



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

UnBraille: Dispositivo Computacional de Baixo Custo para Apoio na Alfabetização em Braille de Pessoas com Deficiência Visual

Vinícius Emiliano dos Santos

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Orientadora

Prof. Dr.a Maria de Fátima Ramos Brandão

Brasília
2017



UnBraille: Dispositivo Computacional de Baixo Custo para Apoio na Alfabetização em Braille de Pessoas com Deficiência Visual

Vinícius Emiliano dos Santos

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Prof. Dr.a Maria de Fátima Ramos Brandão (Orientadora)
CIC/UnB

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Prof. Me. Cauê Zaghetto | Prof. Dr. Wilson Henrique Veneziano |
| CIC/UnB | CIC UnB |

Prof. Dr. Pedro Antônio Dourado Rezende
Coordenador do Curso de Computação — Licenciatura

Brasília, 10 de julho de 2017

Dedicatória

Dedico primeiramente a Deus, nosso senhor todo poderoso que me capacitou para cumprir esta missão.

Aos meus professores, seus ensinamentos e exemplos que atiçaram minha fome por saber como se faz com a brasa dentro da fogueira.

Aos meus pais que desde sempre me incentivaram e foram meus professores da vida.

À minha esposa Josi, solo onde firmei meus passos, por suportar minha ausência nos dias de estudo, pelo café e afago, sempre que retornava ao leito depois do estudo. Ao meu filho Miguel por todas as vezes que me ajudava, com seu jeito carinhoso, a elaborar o TCC, sua presença constante me impulsionava para seguir adiante.

Agradecimentos

Agradeço ao Centro de Ensino Especial para Deficientes Visuais - CEEDV pelo apoio e acolhimento durante os estudos e à Professora Fátima Lucília Vidal Rodrigues, pelo apoio na área da Educação Específica.

Resumo

Este trabalho descreve a elaboração do protótipo de um dispositivo computacional, de baixo custo, para apoio na alfabetização em Braille, de pessoas com deficiência visual. São elencados os métodos, materiais e tecnologias utilizadas atualmente para a tarefa, bem como o avanço que ocorreu com a elaboração do sistema Braille. Estão descritas as especificações de um dispositivo computacional composto de uma aplicação e uma ferramenta para exibição dos caracteres em plataforma Arduino, bem como os benefícios, em relação a autonomia, que podem ser concedidos ao aluno que os utiliza em atividades escolares.

Palavras-chave: Arduino. Braille. Cegueira

Abstract

This paper describes the development of the prototype of a low cost computing device for Braille literacy support for people with visual impairment. The methods, materials and technologies currently used for the task are listed, as well as the progress that has occurred with The elaboration of the Braille system. The specifications of a computational device composed of an application and a tool for displaying the characters on the Arduino platform are described, as well as the benefits, in relation to autonomy, that can be granted to the student who uses them in school.

Keywords: Arduino. Blendess. Braille

Sumário

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introdução | 1 |
| 1.1 | Objetivos | 2 |
| 1.2 | Metodologia | 2 |
| 2 | Educação de Pessoas com Deficiência Visual | 4 |
| 2.1 | A Cegueira em Números | 4 |
| 2.2 | Inclusão Escolar | 5 |
| 2.3 | Conceitos de Cegueira e Baixa Visão | 6 |
| 2.4 | Alfabetização e Aprendizagem | 7 |
| 2.5 | Recursos Pedagógicos | 8 |
| 2.5.1 | Dificuldades na Alfabetização de Crianças e Adultos Cegos | 10 |
| 2.6 | Educação Inclusiva | 12 |
| 2.7 | Transferência Braille | 13 |
| 3 | Conhecendo o Braille | 15 |
| 3.1 | Breve Histórico | 15 |
| 3.2 | O Sistema de Escrita Braille | 17 |
| 3.2.1 | O Alfabeto | 18 |
| 3.2.2 | Números | 19 |
| 3.2.3 | Ferramentas de Escrita em Braille | 20 |
| 3.2.4 | Escrita manual | 22 |
| 4 | Tecnologias Assistivas | 23 |
| 4.1 | Tecnologias Auditivas | 23 |
| 4.1.1 | DOSVOX | 23 |
| 4.1.2 | JAWS Screen Reading Software | 24 |
| 4.1.3 | Virtual Vision | 25 |
| 4.1.4 | Orca Linux | 26 |
| 4.1.5 | Windows Eyes | 26 |
| 4.1.6 | Outras Tecnologias auditivas | 27 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.2 | Tecnologias Visuais | 27 |
| 4.3 | Tecnologias Tácteis | 27 |
| 4.3.1 | Livros Braille | 27 |
| 4.3.2 | Impressoras Braille | 28 |
| 4.3.3 | <i>Display</i> Braille | 28 |
| 4.3.4 | Teclado Braille | 29 |
| 4.4 | Análise Comparatória das Tecnologias e Recursos Didáticos | 30 |
| 5 | Proposta do Sistema | 32 |
| 5.1 | Requisitos do Sistema | 32 |
| 5.1.1 | Identificação da Escola | 32 |
| 5.1.2 | Justificativa da Escolha | 33 |
| 5.1.3 | Descrição das Observações | 33 |
| 5.1.4 | Impressões Iniciais | 33 |
| 5.1.5 | Dificuldades Verificadas | 34 |
| 5.1.6 | Entrevistas Realizadas | 34 |
| 5.2 | Papel do Professor e Aluno | 36 |
| 5.3 | Descrição da Situação Problema | 36 |
| 5.3.1 | Casos de Uso | 37 |
| 5.4 | Funcionamento do <i>software</i> | 40 |
| 5.5 | Sistema de Interface | 41 |
| 5.5.1 | Funcionalidades | 42 |
| 5.5.2 | Menus e telas do programa | 42 |
| 5.5.3 | Código da Aplicação | 43 |
| 5.6 | Dispositivo e seus componentes | 44 |
| 5.6.1 | Versão Utilizada | 46 |
| 5.6.2 | Custos | 50 |
| 6 | Considerações Finais | 51 |
| 6.1 | Validação do UnBraille | 51 |
| 6.2 | Trabalhos Futuros | 52 |
| 6.3 | Validação da Hipótese | 52 |
| | Referências | 53 |
| | Apêndice | 54 |
| A | Projeto do Dispotitivo | 55 |

Lista de Figuras

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Percentual de Deficiências Censo 2010 - Fonte: OLIVEIRA [17], 2012. . . . | 5 |
| 2.2 | Cela Braille [18] - Fonte: SÁ, 2007. | 9 |
| 2.3 | Celinha Braille [18] - Fonte: SÁ, 2007. | 9 |
| 2.4 | Cela Braille Vazada [18] - Fonte: SÁ, 2007. | 9 |
| 2.5 | Sorobã [18] - Fonte: SÁ, 2007. | 10 |
| 3.1 | Busto de Louis Braille [11]. - Fonte: JOUFFROY, 2014. | 17 |
| 3.2 | Representação da Cela Braille. | 18 |
| 3.3 | Cela Braille Vazia. | 18 |
| 3.4 | Alfabeto Braille. | 19 |
| 3.5 | Letras K, W e Y. | 19 |
| 3.6 | símbolo Maiúsculo. | 19 |
| 3.7 | Letra A Maiúscula. | 19 |
| 3.8 | Palavra BRASIL em Caixa Alta. | 20 |
| 3.9 | Números. | 20 |
| 3.10 | Número 3. | 20 |
| 3.11 | Reglete Braille [18] - Fonte: SÁ. 2007. | 21 |
| 3.12 | Máquina de Escrever Braille [18] - Fonte: SÁ. 2007. | 21 |
| 4.1 | Tela inicial do DOSVOX [3] - Fonte: BORGES, 2016 | 24 |
| 4.2 | Jaws for Windows [24] - Fonte: TIERNAN, 2010. | 25 |
| 4.3 | Virtual Vision [13] Fonte: MICROPOWER, 2016. | 25 |
| 4.4 | Reprodução do Livro Dorina Viú - [9] - Fonte: COTES, 2006 | 28 |
| 4.5 | Impressora Braille - [12] - Fonte: LONDRINA, 2016. | 29 |
| 4.6 | Linha Braille [19] - Fonte: SAKUMA, 2016. | 29 |
| 4.7 | Exemplos de Teclado Braille [23] - Fonte: TECK, 2016 | 30 |
| 5.1 | Diagrama de Atividade Cópia. | 37 |
| 5.2 | Diagrama de Atividade Cópia com <i>Software</i> | 38 |
| 5.3 | Diagrama de Atividade de Exibição de Símbolo com <i>Software</i> | 39 |

| | | |
|------|---|----|
| 5.4 | Diagrama Geral do UnBraille. | 41 |
| 5.5 | UNBraille Ícone. | 41 |
| 5.6 | UNBraille Tela Principal. | 42 |
| 5.7 | Listas de Seleção. | 43 |
| 5.8 | Logotipo do MIT App Inventor - Fonte MIT [14] | 43 |
| 5.9 | Dispositivo de Exibição. | 44 |
| 5.10 | Dispositivo de Exibição. | 45 |
| 5.11 | Arduino [1] - Fonte ARDUINO, 2017. | 45 |
| 5.12 | Arduino IDE [1] - Fonte ARDUINO, 2017. | 46 |
| 5.13 | Arduino Nano [1] - Fonte ARDUINO, 2017. | 47 |
| 5.14 | Placa de Expansão [1] - Fonte ARDUINO, 2017. | 48 |
| 5.15 | Servo Motor [1] - Fonte ARDUINO, 2017. | 49 |
| 5.16 | Adaptador <i>Bluetooth</i> [1] - Fonte ARDUINO, 2017. | 49 |
| A.1 | Dimensões da Tampa e Pinos. | 56 |
| A.2 | Dimensões da Lateral. | 56 |
| A.3 | Dimensões da Fundo. | 57 |
| A.4 | Dimensões da Base Inferior. | 57 |
| A.5 | Dimensões da Base Superior. | 58 |
| A.6 | Dimensões do Suporte dos Servo Motores. | 58 |
| A.7 | Dimensões do Suporte Bluetooth. | 59 |
| A.8 | Dimensões do Pino. | 59 |
| A.9 | Dimensões da Base de Apoio. | 59 |
| A.10 | Dimensões do Suporte de Elevação. | 60 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| 4.1 Comparação das Tecnologias. | 31 |
| 4.2 Comparação dos Recursos Pedagógicos. | 31 |
| 5.1 Preços dos Componentes | 50 |

Capítulo 1

Introdução

Inserido na área da Computação e da Educação, este trabalho aborda a alfabetização de pessoas com necessidades educacionais específicas, mais precisamente, deficiências visuais.

