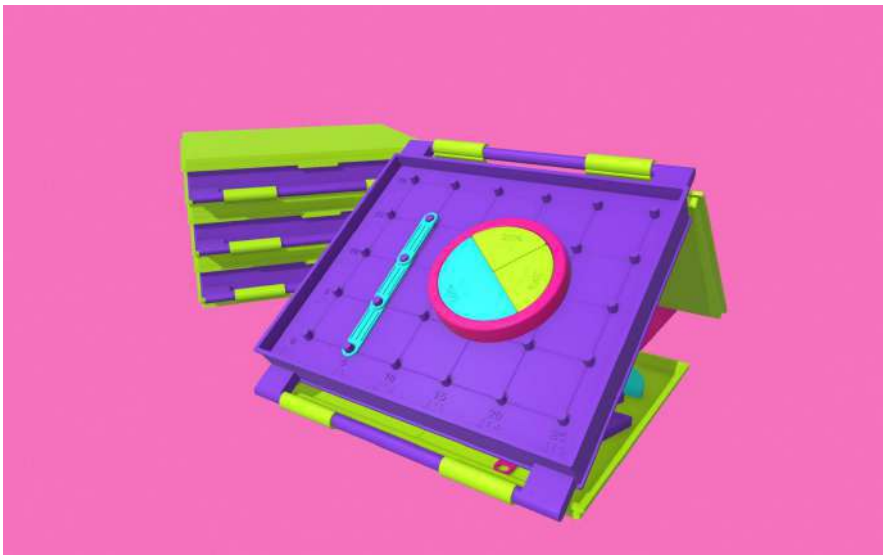
Fonte: Elaboração própria

Por estarem mais próximos no círculo cromático, o roxo e o rosa tiveram um papel complementar, assim como o verde e o azul, em tons claros. O contraste principal foi pensado para ocorrer entre o roxo, que ocupa toda a base do tabuleiro, e o verde, com tons amarelados que se opõem ao fundo azulado do roxo e sua pouca claridade. O azul claro também gerou um bom contraste com o roxo, devido a seu brilho e, ao mesmo tempo, com o rosa, devido aos tons alaranjados que podem ser encontrados nele.

V.4 Modelo de apresentação digital

O resultado obtido foi um kit feito de polipropileno e poliestireno com cores vivas e lúdicas, bordas e detalhes arredondados que facilitam o manuseio e tornam o tato mais agradável, com estrutura espelhada que facilita a fabricação e reduz o uso de moldes e que permite o armazenamento das peças dentro de seu interior visto que, ao ser fechado, o objeto se torna uma caixa empilhável.

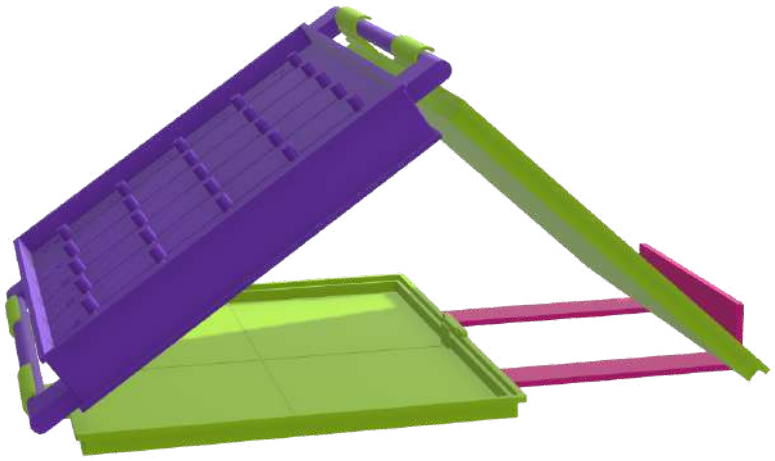
Figura 75: Modelo virtual do kit



Fonte: Elaboração própria

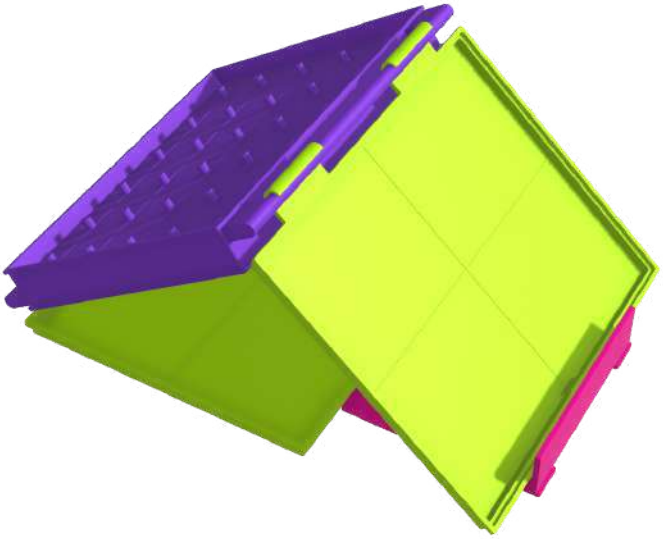
O kit conta com algumas peças principais que definem sua estrutura e encaixes: um tabuleiro para navegação do usuário, que na parte inferior serve como armazenamento ao fechar todo o objeto; duas tampas iguais, que se conectam ao tabuleiro através de um encaixe circular e ao serem abertas, funcionam como apoio para manter a estrutura em um ângulo desejado para uso; e um suporte desmontável que se encaixa em uma das tampas e mantém a outra fixa.

Figura 76: Modelo virtual do painel e suas principais estruturas



Fonte: Elaboração própria

Figura 77: Painel visto de cima



Fonte: Elaboração própria

Figura 78: Demonstração de armazenamento na parte inferior do painel

Fonte: Elaboração própria

V.4.1 Painel-estojo

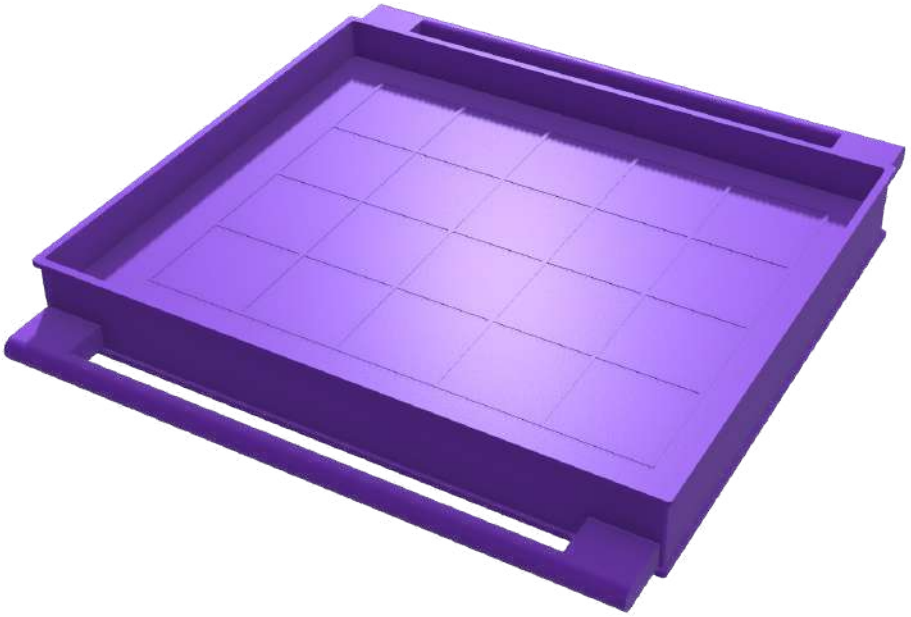
O painel é a principal peça do conjunto e serve como base para as duas principais funções: montagem dos gráficos e armazenamento das peças desmontáveis. Possui um tamanho que se aproxima de 30x25cm em sua superfície, que o permite ser relativamente compacto e, ao mesmo tempo, comportar facilmente as mãos dos usuários, como já foi visto anteriormente. Possui uma geometria espelhada com duas alças que se opõem, uma mais acima e outra abaixo na altura para que sejam encaixadas as tampas.

Figura 79: Área superior do painel

Fonte: Elaboração própria

Na área inferior, existe um espaço reservado para o armazenamento das peças encaixáveis e para o suporte desmontado, para quando o tabuleiro não estiver sendo ativamente usado. Existe um relevo que acompanha o da grade na parte superior, com 0,5mm de altura, que busca trazer mais resistência à peça através da compensação para não criar pontos de fragilidade.

Figura 80: Área inferior do painel



Fonte: Elaboração própria

Os relevos numéricos foram pensados com a fonte Arial bold MT, visando entrar em conformidade com o resto do projeto, visto que é arredondada e sem serifa, o que a traz um ar mais infantil e a torna mais agradável ao toque.

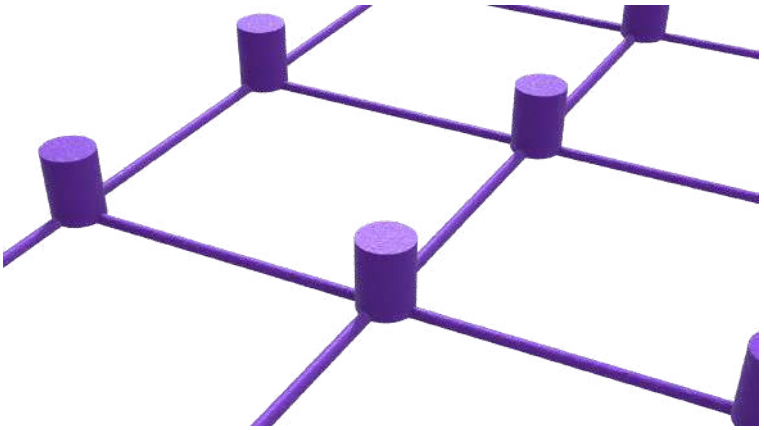
Abaixo dos números arábicos, as mesmas informações são representadas em braille, de forma discreta mas que se sobressai ao toque.

Figura 81: Detalhes do relevo numérico

Fonte: Elaboração própria

Os pinos na área superior possuem altura o suficiente para permitir o empilhamento das peças de encaixe que formam as estruturas gráficas e tem um raio de 4mm. Foram pensadas em conjunto com a guia em relevo para os quadrantes do plano, onde o usuário pode tatear e entender a continuidade da estrutura, facilitando seu entendimento e assimilação.

Figura 82: Detalhes dos pinos e da grade em relevo

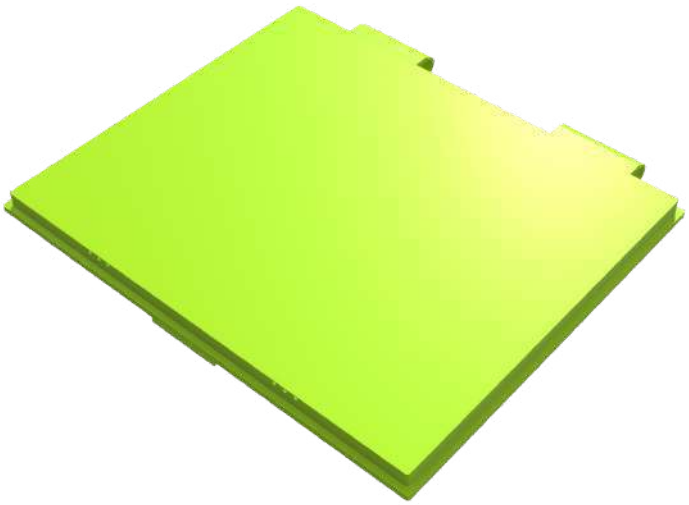


Fonte: Elaboração própria

V.4.2 Tampa-apoio

A tampa é a estrutura que se encaixa ao painel, na parte superior e inferior. São duas peças idênticas, que serão feitas com o mesmo molde de injeção.

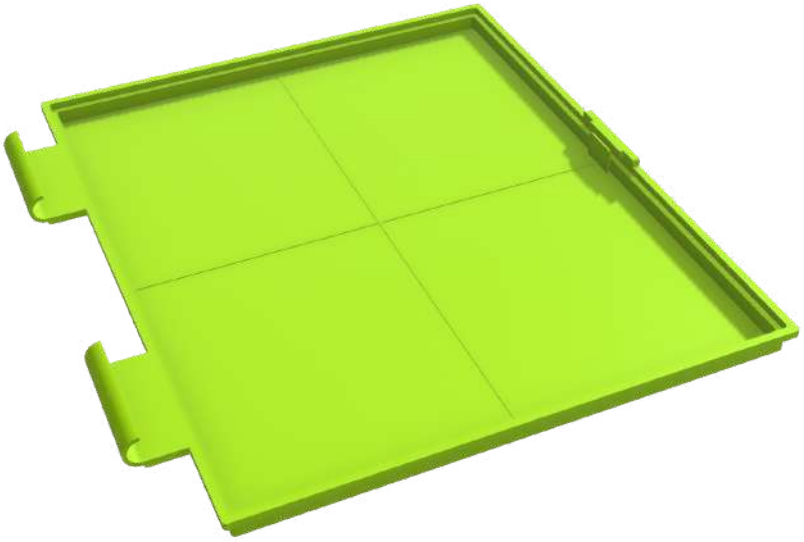
Figura 83: Tampa vista de cima



Fonte: Elaboração própria

Assim como o painel, possui uma compensação na parte inferior com um relevo de 0,5mm que a permite ter maior resistência.
Possui um tipo de alça que se encaixa no painel através de um raio interno de 12mm em sua parte traseira.

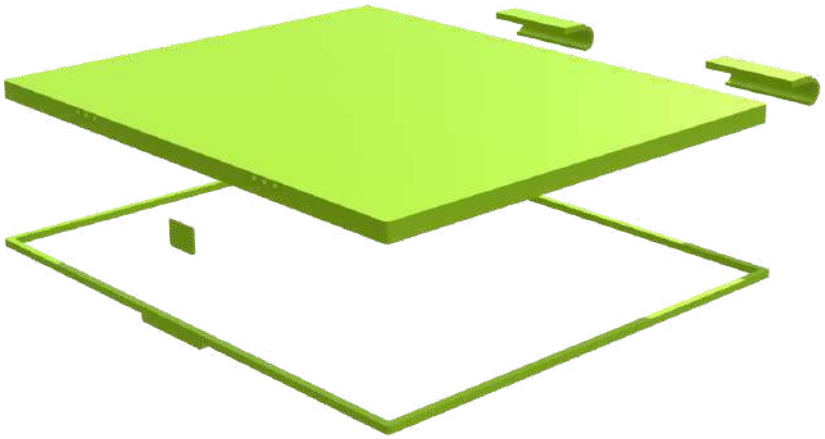
Figura 84: Tampa vista de baixo



Fonte: Elaboração própria

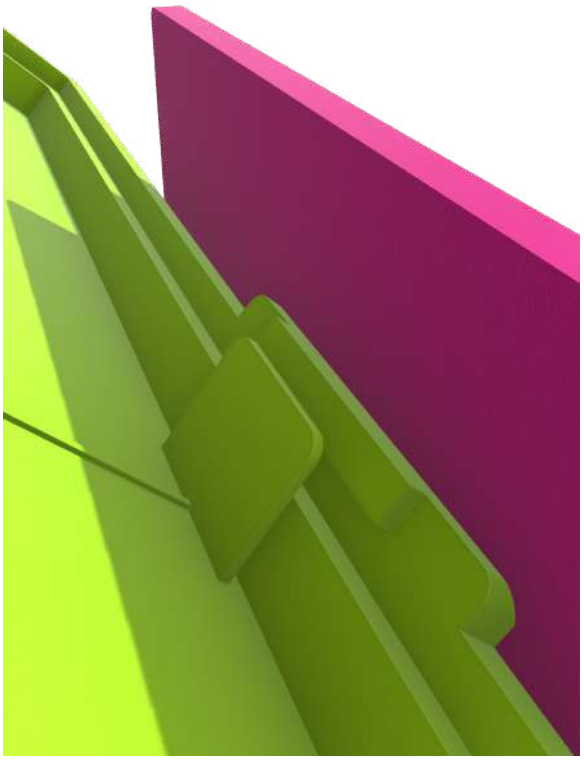
A peça é circundada por uma estrutura de maior relevo que a permite encaixar-se na tampa do tabuleiro. Frontalmente, isso também é garantido por um puxador, que facilita a atividade de abertura e possui um tipo de pino para encaixe nas dobras do tabuleiro e um encaixe interno, retangular e com bordas arredondadas, que o deixa mais fixo e seguro através da fixação da moldura do tabuleiro entre eles.

Figura 85: Vista explodida da tampa



Fonte: Elaboração própria

Figura 86: Detalhes de encaixe da tampa apoiada no suporte

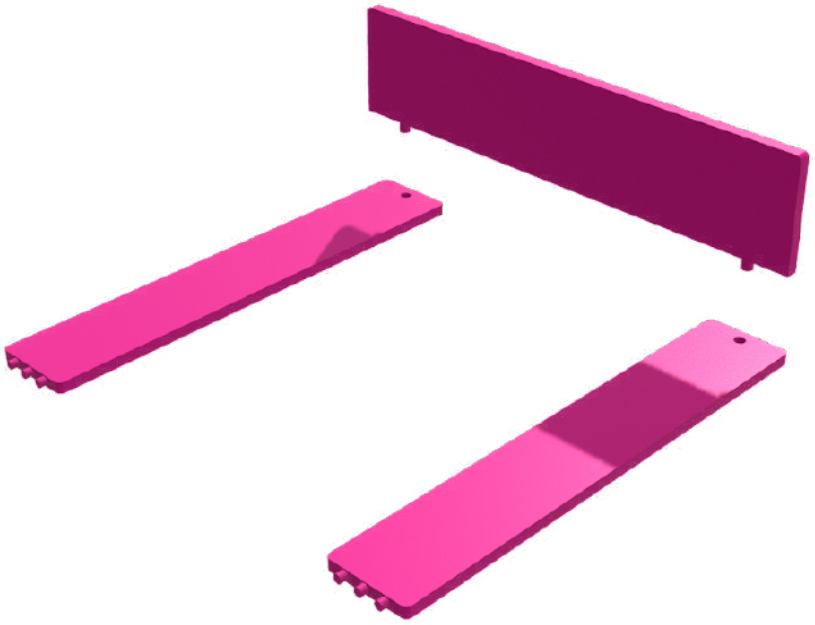


Fonte: Elaboração própria

V.4.3 O suporte

O suporte funciona como uma solução para permitir que o tabuleiro seja usado de forma inclinada, tornando-o mais ergonômico. É uma peça desmontável, que pode ser armazenada na própria caixa, abaixo do tabuleiro, quando não estiver sendo usada.

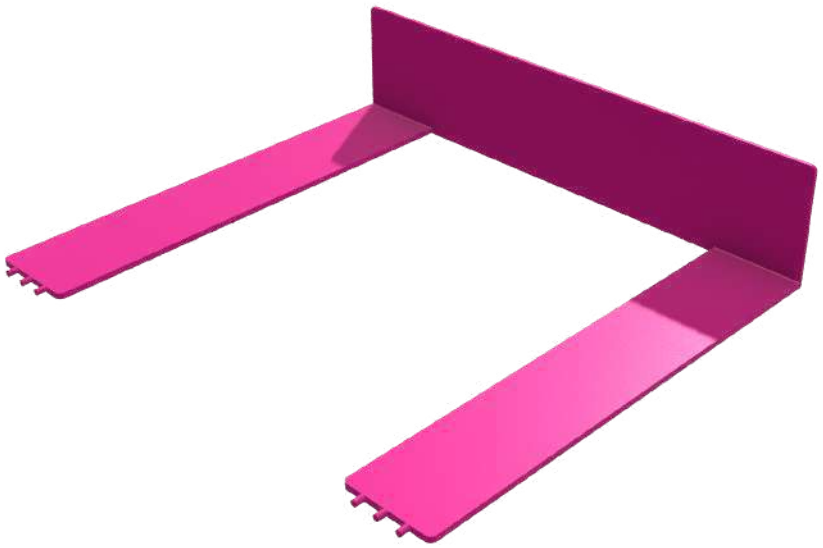
Figura 87: Suporte explodido



Fonte: Elaboração própria

Sua estrutura consiste em um apoio para a tampa superior, que fica dobrada, permitindo-a sustentar o objeto em uma inclinação mais ergonômica para o uso.
A estrutura inferior conta com dois pés iguais que possuem um furo para que o pino do encaixe superior entre, e pinos em suas extremidades que se encaixam na tampa inferior da caixa e mantém o suporte fixo.

Figura 88: Suporte montado



Fonte: Elaboração própria

V.4.4 As peças de encaixe

As peças de encaixe são as responsáveis por formar a maioria dos gráficos através de seu encaixe e sobreposição, que permite a criação de linhas retas que vão para todas as direções, de acordo com os pinos do tabuleiro. formam gráficos de barra, de linha, de coluna e de setor, deixando de fora apenas os gráficos de setor, ou de pizza, que são abrangidos por outra estrutura do kit.

O relevo em sua face superior ajuda no guia tátil e permite continuar seguindo o conceito de continuidade entre as peças, na hora de montar a estrutura.

Figura 89: Peças de encaixe vistas de cima

Fonte: Elaboração própria

Possuem altura de 2mm e dois tipos de peças: uma menor, representada em ciano para formar linhas que vão para a horizontal e vertical de forma direta no tabuleiro e outra na diagonal, com um tamanho maior, em rosa.

Além disso, foi calculado o máximo de peças que poderiam ser usadas por vez, em cada um dos casos. Portanto, para as peças menores, o kit contará com vinte e quatro unidades e para as maiores, dezoito.

Figura 90: Peças de encaixe vistas de lado

Fonte: Elaboração própria

V.4.5 Peças para montagem do gráfico de seções

Por terem uma natureza diferente dos outros tipos de gráfico, formados principalmente pela variação na direção de linhas, os gráficos de seção, ou de pizza, receberam uma estrutura que os atende de forma exclusiva.

Sua base possui forma circular e raio interno de 100mm que a permite acomodar as formas que serão encaixadas para formar as proporções desejadas. Tem uma altura que a permite ser armazenada na parte inferior do tabuleiro.

Figura 91: Suporte para gráficos de seção

Fonte: Elaboração própria

A disposição inferior dos furos é pensada para encaixar nos pinos do tabuleiro sem conflitos, permitindo uma distância adequada entre eles, para usar a estrutura como base devido a sua angulação.

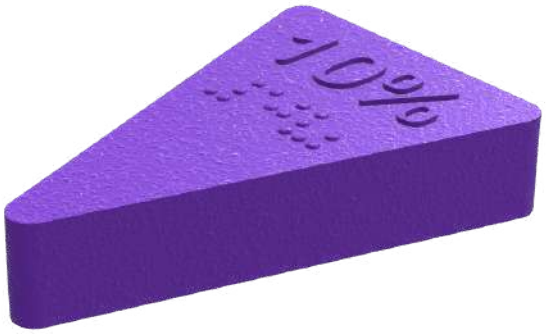
Figura 92: Suporte para gráficos de seção visto de baixo

Fonte: Elaboração própria

Por fim, foram estabelecidos três conjuntos percentuais que podem ser combinados para completar o círculo, que representa cem por cento. São peças triangulares e proporcionais com relevo numérico e representação em braille que se encaixam no suporte de forma livre.

As peças de dez por centro serão roxas e contarão com dez unidades no kit.

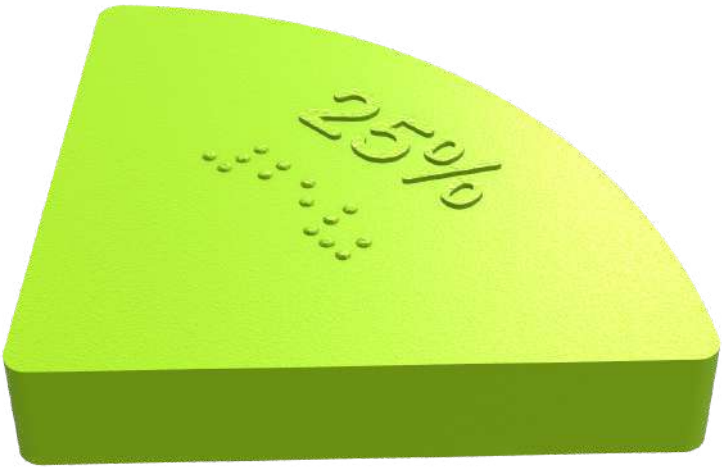
Figura 93: Peças representativas 10%



Fonte: Elaboração própria

As peças de vinte e cinco por cento seguirão a cor verde da tampa e contarão com quatro unidades.

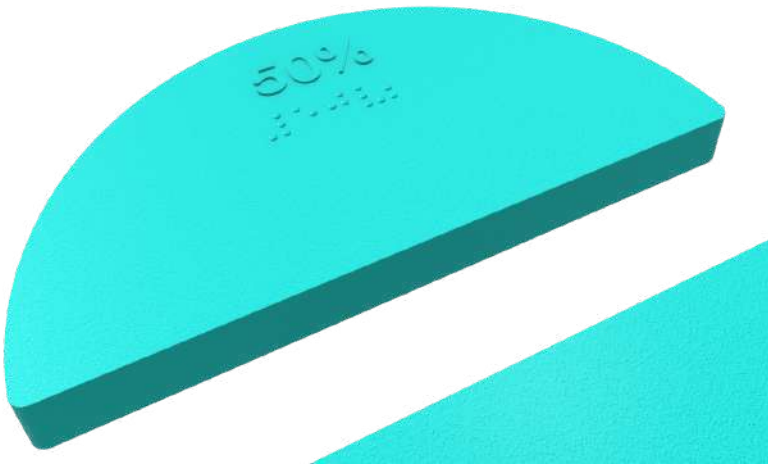
Figura 94: Peças representativas 25%



Fonte: Elaboração própria

Já as de cinquenta por cento serão azuis e terão duas peças no kit.

Figura 95: Peças representativas 50%



Fonte: Elaboração própria

V.5 Estratégia de mercado

O projeto foi desenvolvido tendo como foco consumidores institucionais, tais como: Secretarias de Educação de Prefeituras, Colégios particulares e lojas comerciais, por isso, foi realizado um estudo empírico através do qual se constatou que segundo o censo escolar realizado pelo IBGE em 2020, no Rio de Janeiro, existem, do 1º ao 5º ano do ensino fundamental, aproximadamente 1.122.273 (um milhão cento e vinte e dois mil e duzentos e setenta e três) matrículas ativas. Considerando que o painel foi pensado para uso individual e que este conjunto será trabalhado em sistema de rodízio (turmas/alunos), definiu-se a proporção recomendada para livros em bibliotecas (MEC/INEP), isto é, de 5/1, resultando em **224.460** unidades. Pode-se concluir que essa seria a quantidade recomendada de peças a serem produzidas para atender plenamente os alunos de toda a cidade nas fases apontadas como foco. Este é um número que se expande ao considerar outros locais e cidades de interesse no país, no entanto, entende-se que o produto requisita um sistema produtivo capaz de atender demanda significativa em números de unidades. Logo, a oferta apresenta plenas condições de amortização de investimentos a curto e médio prazos.

Além disso, o cálculo de orçamento básico também se apoia no entendimento volumétrico de cada peça do projeto:

Tabuleiro: 445.246 mm^3 **x1**

Tampa: 220.269 mm^3 **x2**

Apoio do suporte: 14.341 mm^3 **x1**

Pés do suporte: 9325 mm^3 **x2**

Peças retas pequenas: 1576 mm^3 **x24**

Peças retas grandes: 2198 mm^3 **x18**

Suporte gráfico de seções: 34875 mm^3 **x1**

Peças 10%: 12.931 mm^3 **x10**

Peças 25%: 17676 mm^3 **x4**

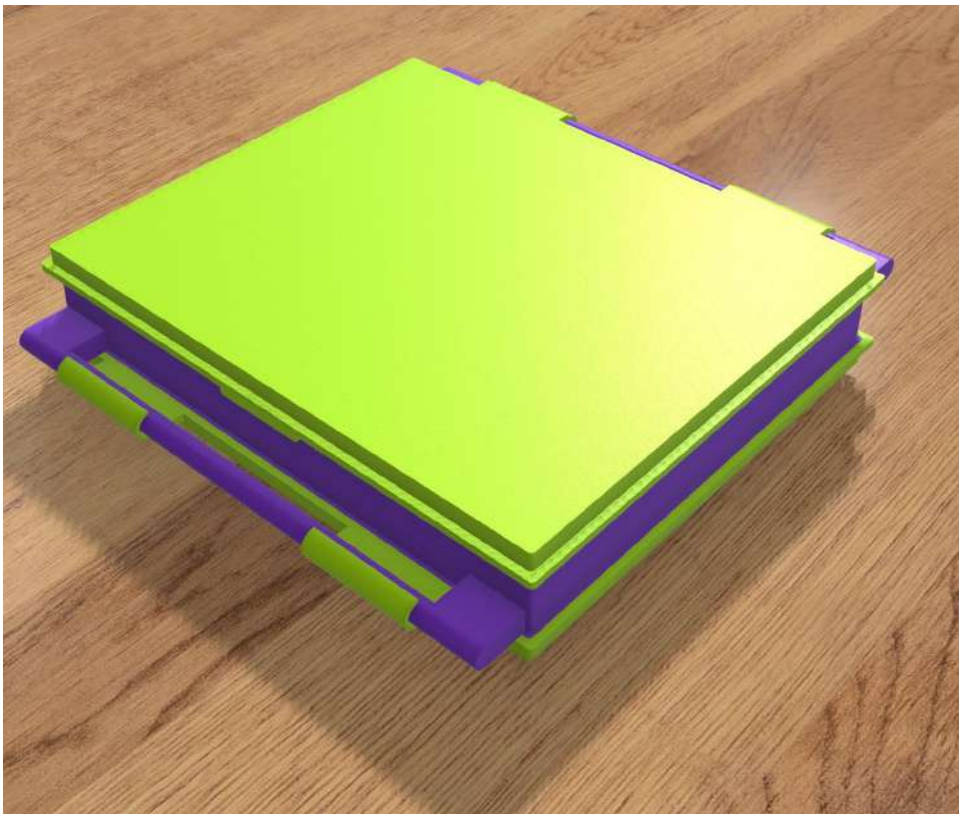
Peças 50%: 35356 mm^3 **x2**

No total, portanto, seriam necessários 10 moldes para injeção, número que deve ser considerado ao fazer um orçamento de produção real.

V.6 Ambientação e humanização

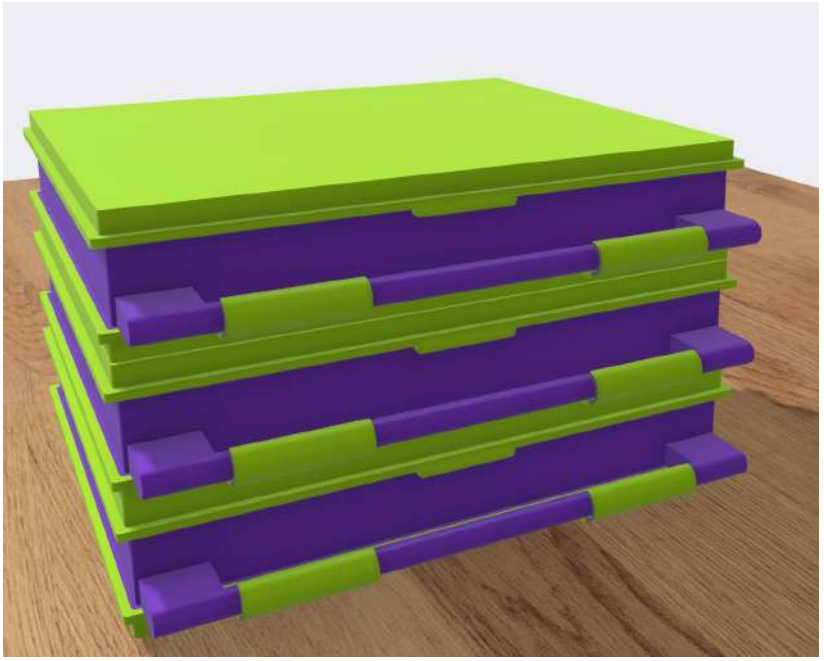
Para ambientação, foram criadas imagens que representam o tabuleiro de maneiras diversas durante seu uso, mostrando-o em contextos de salas de aula, onde serão usados por alunos do ensino fundamental, apoiados em mesas e guardados de forma empilhada.

Figura 96: Painel fechado



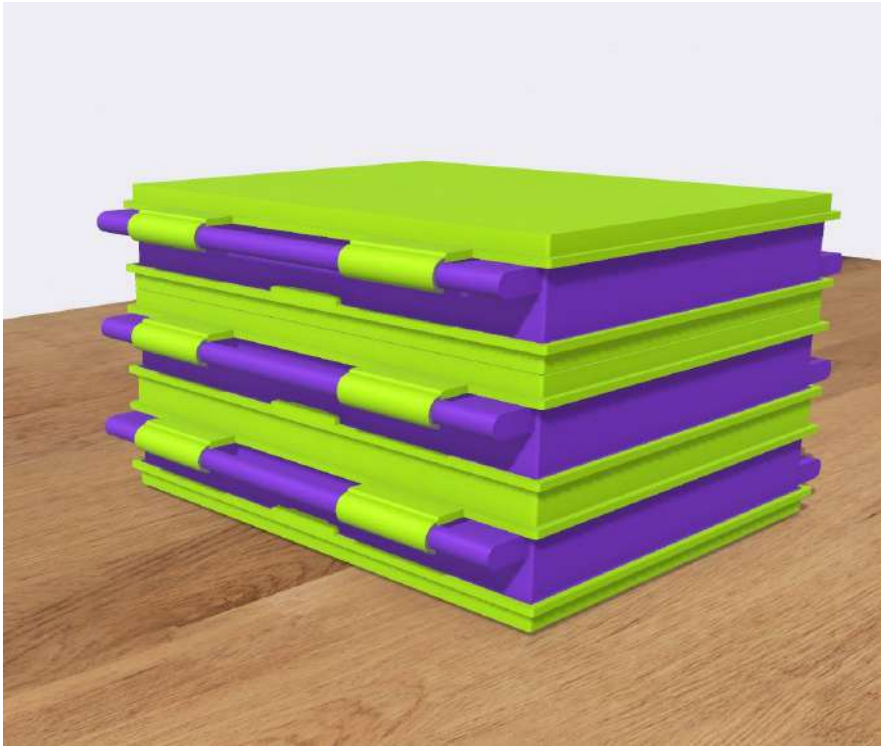
Fonte: Elaboração própria

Figura 97: Painel empilhado



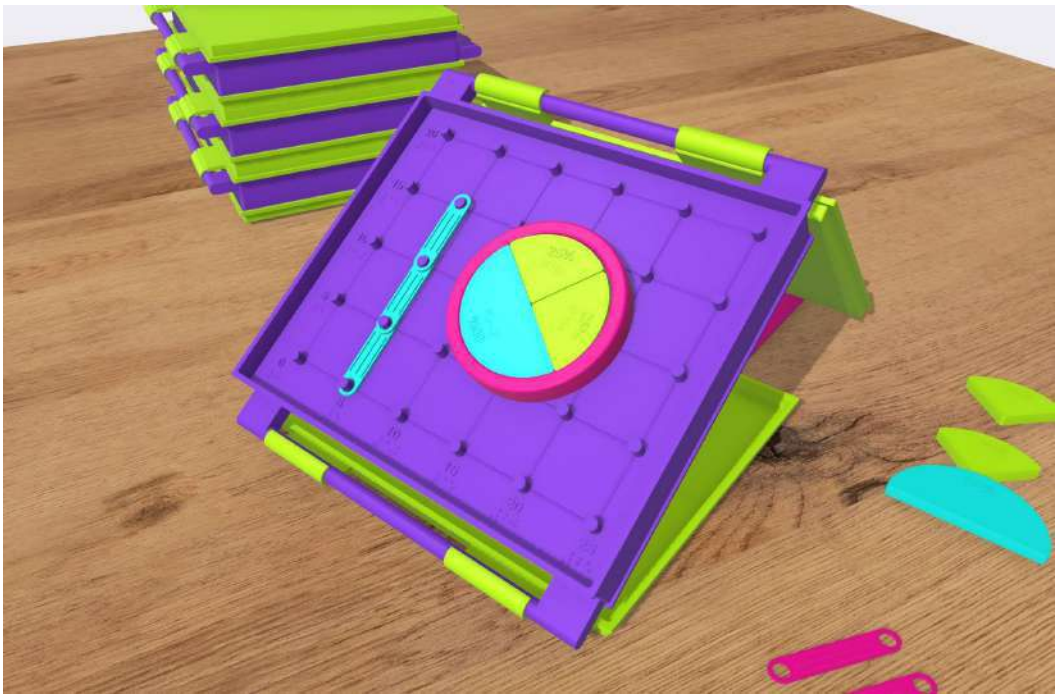
Fonte: Elaboração própria

Figura 98: Painel empilhado visto de trás



Fonte: Elaboração própria

Figura 99: Painel aberto com peças encaixadas



Fonte: Elaboração própria

Figura 100: Painel em cena de aprendizado matemático

Fonte: Elaboração própria

Figura 101: Painel em cena com grupo de crianças

Fonte: Elaboração própria

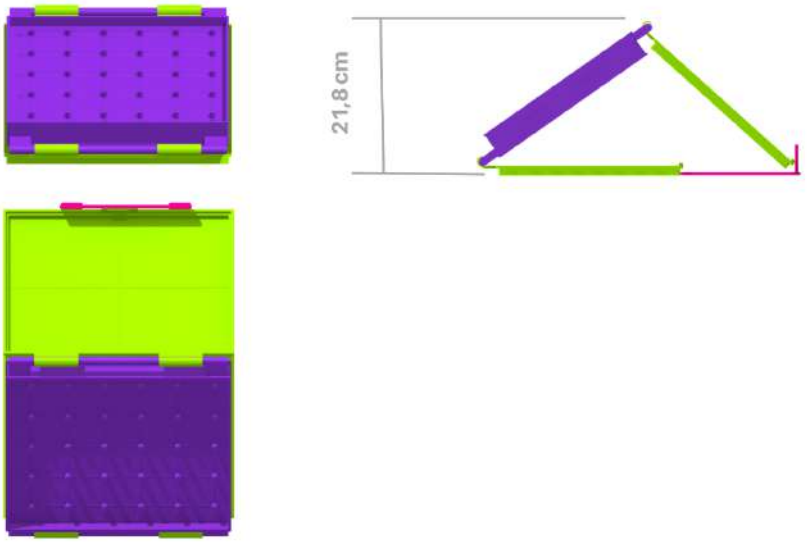
Figura 102: Painéis em sala de aula

Fonte: Elaboração própria

V.7 Vistas ortográficas

Para melhor referência e compreensão do projeto, foram feitas imagens em 3D do objeto principal (painel-estojo) montado, em vistas frontal, lateral e superior.

Figura 103: Vistas ortográficas



Fonte: Elaboração própria

V. 8 Identidade visual

A identidade visual foi feita seguindo os contrastes de cor estabelecidos para o tabuleiro anteriormente, onde são considerados tons de roxo, rosa, verde e azul. Buscou-se um tom alegre e divertido com contornos grossos ao redor da fonte e poucos elementos geométricos usados em suas estampas.

Além disso, foi escolhida uma fonte arredondada para retomar a ideia de infância e diversão.

Figura 104: Identidade visual

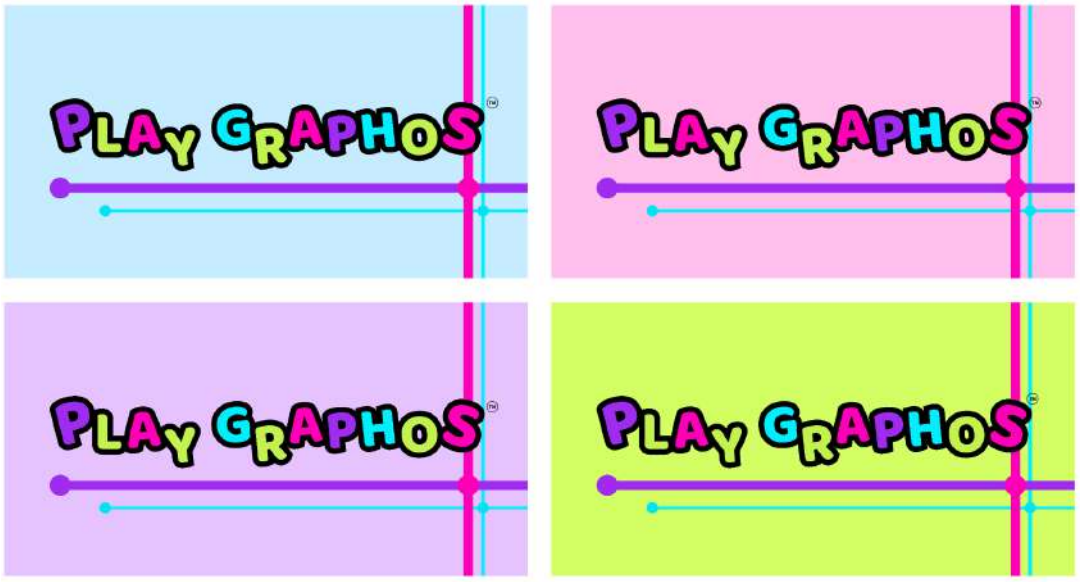
Fonte: Elaboração própria

Figura 105: Identidade visual aplicada em adesivo no painel

Fonte: Elaboração própria

Foi criado um painel demonstrando uma breve aplicação de elementos gráficos simples, como linhas e círculos, visto que são as principais formas encontradas no tabuleiro. Suas variações de fundo em tons mais brandos foram consideradas.

Figura 106: Aplicações da identidade visual em painéis gráficos

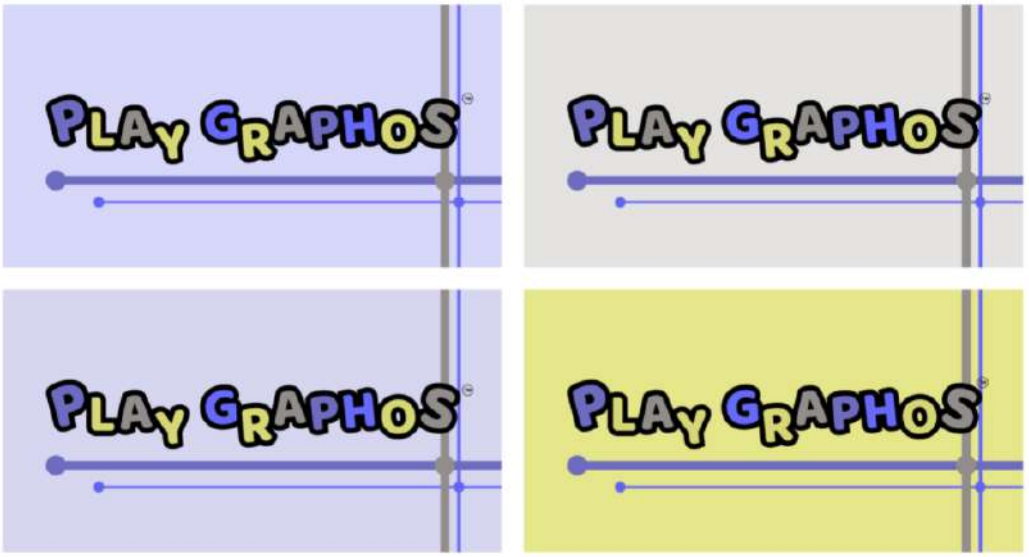


Fonte: Elaboração própria

V.8.1 Daltonismo

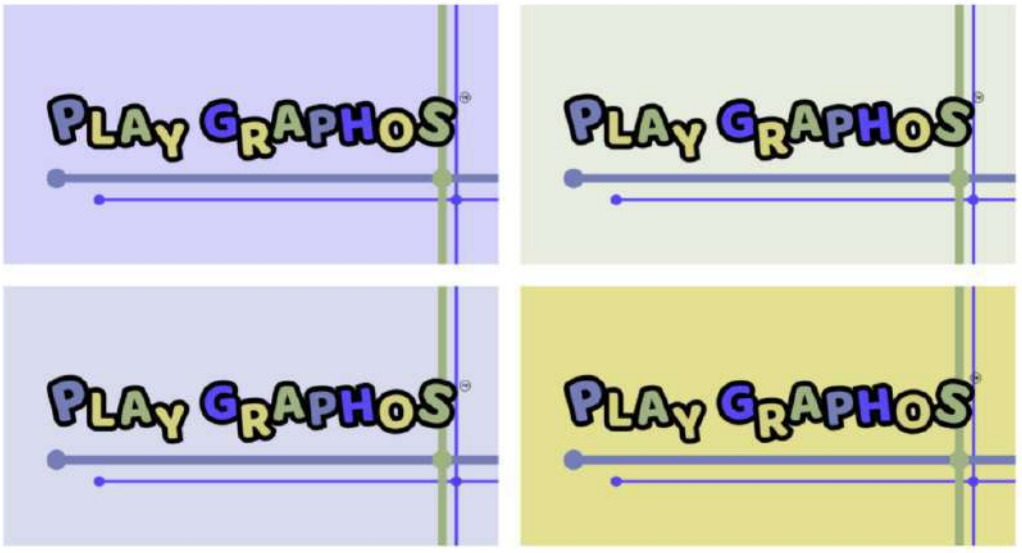
Foi também avaliada a legibilidade dos símbolos e aplicações utilizados na identidade visual para diferentes tipos de daltonismo, como forma de compreender diferentes cenários, mapeados nas imagens abaixo:

Figura 107: Simulação de Protanopia



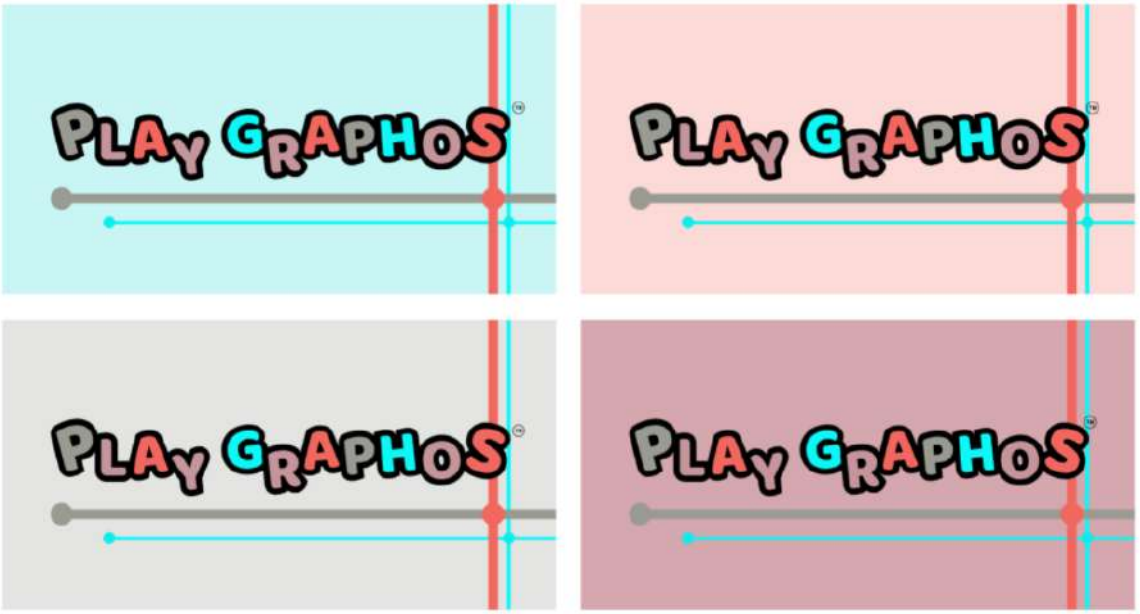
Fonte: Elaboração própria

Figura 108: Simulação de Deuteranopia



Fonte: Elaboração própria

Figura 109: Simulação de Tritanopia



Fonte: Elaboração própria

Com isso, conclui-se que a mudança de cores não afeta a leitura ou entendimento da identidade visual do produto, visto que as letras são protegidas por um grosso contorno e as cores não são essenciais para a compreensão.

V.9 Embalagem

Para embalagem de uso diário, o produto sustenta-se sozinho, através de sua estrutura de caixa. No entanto, é sugerido um elemento extra que se propõe a ser informativo em um momento de primeiro contato com o usuário. Por isso, foi planejada uma cinta de cartão duplex impresso selado com PVC, por ser um elemento de baixo custo e que serviria plenamente aos propósitos desejados. O cartão seria de papel kraft engessado com gramatura de 85g. O corte proposto seria feito com guilhotina, por ser simples e reto.

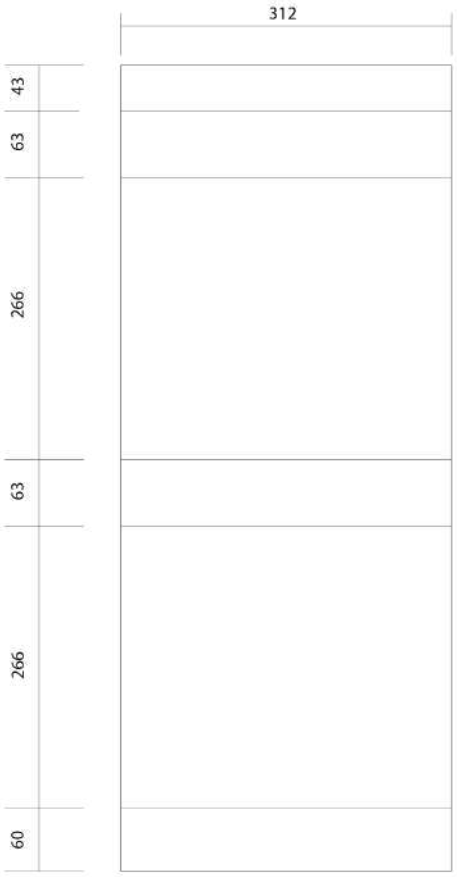
Tal elemento funciona como um invólucro para o objeto fechado que carrega a denominação gráfica do objeto, com seu nome e breve descrição, assim como instruções básicas, como a idade mínima recomendada para uso.

Para sua sustentação, são propostas duas proteções de papel cartão triplex com gramatura 120, com perfil em formato U para as bordas do objeto.

Figura 110: Proposta de embalagem

Fonte: Elaboração própria.

Figura 111: Dimensionamento básico da embalagem



Fonte: Elaboração própria

V.10 Manual de uso

Como forma de direcionar o uso correto do kit, foi elaborado um manual que expõe algumas informações principais sobre o objeto, como: relação de peças, orientação de limpeza, objetivo, guia de uso, montagem, armazenamento, indicação material e indicação etária. Ele faz isso através de instruções textuais básicas e simplificadas, além de ilustrações de uso. O material sugerido para ele seria o cartão duplex.

Figura 112: Manual de uso

Fonte: Elaboração própria

Figura 113: Mock-up do manual de uso

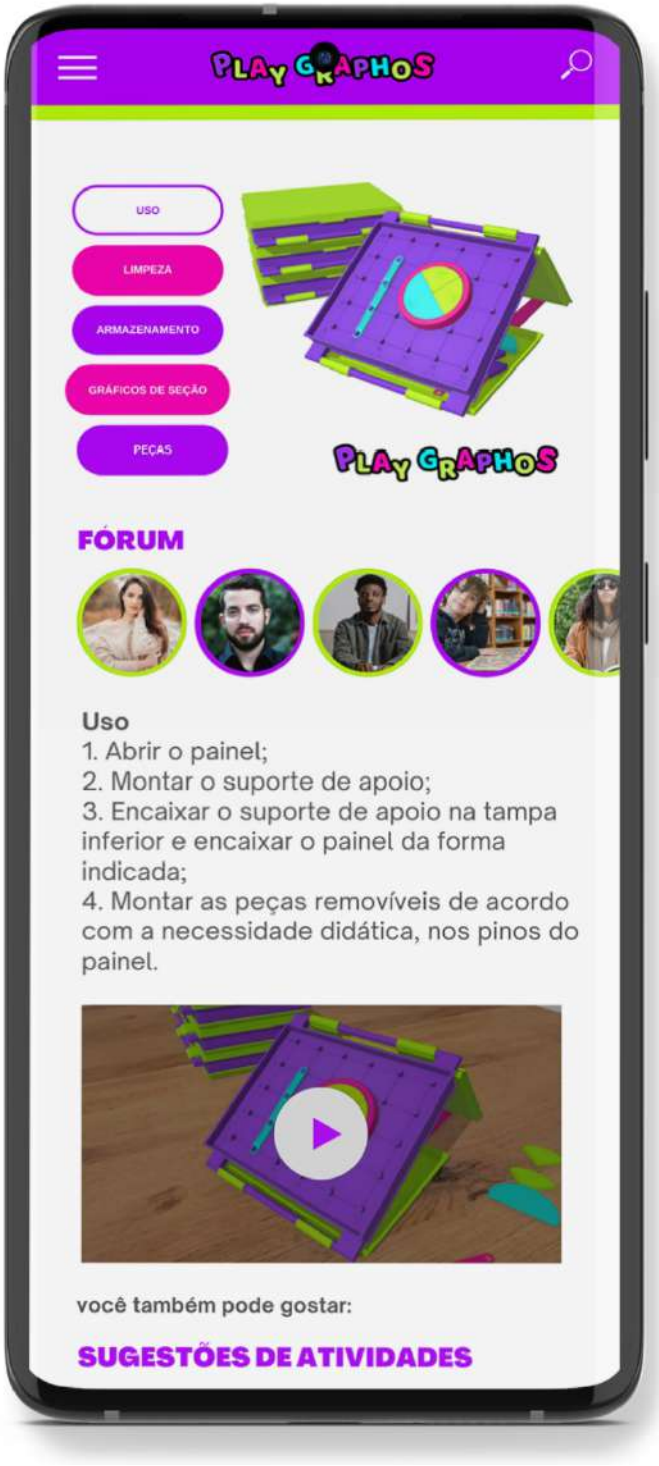
Fonte: Elaboração própria

V.10.1 Manual digital

Além disso, também foi proposto o uso de um QR code que leva para uma versão digital do manual, com algumas funcionalidades extras e mais dinâmicas. A versão digital deste material permite uma experiência auditiva com o conteúdo através do uso de leitores de tela em celulares e computadores. Além disso, há espaço para também trabalhar com outros formatos audiovisuais como vídeos instrucionais. A divisão de conteúdo online também se torna mais clara através da criação de subníveis na arquitetura da informação.

O espaço online também permite a troca de experiências entre usuários, professores ou pais, por isso, foi pensada a criação de um fórum para o compartilhamento de ideias. É interessante que materiais e artigos com ideias de dinâmicas que utilizam o kit sejam publicados na página como forma de auxiliar os professores em seu processo criativo de ensino.

Figura 114: Mock-up da interface digital



Fonte: Elaboração própria

V.11 Modelo tridimensional

Como forma de representar o projeto de maneira verossímil, foi desenvolvido um modelo tridimensional em escala real, feito principalmente de papel paraná e pluma, ambos com 2mm de espessura. Detalhes de relevo foram representados através da colagem de linha encerada sobre as superfícies formando o grid necessário para servir como guia. As principais formas foram coladas com fita dupla face e alguns detalhes menores com cola de isopor. Foi utilizada tinta guache para pintar as áreas feitas com papel paraná.

Figura 115: Modelo tridimensional

Fonte: Elaboração própria

CAPÍTULO VI: CONCLUSÃO

VI.1 Resultados obtidos

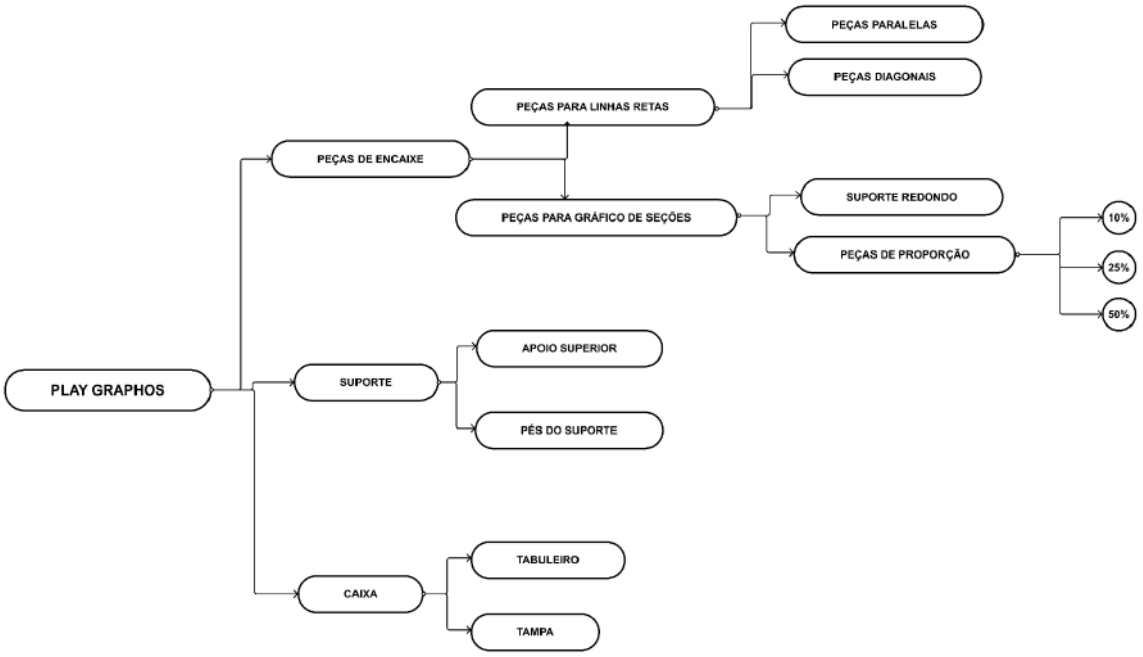
Este projeto surgiu em meio a panoramas atípicos de escala mundial. Foi derivado de uma pesquisa de Iniciação Científica que teve seu início no auge da pandemia em 2020. Quando se tornou um projeto de graduação, no fim de 2021, o mundo ainda sofria as consequências e a diferença de cenários, e uma adaptação das técnicas metodológicas foi necessária.