Embora autores como Sá [18](2007) façam referência à pessoas cegas ou com baixa visão o Governo Federal por meio do da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência - Estatuto da Pessoa com Deficiência [8] (2015) refere-se aos cegos como Pessoa com Deficiência Visual.

Dentro do tema abordado, busca trabalhar na alfabetização em Braille e tentando diminuir as dificuldades inerentes ao material utilizado no ensino dos caracteres.

Alfabetizar é um desafio constante. O educador enfrenta, além do desafio de ser um mediador do processo de ensino aprendizagem, a necessidade de se adaptar às necessidades especiais de cada aluno, em especial no caso da alfabetização em Braille.

Quando se trata de alunos videntes, ou seja, pessoas que enxergam normalmente, o professor busca estabelecer condição de reconhecimento visual para que possa avançar na apresentação dos símbolos o que exige apenas a confirmação visual atestada pelo aluno. (MORAIS [15], 2005).

No caso de alunos com acuidade visual diferenciada, os nível de dificuldade do professor aumenta, em geral, devido a carência de ferramentas de apoio pedagógico para auxiliá-lo dia-a-dia. Ao planejar suas aulas diárias o professor necessita contornar essa dificuldade com criatividade atentando ainda para o baixo custo, pois, em geral, não há recursos disponíveis para tal investido. (SÁ [18], 2007).

Além disso o aluno pode não conseguir avançar sozinho nas atividades, pois fica restrito ao material de referência disponibilizado. (SÁ [18], 2007).

No caso de alunos com deficiência visual, há uma complexidade maior, pois o educador necessita realizar uma treinamento especial para explorar a sensibilidade tátil do aluno antes de familiarizá-lo com os caracteres. Nesse processo é exigida atenção dobrada ou exclusiva por parte do educador. Sá vai mais além quando diz que o professor, em relação

ao aluno, "tem que despertar o seu interesse em utilizar a visão potencial". (SÁ [18], 2007).

A seleção de material didático diversificado e que torne mais dinâmica a tarefa da alfabetização para o aluno reconheça sozinho os caracteres do sistema Braille é um desafio. O que aumenta encargo do educador que deve estar à disposição dos alunos ou mesmo exigindo a presença de um monitor para auxiliá-lo, o que nem sempre é possível e, muitas vezes, inviável.

A hipótese é de que poderíamos promover maior independência do aluno com um programa de tradução alfabética para Braille e um dispositivo de saída especial, para exibir os símbolos do sistema Braille facilitando a autocorreção e o treinamento mecânico.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem por objetivo geral propor um dispositivo computacional de baixo custo para apoio a alfabetização em Braille. Como objetivos específicos o trabalho propõe:

1. Criar um programa de tradução alfabética para Braille de apoio ao aprendizado e alfabetização no sistema Braille para pessoas com deficiência visual.
2. Criar um dispositivo capaz de interagir com um *smartphone* exibindo de forma tátil e ou sonora para viabilizar o reconhecimento do símbolo Braille.

1.2 Metodologia

A metodologia envolveu pesquisa exploratória e de aplicação com visita ao Centro de Ensino Especial de Deficientes Visuais, situada na Ae - Sgas 612 - Asa Sul, Brasília - DF, 70200-000 (CEEDV), para diagnóstico de especialista no ensino de pessoas com deficiência visual.

O desenvolvimento de um protótipo do dispositivo de apoio ao ensino de Braille utilizou o método exploratório e estudo de caso de aplicação do sistema e do dispositivo no Centro de Ensino Especial de Deficientes Visuais, com observação individual para coleta de dados e análise da aplicação.

O método utilizou de entrevista não padronizada não dirigida para obter os parâmetros relativos às necessidades do CEEDV foi aplicado.

Resultados Esperados

Espera-se os professores e o dispositivo computacional permita aos alunos em estágio de alfabetização reconhecer os símbolos do Sistema Braille com maior facilidade e dessa forma contribuam com a efetividade pedagógica do ensino de Braille.

Organização do trabalho

O trabalho é organizado em seis capítulos, sendo no capítulo 2 apresentados os fundamentos da educação de pessoas com deficiência visual e das dificuldades encontradas na alfabetização de crianças e adultos cegos. No capítulo 3 é apresentada a história do sistema Braille. O capítulo 4 apresenta as principais tecnologias de acessibilidade existentes para deficientes visuais. No capítulo 5 é apresentada a proposta com suas especificações, funcionalidades e o dispositivo de apresentação dos caracteres. No capítulo 6 são feitas as considerações finais do trabalho e elencadas possibilidades de trabalhos futuros e melhorias.

Capítulo 2

Educação de Pessoas com Deficiência Visual

Nessa área de ensino Sandes [20] (2009) enfatiza importância da leitura para o cego, dando ênfase na necessidade do ser humano de se comunicar. Dentro deste processo de comunicação a expressão escrita deixa de ser um privilégio, passando a ser uma necessidade.

Neste capítulo apresentamos alguns aspectos da educação de pessoas com deficiência visual, seus conceitos e alguns recursos didáticos existentes para auxiliar o ensino e algumas dificuldades enfrentadas.

2.1 A Cegueira em Números

O Brasil é um país com dimensões continentais e segundo a Cartilha do Censo de 2010, dos mais de 190 milhões de brasileiros, 23,9% apresentam algum tipo de deficiência e desses 1,6% são totalmente cegos. Isso correspondia a aproximadamente 745.696 pessoas, o que é considerado um público significativo. Os dados da cartilha ainda informa ainda que 5,4% são pessoas entre 0 e 14 anos de idade o que se convém que uma uma boa parte dever estar cursando o ensino infantil ou séries iniciais e que pelo menos 40 mil crianças e adolescentes necessita de apoio especializado para aprender a ler, seja para apoio pessoal, quanto no de material específico para atender as necessidades específicas desse público nessa faixa etária. (OLIVEIRA [17], 2012).

O uso de tecnologias digitais nas escolas pode ser explorado ao máximo para facilitar ou agilizar o aprendizado. Fernandes [10] (2010) descreve a leitura e a escrita como habilidades que permitem ao indivíduo estar inserido na sociedade para se organizar em torno de uma cultura letrada. Nesse sentido estudamos o uso de um dispositivo computacional no ensino em Braille para pessoas com Deficiência Visual visando auxiliar a alfabetização é para romper a barreira do sistema de símbolos onde para cada caractere aprendido um



Figura 2.1: Percentual de Deficiências Censo 2010 - Fonte: OLIVEIRA [17], 2012.

passo considerável é conquistado para esta direção. Cabe ainda ressaltar a importância da alfabetização Braille:

A alfabetização, como processo de aquisição do sistema convencional de uma escrita alfabética e ortográfica, foi, assim, de certa forma obscurecida pelo letramento, porque este acabou por frequentemente prevalecer sobre aquela, que, como consequência, perde sua especificidade. (SOARES [22], 2003, p. 11).

2.2 Inclusão Escolar

A inclusão escolar é importante por garantir às pessoas com Deficiência Visual todas as experiências de aprendizado que os demais alunos. Segundo Sá [18] (2007) as expressões culturais e de linguagem, dentre outros cada vez possuem apelos visuais mais complexos. Isso privilegia a habilidade visual em todas as áreas de conhecimento, sendo necessário uma atenção especial para os conceitos, preconceitos, gestos, atitudes e posturas com abertura e disposição para rever práticas convencionais de maneira a conhecer e reconhecer as diferenças como desafios positivos para expressar as potencialidades humanas.

Desta forma, a criação, a descoberta e reinvenção de estratégias e atividades pedagógicas adequadas são abordadas considerando os fundamentos conceituais sobre cegueira, baixa visão, alfabetização e aprendizagem, bem como os seus recursos didáticos disponibilizados.

Alunos com limitações visuais percebem e organizam as informações a partir de uma realidade representada por padrões de referência de sua experiência. Por essa razão os estudantes precisam de um ambiente estimulador, de mediadores e condições favoráveis à exploração de seu referencial perceptivo. Não havendo diferenças com os demais colegas, no que diz respeito as atividades de aprendizado, interesse, curiosidade, necessidade de brincar, convívio, afeto e recreação ou outro aspecto relacionado à formação da identidade e aos processos de aprendizagem o tratamento deve ser similar ao dos demais educandos tanto quanto a seus direitos, deveres, normas e disciplina. (SÁ [18], 2007).

2.3 Conceitos de Cegueira e Baixa Visão

Uma definição técnica de cegueira base para o presente estudo é fornecido por Sá:

A cegueira é uma alteração grave ou total de uma ou mais das funções elementares da visão que afeta de modo irremediável a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo mais ou menos abrangente. Pode ocorrer desde o nascimento (cegueira congênita), ou posteriormente (cegueira adventícia, usualmente conhecida como adquirida) em decorrência de causas orgânicas ou acidentais. Em alguns casos, a cegueira pode associar-se à perda da audição (surdocegueira) ou a outras deficiências. Muitas vezes, a perda da visão ocasiona a extirpação do globo ocular e a consequente necessidade de uso de próteses oculares em um dos olhos ou em ambos. Se a falta da visão afetar apenas um dos olhos (visão monocular), o outro assumirá as funções visuais sem causar transtornos significativos no que diz respeito ao uso satisfatório e eficiente da visão. (Sá [18], 2007, p. 15).

O Decreto 5.296/04 Art. 5.º, define cegueira como:

acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60 graus ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores” (BRASIL [4], 2004, p. 13)

No conceito de baixa visão, embora os sentidos tenham as mesmas potencialidades para todas as pessoas as informações táteis, auditivas, sinestésicas e olfativas são mais desenvolvidas pelas pessoas cegas porque elas recorrem com maior frequência a esses sentidos para decodificar e guardar na memórias as informações. Sá [18] (2007) explica que nesses casos o desenvolvimento aguçado do tato, da audição, do paladar e do olfato provém da necessidade contínua e forçada da ativação desses sentidos. Cada sentido trabalha de forma complementar e não isolada.

A audição recebe o papel de selecionar e codificar os sons que são ou não significativos, o que é uma tarefa complexa porque o indivíduo não pode perceber visualmente a origem do mesmo. (SÁ [18], 2007).

O tato não é limitado ao uso das mãos, com o olfato e o paladar trabalham em conjunto e são um auxílio indispensável para percepção e a linguagem. O sistema háptico é o tato ativo, possui componentes cutâneos e sinestésicos e através dele impressões, sensações e vibrações percebidas pela pessoa são interpretadas pelo cérebro e configuram informações de grande valor. Além disso as sensações táteis e imagens mentais levam em consideração a percepção de retas, curvas, volumes, rugosidade, texturas, densidade, oscilações térmicas e dolorosas, dentre outras, a estética e formação de conceitos são importantes para a comunicação. (SÁ [18], 2007).