As pesquisas e a aproximação com o público alvo, um dos pilares do projeto, foi feita de forma online, mas não menos rica em detalhes e descobertas. Por fim, chegou-se a uma proposta que busca resolver um problema social latente de extrema relevância e preencher uma lacuna identificada a partir de necessidades reais. Um kit lúdico e educativo para crianças em idade escolar, que através da tatilidade, torna todo o processo educacional mais inclusivo, intuitivo e interessante, seja para crianças com ou sem deficiência. As soluções formais e tecnológicas o permitiram ser de baixo custo e reciclável, com uma embalagem integrada ao próprio objeto, que o permite ser compacto e multifuncional, além de modular.

Para seu futuro, algumas evoluções são previstas, como a aproximação física com usuários cegos para realização de testes de usabilidade com os modelos representativos e a expansão de peças e componentes de proporção, no sistema de gráficos de seção.

VI.2 Árvore do produto

Figura 116: Árvore do produto



Fonte: Elaboração própria

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A criança e a cultura lúdica. Revista da Faculdade de Educação, v.24, n. 2. São Paulo, jul./dez. 1998.

ALMEIDA, João Nunes. **Solidificação: Processos de Fundição**. DCMM PUC, 2004.

ATZINGEN, Cristina Von. **A HISTÓRIA DOS BRINQUEDOS, Para as crianças conhecerem e os adultos se lembrarem**. São Paulo: Ed. Alegro, 2001.

Baixa visão. Instituto Panamericano de Visão, 2021. Disponível em: <https://www.ipvisao.com.br/especialidades/baixa-visao/>. Acesso em: 25 de Novembro de 2021.

BENJAMIN, Walter. **História do Brinquedo, da criança e da Educação.** 1ª edição. São Paulo: Ed. 34 Duas Cidades, 2002.

BRASIL. Lei 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 jul. 1990.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. Departamento de Supervisão da Educação Superior. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Manual de verificação in loco das condições institucionais: credenciamento de instituições não universitárias (faculdades); autorização de cursos superiores (ensino presencial)**. Brasília: MEC/SESU, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/Manual1.pdf>. Acesso em: 10 de Março de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa** / elaboração : Cerqueira, Jonir Bechara... [et al.]. Secretaria de Educação Especial. Brasília: SEESP, 2006. 106p.

Brinquedos e brincadeiras na educação infantil: limites e possibilidades. Conferência proferida no Seminário Pedagógico Internacional. São Paulo: 1994. Texto digitado.

BROUGÈRE, G. **Brinquedos e companhia**. 1ª edição. São Paulo: Cortez, 2004.

BROUGÈRE, G. **Brinquedo e cultura**. 2ª edição. São Paulo: Cortez, 2008, 110p.

CANEVAROLO JR., Sebastião V. **Ciência dos Polímeros: Um texto básico para tecnólogos e engenheiros**. 2ª edição. São Paulo: Artliber Editora, 2002.

Censo escolar 2020 aponta redução de matrículas no ensino básico. Agência Brasil, 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2021-01/censo-escolar-2020-aponta-reducao-de-matriculas-no-ensino-basico#:~:text=O%20ensino%20fundamental%20%C3%A9%20a,6%25>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2022.

Censo escolar 2020. IBGE, 2020. Portal do Governo brasileiro. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/pesquisa/13/5908>. Acesso em: 2 de Março de 2022.

CERQUEIRA, Vicente. **Materiais de aula em Design Universal.** Rio de Janeiro, 2020.

Como acontece a injeção de plásticos. Zurich Termoplásticos, 2016. Disponível em: <https://www.injecaodeplasticos.com.br/injecao-de-plasticos/>. Acesso em: 29 de Janeiro de 2022.

CSILLAG, João Mário. **Análise do valor: Metodologia do valor: engenharia do valor, gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa.** 2ª edição. São Paulo: Atlas, 1986.

DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência.** São Paulo: Cia. das Letras, 2000.

Há, no mundo, quase 240 milhões de crianças com deficiência, revela análise mais abrangente já realizada pelo UNICEF. Unicef Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/ha-no-mundo-quase-240-milhoes-de-criancas-com-deficiencia-revela-analise-do-unicef>. Acesso em: 15 de Dezembro de 2021.

HARADA, Júlio. **Moldagem por injeção: Projetos e Princípios Básicos.** 1ª edição. São Paulo: Artliber, 2004.

HARPER, Charles A.; PETRIE Edward M. **Plastics Materials and process: A concise Encyclopedia.**1ª edição. Hobroken: John Wiley & Sons, Inc., 2003.

LAPLANE, A. L. F. & Batista, C. G. **Um estudo das concepções de professores de ensino fundamental e médio sobre a aquisição de conceitos, aprendizagem e deficiência visual [Resumo].** Em Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial (Org.), Anais do I Congresso Brasileiro de Educação Especial, IX Ciclo de Estudos sobre Deficiência Mental, (pp. 14-15). São Carlos: UFSCar, 2003.

MORAES, Anamaria de. Mont'alvão, Claudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações.** Rio de Janeiro: 2AB, 1998.

NUNES, Raul. **Conformação dos Metais**.1ª edição. PUC-RJ, 2002.

PAIM, Cléverson; PERAÇA, Daniele; SAPPER, Flávia; MOREIRA, Içara; MOREIRA, Thaísa. **Análise Ergonômica: Métodos Rula e Owas aplicados em uma Instituição de ensino superior.** Revista Espacios. Vol. 38 (Nº 11), 2017. Pág. 22. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n11/a17v38n11p22.pdf>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2022.

PAZMINO, A. V. **Como se Cria: 40 Métodos para Design de Produtos.** 1a Ed. Rio de Janeiro: Editora Blücher, 2015.

Polipropileno: Entenda tudo sobre este material. Plástico.com.br, 2021. Disponível em: < https://www.plastico.com.br/polipropileno-entenda-tudo-sobre-este-material-o-que-e-para-que-serve-quais-os-tipos-de-polipropileno/>. Acesso em: 29 de Janeiro de 2022.

Principais tipos de gráficos para educação básica. IBGE Educa, 2022. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/professores/educa-recursos/20773-tipos-de-graficos-no-ensino.html>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2022.

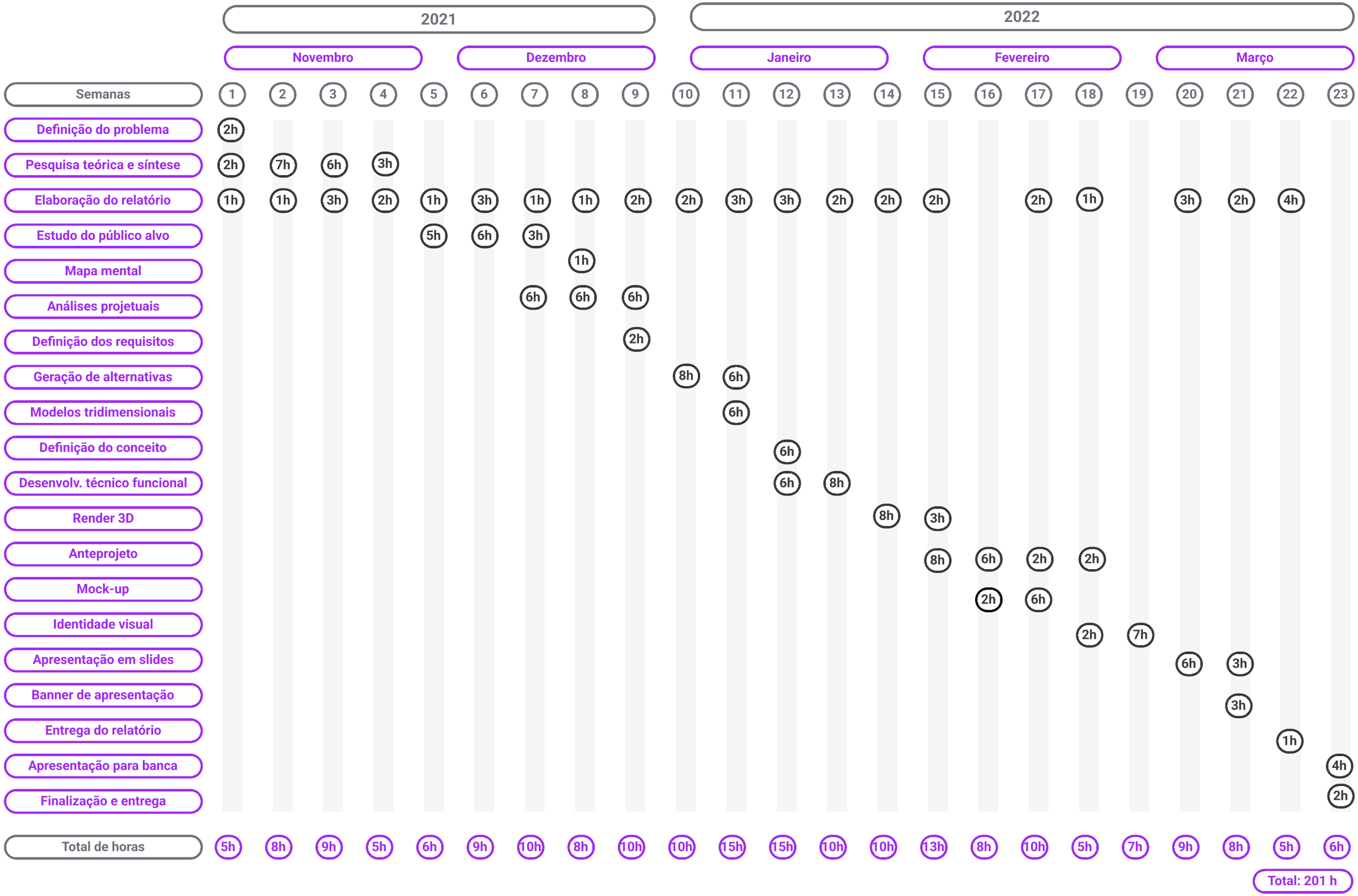
PROUT, A. **The future of childhood.** 1ª edição. Nova Iorque: RoutledgeFalmer, 2005.

RABUSKI, M. C. **Fundamentos de Projetos de Ferramentas**. 1ª edição. CEFET-RS, 2008.

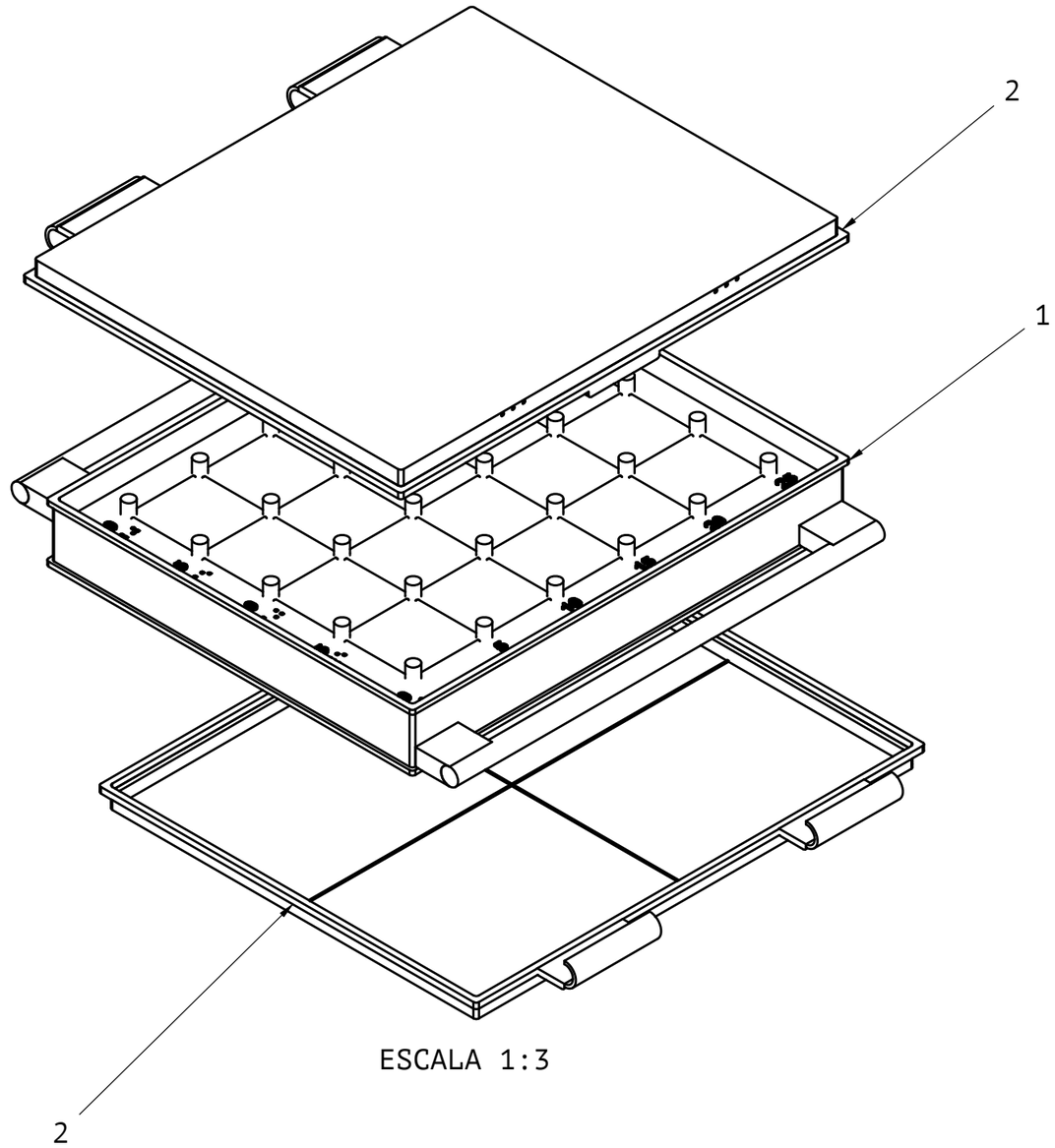
Requisitos para brinquedos. Inmetro, 2022. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/brinquedo/>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2022.

TILLEY, A. R. e DREYFUSS, H. **As medidas do homem e da mulher: fatores humanos em design.** 1ª edição. Porto Alegre, Bookman, 2005, p.104.

ANEXO I - CRONOGRAMA



ANEXO II: DESENHOS PROJETIVOS

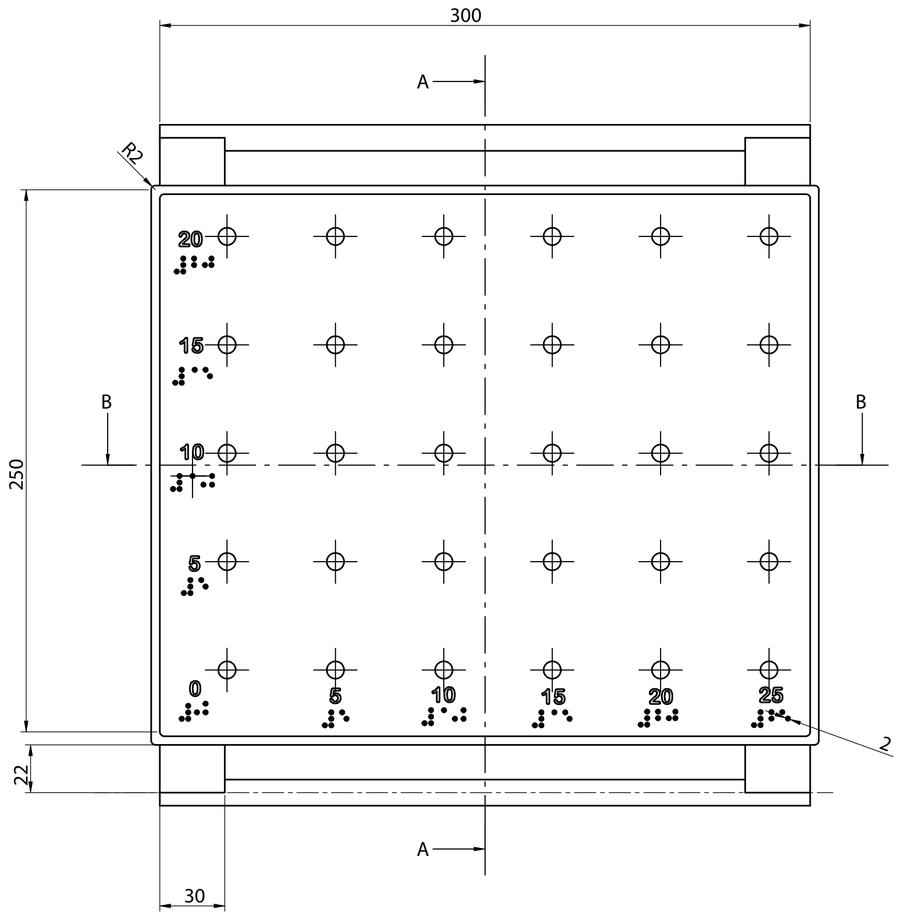


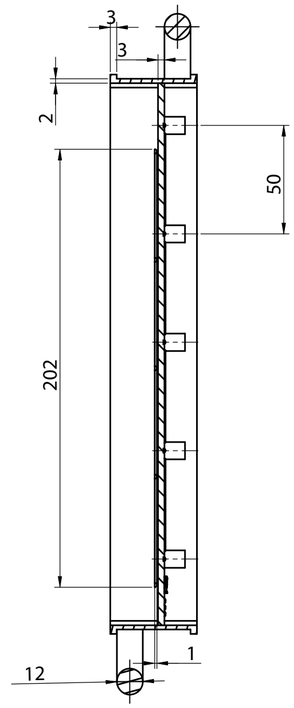
ESCALA 1:3

2	Tampa	Poliestireno	2	2/2
1	Tabuleiro	Poliestireno	1	1/2
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

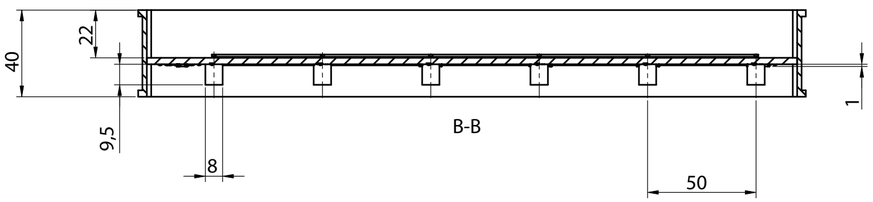
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Estrutura principal	
	Sub sistema:	
	Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 1/3	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 1/12





A-A

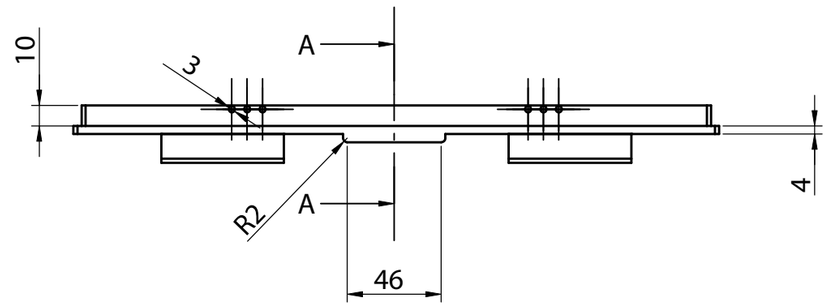


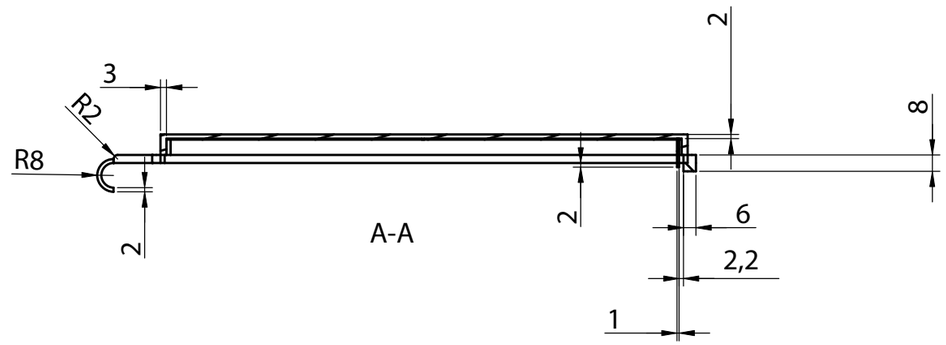
B-B

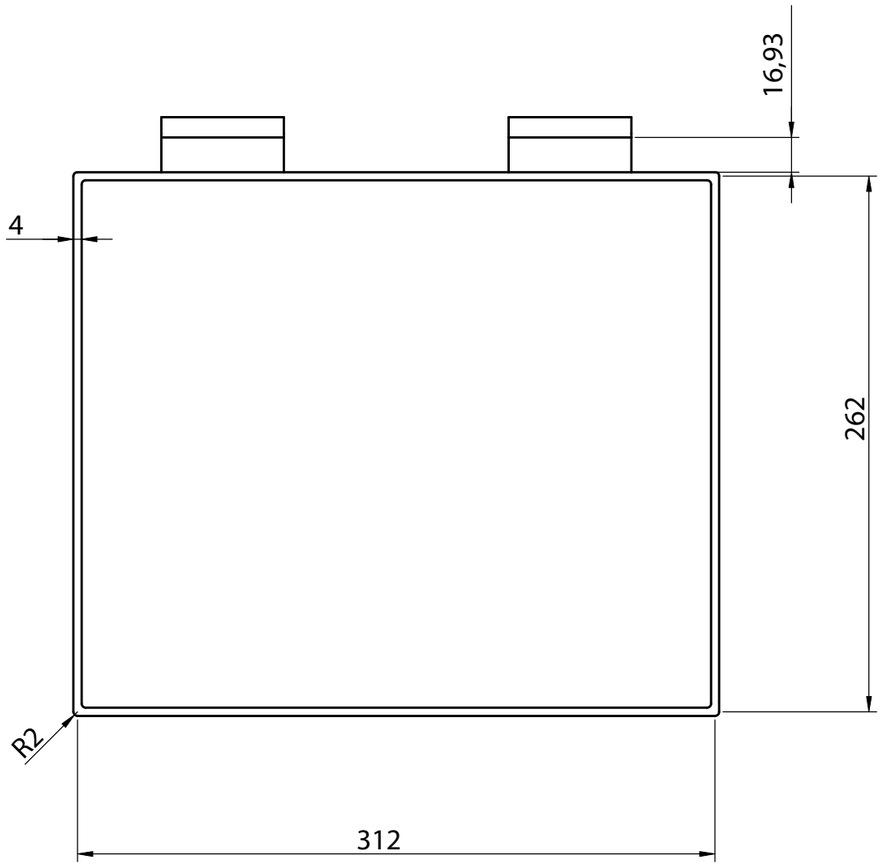
1	Tabuleiro	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Estrutura principal	
	Sub sistema: Tabuleiro	
	Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 1/2	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A2	Prancha: 2/12

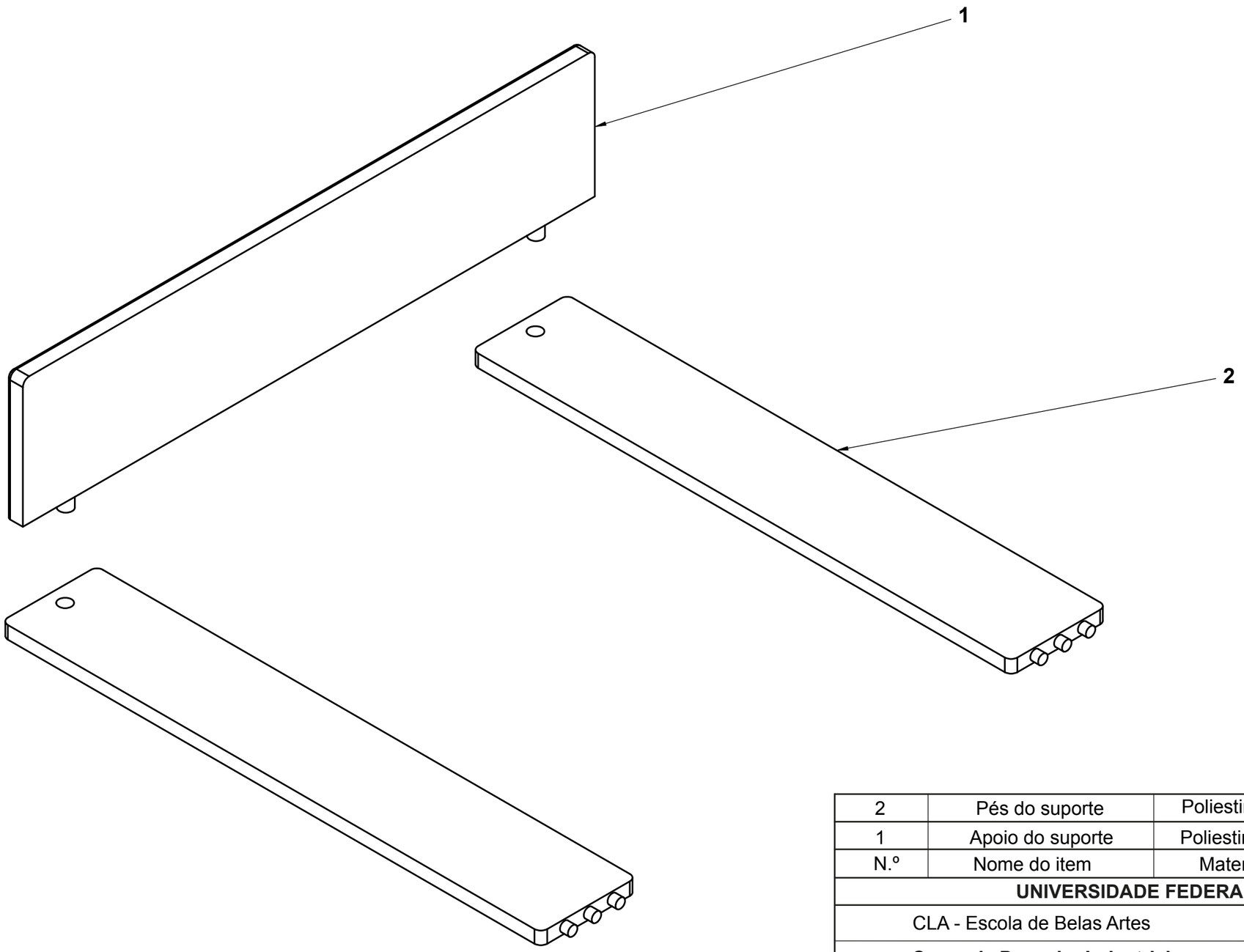






1	Tampa	Poliestireno	2	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Estrutura principal	
	Sub sistema: Tampa	
	Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 1/3	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 3/12