A definição de baixa visão (ambliopia, visão subnormal ou visão residual) é complexa pois depende da variedade e da intensidade do comprometimento das funções visuais. Existe uma importância especial no sistema de mensuração, uma parte considerável das crianças identificadas como legalmente cegas possuem alguma visão útil.

O fato de possuir baixa visão reduz a quantidade de informações que o indivíduo recebe do ambiente, aplicando uma restrição a enorme quantidade de dados oferecidos por ele e que tem importância para construir o conhecimento do mundo exterior.

2.4 Alfabetização e Aprendizagem

A linguagem opera para o apoio ao desenvolvimento cognitivo, pois favorece a relação e proporciona meios para superar barreiras do inalcançável pela falta de visão. Sá [18] também enumera que as crianças cegas operam com dois tipos de conceitos:

1. Os que possuem real significado partindo de suas experiências;
2. Os que referenciam situações visuais, que embora sejam importantes meios de comunicação, podem não ser compreendidos ou decodificados adequadamente e perdem o sentido. Sendo assim, essas crianças podem utilizar palavras ou expressões fora do contexto, sem nexos ou real significado. Denominado verbalismo, a preponderância desse fenômeno pode ter efeitos negativos em relação à aprendizagem e ao desenvolvimento.

Sá[18] (2007) ressalta ainda que cegueira congênita pode imprimir maneirismos, ecolalia e comportamentos estereotipados nas crianças. A falta de visão deixa comprometida a imitação deixando um vazio que será preenchido com outras modalidades de percepção. Quando se trata de crianças, o espaço de trabalho para o docente demanda uma atenção singular. O planejamento reflete na percepção de espaço e ambiente pelo educando.

A percepção da configuração do espaço físico não é imediata por alunos cegos devendo-se propiciar a oportunidade de exploração para conhecimento das instalações, trajetos entre as salas de aula e demais acomodações, permitindo o mapeamento de pontos importantes, obstáculos e referências.

Em relação à segurança, deve-se observar a abertura completa ou o fechamento de portas para evitar imprevistos ou acidentes. Móveis devem possuir uma posição fixa e sua alteração deve ser avisada. Convém propor um espaço para que os alunos possam dispor seus instrumentos de estudo por conta própria, atribuindo, eles mesmos, pontos referenciais úteis para sua locomoção.

2.5 Recursos Pedagógicos

Como recomendações de usos dos recursos didáticos, Sá [18] (2007) lembra que aqueles eminentemente visuais, são predominantes nos ambientes de ensino. Isso reduz o foco, interesse e a motivação de alunos deficientes visuais, pois não recursos apropriados para esse público. A autora ressalta que o uso de recursos, equipamentos e jogos pedagógicos contribuem para que as situações de aprendizagem sejam mais agradáveis e motivadoras.

A criatividade é estimulada para selecionar, confeccionar ou adaptar recursos abrangentes ou de uso específico. O aproveitamento de itens já existentes e comuns a aos alunos deve ser estimulado incluindo formas geométricas, jogos de encaixe, de montar e outros que devem ser compartilhados, bem como, instrumentos de medida, mapas de encaixe e outros objetos devem ser estimulados. (SÁ [18], 2007).

O material de baixo custo e a sucata podem ser utilizados para uso geral na diversidade de recursos e podendo ser exaustivamente explorados, pois além de econômicos, estimulam a percepção do meio e dos itens que o compõem e como podem ser transformados. (SÁ [18], 2007).

Como sugestões para recursos didáticos Sá [18] (2007) apresenta uma possibilidades de reaproveitamento de materiais que ampliam o contato do aluno cego com o ambiente ao passo que também auxilia o letramento em Braille.

Conforme apresentado na Figura 2.2 a cela foi confeccionada com caixas de papelão, com frascos de desodorantes e com embalagem de ovos. Todo o material pertence ao dia-a-dia do aluno e a noção de como foram transformados em material de estudo, certamente estimulará a curiosidade do mesmo. Cada cela expressa um dos símbolos do sistema Braille.

Na Figura 2.3 a celinha Braille foi confeccionada com botões, com cartelas de comprimidos, com caixas de fósforos e também com emborrachados.



Figura 2.2: Cella Braille [18] - Fonte: SÁ, 2007.



Figura 2.3: Celinha Brail [18] - Fonte: SÁ, 2007.

A ideia de escala começa a ser inserida propositalmente, pois a intenção é atingir as dimensões da cela Braille de escrita comercial.



Figura 2.4: Cella Braille Vazada [18] - Fonte: SÁ, 2007.

A cela Braille vazada da Figura 2.4 foi confeccionada em vários tamanhos com acetado utilizado em radiografias ou papelão propicia uma interação mais dinâmica com a cela. Pode ser utilizado para exercícios onde os alunos montarão os símbolos aprendidos. De forma especial chamo a atenção para essa tarefa.

Em uma atividade como essa é imprescindível a presença de um educador para auxiliar o aluno, pois o mesmo não conseguirá, sem um gabarito, saber se está certo ou não.

Mesmo que exista o gabarito à disposição do aluno existe a possibilidade dele não ter sido selecionado corretamente pelo educador, ocasionando um problema.

A hipótese que tratamos agiria em situações como esta, proporcionando correção imediata e inequívoca para o aluno e para o educador.

Os cálculos matemáticos podem ser realizados com um instrumento chamado Sorobã mostrado na Figura 2.5, um instrumento parecido com o ábaco que contém cinco contas em cada eixo e borracha compressora para deixar as contas fixas.



Figura 2.5: Sorobã [18] - Fonte: SÁ, 2007.

Outros métodos poderiam ser utilizados com maior frequência para propiciar o melhor ensino às pessoas cegas. Em auxílio ao Braille, e para complementar as possibilidades de expansão, Smith [21] enumera, dentre outros avanços, um sistema chamado *Tactile Accesses to Education for Visually Impaired Students (TAEVIS)* que utiliza um tipo de papel especial, micro encapsulado, com verso em plástico, coberto com um produto químico sensível à alta temperatura para produzir versões em auto-relevo dos diagramas.

2.5.1 Dificuldades na Alfabetização de Crianças e Adultos Cegos

Como visto, o processo de alfabetização é constituído de uma série de fases a serem concluídas pelo discente, que vão do reconhecimento da simbologia das letras representantes das vogais até a capacitação para a realização de uma leitura crítica. (MORAIS [15], 2005)

O discente precisa adquirir intimidade mental com o simbolismo das letras com a finalidade de representar suas ideias em forma de palavras. (MORAIS [15], 2005)

Mais do que isso, em um certo momento, a recíproca deve ser tornar verdadeira quando face a uma sequência de símbolos o cérebro do estudante recupera imediatamente uma

informação que pode representar um objeto, um fato, uma ideia, uma pessoa, etc. (MORAIS [15], 2005)

A velocidade com que as operações de entrada e saída de informações relacionadas (visuais ou não) com os símbolos, está intimamente ligada ao exaustivo treinamento, reproduzido nas series iniciais como exercícios de fixação. (SÁ [18], 2007).

Partindo do fato de que uma criança, com plenas capacidades físico-motoras, encontre dificuldades para aprender a ler devido as limitações naturais de compreensão, que podem ser agravadas pela falta de acesso à informação ou a oportunidades de estudo, nas épocas corretas, será maior ainda a dificuldade para aqueles alunos com pouca ou nenhuma visão.

Vamos focar então em um dos primeiros passos da alfabetização que é a apresentação das letras.

Admitindo como válidas estratégias utilizadas pelos autores de livros didáticos infantis que estão pautados em sua grande maioria no apelo visual para tentar incutir na criança uma ligação entre a abstração do símbolo e o som que deve representar, como por exemplo a clássica “barriga” da letra “b”.

Embora realmente seja relativamente fácil para a criança realizar esta relação entre o símbolo “b”, que possui uma forma parecida com uma barriga, que por sinal também inicia com esta letra, tal associação não faz sentido algum para a criança cega, que pode até tocar uma representação em alto relevo da letra “b”, mas nunca terá a noção implícita de silhueta que é aplicada na técnica citada.

Isso não impossibilita o armazenamento do símbolo pela criança, nem dificultará a processo de relacionamento do som com a consoante, mas estará utilizando um passo desnecessário para alfabetização da mesma, fato comum o processo de alfabetização em Braille demorar um ano a mais que o normal. (Smith [21], 2009) .

Assim os cegos, a semelhança de outras pessoas com necessidades específicas, também aguçam os outros sentidos para suprir a carência gerada pela visão. Dentre os sentido mais afetados por essa necessidade está o tato, que atualmente permite aos alunos conhecedores do sistema Braille a inclusão no maravilhoso mundo da leitura. (SÁ[18], 2007)

Contudo, os símbolos que representam o alfabeto no método Braille também devem ser apresentados as crianças, a semelhança da apresentação das letras, no início da alfabetização. Sendo necessários meios auxiliares para possibilitar ao professor uma forma eficaz de transmitir a informação.

Em substituição às enormes e coloridas letras penduradas no alto das paredes, para o ensino do Braille são necessárias as pesadas e volumosas tábuas Braille contendo a representação em alto relevo e visual da letras do alfabeto.

Isso configura uma dificuldade tanto para o educador quanto para o educando. Conduzir este material para o ensino de uma pessoa já configura uma tarefa difícil, quem dirá

para toda uma turma formada por alunos cegos.

Outro quesito importante para se considerar é a durabilidade do material didático impresso em Braille e disponibilizado atualmente, como o peso e o armazenamento são fatores considerados na durabilidade dos impressos, segundo Sandes [20] (2009), que necessitam ser substituídos com maior frequência do que os livros em tinta.

Existe uma necessidade de se rever alguns paradigmas vigentes na educação, conforme Soares [22] (2003), tanto no que se refere a capacitação dos professores quanto a disponibilização de tecnologias que façam a diferença no momento de transmitir o conhecimento. Nascimento [16] (2012) relembra que a legislação brasileira possui normas que promovem a eliminação de barreiras, mas isso não significa acesso imediato às ajudas técnicas disponíveis no mercado para todos os PNEE.

2.6 Educação Inclusiva

Segundo o MEC [6] (2007) o Movimento Mundial pela Educação Inclusiva (MMEI) age em defesa do direito de todos os alunos aprenderem sem discriminação e juntos. Reconhecendo dificuldades do sistema de ensino surge a necessidade de confrontar as práticas discriminatórias e superá-las.