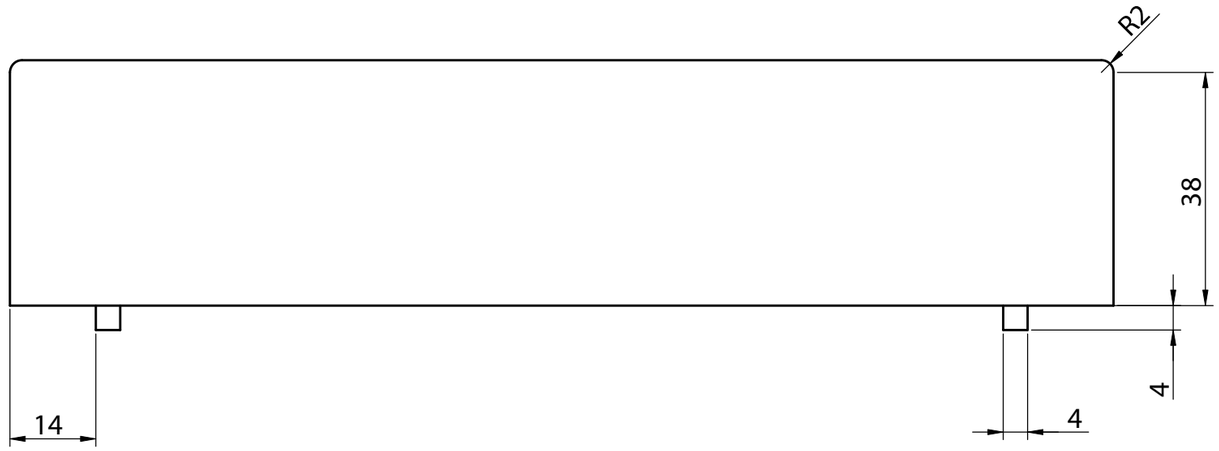


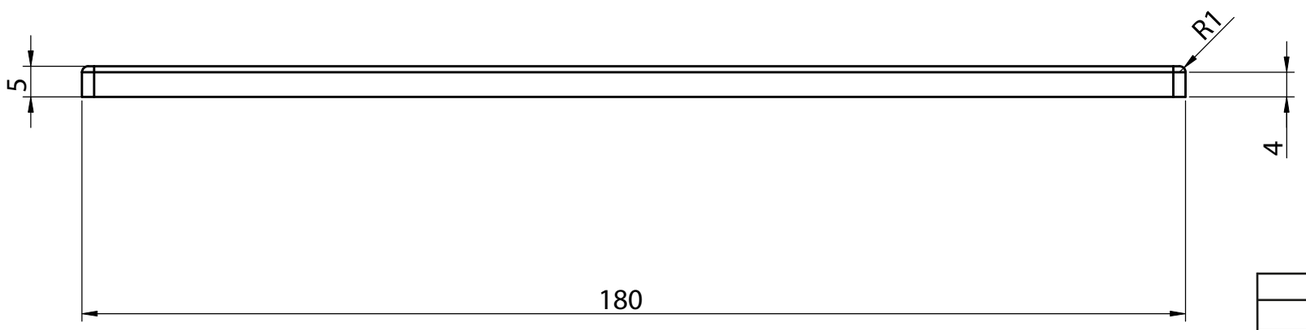
ESCALA 1:1

2	Pés do suporte	Poliestireno	2	1/2
1	Apoio do suporte	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Suporte para tabuleiro	
	Sub sistema:	
	Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 1/1	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 4/12

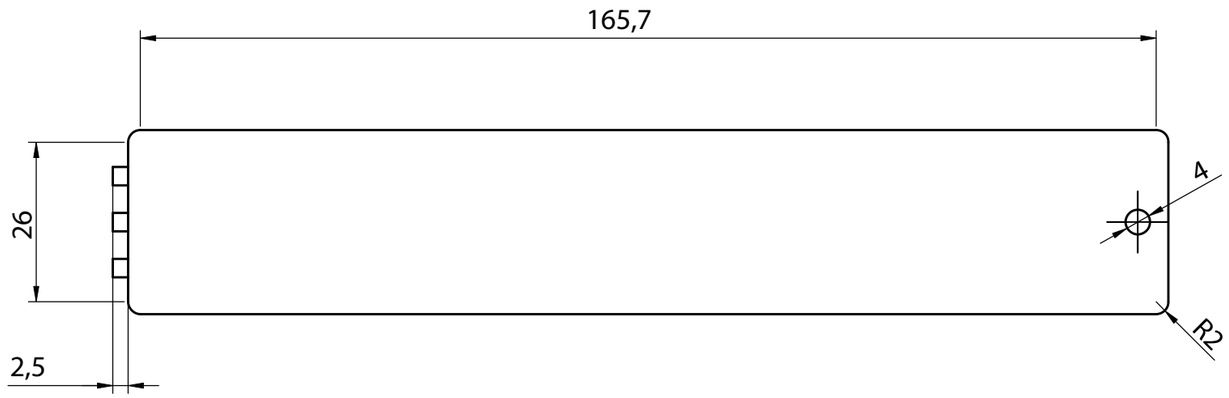


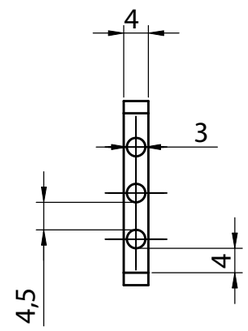


1	Apoio do suporte	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

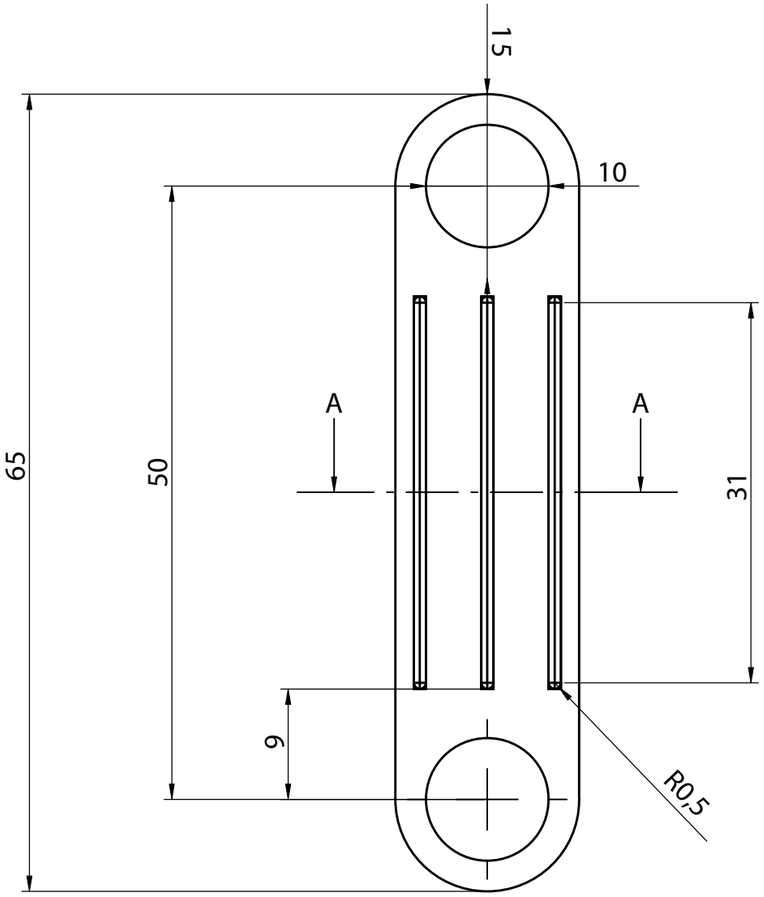
CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Suporte para tabuleiro	
	Sub sistema: Apoio do suporte	
	Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 1/1	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 5/12

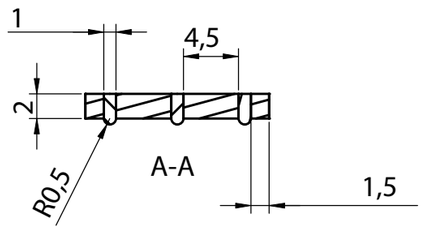




1	Pés do suporte	Poliestireno	2	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO			
CLA - Escola de Belas Artes		Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial		Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos		Sistema: Suporte para tabuleiro	
		Sub sistema: Pés do suporte	
		Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes		Escala: 1/1	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira		Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3		Prancha: 6/12



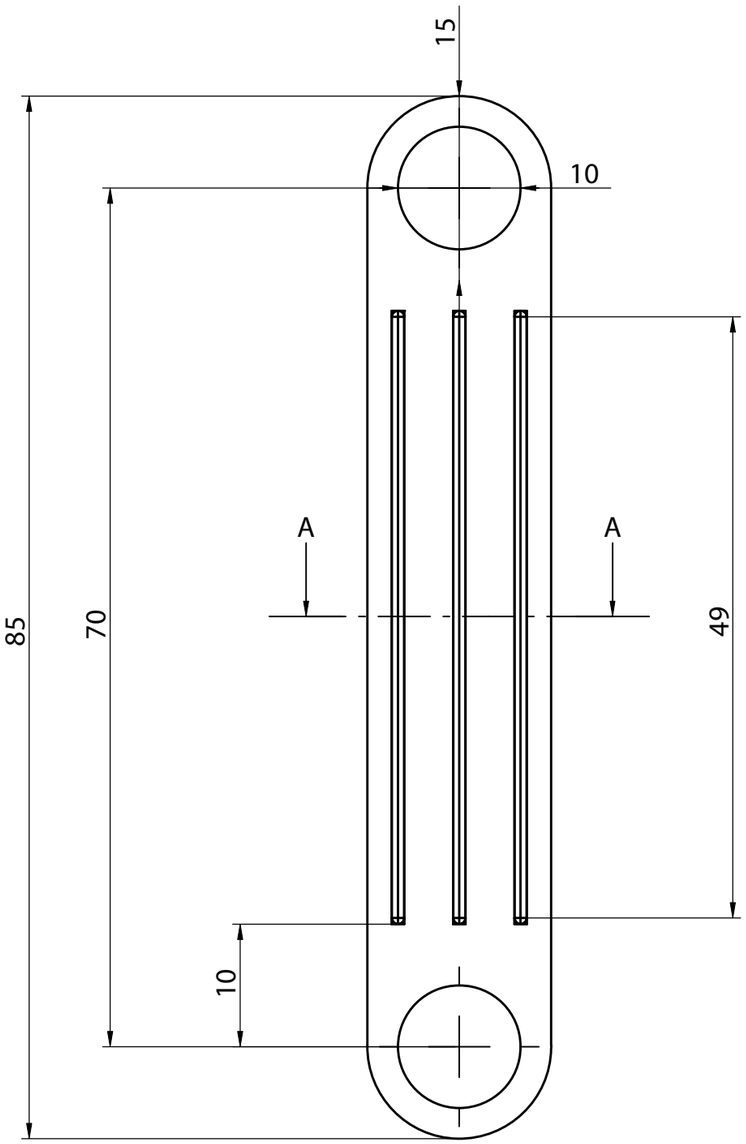


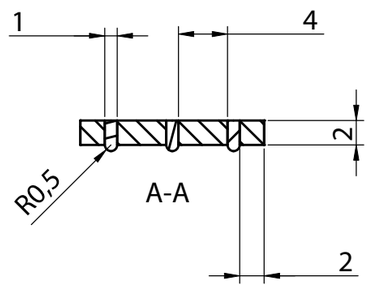
1	Peça paralela	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Peças do tabuleiro
	Sub sistema: peça paralela
	Conjunto: Play-Graphos

Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 2/1	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 7/12



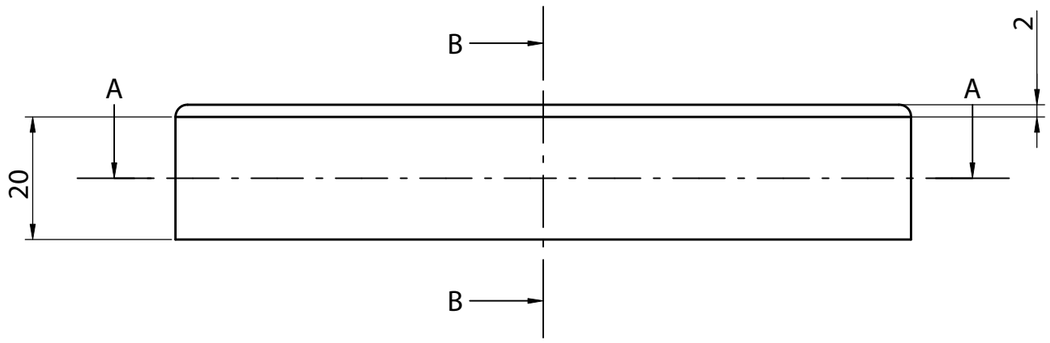


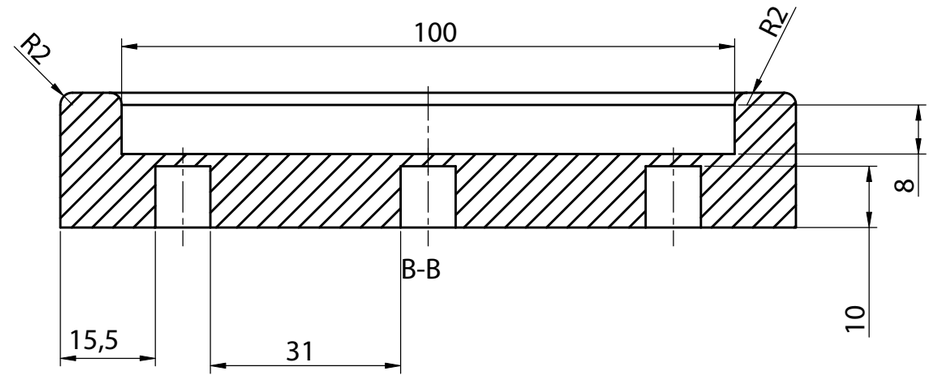
1	Peça diagonal	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

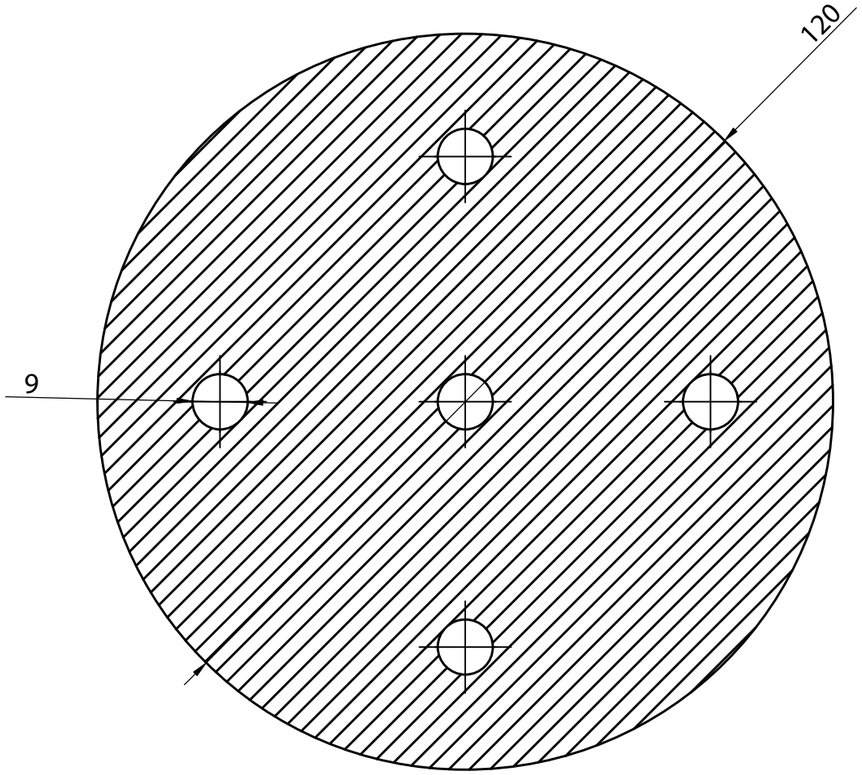
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Peças do tabuleiro
	Sub sistema: peça diagonal
	Conjunto: Play-Graphos

Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 2/1	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 8/12



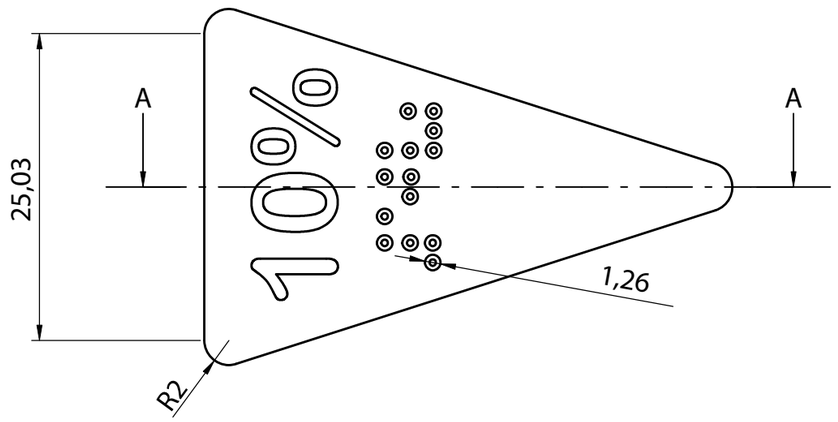


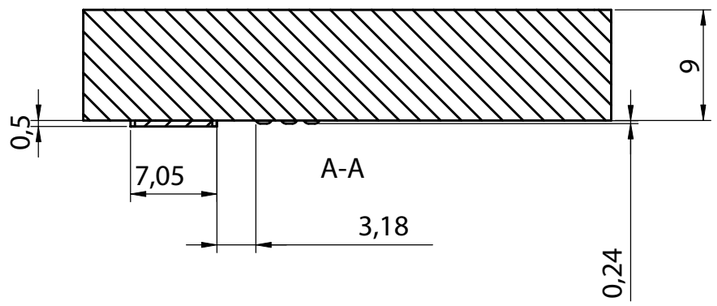


A-A

1	Suporte redondo	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

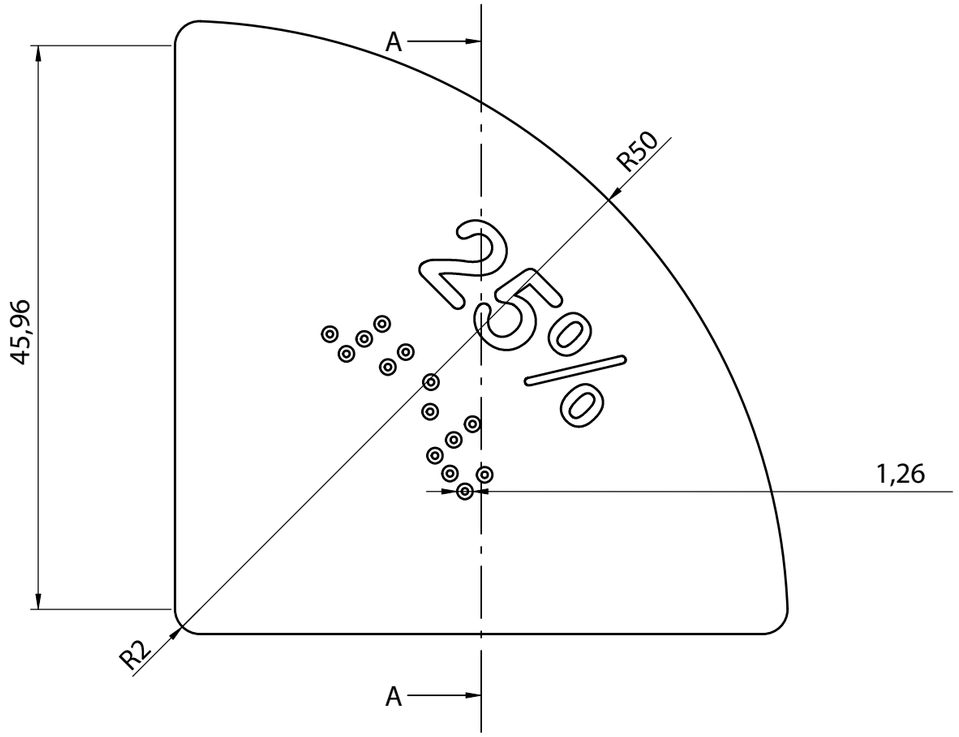
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Kit para gráficos de seção	
	Sub sistema: Suporte redondo	
	Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 1/1	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 9/12

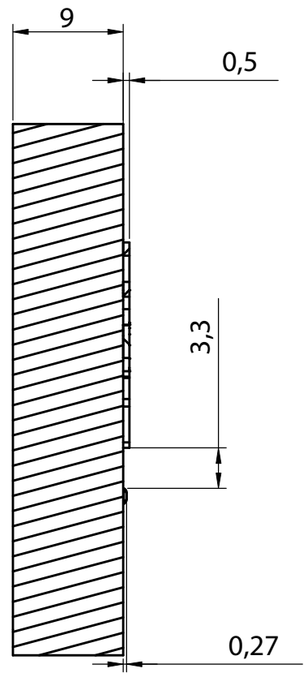




1	Peça 10%	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Kit para gráficos de seção	
	Sub sistema: Peça 10%	
	Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 2/1	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 10/12

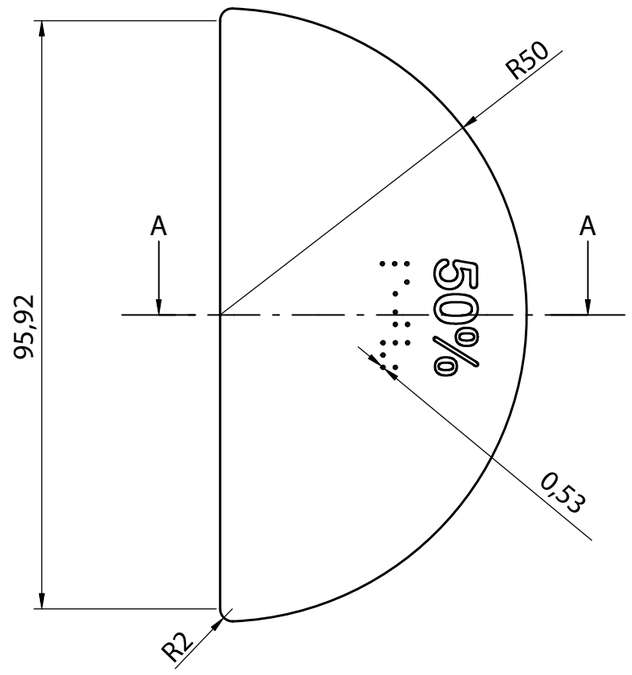


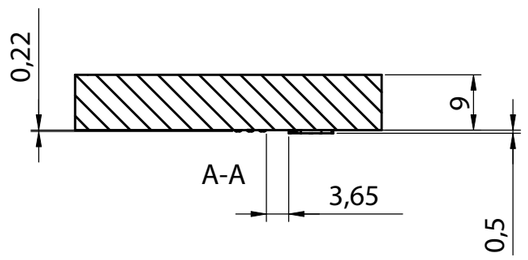


A-A

1	Peça 25%	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	
CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Kit para gráficos de seção
	Sub sistema: Peça 25%
	Conjunto: Play-Graphos
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 2/1 — Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm — Normas: ABNT
Data: 15/03/2022 — Formato da folha: A3	Prancha: 11/12





1	Peça 50%	Poliestireno	1	1/1
N.º	Nome do item	Material	Quantidade	Código

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO		
CLA - Escola de Belas Artes	Depto. de Desenho Industrial	
Curso de Desenho Industrial	Habilitação em projeto de produto	
Título do Projeto: Play-Graphos: Painel para ensino e representação tridimensional de gráficos matemáticos	Sistema: Kit para gráficos de seção	
	Sub sistema: Peça 50%	
	Conjunto: Play-Graphos	
Autora: Manuella Cardoso Lopes	Escala: 1/1	Diedro: 1º
Orientador(a): Vicente Cerqueira	Cotas: mm	Normas: ABNT
Data: 15/03/2022	Formato da folha: A3	Prancha: 12/12

ANEXO III: ENTREVISTAS

ENTREVISTAS COM PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Entrevistado nº1
Gênero: Feminino
Idade: 36 anos

- **Qual é seu tipo de deficiência?**
  R: Cegueira total e congênita

- **Qual é seu nível de escolaridade?**
  R: Tenho ensino superior completo em Psicologia

- **Você teve alguma dificuldade em algum momento da sua vida escolar? Quando ela foi pior e por que? Exemplo: 4° ano do ensino fundamental**
  R: Tive muita dificuldade em matemática em todos os períodos da vida no ensino superior também fui barrada de alguns estágios por causa da deficiência.

- **Em qual disciplina sente que encontrou as maiores dificuldades de aprendizagem na escola? Por que?**
  Em matemática com certeza, existem muitos conceitos que são difíceis de imaginar e entender, é tudo muito confuso, os livros não tinham acessibilidade, não havia nada que nos ajudasse a entender.

- **Pode dar alguns exemplos de quais eram essas dificuldades em Matemática?**
  R: Quando as matérias eram coisas que tínhamos que imaginar sem ter recursos né, sem o apoio do livro era muito difícil por exemplo matérias que trabalhavam gráficos… eram as piores.

- **Existe algo que tenha te ajudado a superar esses problemas?**
  R: Com essa questão dos gráficos, tabelas e essas coisas, vou te dizer que não… Mas até relacionado a outros problemas a maioria dos professores tentava ajudar de alguma forma né, então adaptar atividades, pedir outros tipos de avaliação pra mim, isso acontecia sim, até mesmo os colegas da classe costumavam ajudar.

Entrevistado nº2
Gênero: Masculino
Idade: 24 anos

- **Qual é seu tipo de deficiência?**
  R: Cegueira total e congênita

- **Qual é seu nível de escolaridade?**
  R: Ensino médio completo

- **Você teve alguma dificuldade em algum momento da sua vida escolar? Quando ela foi pior e por que? Exemplo: 4° ano do ensino fundamental**
  R: Matemática no ensino fundamental todo foi difícil e no ensino médio todas as outras matérias de ciências exatas. Até hoje sei muito pouco. Mas no geral existem muitos problemas: os materiais não são adaptados, os professores são despreparados e sem motivação pra ajudar. Alguns pediam pesquisas na internet e avaliavam com nota, falta material adaptado nos livros e os gráficos por exemplo são muito difíceis de visualizar por causa dessa falta de adaptação né então os professores sem preparo acabam tendo que improvisar algumas coisas.

- **Pode dar alguns exemplos de quais eram as suas maiores dificuldades em Matemática e nas ciências exatas?**
  R: Essa parte de matemática e exatas tem vários problemas, não só pra mim. A maioria das pessoas cegas e com baixa visão que eu conheço, tanto aqui na minha região ou no Brasil inteiro dizem isso. Tem muito material que não é adaptado. Essas matérias já são ruins pra quase todos os alunos, mas para nós é pior. Faltam professores que possam ensinar pra gente, no ensino médio não sei nem como passei, passei "empurrado" em matemática, química física… porque falta o professor querer ajudar, tem muitos que querem mas tem muitos que deixam de lado.
  No terceiro ano eu ia pra um colégio especializado mas aí ele fechou então na hora de fazer as provas em outros lugares eu fazia pesquisas na internet… Faltam muitos materiais adaptados. Os professores faziam muitos gráficos mas não tinha como me explicar. Precisa tanto dessa preparação do professor quanto desse material adaptado que não tem, é bem raro de conseguir.

- **Existe algo que tenha te ajudado a superar esses problemas?**
  R: No colégio especializado pra cegos, fazíamos a maioria das questões de matemática no soroban, era um colégio que tinha aqui na minha cidade mas por enquanto tá fechado. No primeiro ano até tinham livros adaptados pra biologia, pra física, matemática mas depois acabamos ficando sem nunca mais receber os livros, então na maioria das vezes me mandavam fazer

pesquisas na internet mesmo, ao invés de fazer provas. No colégio especializado também usava um objeto chamado geoplano, para geometria. Com certeza nossa maior dificuldade está relacionada a compreender essa parte que tem mais gráficos, que envolve mais números né. Hoje tento estudar pro enem e essa parte de matemática, química, física nem consigo. Até existem materiais adaptados né, tabela periódica em braille, livros com braille mas são bem escassos, chega em um ano e no outro ano não chega. Às vezes os próprios professores preparavam materiais em braille, davam mais atenção pra fazer as questões junto comigo mas, no geral, essa parte de exatas é bem complicada pra nós.

<u>Entrevistado nº3</u>
Gênero: Feminino
Idade: 53 anos

- **Qual é seu tipo de deficiência?**

Cegueira total, congênita

- **Qual é seu nível de escolaridade?**

Tenho ensino superior, graduada em Serviço Social

- **Você teve alguma dificuldade em algum momento da sua vida escolar? Quando ela foi pior e por que? Exemplo: 4° ano do ensino fundamental**

Sim, em todas as épocas. Começou a ser pior no Ensino Fundamental, é quando começam os conteúdos de fato né, algumas coisas são mais complexas de entender com as nossas limitações.

- **Em qual disciplina sente que encontrou as maiores dificuldades de aprendizagem na escola? Por que?**

Com certeza Matemática era muito difícil desde o início, principalmente quando começavam matérias com gráficos. As outras matérias também tinham suas dificuldades, não tinham livros adaptados, em braille e na época não era tão fácil ter conteúdos em áudio, é uma facilidade que podemos ter hoje… mas a falta de materiais com certeza era um problema, sempre depender de alguém para ajudar nesses casos foi um transtorno. Dependia da vontade dos professores, dependia deles fazerem as vezes adaptações no conteúdo né.. ou então dos colegas ajudarem. Tudo isso foi uma dificuldade.

- **Você comentou sobre os gráficos matemáticos. Pode me dizer porque você via essa dificuldade específica nessa disciplina?**

Isso, sobre os gráficos… eu comentei sobre a matemática porque é onde mais se encontram essas coisas né, mas é comum em um momento ou outro de outras disciplinas ter gráficos também, tipo geografia, física, enfim… Eu acho que o grande problema é que não tem materiais que nos ajudem a entender de verdade, visualizar de alguma forma, matérias teóricas já são difíceis pela falta de materiais, para coisas

que precisam ser vistas de alguma forma então, mesmo que tátil… existe um abismo.

- **Existe algo que tenha te ajudado a superar esses problemas?**

Houveram tentativas. Professores tentavam adaptar, dar outros tipos de avaliação. Alguns colegas ficavam apoiando, ditando a matéria. Mas a verdadeira necessidade não era suprida, existem muitos buracos no ensino.

<u>Entrevistado nº4</u>
Gênero: Masculino
Idade: 58 anos

- **Qual é seu tipo de deficiência?**

R: Baixa Visão por retinose pigmentar

- **Qual é seu nível de escolaridade?**

R: Curso superior completo em Fisioterapia

- **Você teve alguma dificuldade em algum momento da sua vida escolar? Quando ela foi pior e por que? Exemplo: 4° ano do ensino fundamental**

R: A partir do terceiro ano do ensino fundamental. A maior dificuldade foi o diagnóstico errado, a falta de preparo dos professores e as orientações erradas passadas aos meus pais.

- **Em qual disciplina sente que encontrou as maiores dificuldades de aprendizagem na escola? Por que?**

R: Tinha dificuldade em todas as matérias, inclusive em Educação Física, o professor só sabia mandar a gente jogar futebol. Nas outras matérias, como disse, foi péssimo. Ninguém conseguia me orientar direito e era muito difícil terem materiais adaptados que pudessem ajudar.

- **Existe algo que tenha te ajudado a superar esses problemas?**

R: Contei muito com o apoio de colegas de classe para me explicar as coisas na escola. Na faculdade, os professores eram mais preparados e já haviam tecnologias que me proporcionaram poder gravar as aulas e transcrever para textos com áudio, fazer provas orais. Foi melhor.

<u>Entrevistado nº5</u>
Gênero: Feminino
Idade: 35 anos

- **Qual é seu tipo de deficiência?**

R: Cegueira total, tive retinopatia da prematuridade.

- **Qual é seu nível de escolaridade?**

R: Ensino superior completo, licenciatura em História.

- **Você teve alguma dificuldade em algum momento da sua vida escolar? Quando ela foi pior e por que? Exemplo: 4° ano do ensino fundamental**

R: Ensino Fundamental e Médio principalmente. O ensino de Matemática era muito precário.

- **Em qual disciplina sente que encontrou as maiores dificuldades de aprendizagem na escola? Por que?**

R: Todas as matérias que precisam de tabelas e gráficos. Na época em que eu estudava ainda não se tinham tantos recursos tecnológicos, muito menos professores preparados, então matemática, física, química, geografia e alguns estudos de biologia eram um transtorno.

- **Existe algo que tenha te ajudado a superar esses problemas?**

Não. Infelizmente, muitas coisas consideradas básicas no ensino só fui aprender depois de graduada, quando por conta própria busquei o conhecimento pela internet.

ENTREVISTA COM PAIS DE CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Entrevistado nº1
Gênero: Feminino
Idade: 30 anos

- **Qual o tipo de deficiência do seu filho?**

Ele tem cegueira total, congênita.

- **Qual a idade dele e em que série ele está?**

Oito anos de idade. Está no terceiro ano do Ensino Fundamental.

- **Como é o processo de aprendizagem dele?**

Existem momentos mais complicados e momentos que correm tranquilos. Eu sou mãe e cuidadora dele. É meu único filho e sou eu que faço tudo com ele no dia-a-dia. O contato com o aprendizado é mais na escola principalmente, eu participo em momentos de fazer dever de casa, explicar coisas pra ele né, ajudar, enfim, o básico. Ele usa um reglete pra auxiliar na escrita. Sei que os professores muitas vezes adaptam atividades mas da minha parte, o que posso observar é que tem coisas mais fáceis de explicar né, que chegam mais fácil nele em questão de entendimento e tem coisas que são mais difíceis.

- **Quais são essas coisas em que ele tem mais dificuldade?**

Algumas coisas que são mais difíceis de explicar assim, de maneira corrida entende, de formular uma historinha, dessa forma é tranquilo pra ele, ou então quando tem algo que eu consiga auxiliar ele com o tato né mas por exemplo, ele tem muita dificuldade na matemática, essa questão dos números pra ele é sempre um problema que demanda mais atenção.

- **Existe algo que tenha ajudado ele nesse processo de entender a matemática?**

Então né, às vezes dá pra usar alguns materiais, o soroban que é um tipo de ábaco é um deles mas admito que tem coisas que ainda passam batido. Quando complica um pouco mais, temos que voltar um pouco. Sei que tem coisas que ele ainda não entende porque é difícil pra ele visualizar. O que mais me preocupa além disso é uma certa solidão que meu filho possa vir a sentir né, de acompanhar as coisas na escola ou em outros espaços… além dessa dependência, eu faço o que posso mas é difícil.

ENTREVISTAS COM PROFESSORES DE CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Entrevistado nº1
Gênero: Feminino
Idade: 43 anos
Turma: Educação Infantil

- **Como foi sua experiência ao lidar com alunos cegos?**

Já tive uma aluna cega. Ela usava o reglete e o soroban. Os alunos rodiziavam para ser o ajudante dela, ditar o que era escrito na lousa e realizar as respostas das atividades. Ninguém dava a lição pronta, ela pensava, conversava e respondia. Quando ia aplicar uma prova, pedia pra fazer diferente pra ela e depois corrigir com meu gabarito. Foi muito bom e tranquilo, era como se ela não tivesse nada. A turma precisa se motivar a ajudar.

- **E no que diz respeito ao ensino da Matemática? Você conseguiu notar problemas específicos?**

Não notei nada específico, ao menos para a turma que estávamos era tranquilo. Quando precisava de auxílio, usava o soroban e o geoplano.

Entrevistado nº2
Gênero: Feminino
Idade: 57 anos
Turma: Ensino Fundamental (Matemática)

- **Como foi sua experiência ao lidar com alunos cegos?**

Para matemática o ideal era o soroban. Tive um aluno cego uma vez e fazíamos dessa forma. Além disso, a previsibilidade é um fator importante pra eles. A sala tem que ficar sempre na mesma disposição para que tenham total autonomia de se movimentar pela sala de aula.

- **No que diz respeito ao ensino da Matemática você conseguiu notar problemas específicos?**

Como eu disse, na maior parte das vezes usávamos o soroban que tinha disponível. Era uma diferença enorme para ele entender a matéria e fazer as contas. Tinha

também o geoplano, que usamos algumas vezes mas para coisas mais específicas de geometria para ele entender algumas formas.

- **Algumas pessoas cegas levantam questões em relação ao ensino de gráficos. Já se deparou com alguma situação em que precisasse ensinar esses conceitos para ele? Como foi?**

Não fiquei muito tempo com ele mas realmente esse era um ponto sem resolução, fazia o possível para ajudar ele a entender de uma forma mais lúdica e explicar mas não sei se existe algum material ou uma conduta recomendada pra ensinar isso. É uma coisa que precisa de melhorias ainda.

ANEXO IV: APRESENTAÇÃO DE SLIDES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

UFRJ 2021.2

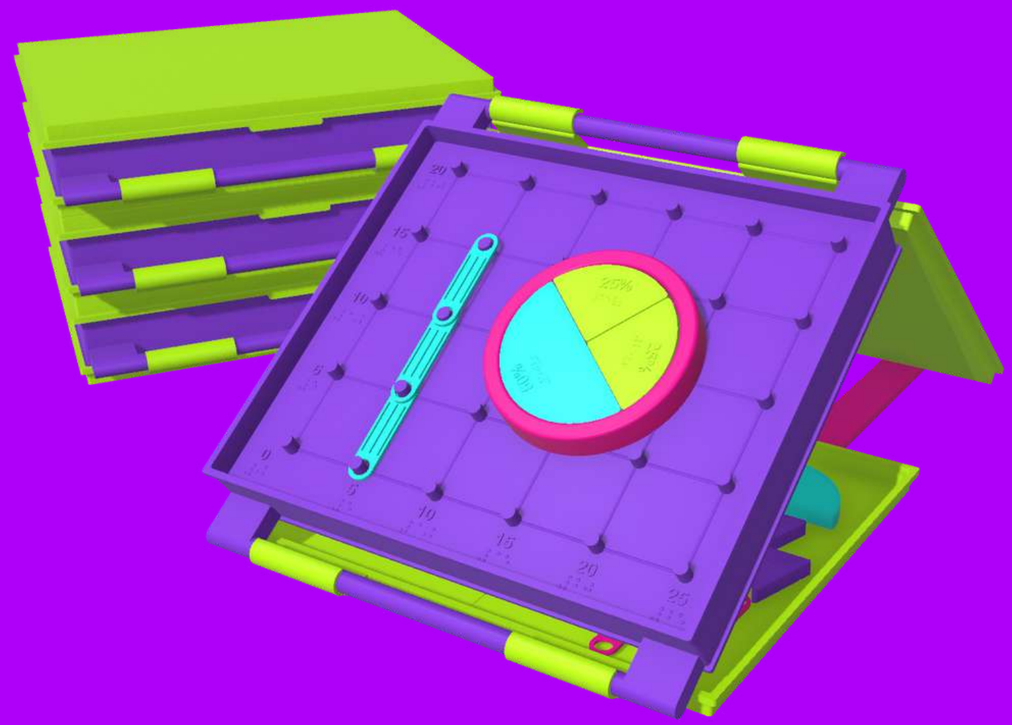
PLAY GRAPHOS®

PAINEL PARA ENSINO E REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DE GRÁFICOS MATEMÁTICOS

PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL

MANUELLA CARDOSO LOPES

ORIENTADOR: VICENTE CERQUEIRA



CONTEXTO DA PROPOSTA

JUSTIFICATIVA

"Design Centrado no Usuário é uma filosofia que se baseia nas necessidades e nos interesses dos usuários para que possam ser feitos produtos facilmente utilizáveis."

(NORMAN, 2006).

- **MARCUSE (1966)**
- **BAUDRILLARD (1972)**
- **Decreto-Lei No. 6.949, de 25/08/2009**

FONTE: CANVA

OBJETIVOS

GERAL

Desenvolver um conjunto de objetos que contribuam com o ensino da matemática, em especial, ao aprendizado de conhecimentos que utilizam recursos gráficos de representação, com foco em crianças cegas e com baixa visão.

ESPECÍFICOS

DE PESQUISA

- Pesquisar artigos sobre ensino escolar e técnicas de pedagogia para crianças cegas e com baixa visão;
- Pesquisar legislações que apoiem os direitos de pessoas com deficiência;
- Pesquisar conceitos e estudos sobre imagens mentais;
- Estudar cores e contrastes de forma relacionada aos tipos de cegueira;
- Pesquisar objetos de aprendizagem encontrados no mercado;
- Estudar técnicas de aprendizagem braille;
- Estudar materiais que usem tecnologias de fácil reprodução para objeto final.

DE PROJETO

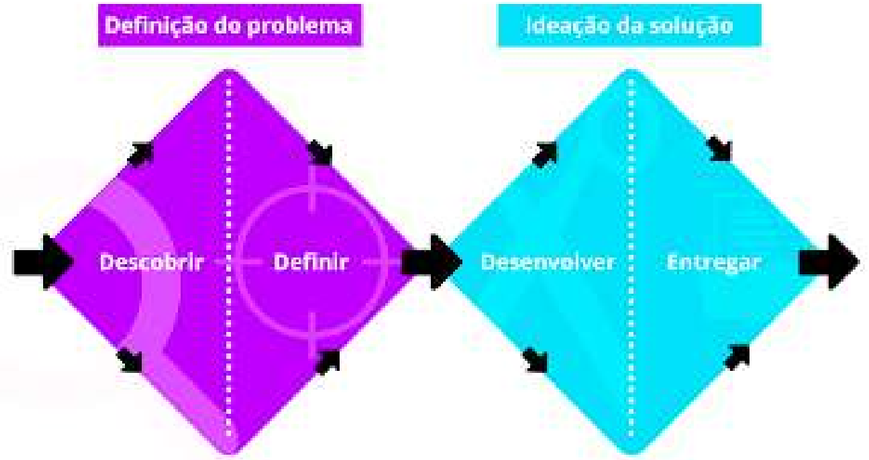
- Realizar entrevistas iniciais com usuários cegos e com baixa visão;
- Definir a faixa escolar a ser trabalhada;
- Definir um componente curricular específico como foco;
- Testar protótipos intermediários com usuários reais.

METODOLOGIA

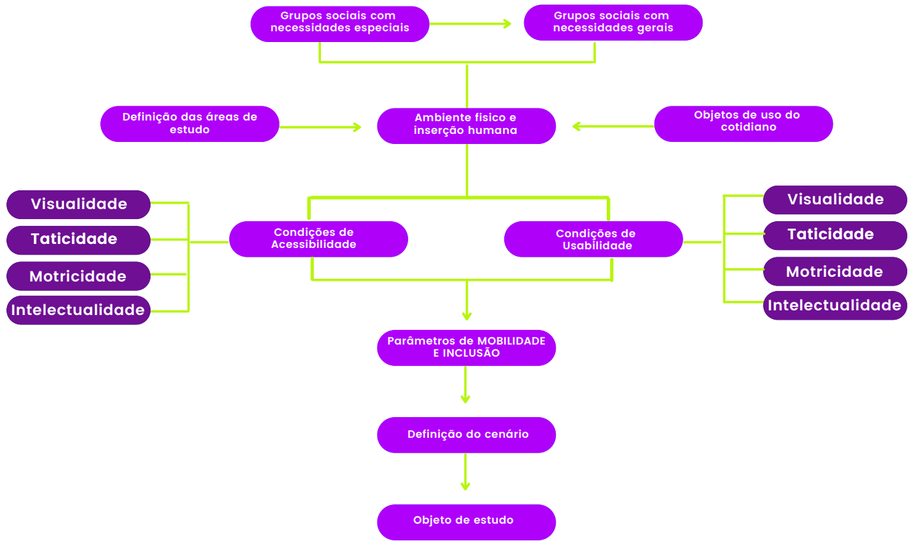
- **DESIGN UNIVERSAL**
- **ANÁLISE DO VALOR**
- **DOUBLE DIAMOND**

"Cada um de nós é único em idade, tamanho, habilidades, talentos e preferências. Qualquer característica humana que pode ser medida abrange uma ampla gama de qualquer população. Uma compreensão da diversidade humana é fundamental para projetar de forma eficaz. A aplicação bem-sucedida dos princípios de design universal requer uma compreensão de como as habilidades variam com a idade,
deficiência, o ambiente ou as circunstâncias. [tradução livre]

RONALD L. MACE (1998)



FONTE: ADAPTADO DE METODOLOGIA DOUBLE DIAMOND



FONTE: ADAPTADO DE CERQUEIRA, 2017

A CEGUEIRA

OMS:

- **A CEGUEIRA TOTAL (AMAUROSE) E A BAIXA VISÃO (PARCIAL OU SUBNORMAL)**

IBC:

- **ACUIDADE VISUAL (AQUILO QUE SE ENXERGA A DETERMINADA DISTÂNCIA)**
- **CAMPO VISUAL (AMPLITUDE DA ÁREA ALCANÇADA PELA VISÃO).**

IMAGENS MENTAIS

"As imagens não são cópias dos objetos, mas imagens de interações entre cada um de nós e o objeto que mobiliza nosso organismo, constituídas na forma de um padrão neural, segundo a estrutura do organismo."

(Damasio, 2000, p. 405)

ENTREVISTAS COM PÚBLICO-ALVO

01	Pessoas cegas (5)
02	Pais (1)
03	Professores (2)

- Entrevistas semi-estruturadas
- 5 questões iniciais

1. **Qual é seu tipo de deficiência?**
2. **Qual é seu nível de escolaridade?**
3. **Você teve alguma dificuldade em algum momento da sua vida escolar? Quando ela foi pior e por que? Exemplo: 4° ano do ensino fundamental**
4. **Em qual disciplina sente que encontrou as maiores dificuldades de aprendizagem na escola? Por que?**
5. **Existe algo que tenha te ajudado a superar esses problemas?**

NECESSIDADES IDENTIFICADAS

- Falta de autonomia no processo de aprendizagem
- Solidão provocada pela exclusão
- Professores despreparados
- Falta de materiais adaptados
- Entendimento tardio de conceitos
- Abandono de áreas inteiras de estudo devido dificuldade de acesso ao conteúdo
- **Grave deficiência em matemática, em especial, nas matérias com gráficos**

"Infelizmente muitas coisas consideradas básicas no ensino só fui aprender depois de graduada, quando por conta própria busquei o conhecimento pela internet."
relato da quinta entrevistada

SOROBAN

FONTE: UINHUB

REGLETE

FONTE: CIVIAMD

DEFINIÇÕES DESEJADAS

- **Foco nos gráficos matemáticos;**
- **Necessidade de autonomia no uso, inclusão no aprendizado, melhora da auto estima;**
- **Manuseio adequado, uso intuitivo e com texturas;**
- **Estética divertida, acolhedora e convidativa para pessoas que enxergam.**
- **Lúdico**
- **Universal**
- **Modular**
- **Versátil**
- **Portátil**
- **Simples**
- **Barato**

Público alvo definido:

- Crianças de 6 a 12 anos que estejam passando pelo Ensino Fundamental I

- Pais e professores que auxiliem no processo de aprendizagem

MAPEAMENTO INICIAL DE NECESSIDADES

Aspectos	Necessidades
Psicológicos	Fornecer a sensação de inclusão e autonomia no aprendizado, melhorando auto estima.
Ergonômicos	Permitir manuseio adequado e de uso intuitivo, com texturas.
Fabricação	Embalagem propícia, integrada ao produto, fácil montagem. Fabricação em série.
Ambientais	Materiais duráveis e resistentes, de fácil limpeza e reutilização.
Operacionais	Áreas dedicadas a cada operação, multifuncionalidade.
Econômicos	Preço condizente com o cenário econômico, materiais acessíveis ao mercado para produção em grande escala.
Estéticos	Estética divertida, acolhedora, convidativa visualmente para pessoas que enxergam e com recursos táteis para cegos, principalmente.

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

A BNCC E O ENSINO FUNDAMENTAL

- LOCALIZAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO NO ESPAÇO;
- REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS E PONTOS DE REFERÊNCIA;
- MUDANÇAS DE DIREÇÃO E SENTIDO, COM BASE EM DIFERENTES PONTOS DE REFERÊNCIA;
- PARALELISMO E PERPENDICULARISMO;
- PLANO CARTESIANO: COORDENADAS CARTESIANAS (1º QUADRANTE) E REPRESENTAÇÃO DE DESLOCAMENTOS NO PLANO CARTESIANO;
- AMPLIAÇÃO E REDUÇÃO DE FIGURAS POLIGONAIS EM MALHAS QUADRICULADAS;
- RECONHECIMENTO DA CONGRUÊNCIA E DA PROPORCIONALIDADE;
- ESTUDO DE FRAÇÕES.

FONTE: CANVA

TIPOS DE GRÁFICO

Tipos mais comuns para o estudo da faixa etária prevista de acordo com a BNCC:

-De coluna

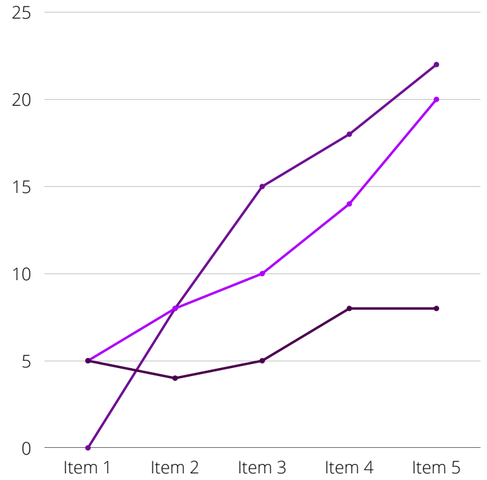
- De barra

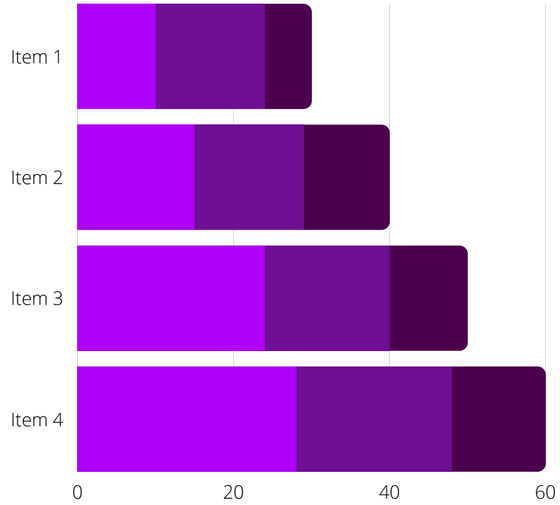
- De setor

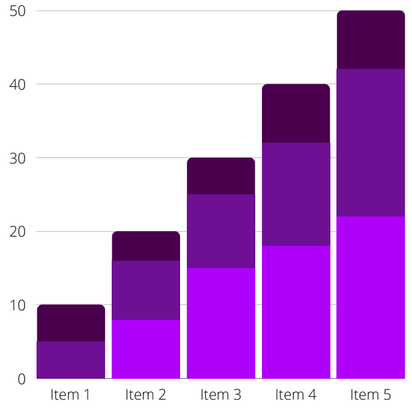
- De linha

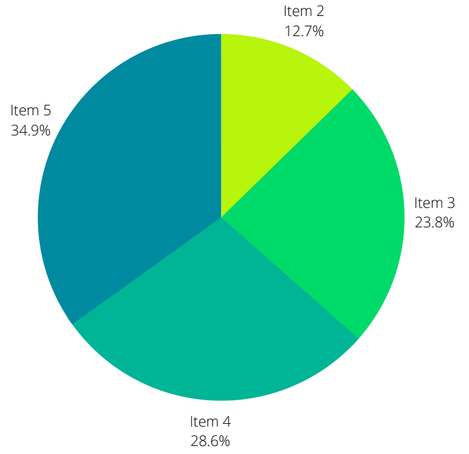
- De área

Entendimento proposto por essas estruturas: frações, porcentagens, etc.









ANÁLISES CONTEXTUAIS

ANÁLISE DIACRÔNICA

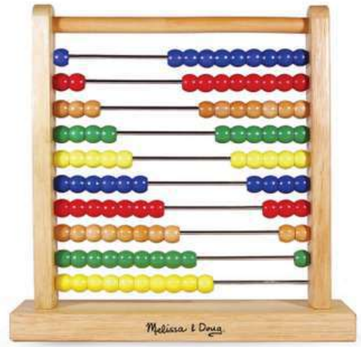
"Mancala" (7000 anos a.C.)

"Jogo Real de Ur" (3800 a.C.)

"Chaturanga" (6 d.C.)

"Ludo" (1896)

ANÁLISE SINCRÔNICA



Ábaco escolar
(New Toys)

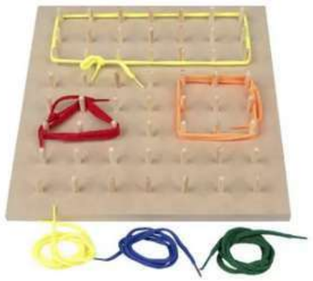
Ábaco escolar
(Jottplay)

Tangram
(Jottplay)

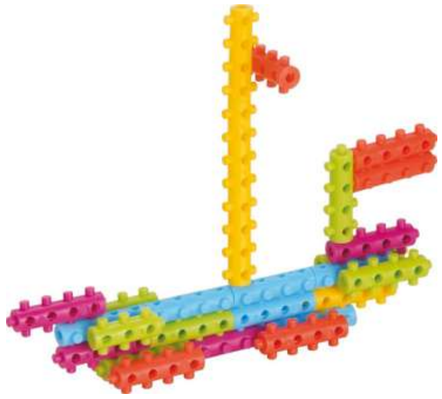
Escala Cuseinare
(Jottplay)

Prancha de
seleção (Carlu)

Formas Mágicas
(Babebi)

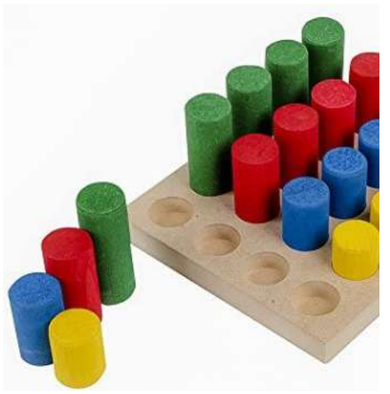


Geoplano
(Carlu)



Pinos Mágicos
(Elka)

Portas e parafusos
(Elka)



Pinos de Encaixe
(Carlu)

ANÁLISE FUNCIONAL

Função primária

Função secundária

Função terciária

Auxiliar no aprendizado matemático

Possuir objetos que simulam unidades

Possuir estrutura que possibilita a mobilidade dos objetos

Possibilitar formação de conjuntos numéricos

Ábaco escolar (New Toys)

Função primária

Função secundária

Função terciária

Auxiliar no aprendizado matemático

Possuir objetos que simulam unidades

Separar por blocos estruturas numéricas

Possibilitar formação de conjuntos numéricos

Possibilitar combinação dos conjuntos numéricos

Ábaco escolar (Jottplay)

Função primária

Função secundária

Função terciária

Auxiliar entendimento geométrico

Possuir peças modulares

Possibilitar combinações das peças para formar estruturas geométricas

Tangram (Jottplay)

Função primária

Função secundária

Função terciária

Auxiliar o entendimento de diferentes tipos gráficos

Possuir peças modulares

Possuir diferentes conjuntos para cada tipo de gráfico

Possuir uma estrutura para representação de eixos

Possibilitar combinações das peças para formar estruturas

Geoplano (Carlu)

ANÁLISE DAS RELAÇÕES

Usuários
- Estudantes
- Professores
- Estagiários
- Auxiliares
- Faxineiros

Objetos
- Panos
- Produtos de limpeza

Cenários
- Necessidade
- Uso
- Compra
- Limpeza
- Transporte
- Descarte

Relação social homem-produto

Locais
- Sala de aula
- Pátio escolar
- Biblioteca
- Residência

Superfície
- Mesas
- Chão
- Bancadas

Sofridos
- Produtos químicos
- Desgaste natural
- Grãos de sujeira
- Quedas
- Pequenos acidentes
- Vandalismo

Causados
- Material acessível
- Sustentável
- Leve
- Fácil descarte
- Fácil transporte

Relação social produto-ambiente

ANÁLISE ERGONÔMICA (OWAS)

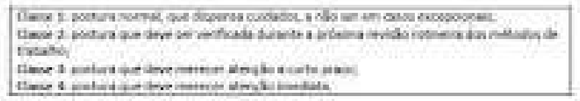
da esquerda para direita:

Postura 1:
Costas: 2- Inclinadas
Braços: 1- abaixo dos ombros
Pernas: 1- sentado
Peso: 1- 10kg ou menos
código: 2111
requer verificação

FONTE: UNIJUI

Postura 2:
Costas: 2- Inclinadas
Braços: 1- abaixo dos ombros
Pernas: 1- sentado
Peso: 1- 10kg ou menos
código: 2111
requer verificação

Postura 3:
Costas: 4- Inclinadas e torcidas
Braços: 1- abaixo dos ombros
Pernas: 3- pernas flexionadas
Peso: 1- 10kg ou menos
código: 4131
requer atenção imediata



FONTE: REVISTA ESPACIOS

ERGONOMIA INFANTIL

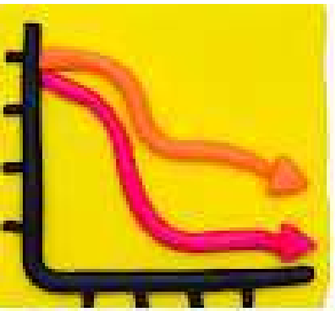
Antropometria das mãos.