Fazendo relação com nosso foco podemos selecionar alguns objetivos da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, como acessibilidade urbanística, arquitetônica, nos mobiliários e **equipamentos**, nos transportes, na **comunicação** e na **informação**. (MEC [6], 2007).

Visando maior inclusão o educador procura prestar maior atenção para alunos com necessidades especiais visuais, nesse sentido Sá [18] (2007) faz algumas recomendações:

1. Sentar o aluno a uma distância de aproximadamente um metro do quadro negro na parte central da sala;
2. Evitar a incidência de claridade diretamente nos olhos da criança;
3. Estimular o uso constante dos óculos, caso seja esta a indicação médica;
4. Colocar a carteira em local onde não haja reflexo de iluminação no quadro negro;
5. Posicionar a carteira de maneira que o aluno não escreva na própria sombra;
6. Adaptar o trabalho de acordo com a condição visual do aluno;
7. Em certos casos, conceder maior tempo para o término das atividades propostas, principalmente quando houver indicação de telescópio;
8. Ter clareza de que o aluno enxerga as palavras e ilustrações mostradas;

9. Sentar o aluno em lugar sombrio se ele tiver fotofobia (dificuldade de ver bem em ambiente com muita luz);
10. Evitar iluminação excessiva em sala de aula.
11. Observar a qualidade e nitidez do material utilizado pelo aluno: letras, números, traços, figuras, margens, desenhos com bom contraste figura/fundo;
12. Observar o espaçamento adequado entre letras, palavras e linhas;
13. Utilizar papel fosco, para não refletir a claridade;
14. Explicar, com palavras, as tarefas a serem realizadas.

2.7 Transferência Braille

Segundo Moraes [15] (2005) é necessário fazer uma diferenciação entre sistema notacional e código, isso se dá porque o sistema notacional possui uma complexidade muito mais abrangente e é composto, dentre outros, por um sistema de códigos para representação:

Do ponto de vista individual, para um portador de deficiência visual, aprender a ler e a escrever pela primeira vez em Braille implica compreender o funcionamento dos sistemas de notação alfabética e numérica decimal, como é exigido para todos os seus pares videntes. Nesse sentido, seria inadequado referir-se ao objeto que o aprendiz vai dominar como um código. Se, no entanto, para atuar como professora daquele aluno, uma pessoa com visão normal e já alfabetizada vai aprender a escrever em Braille, vemos que seu processo será bem distinto: ela terá apenas que adquirir o código, memorizando e automatizando símbolos substitutos para os sistemas (alfabético; de numeração decimal) com os quais está há tempos muito familiarizada. Moraes [15], 2005 p. 32.

A transferência Braille se passa quando uma pessoa que já possui as noções relativas ao sistema de escrita (Alfabético, no nosso caso) e agora tem a necessidade de representá-lo em outro conjunto de códigos devido a limitações na visão. O pleno conhecimento ou ao menos as noções mais importantes sobre o Sistema de Escrita Alfabético - SEA são base para o bom andamento do processo de transferência para o Braille.

Nesse processo o professor tem que fazer com que o aluno faça um relacionamento entre os símbolos do SEA e o respectivo caractere em Braille. Percebemos que esta tarefa depende do nível de conhecimento do aluno em relação ao SEA.

Caso o aluno possua conhecimento suficiente sobre o SEA é possível apresentá-lo ao Braille. Nesse processo o professor, como intermediador, começa esse processo de apresentação e vinculação entre o SEA e os códigos Braille. A cautela e atenção deve ser dobrada, pois como o professor tem que confiar no conhecimento prévio sobre o alfabeto do aluno, ele deve acompanhar e orientar sempre corretamente.

O conhecimento do professor em relação aos códigos Braille deve ser alto pois dele depende o resultado de seus alunos, um conhecimento superficial poderia não ser proveitoso e até dificultar a aprendizagem.

Exercícios de cópia, ditado e outras atividades que coloquem o aluno em contato com o material de escrita Braille são bem vistas pelos educadores, pois, quanto maior a oportunidade de treinamento, maior a fixação dos códigos e melhor o desempenho dos mesmos.

Capítulo 3

Conhecendo o Braille

O surgimento do sistema Braille foi ligado às necessidades de seu criador Louis Braille. Faremos referência ao mesmo, as ferramentas que ele propôs e desenvolveu e uma introdução ao modo como os caracteres são exibidos neste sistema.

As informações sobre estes caracteres são extremamente úteis pois servem de base para a proposta de nosso *software* e dispositivo.

3.1 Breve Histórico

Até o momento o sistema Braille foi citado várias vezes mas nada foi dito sobre a origem deste nome. Birch [2] (1990) descreve a biografia de Louis Braille, Figura 3.1, francês, nascido em 04 de janeiro de 1809, na cidade Coupvray, perto de Paris, filho de Simon René Braille e Monique Baron. Segundo o autor, Louis era uma criança de boa saúde muito curioso e que desde muito novo divertia-se brincando na oficina de seu pai, conceituado celeiro da região. Conta que certa vez ao tentar imitar as atividades do pai e tentando perfurar um pedaço de couro aproximou o instrumento cortante do rosto e por uma fatalidade perfurou seu olho esquerdo. Na tentativa de socorrer-lo foram acionados uma senhora da região, conhecida por suas curas e o médico de Coupvray, mas ambos não obtiveram sucesso em conter a infecção. Posteriormente foi acometido de conjuntivite e uma oftalmia e, meses mais tarde, a infecção atingiu o seu outro olho levando-o a cegueira total aos cinco anos de idade.

Birch [2] conta que aos 8 anos de idade Louis caminhava com auxílio de uma bengala de madeira por toda a cidade, demonstrava vivacidade de inteligência. Foi apoiado pelo Abade Jacques Palluy e graças a ele Louis Braille começou a desenvolver sua natureza investigadora e familiarizar-se com o mundo. Com as instruções do Abade Louis teve sua infância marcada pelo ensino cristão.

Aos 10 anos foi levado por seu pai para Paris para estudar na Instituição Real, para jovens cegos. As Instalações da instituição não eram nada boas, com disciplina de ensino rígida, admitindo castigos físicos e até isolamento a pão e água, dos quais Louis não escapou. (Birch [2], 1990).

Daí começa sua jornada. A alfabetização.

Loius foi apresentado as 26 letras do alfabeto, mas como sistema de leitura era primitivo, as letras tinham várias polegadas de abertura e de largura. Um mero artigo exigia muitos livros e cada livro pesava, nove libras (cerca de 4,08 quilogramas). (Birch [2], 1990).

As palavras de Louis Braille uma visita de férias em casa onde reviu seus familiares e disse ao seu pai “Os cegos são as pessoas mais solitárias do mundo! Eu posso distinguir o som de um pássaro de outro som. Eu posso distinguir a porta da casa só pelo tato. Mas, tem tanta coisa que eu nem posso sentir e nem ouvir. Somente livros poderão libertar os cegos mas, há nenhum livro par nós lermos.” (Birch [2], 1990).

Birch [2] (1990) descreve também o dia crucial em que Louis, sentado em um restaurante e ouvindo um amigo ler o jornal para ele, se interessou muito quando o este realizou a leitura sobre um sistema de transmissão de mensagem militares elaborado por um francês chamado Charles Barbier de la Serre, militar, Capitão de Artilharia do Exército de Louis XIII. Nesse sistema um objeto pontiagudo (similar ao que havia perfurado seu olho esquerdo) era usado para imprimir pontos e traços em alto relevo que codificados eram utilizados para transmitir ordem aos subordinados, até mesmo as escuras, pois a leitura era realizada com o tato. Segundo Birch [2] (1990) as palavras de Louis ao ouvir a descrição de tal sistema foram: “ - Eu estou certo de que posso usar este sistema”.

Apesar de funcional, o sistema de Barbier apresentava algumas dificuldades, como representação de símbolos matemáticos, pontuação, acentos, dentre outros. Louis Braille dedicou-se, então, a estudar maneiras diferentes de fazer os pontos e traços no papel. Dedicou suas férias exclusivamente ao estudo de seu novo sistema e passou noites experimentando sobre a régua e o estilete que ele próprio inventara. No retorno as aulas ele já tinha seu invento pronto.

Por fim, aos 15 anos de idade inventou o alfabeto Braille, semelhante ao que se usa hoje, simples sistema que usa 6 buracos dentro de um pequeno espaço. Com esses 6 buracos foi possível fazer 63 combinações diferentes (intuitivamente $2^6 = 64$, considerando o espaço vazio). Louis apresentou sua invenção ao seu Diretor, que apreciou e autorizou experimenta-lo no Instituto.

Já bastante doente, aos 26 anos teve a alegria de ver que o seu sistema foi demonstrado publicamente e declarado aceito, na inauguração do novo prédio do Instituto Real Jovens Cegos.



Figura 3.1: Busto de Louis Braille [11]. - Fonte: JOUFFROY, 2014.

Em um certa ocasião, um garoto cego de nascença tocou muito bem para uma grande audiência, todos ficaram muito satisfeitos e o agradeceram, ele por sua vez se levantou e disse que eles deveriam agradecer a Louis Braille. “Foi Louis Braille, disse ele, que tornou possível que ele lesse a música e tocasse piano”. Mencionando que Louis era um homem muito doente e que estava prestes a morrer, despertou um súbito interesse das pessoas sobre Braille e seu sistema de leitura para cegos.

Alguns dos amigos de Louis, foram visita-lo em casa e contaram o que estava acontecendo. Em seu leito ele disse chorando: “É a terceira vez na minha vida que choro: a primeira quando fiquei cego; a segunda quando ouvi falar na escrita noturna e agora eu sei que minha vida não foi um fracasso”.

Adaptado pela escola de cegos de Paris, em 1854, o Braille logo se difundiu por todo o mundo.

3.2 O Sistema de Escrita Braille

Hoje o sistema Braille é um código universal de leitura tátil e de escrita. Em suma segundo é composto de 63 sinais formados por pontos a partir de um conjunto matricial $\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ numerados de um a seis (123456) e chamado de sinal fundamental.

Para fins de representação usaremos as seguintes matrizes como exemplo para demonstrar como são exibidos os caracteres Braille, usando (●) quando o referido ponto esta presente e (·) quando ele está ausente como na Figura 3.2.

$$\begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 5 \\ 3 & 6 \end{pmatrix}$$

Figura 3.2: Representação da Cella Braille.

Cada espaço ocupado por um sinal recebe o nome de cela Braille ou célula Braille. Caso a cela esteja vazia ela deve ser considerada também. Alguns especialistas consideram a cela vazia, Figura 3.3, como um sinal e consideram que o sistema seja então composto por 64 sinais.

$$\begin{pmatrix} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \\ \\ \end{pmatrix}$$

Figura 3.3: Cella Braille Vazia.

Devido as particularidades do nosso idioma quanto a pontuação e acentuação O MEC [5] (2006) aprovou pela portaria nº 2.678 de 24/09/2002 uma grafia Braille adaptada para as características da Língua Portuguesa.

3.2.1 O Alfabeto

Vamos apresentar o alfabeto Braille e letras respectivas no alfabeto tomando por base os símbolos, Figura 3.4 aprovados pelo MEC [5] (2006).

As letras k, w e y, Figura 3.5, que foram acrescentadas, segundo o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, aprovado pelo Decreto Nº 6.583, de 29 de setembro de 2008, da Presidência da República [7] , também possuem representação no sistema Braille.(BRASIL, 2008)

Alguns símbolos são utilizados combinados com outros para que se possa produzir os efeitos esperados.

Como exemplo, para que se possa escrever uma letra em maiúsculo, Figura 3.6 deve inserir o seguinte caractere antes da letra.

Com isso a primeira letra precedida deste símbolo será lida como maiúscula. Exemplo a letra A - Figura 3.7.

Caso seja necessário escrever toda a palavra em maiúsculo o símbolo é escrito duas vezes. Exemplo a palavra BRASIL - Figura 3.8.

$$\begin{array}{ccccccccc}
\begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = a & \begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \bullet & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = b & \begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = c & \begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \cdot & \bullet \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = d & \begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \cdot & \bullet \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = e \\
\begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = f & \begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = g & \begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \bullet & \bullet \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = h & \begin{pmatrix} \cdot & \bullet \\ \bullet & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = i & \begin{pmatrix} \cdot & \bullet \\ \bullet & \bullet \\ \cdot & \cdot \end{pmatrix} = j \\
\begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \bullet & \cdot \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = l & \begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \cdot & \cdot \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = m & \begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \cdot & \bullet \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = n & \begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \cdot & \bullet \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = o & \begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \cdot \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = p \\
\begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = q & \begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \bullet & \bullet \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = r & \begin{pmatrix} \cdot & \bullet \\ \bullet & \cdot \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = s & \begin{pmatrix} \cdot & \bullet \\ \bullet & \bullet \\ \bullet & \cdot \end{pmatrix} = t & \begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \bullet & \bullet \end{pmatrix} = u \\
\begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \bullet & \cdot \\ \bullet & \bullet \end{pmatrix} = v & \begin{pmatrix} \bullet & \cdot \\ \cdot & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{pmatrix} = z
\end{array}$$

Figura 3.4: Alfabeto Braille.

$$\begin{pmatrix} \cdot & \bullet \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \bullet \end{pmatrix} = k \quad \begin{pmatrix} \cdot & \bullet \\ \bullet & \bullet \\ \cdot & \bullet \end{pmatrix} = w \quad \begin{pmatrix} \bullet & \bullet \\ \cdot & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{pmatrix} = y$$

Figura 3.5: Letras K, W e Y.

$$\begin{pmatrix} \cdot & \bullet \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \bullet \end{pmatrix}$$

Figura 3.6: símbolo Maiúsculo.

$$\begin{pmatrix} \cdot & \bullet & \bullet & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \bullet & \cdot & \cdot \end{pmatrix}$$

Figura 3.7: Letra A Maiúscula.

3.2.2 Números

Para representar-mos o números também existe um caractere específico - Figura 3.9.

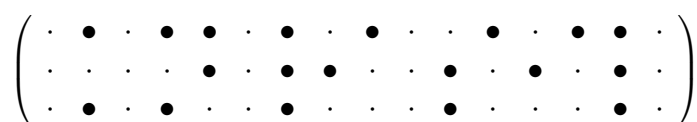


Figura 3.8: Palavra BRASIL em Caixa Alta.

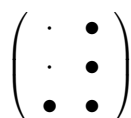


Figura 3.9: Números.

As representações numéricas são possíveis ao combinar os símbolos referentes as letras de “a” até “j” precedidas desse símbolo. Exemplo numero 3 - Figura 3.10.

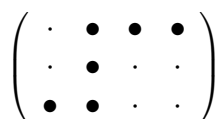


Figura 3.10: Número 3.

Estes exemplos são suficientes para demonstrar a extensão e alcance do alfabeto proposto por Braille.

3.2.3 Ferramentas de Escrita em Braille

A escrita Braille é realizada por meio de um conjunto de reglete e punção Braille ou de uma máquina de escrever Braille.

A reglete é uma régua de madeira, metal ou plástico com um conjunto de celas Braille dispostas em linhas horizontais sobre uma base plana, conforme Figura 3.11. A punção é um instrumento em madeira ou plástico no formato de pera ou anatômico, com ponta metálica, utilizado para a perfuração dos pontos na cela Braille. O movimento de perfuração deve ser realizado da direita para a esquerda para produzir a escrita em relevo de forma não espelhada. Já a leitura é realizada da esquerda para a direita. Esse processo de escrita tem a desvantagem de ser lento devido à perfuração de cada ponto e exige boa coordenação motora e ainda dificulta a correção de erros.

A máquina de escrever Braille, Figura 3.12 tem seis teclas básicas correspondentes aos pontos da cela Braille.



Figura 3.11: Reglete Braille [18] - Fonte: SÁ. 2007.

O toque simultâneo de uma combinação de teclas produz os pontos que correspondem aos sinais e símbolos desejados. É um mecanismo de escrita mais rápido, prático e eficiente.

A escrita em relevo e a leitura tátil baseiam-se em componentes específicos no que diz respeito ao movimento das mãos, mudança de linha, adequação da postura e manuseio do papel.

Esse processo requer o desenvolvimento de habilidades do tato que envolvem conceitos espaciais e numéricos, sensibilidade, destreza motora, coordenação bi-manual, discriminação, dentre outros aspectos. Por isso, o aprendizado do sistema Braille deve ser realizado em condições adequadas, de forma simultânea e complementar ao processo de alfabetização dos alunos cegos.



Figura 3.12: Máquina de Escrever Braille [18] - Fonte: SÁ. 2007.

Existe, também, a possibilidade de uso de um computador e impressora específicos para impressão em Braille. Contudo, são tecnologias que devem ser adaptadas para estar disponíveis aos deficientes visuais, dotados de programas específicos para esse público. Esse assunto será abordado também no capítulo Tecnologias Assistivas.

3.2.4 Escrita manual

Em certos casos em que a visão não é 100% comprometida (baixa visão) o aluno também possui a possibilidade de realizar a escrita manual utilizando lápis, caneta, pincéis dentre outras possibilidades. Independentemente do meio utilizado dizemos, que o aluno "escreve a tinta".

Para realização, deste tipo de tarefa, geralmente o aluno faz uso de alguns recursos como ampliadores de tela e lupas para facilitar a atividade. Alguns cadernos, com pauta de espaçamento maior, são utilizados e, quando não estão disponíveis, é possível reproduzir um ambiente similar para a escrita a tinta.

Embora a atividade de escrita a tinta não supra todas as necessidades dos alunos com baixa visão, ela permite que os mesmos assinem documentos, façam pequenas anotações, entendam bilhetes. dentre outras atividades.

Capítulo 4

Tecnologias Assistivas

As Tecnologias de Informação voltadas para pessoas com deficiência visual existentes contemplam os sentidos, da visão, da audição e do tato.

O Estatuto Pessoa com Deficiência, Lei nº 13.146/2015 [8] (BRASIL, 2015) considera Tecnologia Assistiva:

Tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social; (BRASIL, 2015, p. 09)

4.1 Tecnologias Auditivas

As tecnologias que abrangem o sentido da audição, um dos mais aguçados nos deficientes visuais, exploram a interação com os conteúdos textuais armazenados em arquivos ou exibidos em sites e programas. Pelo entendimento de Sá[18] (2007) fica ressaltada a importância dos leitores de tela.

O uso de computadores por pessoas cegas é tão ou mais revolucionário do que a invenção do sistema Braille que, aliás, é incorporado e otimizado pelos meios informáticos tendo em vista possibilitar a leitura inclusive de indivíduos surdocegos. (SÁ [18], 2007)

4.1.1 DOSVOX

Borges [3] descreve O DOSVox - Figura 4.1 como um sistema que se comunica com o usuário através de síntese de voz aumentando a independência no estudo e no trabalho. Utiliza a síntese de voz em Português, permitindo outros idiomas.

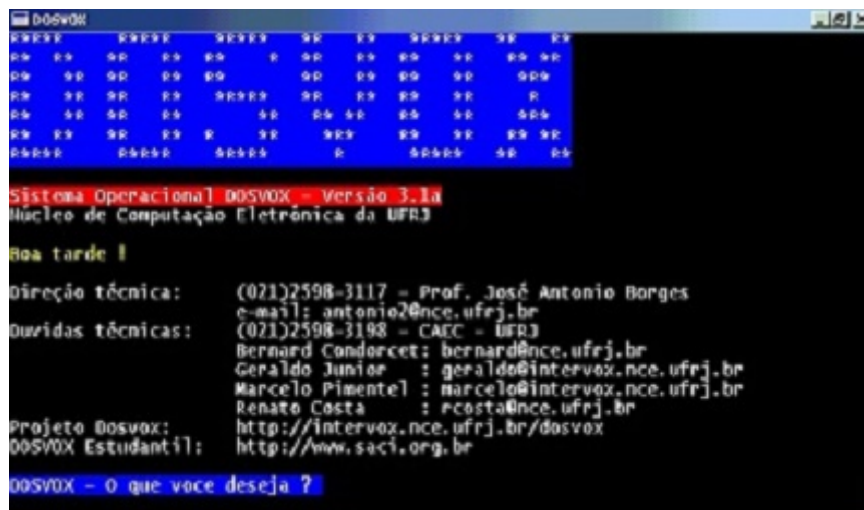


Figura 4.1: Tela inicial do DOSVOX [3] - Fonte: BORGES, 2016

O que diferencia o DOSVOX de outros sistemas voltados para uso por deficientes visuais é que no DOSVOX, a comunicação homem-máquina é muito mais simples, e leva em conta as especificidades e limitações dessas pessoas. Ao invés de simplesmente ler o que está escrito na tela, o DOSVOX estabelece um diálogo amigável, através de programas específicos e interfaces adaptativas. Isso o torna insuperável em qualidade e facilidade de uso para os usuários que vêm no computador um meio de comunicação e acesso que deve ser o mais confortável e amigável possível. (Borges, 2002)

Outras características elencadas:

- Mensagens gravadas por voz humana
- Compatível com outros sintetizadores de voz
- Não produz incompatibilidade com outros programas de acesso

4.1.2 JAWS Screen Reading Software

O JAWS, (Acesso Ao Trabalho Por Voz - *Job Access With Speech*), Figura 4.2, é um Leitor de ecrã, ou seja, um software para utilizadores deficientes visuais que é produzido pelo grupo para cegos e com baixa visão da Freedom Scientific em petersburg St., Florida, EUA. Segundo Tiernan[24] (2010), CEO da empresa, seu objetivo principal é tornar os computadores pessoais acessíveis com o Microsoft Windows para deficientes visuais. A interface é realizada através do fornecimento ao utilizador de informações presentes no ecrã através da conversão de texto para voz ou por meio de uma linha Braille e permite uma interação maior do teclado com o computador. Possibilita também aos utilizadores a criação de *scripts* que podem alterar a quantidade e o tipo de informações que são

apresentadas nas diversas aplicações e dá um suporte de acessibilidade aos programas que não utilizam os controles predefinidos do Windows.