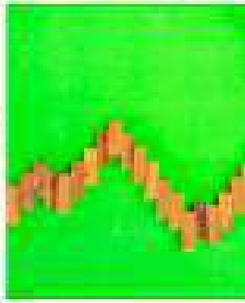
Idade	Largura	Comprimento
6 anos	5,9 cm	12,6 cm
7 anos	6,1 cm	13,2 cm
8 anos	6,2 cm	13,7 cm
9 anos	6,5 cm	14,3 cm
10 anos	6,8 cm	15 cm
11 anos	7 cm	15,5 cm
12 anos	7,3 cm	16,1 cm

Adaptado de: Tilley e Dreyfuss (2005)

FONTE: CANVA

PAINÉIS CONCEITUAIS





REQUISITOS PROJETUAIS

- Tabela de requisitos projetivos classificados entre necessários e desejáveis

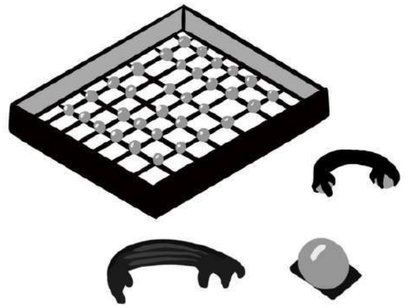
REQUISITOS	OBJETIVO	CLASSIFICAÇÃO
Ergonômicos	Proporções adequadas	NECESSÁRIO
	Pega manual adequada	NECESSÁRIO
Funcionais	Permitir autonomia de uso	NECESSÁRIO
	Modular	DESEJÁVEL
	Possuir explicações de apoio sobre o uso	DESEJÁVEL
	Multifuncional	DESEJÁVEL
Estruturais	Design Universal	NECESSÁRIO
	Integração de diferentes sistemas	NECESSÁRIO
	Compartimentos removíveis	DESEJÁVEL
	Embalagem integrada	DESEJÁVEL
	Áreas dedicadas	DESEJÁVEL
	Compacto	NECESSÁRIO
	Leve	NECESSÁRIO
	Móvel	NECESSÁRIO
Materiais	Resistente aos produtos de limpeza	NECESSÁRIO
	Durável	NECESSÁRIO
	Resistente à quedas	NECESSÁRIO
	Feito de plástico	DESEJÁVEL
De manutenção	Fácil limpeza	NECESSÁRIO
	Fácil conservação	NECESSÁRIO
	Fácil montagem	NECESSÁRIO
Formais	Geométrico	DESEJÁVEL
	Intuitivo	NECESSÁRIO
De fabricação	Fabricacão em larga escala	NECESSÁRIO
	Injeção plástica	DESEJÁVEL
Ambientais	Reciclável	DESEJÁVEL
	Sustentável	DESEJÁVEL
Estéticos	Cores vibrantes	DESEJÁVEL
	Texturas diversas	NECESSÁRIO
	Forma interessante e convidativa	NECESSÁRIO
	Design emocional	DESEJÁVEL

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

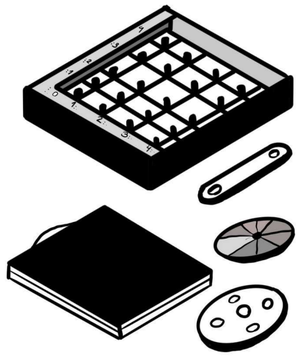
CONCEITUAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

CONCEITOS PROJETUAIS

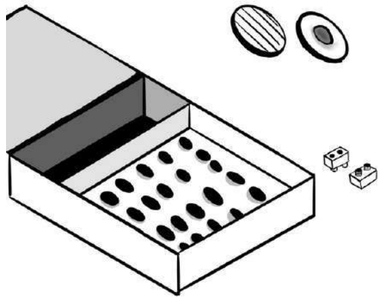
6 propostas principais:



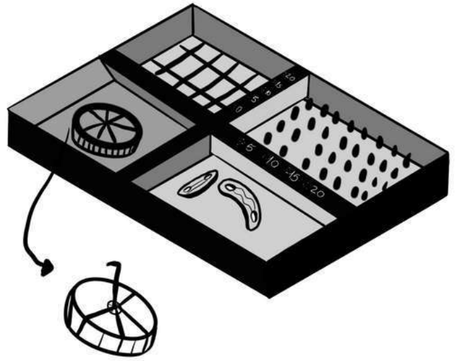
Alternativa 1



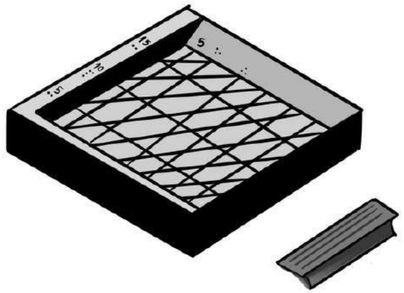
Alternativa 2



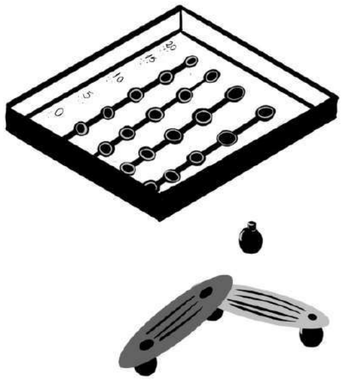
Alternativa 3



Alternativa 4



Alternativa 5



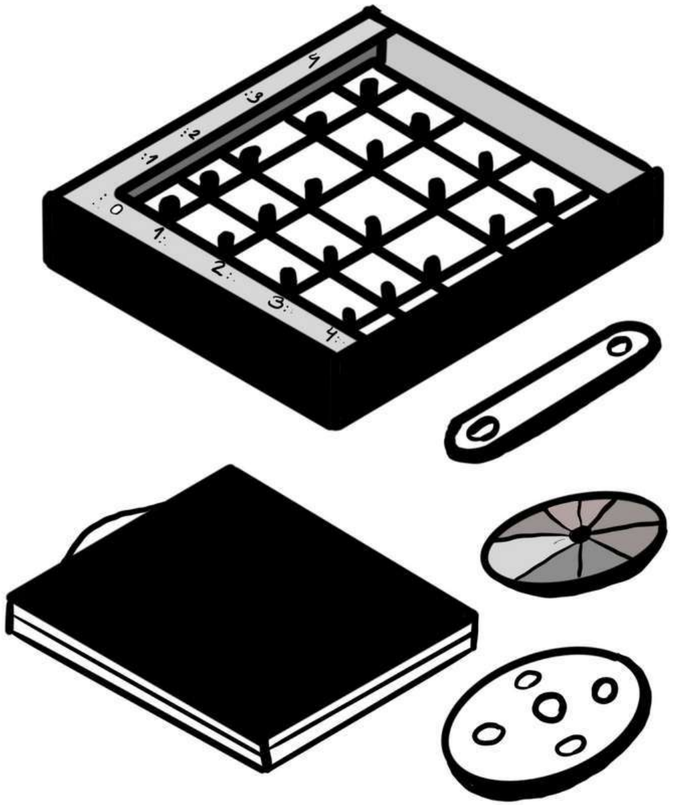
Alternativa 6

MATRIZ DE VALORES

Ranqueamento:

Alternativas	1	2	3	4	5	6
Pontuação	22	29	25	26	20	24

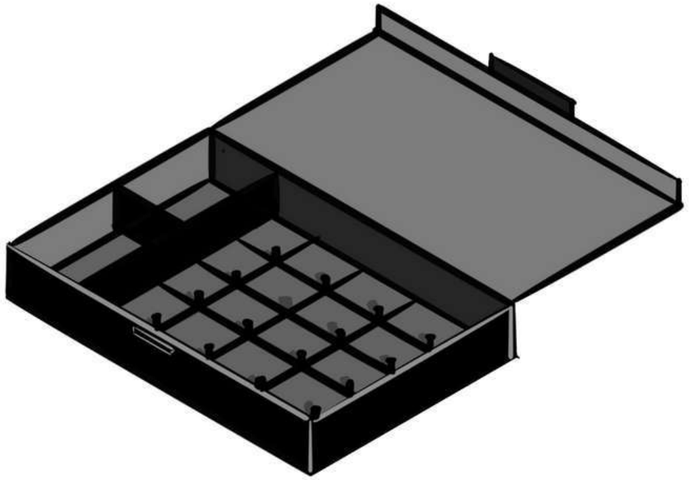
Ranqueamento		
#1	Alternativa 2	2
#2	Alternativa 4	4
#3	Alternativa 3	3
#4	Alternativa 6	6
#5	Alternativa 1	1
#6	Alternativa 5	5



Alternativa 2

EVOLUÇÃO DO PAINEL

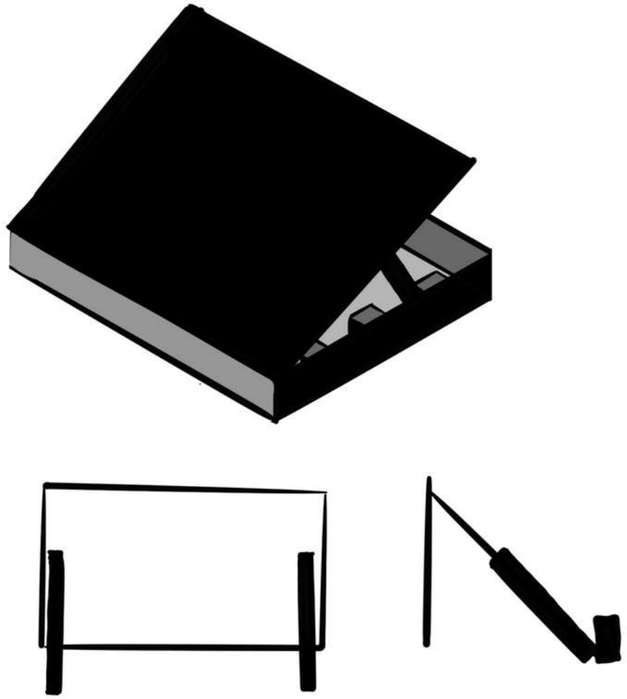
- **Novas formas de armazenamento**
- **Relevo no mesmo nível do painel**



armazenamento lateral

sem inclinação

tampa integrada

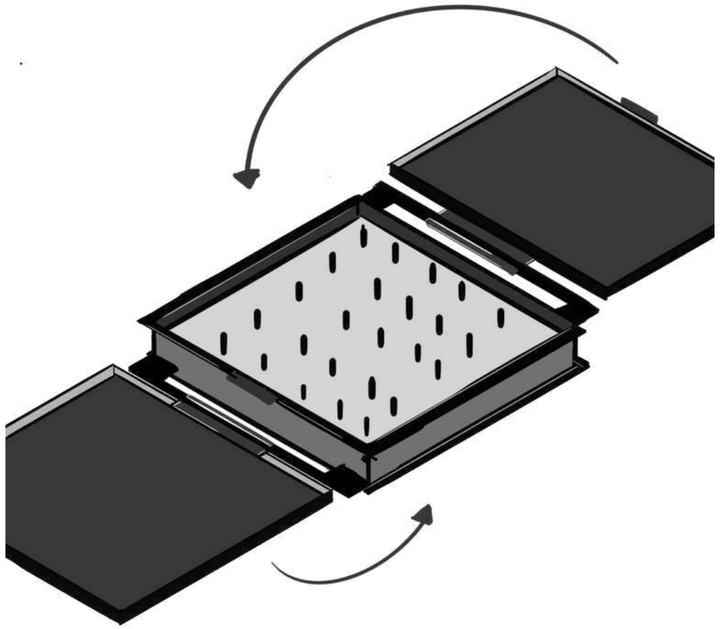


armazenamento inferior

permite inclinação

tampa separada

Proposta de rebatimento



armazenamento inferior

permite inclinação com suporte

tampa integrada

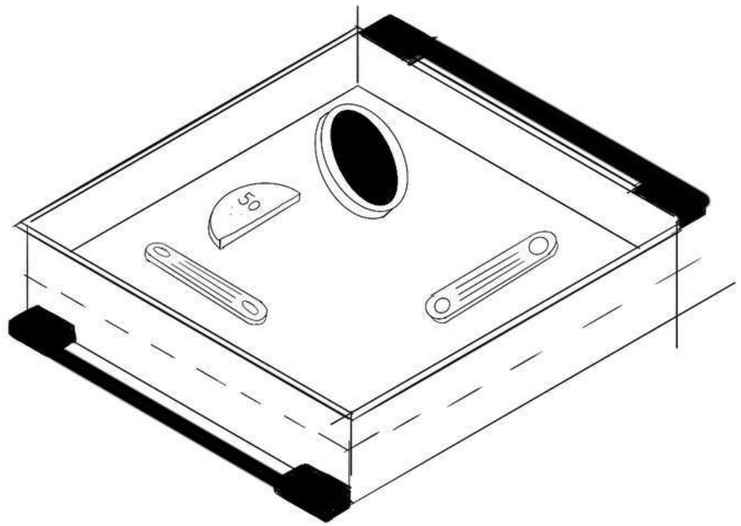
DETALHES DO PAINEL

-Foco na produção/consumidor

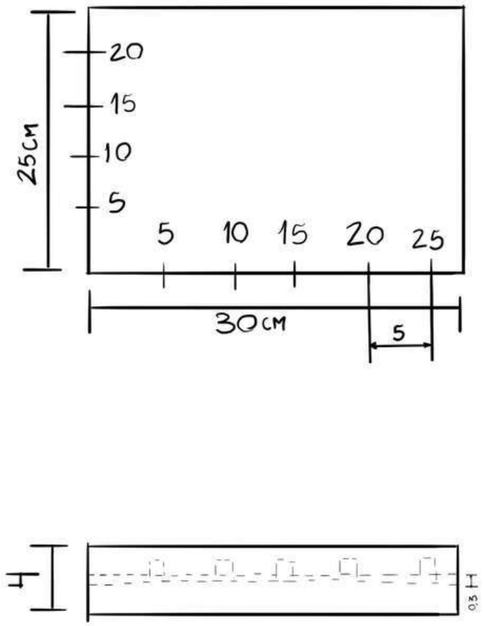
- Alta demanda e baixo custo

- Economia através da repetição de peças (mesmo molde)

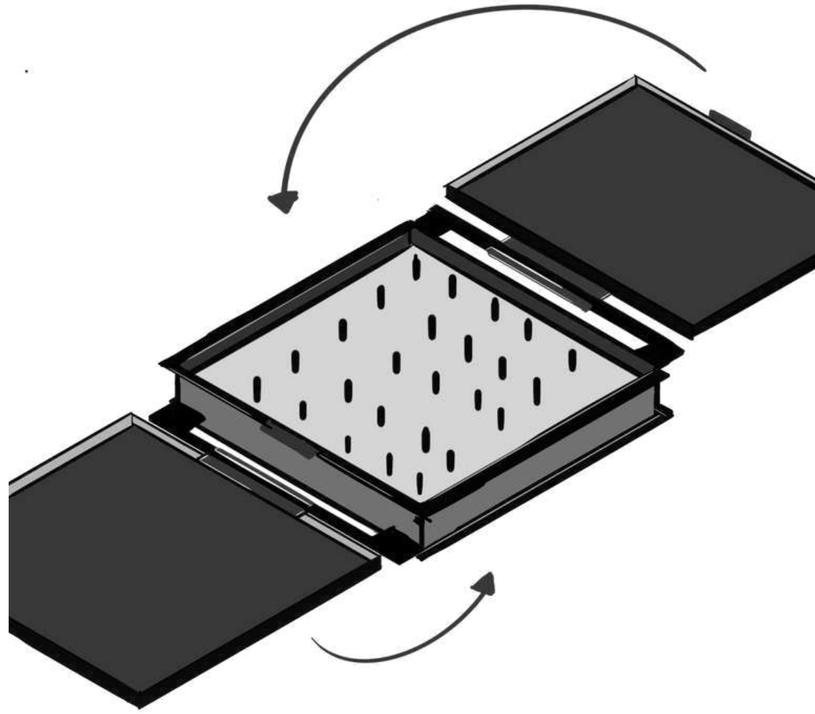
- Aproveitamento de espaço/ multifuncionalidade



área inferior para armazenamento de outras peças do conjunto

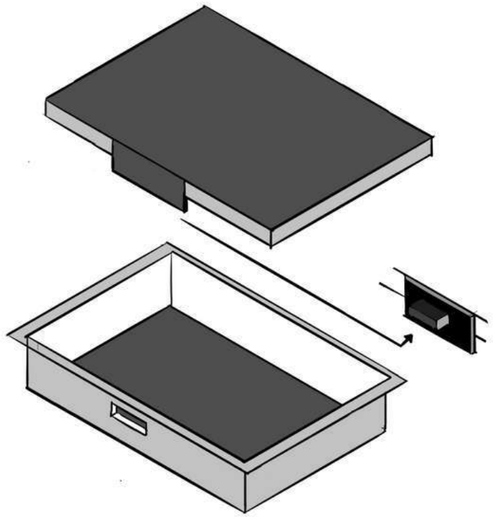


dimensionamento básico da proposta

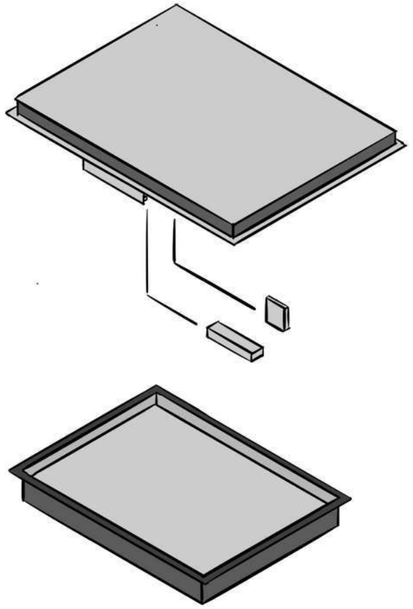


demonstrativo básico da estrutura de rebatimento aberta

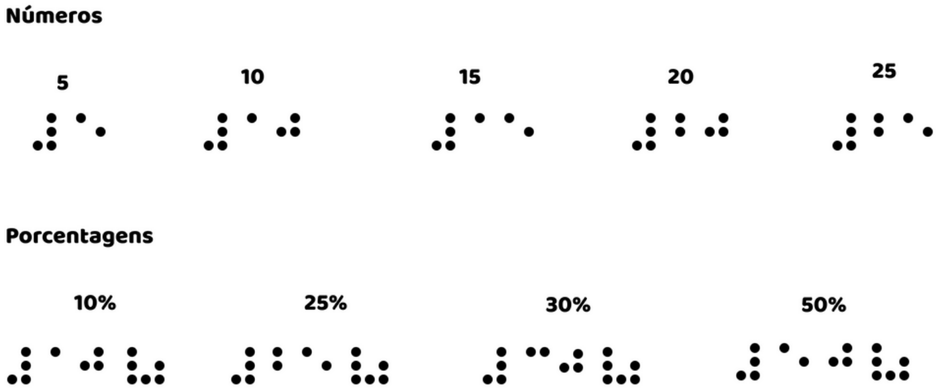
DETALHES DA ALTERNATIVA



Opção de encaixe baseada em furo vazado



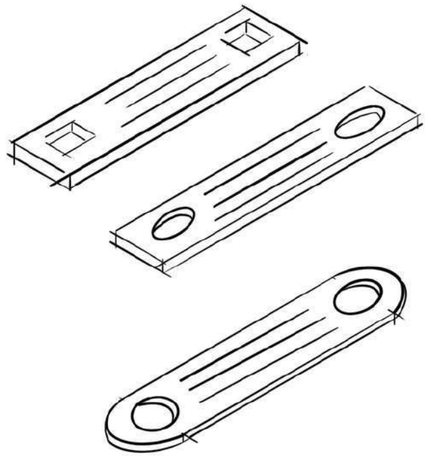
Opção de encaixe baseada em trava e variação de tamanho



Painel com números em braille usados no projeto

EVOLUÇÃO DAS PEÇAS

Conjunto de peças retas

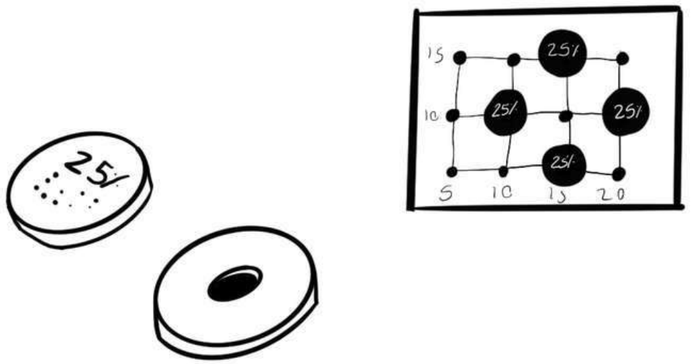


Apenas um formato já abraçaria a maioria dos casos

Duas versões, cuja única mudança seria o tamanho (para encaixe diagonal)

Conjunto de peças para gráficos de seção

proposta 1

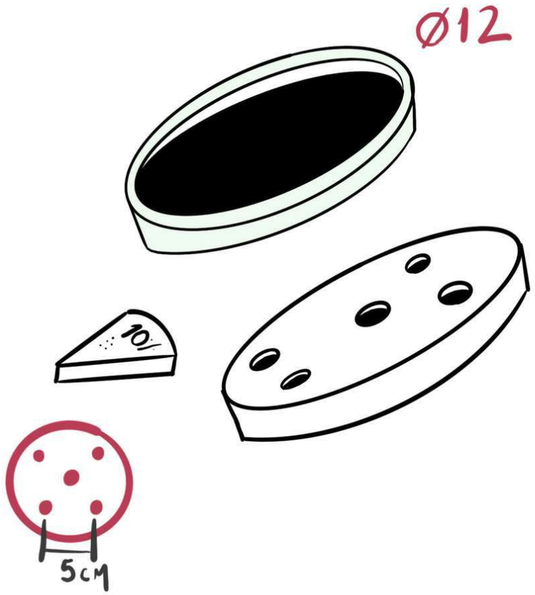


Proposta simplificada

Sem diferenciação entre as peças

Pouco espaço de superfície para relevo

proposta 2



Cria um ambiente dedicado

Tamanhos diferentes para cada peça

ESTRATÉGIA DE MERCADO

- Foco em consumidores institucionais, tais como: Secretarias de Educação de Prefeituras, Colégios particulares e lojas comerciais).

- Matrículas ativas na cidade do rio de Janeiro, do do 1º ao 5º ano do ensino fundamental: **1.122.273** (IBGE, 2020)

- Considerando, que este conjunto será trabalhado em sistema de rodízio (turmas/alunos), definiu-se a proporção recomendada para livros em bibliotecas (MEC/INEP), isto é, de 5/1, resultando em:

224.460 unidades

para escolas na cidade do Rio de Janeiro

- Logo, a oferta apresenta plenas condições de amortização de investimentos a curto e médio prazos.

FONTE: VEJA

FONTE: EXAME

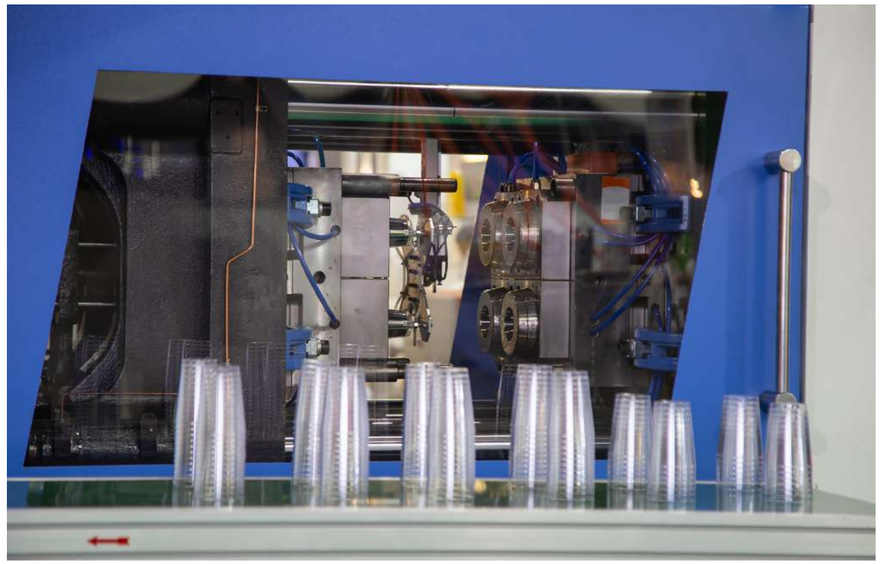
MATERIAIS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

Material: HIPS- Poliestireno de Alto impacto

- durável
- Atóxico
- resistente à impacto
- Permite a gravação por eletroerosão de detalhes menores
- Permite o uso de cola
- Reciclável

Processo: Tecnologia de Injeção de termoplástico

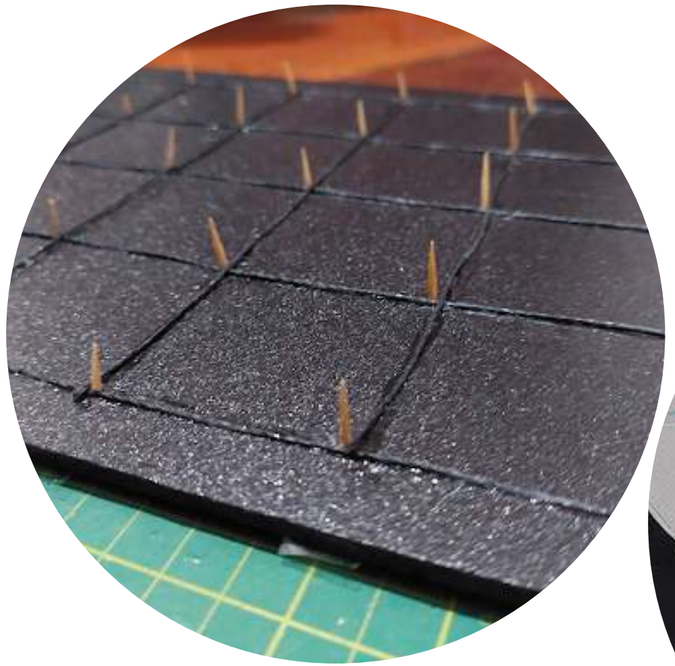
- peças com grande demanda
- Uso de molde
- Altas temperaturas
- Rápida produção



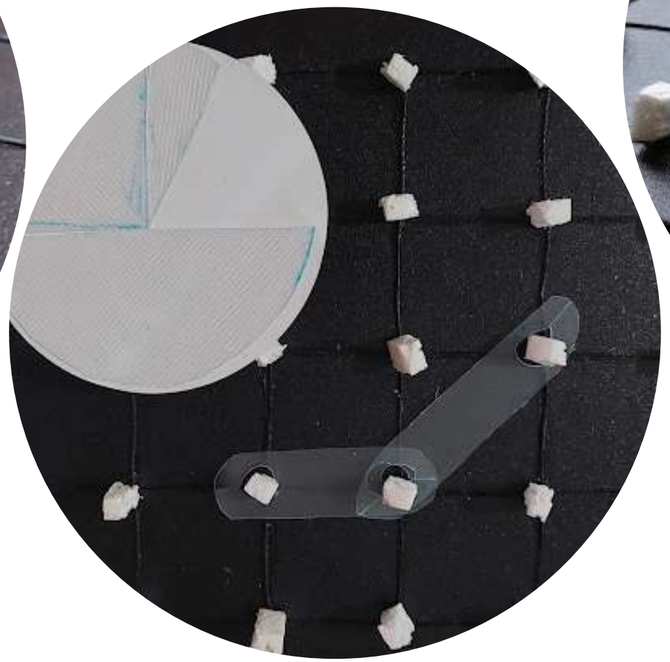
FONTE: CANVA

FONTE: CANVA

MODELOS DE ESTUDO



estrutura básica feita com palitos para prender os pinos de isopor



peças de papel e polipropileno

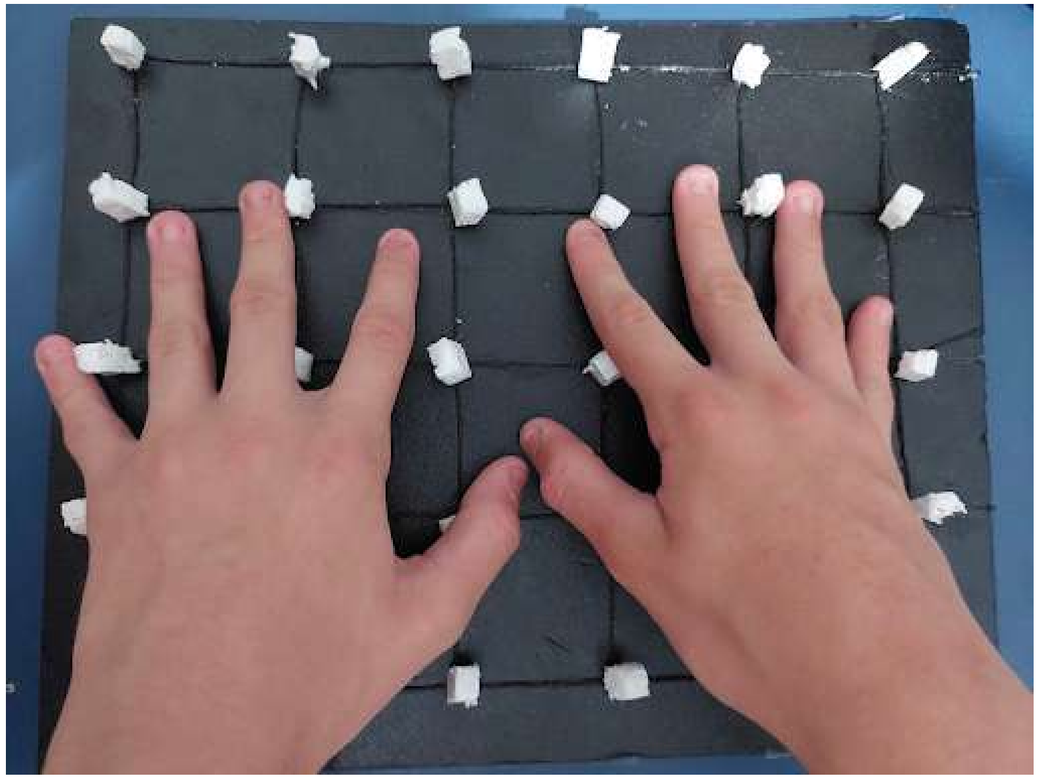
pinos de isopor presos ao papel pluma

TESTE E ANÁLISE ERGONÔMICA DO MODELO

Usuário:

- 12 anos

Mãos: 16,2 cm x 7 cm



Postura 1

Costas: 2- Inclinadas

Braços: 1- abaixo dos ombros

Pernas: 1- sentado

Peso: 1- 10kg ou menos

2 classe- requer revisão

Postura 2

Costas: 1- retas

Braços: 1- abaixo dos ombros

Pernas: 1- sentado

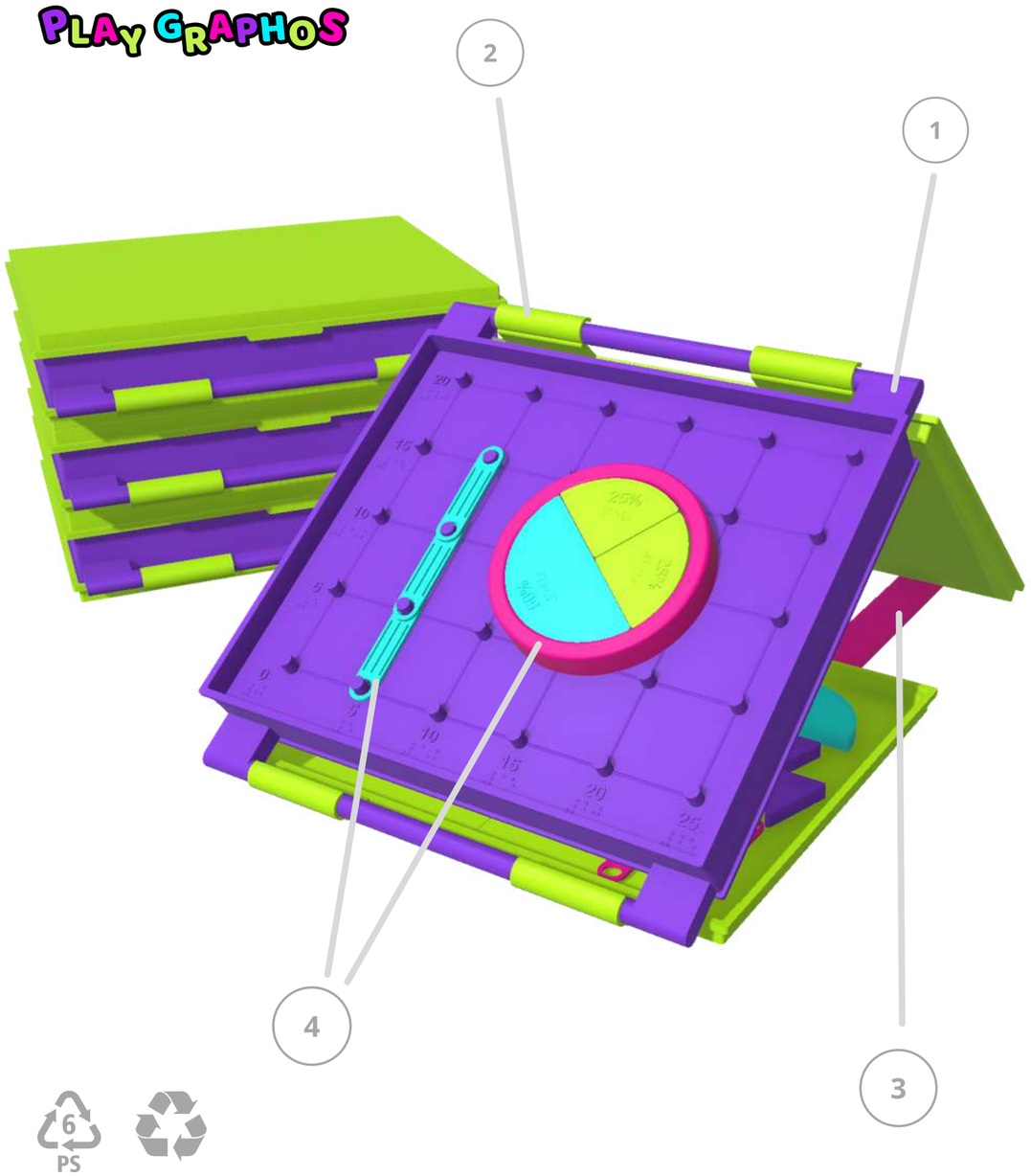
Peso: 1- 10kg ou menos

1 classe- postura normal

DETALHAMENTO

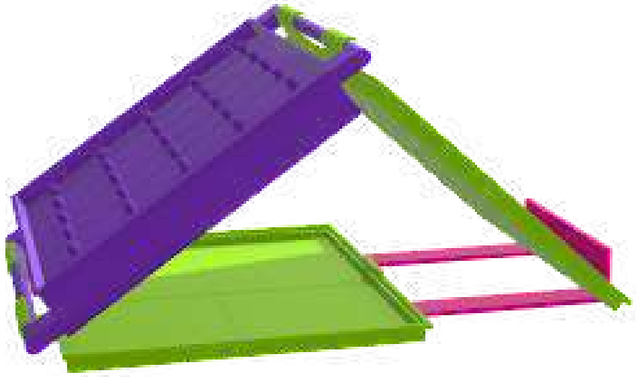
PLAY-GRAPHOS

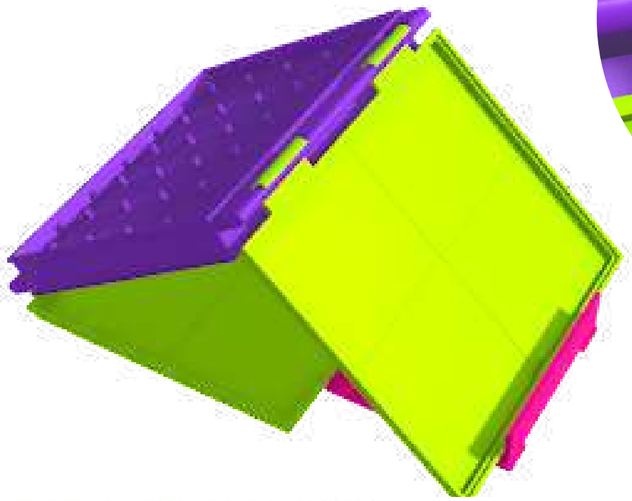
01	Painel-estojo
02	Tampa-apoio
03	Suporte
04	Peças

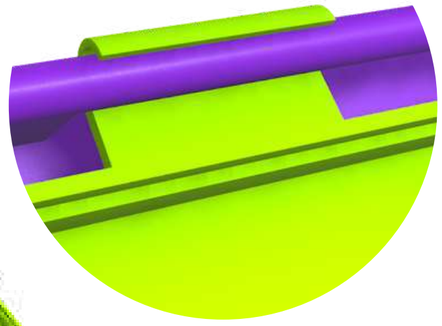


O CONJUNTO

-Forma otimizada para produção, com peças espelhadas

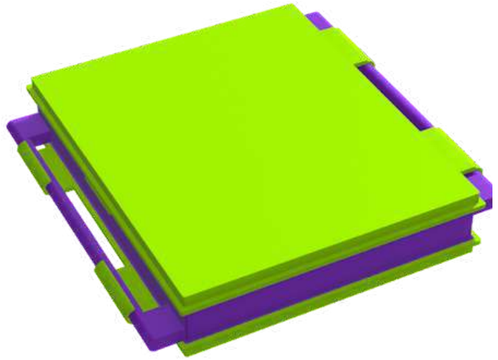




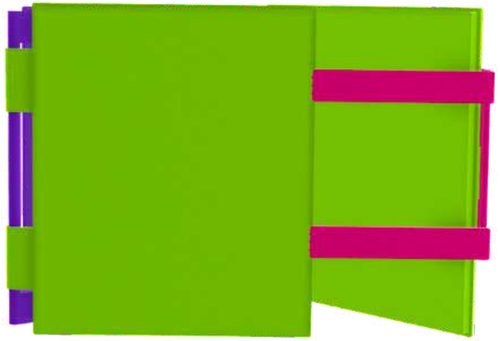


detalhe do encaixe entre a tampa e o tabuleiro

exemplo de armazenamento na área inferior do estojo



estojo fechado



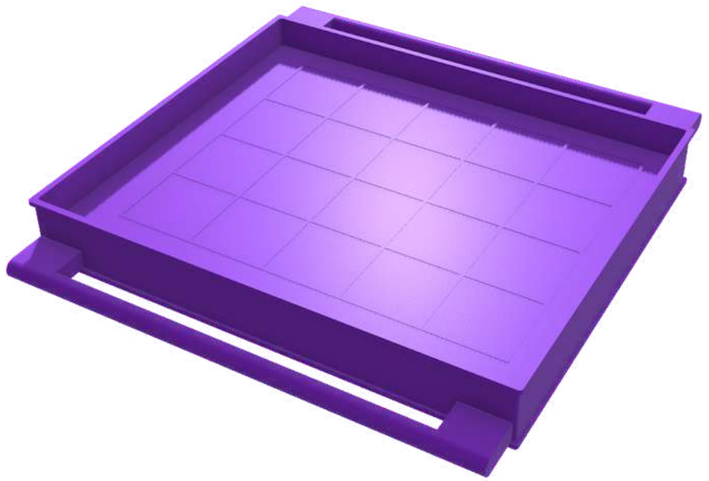
vista inferior do conjunto

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

01- PAINEL-ESTOJO

- 1 unidade

tabuleiro visto de cima



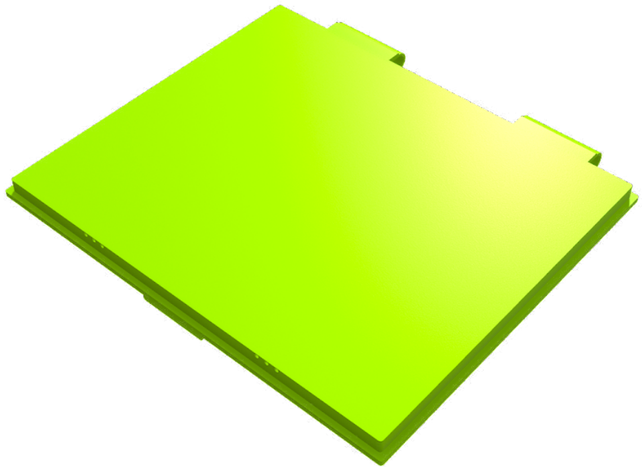
área inferior do tabuleiro

detalhe em braille e relevo

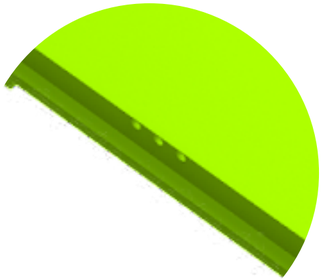
FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

02- TAMPA-APOIO

- 2 unidades

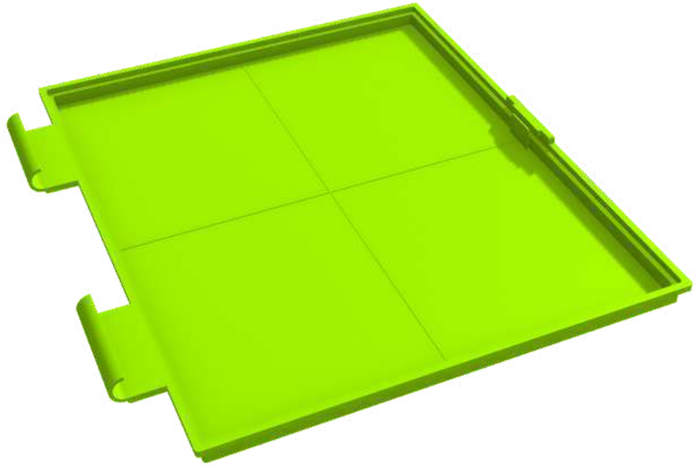


tampa vista de cima

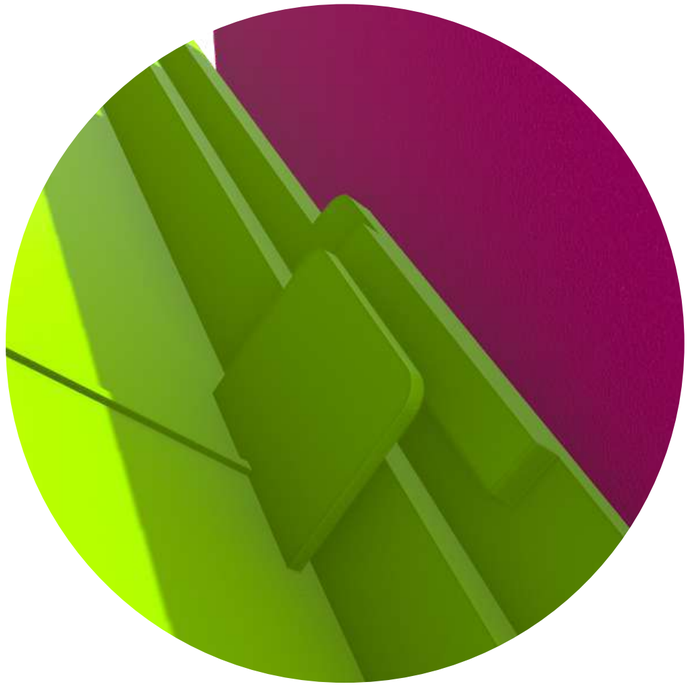


furos onde se prende o suporte

encaixe externo



área interna da tampa

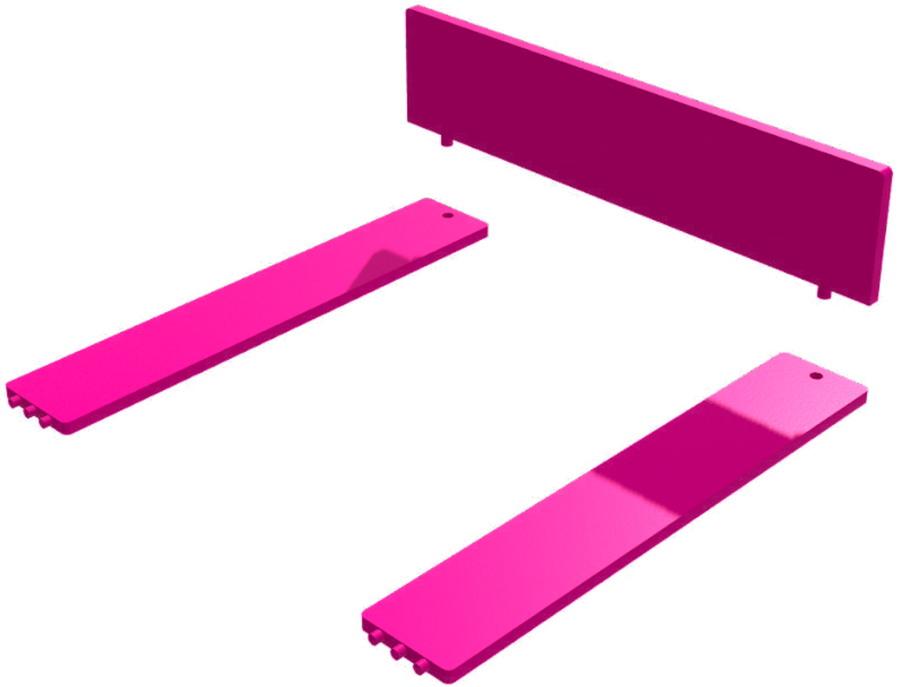


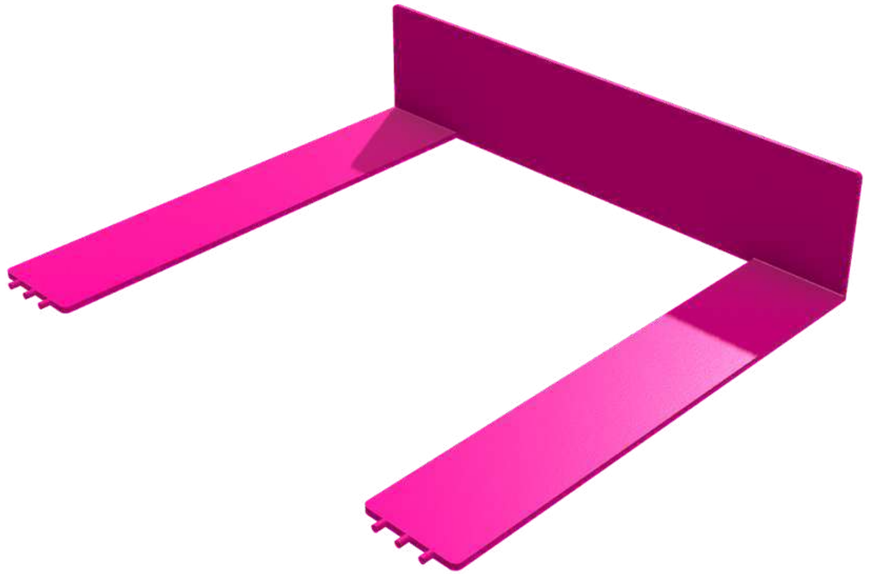
trava interna

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

03- SUPORTE

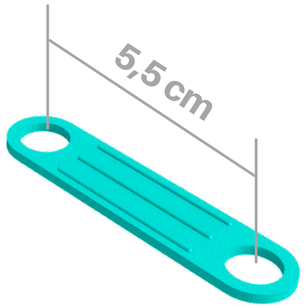
- **Suporte encaixável, o que permite seu armazenamento dentro da caixa**
- **2 pés e 1 apoio**



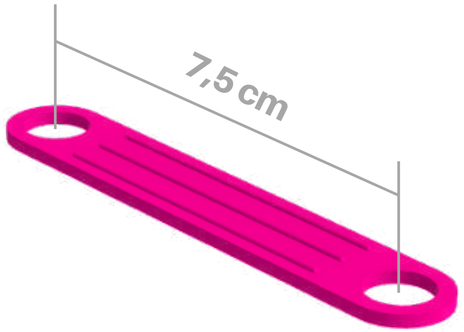


FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

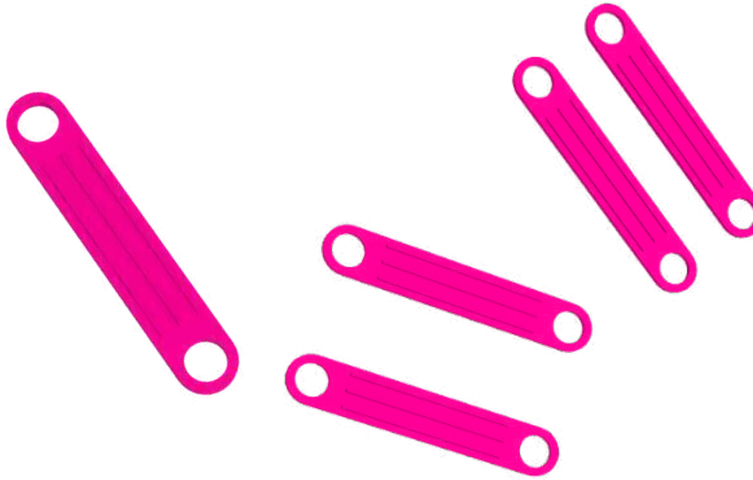
04.1- PEÇAS

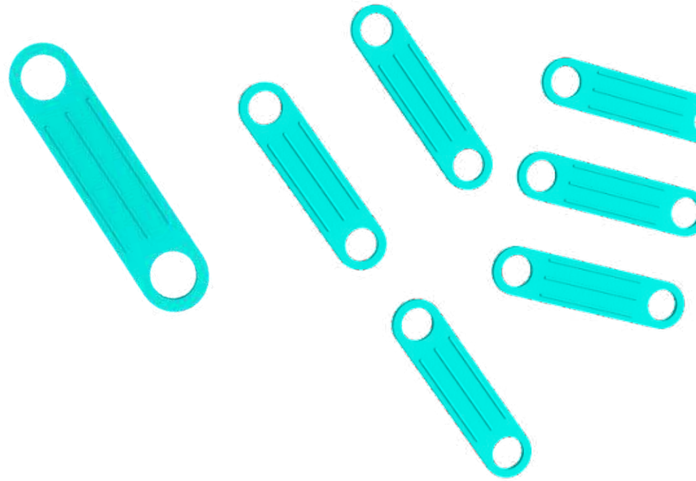


- **peça menor, para encaixe em linhas retas**
- 24 unidades



- **peça maior, para encaixe nas diagonais**
- 18 unidades





espessura 2mm
relevos com altura de 0,5 mm

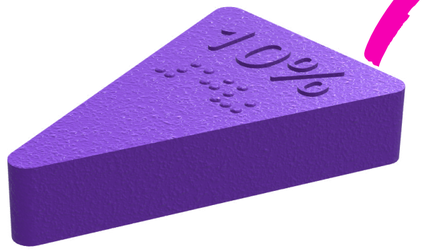
04.2- PEÇAS PARA GRÁFICOS DE SEÇÃO

Ø 12 cm

4cm de altura

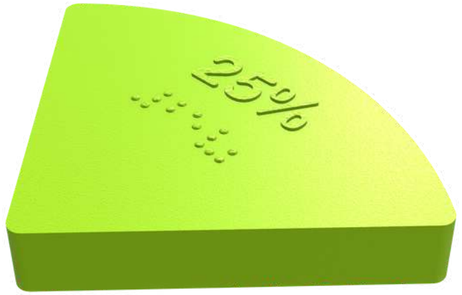
Suporte visto de cima

Suporte visto de baixo



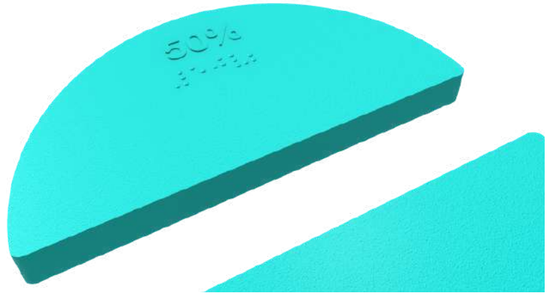
peça representativa da proporção 10%

10 peças



peça representativa da proporção 25%

4 peças



- peça representativa da proporção 50%

2 peças

IDENTIDADE VISUAL

- Tom alegre e divertido
- Contornos grossos ao redor da fonte
- Fonte arredondada para retomar a ideia de infância

PLAY GRAPHOS

CORES

#8739E3 #E6C2FF

#BAFF00 #D3FF64

#FF009D #FFC0ED

#00F8F1 #C7EBFF

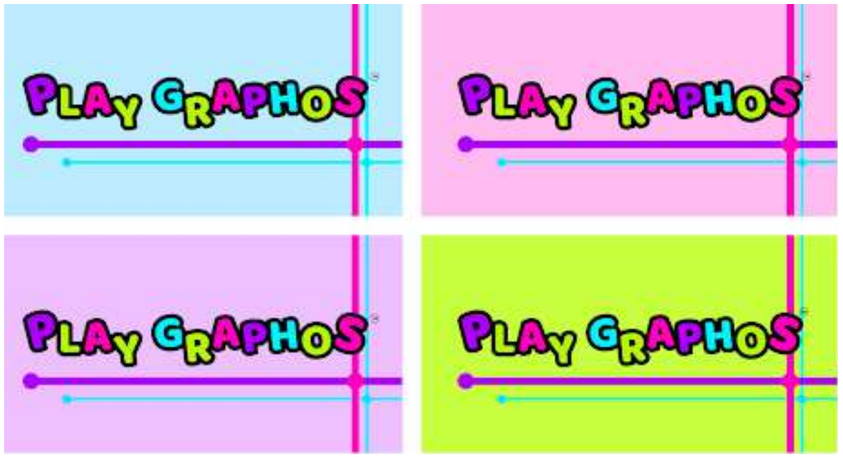
FONTE

BALOO REGULAR

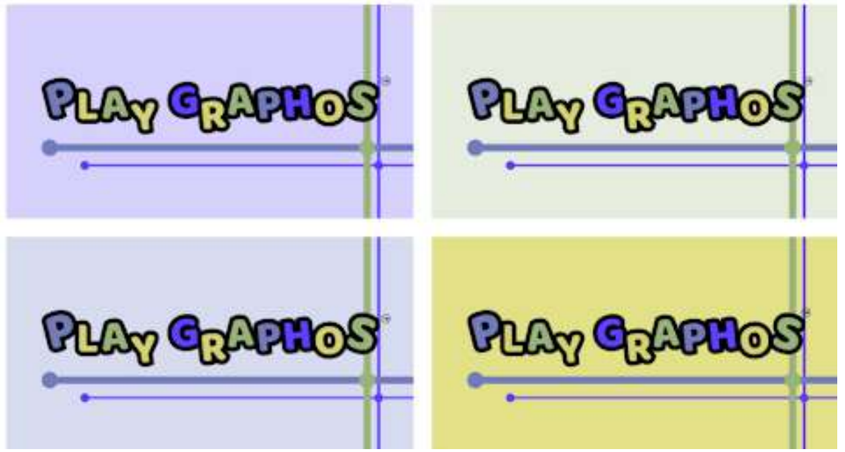
STROKE: 5 OUTSIDE

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

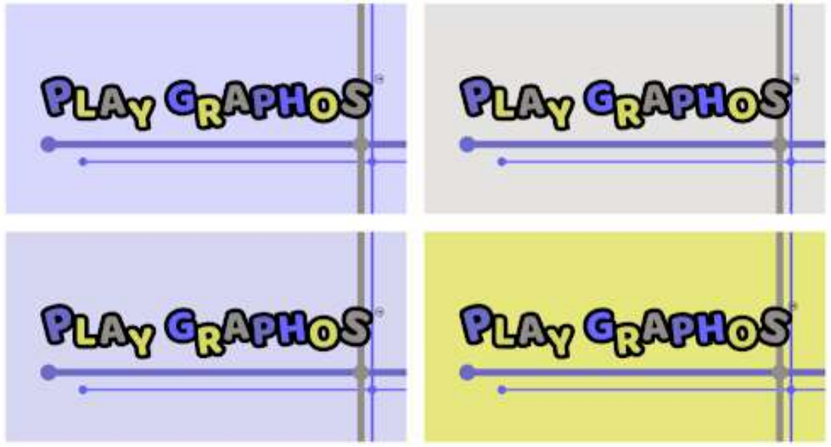
APLICAÇÃO GRÁFICA E DALTONISMO



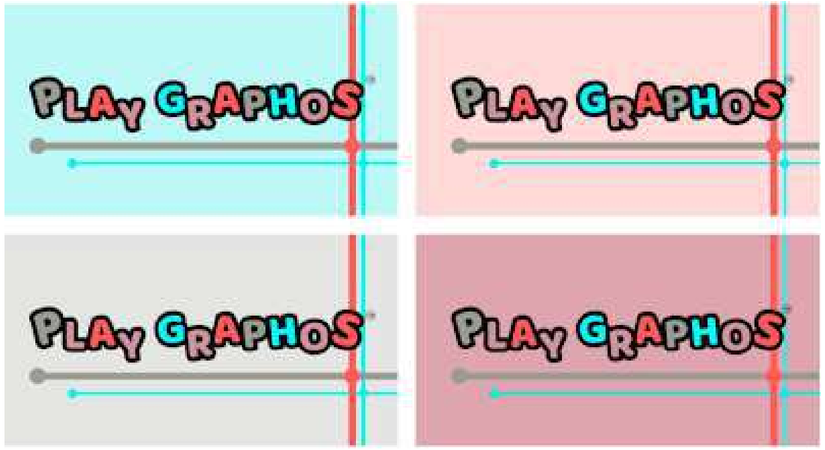
VISÃO REGULAR



DEUTERANOPIA

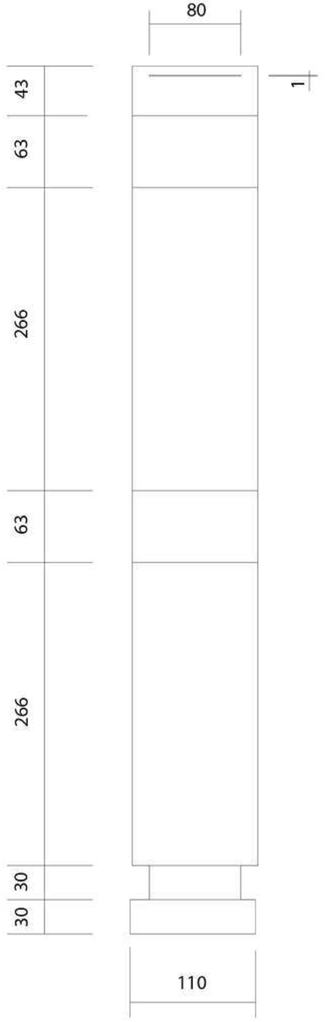


PROTANOPIA



TRITANOPIA

EMBALAGEM



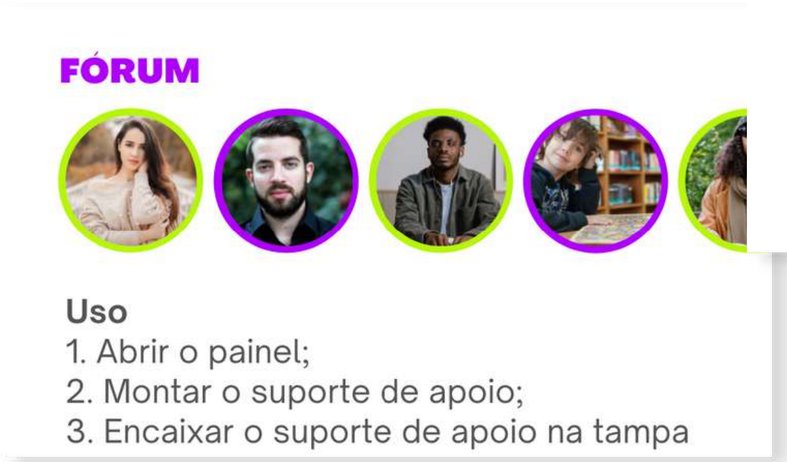
- Cinta de cartão impresso e selado em PVC
- Baixo custo