Figura 4.2: Jaws for Windows [24] - Fonte: TIERNAN, 2010.

4.1.3 Virtual Vision

O Virtual Vision é a solução definitiva para que pessoas com deficiência visual possam utilizar com autonomia o Windows, o Office, o Internet Explorer e outros aplicativos, através da leitura dos menus e telas desses programas por um sintetizador de voz.



Figura 4.3: Virtual Vision [13] Fonte: MICROPOWER, 2016.

O segundo o fabricante o Virtual Vision “varre” os programas em busca de informações que podem ser lidas para o usuário, possibilitando a navegação por menus, telas e textos presentes em praticamente qualquer aplicativo.

A navegação é realizada por meio de um teclado comum e o som é emitido através da placa de som presente no computador. Nenhuma adaptação especial é necessária para que o programa funcione e possibilite a utilização do computador pelas pessoas com deficiência visual, assim, o uso de sintetizadores externos é dispensado.

O Virtual Vision, Figura 4.3 também acessa o conteúdo presente na Internet através da leitura de páginas inteiras, leitura sincronizada, navegação elemento a elemento e listagem de hyperlinks presentes nas páginas.

4.1.4 Orca Linux

A configuração GUI do Orca (a sigla GUI, do inglês, significa: *Graphical User Interface*; no português: interface gráfica do usuário), permite-lhe personalizar o comportamento e as características do Orca, tais como voz, Braille e ampliação. Por exemplo, você pode selecionar quais modos de síntese vocal que pretende usar, se quer ativar Braille ou não, e que preferências e aplicação que você deseja.

Você pode selecionar o layout de teclado de seu computador para o Orca na janela “GERAL”, no item “configuração do teclado (desktop ou laptop)”, e você também pode examinar e alterar a atual configuração do teclado com muita precisão e controle.

Para abrir a interface gráfica de configuração do Orca em um computador portátil, pressione as teclas “Caps-lock + Space”, se estiver usando em uma máquina desktop utilize as teclas “Insert + space”. Veja também a página “Configurações para aplicação específica”, como definir configurações específicas para uma única aplicação.

O orca possui uma interface gráfica de configuração multi-página de diálogo com várias seções.

4.1.5 Windows Eyes

O Window-Eyes é um pacote projetado especialmente para usuários com deficiência visual. Fornece acesso completo a praticamente todas as aplicações instaladas no Microsoft Windows, como editores de texto, web browsers, e email. o programa é compatível com teclados especiais e a maioria das versões do Microsoft Office, Abrobat Reader, bem como o Mozilla Firefox e uma infinidade de outros aplicativos.

4.1.6 Outras Tecnologias auditivas

1. Reconhecimento de Voz: alguns sistemas operacionais implementam reconhecimento de voz para realizar comandos, abrir aplicativos e outras funções no computador.
2. Digitação por Voz: inicialmente concebido para usuários com dificuldades motoras a digitação por voz é útil também para pessoas com deficiência visual pois reduz o uso do teclado “qwerty” principalmente em *smartphones* e *tablets*.
3. Audiodescrição: apesar de não ser uma tecnologia mas sim um método, é um recurso de acessibilidade, garantido pelo Estatuto Nacional da Pessoa com Deficiência [8] que permite que as pessoas com deficiência visual possam assistir e entender melhor filmes, peças de teatro, programas de TV, exposições, mostras, musicais, óperas e outros, ouvindo a descrição detalhada de tudo o que está sendo exibido. É a arte de transformar aquilo que é visto no que é ouvido, o que abre muitas janelas do mundo para as pessoas com deficiência visual. (BRASIL, 2015).

4.2 Tecnologias Visuais

As tecnologias visuais estão relacionadas aos casos em que há perda parcial da visão, situação em que o usuário ainda pode realizar a leitura, mas com dificuldade.

Estas soluções aparecem nos sistemas operacionais modernos propiciando uma comodidade para os usuários.

Dentre eles temos

1. Ampliadores de Tela: ampliam uma certa área da tela destacando informações para visualização ou leitura. Normalmente destacam a área apontada pelo mouse, mas podem ser configurados para acompanhar o curso ou área predefinida.
2. Utilização de Alto Contraste: em alguns casos de perda de visão, o alto contraste da tela reduzindo a gama de cores apresentada auxilia na percepção do conteúdo exibido em tela. Esta presente na maioria dos sistemas operacionais.

4.3 Tecnologias Tácteis

4.3.1 Livros Braille

A disponibilização de livros, periódicos, revistas, artigos e outros em Braille, compondo bibliotecas Braille facilitam o acesso dos deficientes visuais ao material acadêmico.

Além do conteúdo textual os livros em Braille possuem características muito peculiares, geralmente nos espaços onde deveriam existir imagens existe uma descrição detalhada das características delas. Este é um imenso desafio pois o vidente tem que traduzir em palavras todas as informações contidas na imagem o que requer um alto nível de detalhamento e capacidade de percepção para não excluir nenhuma informação útil.

Em livros infantis que também levam em consideração pessoal com baixa visão, os livros são híbridos, podendo ser impressos em cores de alto contraste e com os caracteres Braille impressos em cima das letras impressas.

Os desenhos também são feitos com linhas bem definidas permitindo que pontos Braille representem os contornos, linhas e figuras. Com essa possibilidade os livros infantis, como o Dorina Viu - Figura 4.4, podem transmitir noções de forma, tamanho, posição, dentre outras características.

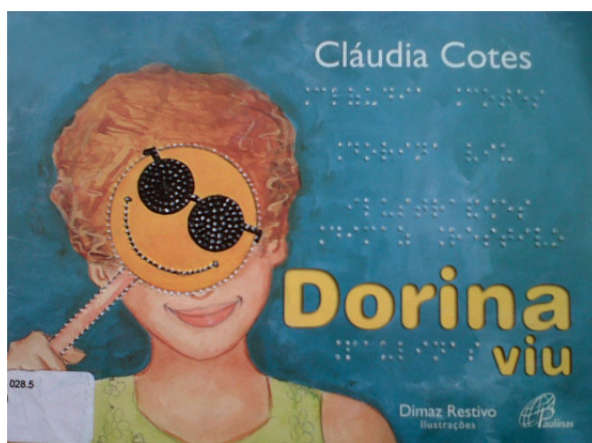


Figura 4.4: Reprodução do Livro Dorina Viu - [9] - Fonte: COTES, 2006

4.3.2 Impressoras Braille

Somente os livros impressos por editoras não englobam totalmente a necessidade de leitura dos deficientes visuais, buscando estender o acesso a qualquer tipo de material digital escrito foram desenvolvidas diversas versões de impressoras Braille, Figura 4.5, algumas comerciais e outras até como projeto de termino de curso de áreas da engenharia em universidades brasileiras.

4.3.3 *Display* Braille

Alguns projetos também são apresentados com intuito semelhante ao deste trabalho que é a apresentação dos caracteres Braille, porém são uteis aos cegos que já tem grande fluência de leitura. Esses teclados, linhas e *displays* Braille, Figura 4.6 reduzem a necessidade de impressões ou leitores de tela.



Figura 4.5: Impressora Braille - [12] - Fonte: LONDRINA, 2016.



Figura 4.6: Linha Braille [19] - Fonte: SAKUMA, 2016.

Embora muito úteis aos deficientes visuais que já conhece o sistema Braille, não são efetivos no apoio à alfabetização, uma vez que o tamanho reduzido da cela Braille dificulta o primeiro contato. Crianças que não treinaram a destreza e sensibilidade das mãos teriam dificuldade no uso desta tecnologia.

4.3.4 Teclado Braille

Para os alunos que já leem em Braille e tem maior afinidade com computadores e *smartphones* existem diversas versões de teclados com a capacidade de exibição dos caracteres Braille. Alguns teclados possuem uma linha Braille em sua parte superior ou inferior.

Dentre os diversos modelos existentes, alguns apresentam o teclado comum e outros os teclado Braille propriamente dito com as oito teclas e barra de espaço além de algumas funcionalidades específicas - Figura 4.7.

Para o primeiro tipo de teclado o usuário tem que possuir o conhecimento do *layout* e de seu respectivo idioma de entrada. Algumas usuários já conheciam a disposição das letras nesse tipo de teclado antes de perderem a visão e outras aprenderam já cegas, mas independentemente a digitação fica atrelada a exibição dos caracteres na linha tátil do teclado.



Figura 4.7: Exemplos de Teclado Braille [23] - Fonte: TECK, 2016

No segundo modelo o usuário precisa saber somente a codificação em pinos dos caracteres que deseja digitar e sua inserção segue conforme é feita na máquina de escrever Braille.

Ambos os tipos de teclado exigem a sensibilidade do usuário para ler símbolos que respeitam as dimensões da Cella Braille, aqueles já leem em Braille conseguem fazer bons usos destes tipos de teclado.

Ainda assim para a boa utilização de teclados especiais como os citados os sistemas operacionais devem ter suporte aos mesmos, devem estar corretamente configurados para o maior aproveitamento da tecnologia.

4.4 Análise Comparatória das Tecnologias e Recursos Didáticos

A proposta deste trabalho está relacionada com uma tecnologia para apoio à alfabetização em Braille.

Outra característica a ser observada é que o custo desta tecnologia seja baixo o suficiente para que uma escola ou mesmo o deficiente visual possa adquirir.

Quanto aos requisitos de uso consideramos apenas os alunos que já possuem contato com computadores e *smartphones*, visto que estes dispositivos podem trabalhar com estes periféricos.

O UnBraille foi criado justamente para uso do deficiente visual que está aprendendo o sistema Braille. O uso da plataforma Arduino, que é muito popular e barata, propiciou o baixo custo do dispositivo.

O UnBraille, utiliza a síntese de voz do *smartphone* para reproduzir os sons relativos ao caracteres que estão sendo reproduzidos. Isso facilita manutenção do código e evita a necessidade de um módulo de voz para o dispositivo de exibição.

Tabela 4.1 faz uma comparação entre as tecnologias citadas e o UnBraille visando comparar se elas possuem ou não, tecnologia auditiva, tátil e um preço acessível.

Tabela 4.1: Comparação das Tecnologias.

| | DOSVOX | JAWS | Virtual Vision | Orca Linux | UnBraille |
|-----------------|--------|------|----------------|------------|-----------|
| Auditiva | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Tátil | Não | Não | Não | Não | Sim |
| Preço Acessível | Não | Não | Não | Sim | Sim |

A Tabela 4.2 faz uma comparação entre os recursos pedagógicos existentes e as possibilidades do UnBraille.

Tabela 4.2: Comparação dos Recursos Pedagógicos.

| | Reglete | Máquina de Escrever | Impressora | Linha Braille | Teclados Braille | UnBraille |
|----------------------|---------|---------------------|------------|---------------|------------------|-----------|
| Auditiva | Não | Não | Não | Sim | Sim | Sim |
| Tátil | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Preço Acessível | Sim | Não | Não | Sim | Não | Sim |
| Uso na Alfabetização | Sim | Sim | Não | Não | Não | Sim |

Capítulo 5

Proposta do Sistema

Como proposta de uso do material que é resultado deste trabalho, faz necessário descrever como será a aplicação do dispositivo em uma rotina do processo de alfabetização.

A necessidade de um bom material de apoio já verificada anteriormente. Aqui será possível entender como nosso *software* pode ser utilizado em uma atividade pedagógica de alfabetização em Braille.

Também abordaremos as possibilidades de uso individual do *software*.

5.1 Requisitos do Sistema

Decorrente da entrevista disponível no Apendice 5.1.6 foram levantadas as necessidades do UnBraille.

1. Um programa que dê autonomia ao aluno que já utiliza o *smartphone* para aprender os caracteres Braille;
2. Um dispositivo que possa auxiliar o reconhecimento do caractere Braille sem a ajuda do professor;
3. Esse dispositivo tem que ser exibir os caracteres em alto relevo;
4. As dimensões devem respeitar a escala da cela Braille original;
5. Deve reproduzir o som da letra ou palavra que será exibida;
6. Acesso fácil às letras e números ou um atalho para os mesmos.

5.1.1 Identificação da Escola

Centro de Ensino Especial para Deficientes Visuais (CEEDV) Endereço: Ae - Sgas 612 - Asa Sul, Brasília - DF, 70200-000 Telefone: (61) 3901-7607

5.1.2 Justificativa da Escolha

O CEEDV atende pessoas com necessidades visuais específicas na região Plano Piloto e redondezas.

O CEEDV possui profissionais habilitados para alfabetização em Braille.

Neste centro existe a alfabetização em Braille e por esse motivo foi escolhido como ponto de partida para o estudo de caso.

5.1.3 Descrição das Observações

A primeira observação foi realizada no dia 20 de maio de 2016, no turno da tarde.

Solicitei autorização para uma visita prévia na instituição pessoalmente e foi acompanhado pela orientadora Karina Gonçalves presente no turno da tarde.

Essa visita inicial foi essencial para definir o escopo do projeto e confirmar o potencial da instituição em foco. Verifiquei que o CEEDV se encaixa perfeitamente como alvo de um estudo de caso.

A escola trabalha em turno matutino e vespertino de segunda a sexta.

Para realizar uma visita oficial e ser atendido pelo diretor da escola fui orientado a solicitar a autorização formal via UnB para a regional de ensino do Plano Piloto.

Com essa autorização poderei assistir as aulas ministradas no local e colher informações para propiciar o andamento dos trabalhos.

5.1.4 Impressões Iniciais

O centro atende deficientes visuais em diversas faixas etárias. Em especial para este trabalho existem duas atividades de alfabetização em Braille.

A primeira é executada com as crianças do ensino infantil. A orientadora presente no momento da visita informou que o trabalho realizado com as crianças abrange um exercícios com finalidade de estimular a o tato dos alunos e a sensibilidade dos dedos propiciando a leitura da cela Braille.

São desenvolvidos atividades com objetos de diversos tamanhos, trabalhos com massa de modelar e com celas Braille de tamanho grande.

Posteriormente e a medida que o aluno vai progredindo a cela é substituída por uma menor.

O processo de ensino Braille para o EJA é similar. Contudo existe uma grande resistência por parte dos adultos.

Segundo a orientadora os adultos do EJA normalmente perderam sua visão já em idade mais avançada e interpretam as atividades de treinamento do tato como brincadeira e se

recusam a realiza-lo. Como consequência disso esses alunos não desenvolvem a habilidade de reconhecer os símbolos na cela Braille grande e tão pouco os das celas menores.

Assim esses alunos abandonam o aprendizado do Braille e tendem a optar por outros métodos.

Após obter autorização formal pela Regional de Ensino do Plano Piloto uma visita oficial foi realizada em 07 de outubro de 2016. Nesta data foi autorizado o acompanhamento completo da atividade de alfabetização juntamente com o profissional habilitado para tal.

O Diretor do CEEDV concedeu acesso às instalações e designou três pessoas para acompanhar a visita e responder aos questionamentos, a Vice-Diretora, a Orientadora Pedagógica e a Professora de Alfabetização Braille.

5.1.5 Dificuldades Verificadas

Durante a observação foi possível verificar a dependência exclusiva de um professor especializado no sistema Braille.

As atividades demandavam atenção exclusiva, pois o aluno não tinha referência de correção, somente o professor.

A presença de um monitor, que não conhecesse o símbolos, somente iria ajudar em tarefas administrativas ou de organização da sala de aula. Pouco seria útil para uma atividade de ditado ou transcrição de textos em Braille.

5.1.6 Entrevistas Realizadas

Para levantar o problema que seria alvo deste trabalho foram feitas perguntas abertas aos profissionais e como não havia um assunto delimitado as perguntas não foram direcionadas.

Entrevista com a Diretora

Quais as tecnologias assistivas existentes no CEEDV?

R: Livros e Impressoras Braille, Computadores com os *softwares* JAWS e DOSVOX. Estes recurso existem em quantidade suficiente para todos os alunos.

R: Não

Existem profissionais capacitados para acompanhar os alunos no uso dos computadores?

R: Nem sempre. Os alunos que utilizam esse recurso já possuem intimidade com os equipamento.

Existe algum professor deficiente visual no CEEDV?

R: Sim

Entrevista com a Orientadora Pedagógica

Como são organizadas as turmas de alfabetização em Braille?

R: A maior separação está na faixa etária. As crianças geralmente respondem melhor à alfabetização em Braille pois encaram como novidade aceitam normalmente as atividades pedagógicas. Os adultos não tem "paciência" e normalmente abandonam o Braille partindo para outras atividades.

Porque os adultos abandonam o Braille?

R: Os adultos tem dificuldade de realizar tarefas de adestramento e sensibilidade com as mãos ou dedos. Eles acham que estas atividades são somente para as crianças. Preferem aprender a utilizar o computador. Eles preferem as atividades que utilizam tecnologia.

Entrevista com a Professora de Alfabetização Braille

Quantos alunos geralmente uma turma de alfabetização comporta?

R: Normalmente seis alunos, mas a atividade é individual com cada um deles.

Que tipo de atividade individual é executada?

R: Montagem dos caracteres Braille em celas de diversos tamanhos, reconhecimento dos símbolos, cópia de letras, separação em sílabas, dentre outras atividades.

Como o aluno é acompanhado?

R: Individualmente, cada tarefa é pensada de acordo com o nível do aluno. Na mesma turma existem alunos com níveis diferentes de aprendizado em Braille. Alguns alunos ficaram cegos depois de adultos e já sabiam ler e escrever e apenas estão em um processo de transferência Braille.

Quais as dificuldades mais comuns?

R: Como os alunos devem ser atendidos individualmente, uma só professora tem dificuldade em sanar todas as dúvidas. Não há dúvidas genéricas e nem há como sanar em conjunto.

Quais as dúvidas mais frequentes?

R: A composição, em pontos, dos caracteres Braille que o aluno quer escrever. Não há fonte de consulta efetiva, só o quadro de relação. Este quadro só ajuda aos alunos que já conhecem o Sistema de Escrita Alfabética.

Que tipo de tecnologia os alunos costumam usar?

R: A grande maioria dos alunos utilizam os *smartphones* para enviar e receber mensagens, fazer ligações e acessar mídias sociais.

Eles precisam de auxílio para acessar o *smartphone*?

R: Não. Eles utilizam o *smartphone* com a opção de acessibilidade visual ativada. Eles sabem abrir e fechar os programas. Os que já sabem escrever digitam o texto, mas a maioria utiliza mensagens de voz para se comunicar.

Que tipo de ferramenta seria útil nas atividades de sala de aula?

R: Uma ferramenta que concedesse maior autonomia ao aluno. Que permitisse ao mesmo estudar enquanto o professor está fora de sala.

5.2 Papel do Professor e Aluno

Precisamos definir os papéis dos atores, neste caso o professor e o aluno, para delimitar o uso do UnBraille.

O professor é aquele que cria a necessidade de se conhecer um caractere específico do sistema Braille. Esta necessidade estará atrelada a uma atividade planejada como um ditado ou escrita de uma palavra predefinida.

O aluno é aquele que, ao receber uma atividade, necessita reconhecer o caractere para poder copiá-lo, separá-lo ou agrupá-lo, dependendo da atividade descrita pelo professor.

Para tanto o aluno utiliza o conhecimento apreendido até o momento e recorre ao professor quando tem alguma dúvida

5.3 Descrição da Situação Problema

Um dos objetivos deste trabalho foi a participação do processo de alfabetização ou transferência braille em uma instituição especializada na educação e pessoas com necessidades visuais específicas.

Conforme relatório constante no visita 5.1.1 o Centro para Ensino Especial para Deficientes Visuais - CEEDV foi a instituição escolhida para as visitas da pesquisa exploratória.

No contexto das aulas foram observados os procedimentos utilizados pelos professores para propiciar a alfabetização e transferência braille.

No caso de alfabetização, o que ocorria quando os alunos, geralmente crianças, não possuíam noções do Sistema de Escrita Alfabética, sendo assim totalmente alfabetizadas em braille. Este foi um evento observado muitas vezes pois a grande maioria dos alunos já eram da Educação de Jovens, Adultos e Idosos.