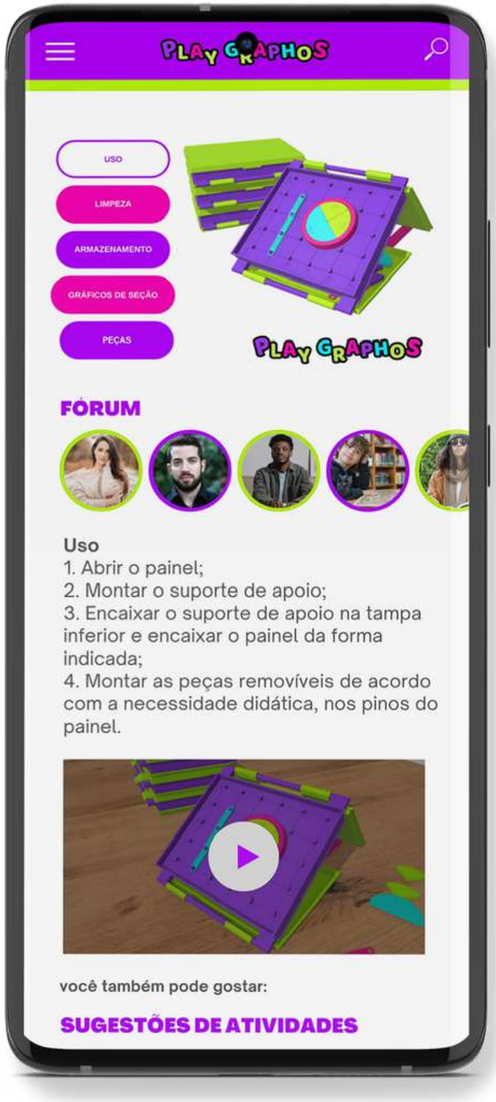
MANUAL DE USO

-instruções metodológicas para o professor
-Definição do objetivo
- Instruções de uso
- instruções de montagem
- Instruções de armazenamento
- Instruções de limpeza
- Lista de conteúdos do kit
- Indicação etária
- Indicação material
- QR Code

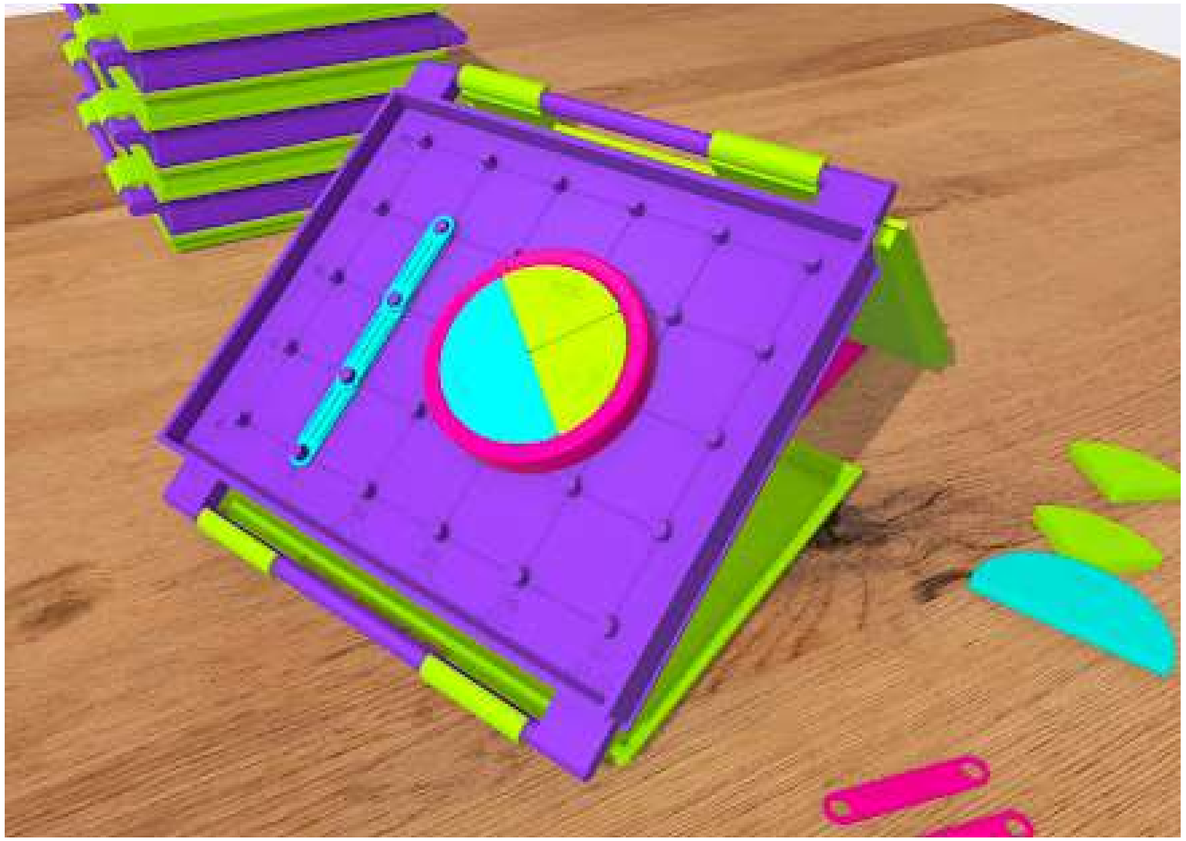
MANUAL DIGITAL

- Interface com alto contraste
- Uso do leitor de telas
- Manual distribuido de forma multinível e separada por tópicos
-Fórum para troca entre usuários
- Ideias e sugestões de atividades
- Vídeos explicativos de uso

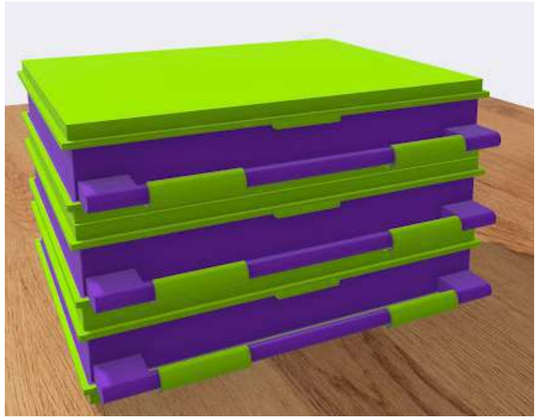




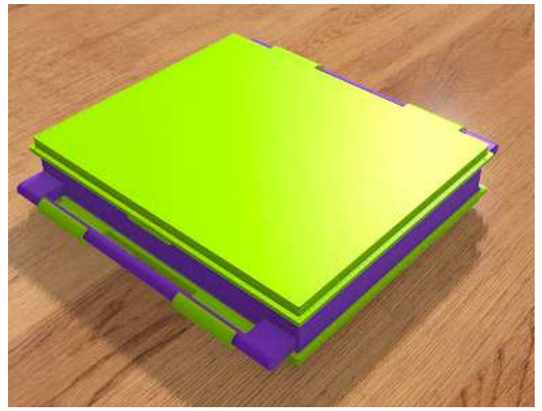
AMBIENTAÇÃO



simulação de uso



empilhamento



tabuleiro fechado

empilhamento visto de trás

HUMANIZAÇÃO

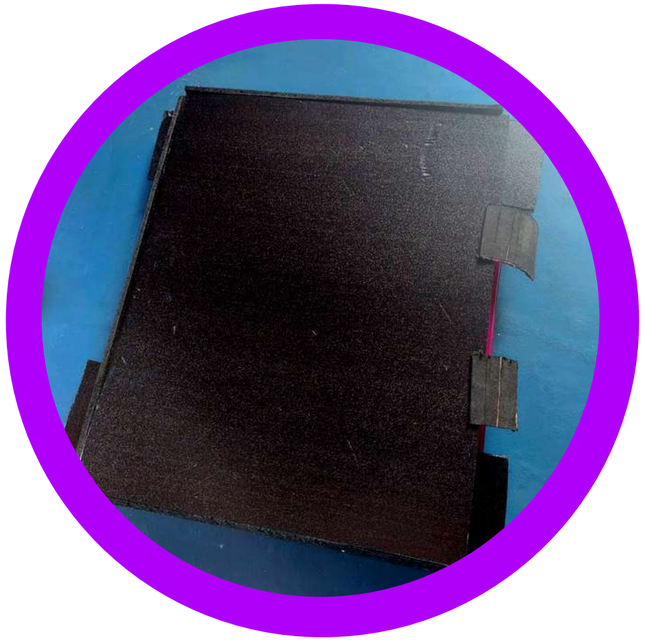
Ilustração de uso junto a outros elementos matemáticos

Ilustração de uso em contexto com diversos alunos

Ilustração de painel posicionado em diferentes locais de uma sala de aula

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

MODELO TRIDIMENSIONAL EXPERIMENTAL



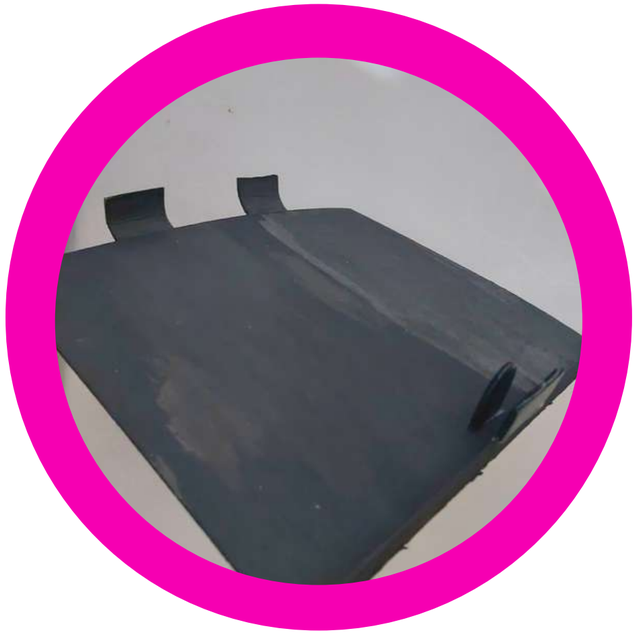
Painel visto de cima

Vista do painel montado e aberto

detalhe dos pinos de papel pluma e do relevo feito com linha encerada

FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

MODELO TRIDIMENSIONAL EXPERIMENTAL



tampa-apoio feita com papel paraná e pluma vista de baixo

Trava feita de papel pluma

Encaixe externo da tampa

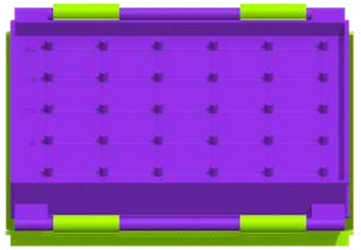
FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

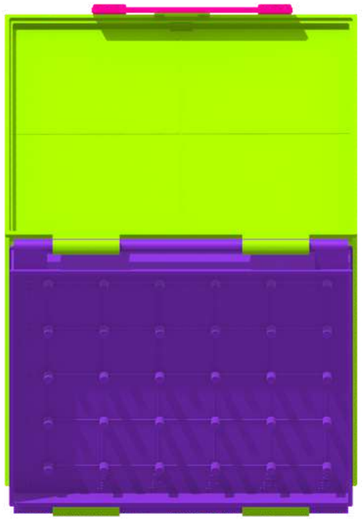
CONCLUSÃO

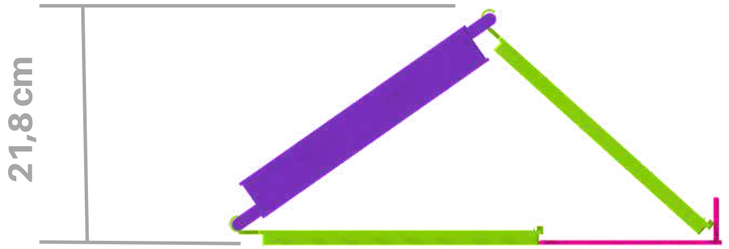
EXPECTATIVAS DE USO

- Ensino dinâmico da matemática
- Ajuda a criar familiaridade com as estruturas
- Apoia imagens mentais
- Usado com auxílio de pais e professores
- Uso lúdico que apoia o aprendizado
- Portátil e compacto
- Empilhável
- Simplificado
- Modular
- Tátil
- Universal

Vistas ortogonais







RESULTADOS OBTIDOS

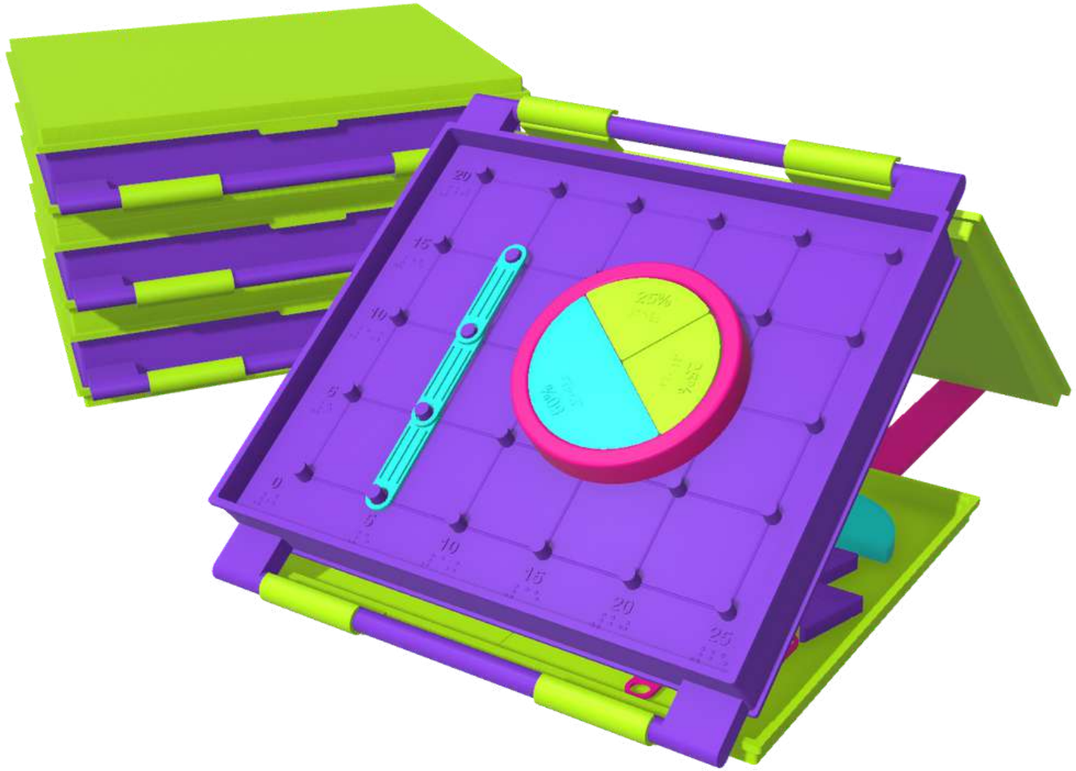
O projeto teve seu início no auge da pandemia de Covid-19, cenário que subentendeu adaptações em diferentes etapas metodologicas. Apesar disso, o resultado final foi satisfatório em cumprir os requisitos estipulados ao longo do processo.

O "Play-Graphos" atua como um agente de inovação social porque foi feito a partir de necessidades encontradas após a aproximação com usuários reais. Por isso, ele se encaixa em um local importante no auxílio da aprendizagem até mesmo de pessoas sem deficiência, ou então, de pessoas com outros tipos de deficiência que não a visual, cujo apoio tátil auxilia na aprendizagem: como o autismo, por exemplo.

Por fim, chegamos num resultado lúdico, chamativo, inclusivo, que trabalha a tatilidade, a motricidade, ajuda na formação de imagens mentais, e promove mais autonomia para o usuário no seu aprendizado, contribuindo na criação de materiais didáticos com um viés de baixo custo, monomaterial, modular, multifuncional, com uma embalagem integrada e reciclável.

Algumas evoluções são previstas, como a aproximação física com usuários cegos para realização de testes de usabilidade e expansão de peças e componentes de proporção, no sistema de gráficos de seção.

PLAY GRAPHOS



MANUELLA CARDOSO LOPES

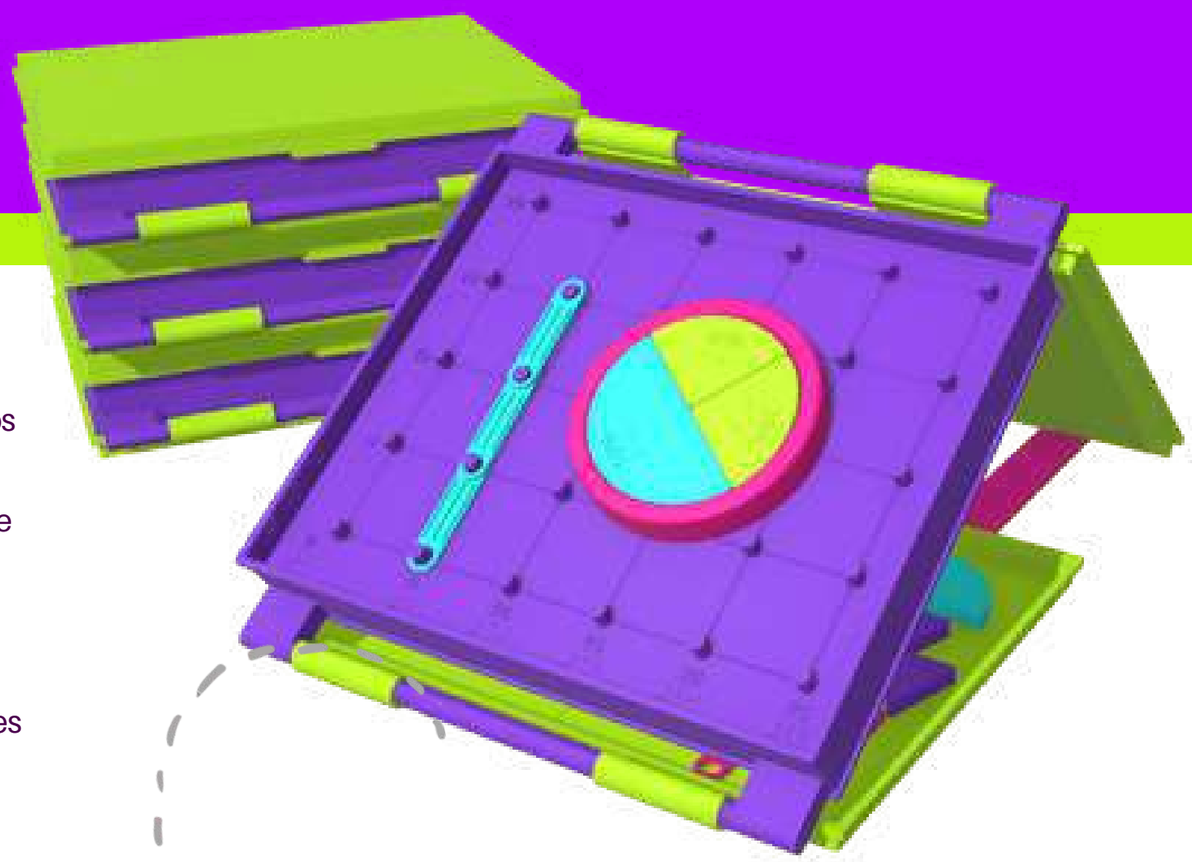
manuellascl@gmail.com

OBRIGADA!

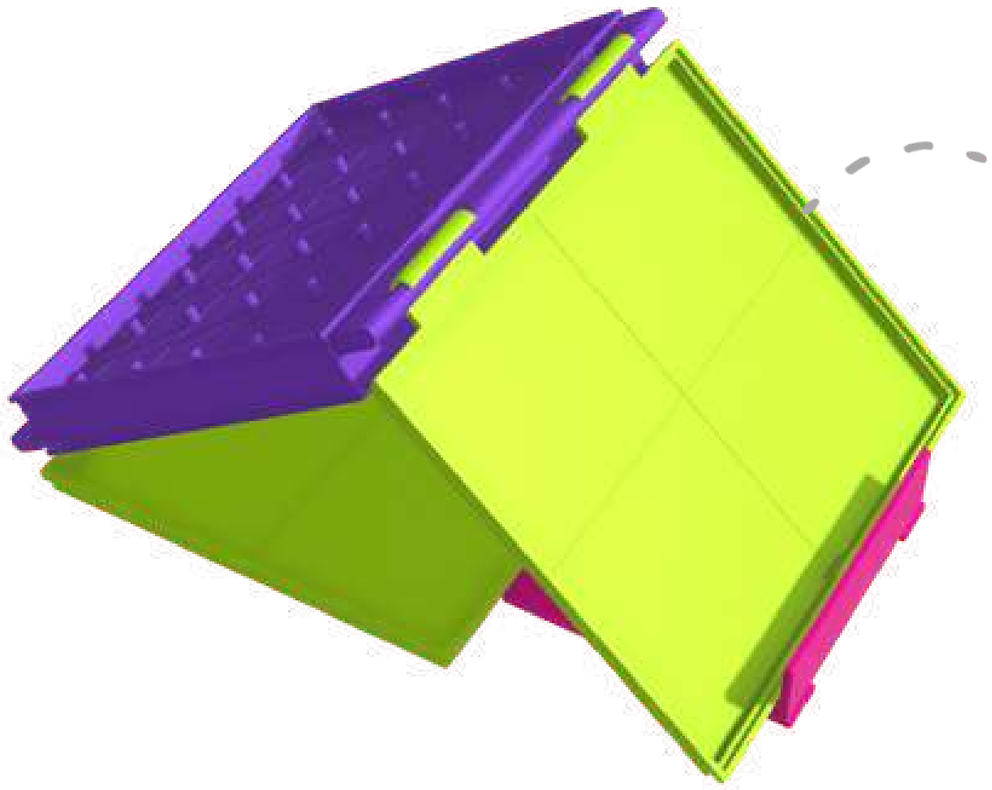
ANEXO V: BANNER

PLAY GRAPHOS

PAINEL PARA ENSINO E REPRESENTAÇÃO DE GRÁFICOS MATEMÁTICOS

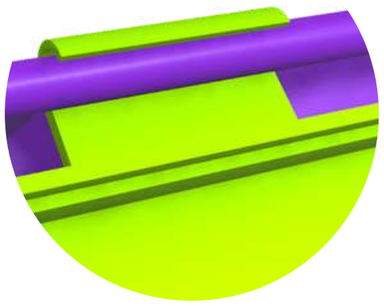


Pessoas com deficiência visual frequentemente indicam certa dificuldade ao compreender conceitos e gráficos matemáticos devido a falta de materiais e métodos que apoiem o ensino escolar, vista a natureza seletiva de suas atividades. Por isso, o projeto Play Graphos busca preencher uma lacuna encontrada na disponibilidade de objetos auxiliares ao processo de aprendizagem escolar infanto-juvenil e tem como objetivo o desenvolvimento de um conjunto de objetos destinado ao ensino da matemática, em especial, ao aprendizado de conhecimentos que utilizam recursos gráficos de representação, com foco em crianças cegas e com baixa visão, estudantes do Ensino Fundamental e com idade de 6 a 12 anos.



BRAILLE EM RELEVO

TRAVA INTERNA DA TAMPA



ENCAIXE EXTERNO DA TAMPA

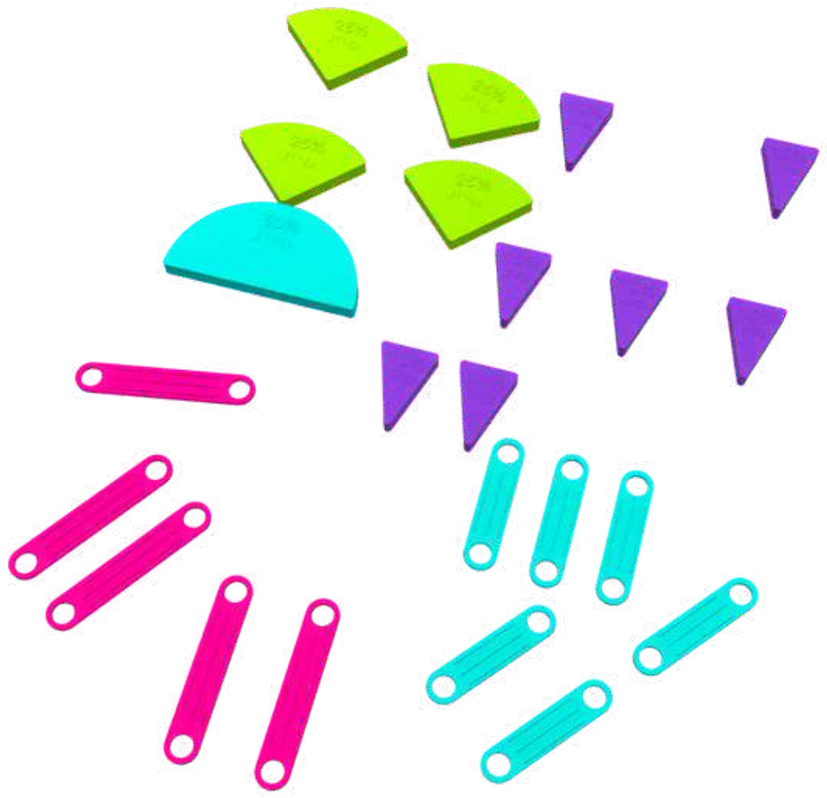
Foi gerado um tabuleiro lúdico com foco no sistema tátil, que se propõe a representar, de forma modular e simplificada, os principais tipos de gráficos matemáticos trabalhados nesta faixa etária. Possui a característica de ser de fácil armazenagem e compacto e com embalagem integrada, de forma a promover a multidisciplinaridade, a inclusão e a autonomia do usuário.

AMBIENTAÇÃO

MATERIAL E PROCESSO DE FABRICAÇÃO:

É um objeto monomaterial, pensado através da metodologia do valor com foco no consumidor, valorizando seu baixo custo de produção através de um material barato, resistente e durável: O poliestireno de alto impacto. Este material permite que o projeto seja totalmente feito com injeção plástica, visto que sua alta demanda quantitativa justificaria os custos de produção. Além disso, permite o uso de cola e de gravação em eletroerosão para detalhes menores.

PEÇAS DE MONTAGEM:



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESENHO INDUSTRIAL

CLA- Centro de Letras e Artes

MANUELLA CARDOSO LOPES

ORIENTADOR: VICENTE CERQUEIRA

2021.2