Esses alunos ao contrário das crianças que já nasceram cegas, tornaram-se cegas já adultas ou na juventude, conhecem o SEA 2.7 e portanto estavam participando do processo de transferência braille que como já foi passado na seção 2.7.

É nesse contexto que nosso *software* entra como ferramenta auxiliar no processo de alfabetização em Braille.

5.3.1 Casos de Uso

O primeiro caso de utilização, onde o *software*, tem sua utilização evidenciada, é na atividade de apresentação do alfabeto, dos caracteres numéricos e símbolos do sistema Braille.

O professor precisa apresentar cada um dos símbolos para o aluno e acompanhar seu desenvolvimento no reconhecimento. É o professor que seleciona conforme Figura 5.1 um caractere e passa ao aluno a tarefa de realizar uma cópia.

O acompanhamento é feito de maneira individual e exige cautela pois deve ter certeza que o aluno entendeu a tarefa, está de posse do caractere certo para reproduzir e, ao final da tarefa, se a reprodução está correta.

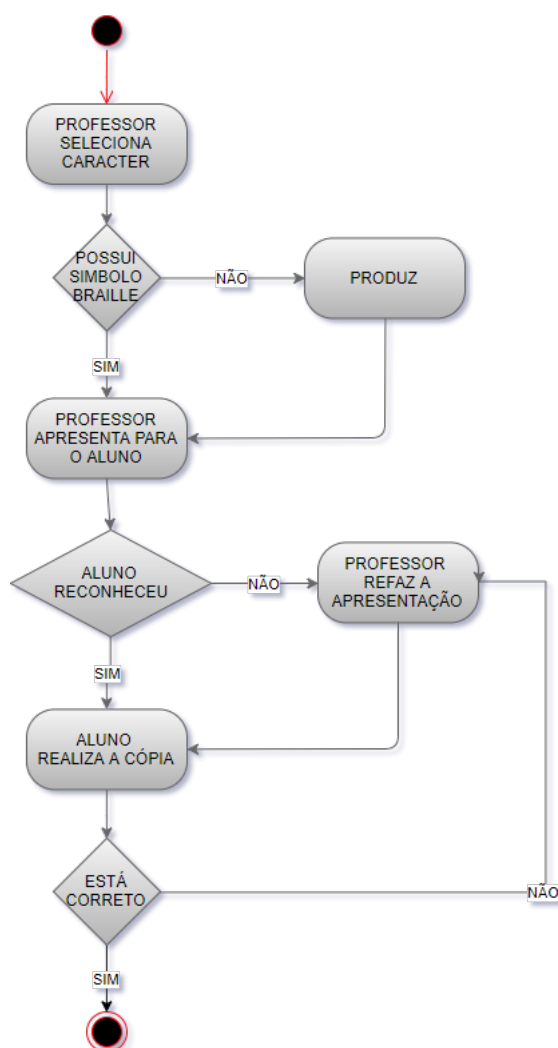


Figura 5.1: Diagrama de Atividade Cópia.

Observe que neste caso o professor, ao selecionar uma palavra à um caractere, deixa ao aluno com a necessidade de conhecer as letras que a compõe.

Uma atividade simples de cópia, seja ela com reglete Braille ou com máquina de escrever Braille, exige a presença contante do professor ou de monitor que conheça os símbolos.

A mesma atividade com ajuda do nosso *software* exigiria apenas uma intervenção do professor, visto que o aluno pode novamente selecionar o caractere a qualquer tempo conforme Figura 5.2.

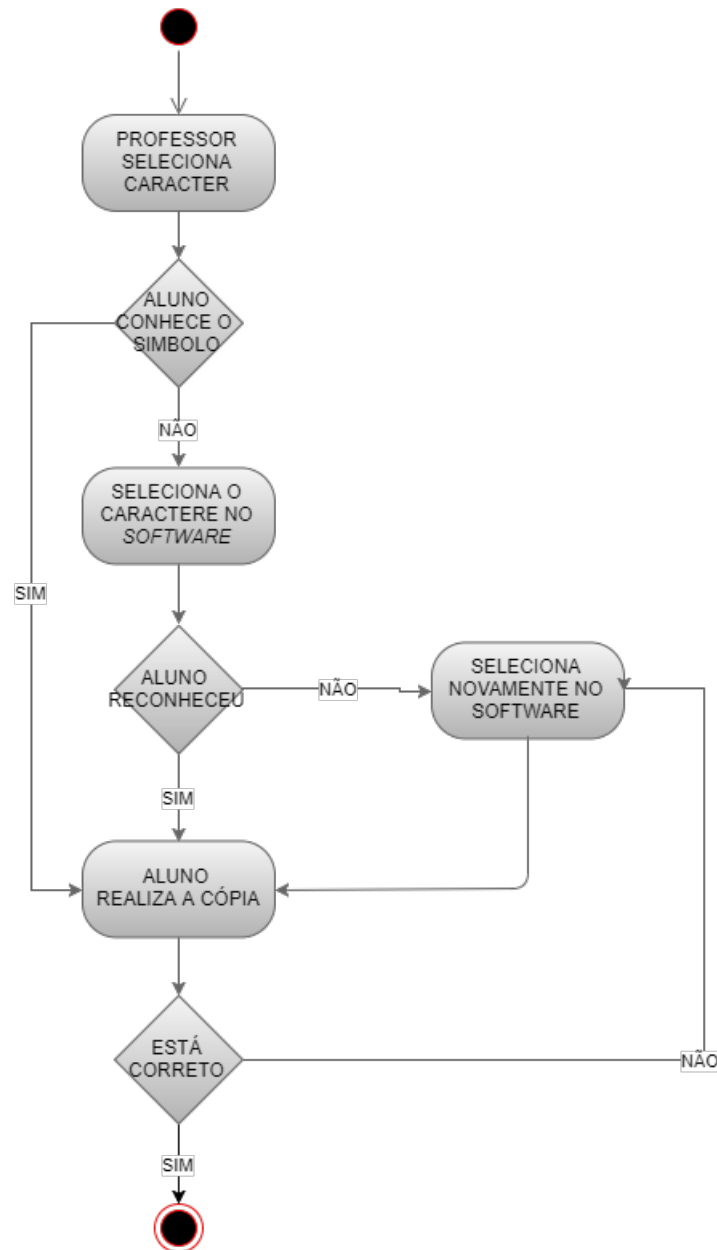


Figura 5.2: Diagrama de Atividade Cópia com *Software*.

Estamos levando em consideração os casos em que o aluno com auxílio do recursos acessibilidades nativos dos *smartphones* atuais como *TalkBack* para o *Android* e *Voice-Over* presente no *IOS*. Essas ferramentas de acessibilidade permitem ao usuário realizar

atividades de navegação e seleção no *smartphone*, sendo as únicas necessidades para se utilizar o *software*.

O último caso, mas não menos importante, é da apresentação simples dos caracteres, dos algarismos e dos símbolos do Braille.

A atividade normalmente leva em consideração produção ou a seleção dos símbolos Braille dentre os disponíveis nas salas de aula. Nem sempre o símbolo necessário está a disposição sendo assim preciso adquiri-lo ou produzi-lo.

Como as escolas públicas devem obedecer às Leis de aquisição de material, a aquisição oportuna de material Braille acaba ficando dificultada. O professor passa então para a segunda linha de ação, que é a produção de seu próprio material didático conforme já apresentado na anteriormente na seção 2.5

A necessidade neste caso é suprir a falta de material, ou mesmo, agilizar o processo de exibição dos símbolos para o aluno, levando em consideração que o professor não vai precisar procurar nem selecionar símbolos, uma vez que o *software* permite a repetição de símbolos, bem como a escrita de palavras.

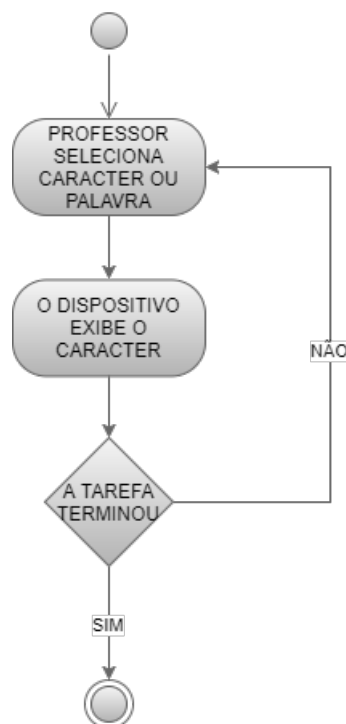


Figura 5.3: Diagrama de Atividade de Exibição de Símbolo com *Software*.

A Figura 5.3 mostra a simplicidade em selecionar e apresentar os símbolos com o *software* e o dispositivo, demonstra que o tempo do professor pode ser otimizado para realizar planejamento mais aprofundados em outras práticas didáticas.

5.4 Funcionamento do *software*

O processo de exibição e funcionamento do software ocorre da seguinte maneira.

O *software* possui um campo de entrada de texto, um botão enviar, um espaço de exibição, uma lista de letras e uma de números.

Além dos itens acima existe um botão conectar, um campo de exibição da situação da conexão *bluetooth* e um botão “enviar”.

No caso em que o professor está utilizando o *software* o mesmo pode proceder a utilização conforme a seguir:

1. Realiza a conexão, via *bluetooth* com o dispositivo de exibição,
2. Escolhe uma letra ou digita uma palavra a ser exibida,
3. Clica em enviar, para exibir o caractere ou palavra.

O UnBraille é composto de dois componentes, o *software* faz a iteração com o aluno que necessita fazer a exibição do caractere Braille, envia para o dispositivo este caractere via *bluetooth*. O dispositivo de exibição recebe o caractere, verifica que ele existe no banco de dados e recupera o conjunto de pinos que o compõe.

O código carregado na placa Arduino do dispositivo faz um mapeamento entre os pinos lógicos do banco de dado e seis servos motores também ligados a placa. Ele verifica quais pinos devem estar levantados e comanda aos servo motores que levante os pinos reais.

Se a operação for de exibição de uma palavra ou letra digitada na caixa de texto, o dispositivo exibirá todos os caracteres com um intervalo de um segundo entre eles.

Caso a exibição seja de uma letra ou número das listas de seleção o dispositivo somente exibe a respectiva letra e fica aguardando o próximo caractere a ser exibido conforme Figura 5.4.

Para viabilizar a proposta de produção um sistema contendo um programa e dispositivo físico com a finalidade de auxiliar o ensino dos caracteres básicos do sistema Braille, abordaremos tópicos que devem ser estudados.

1. Sistema de Interface
2. Dispositivo seus componentes
3. Funcionamento

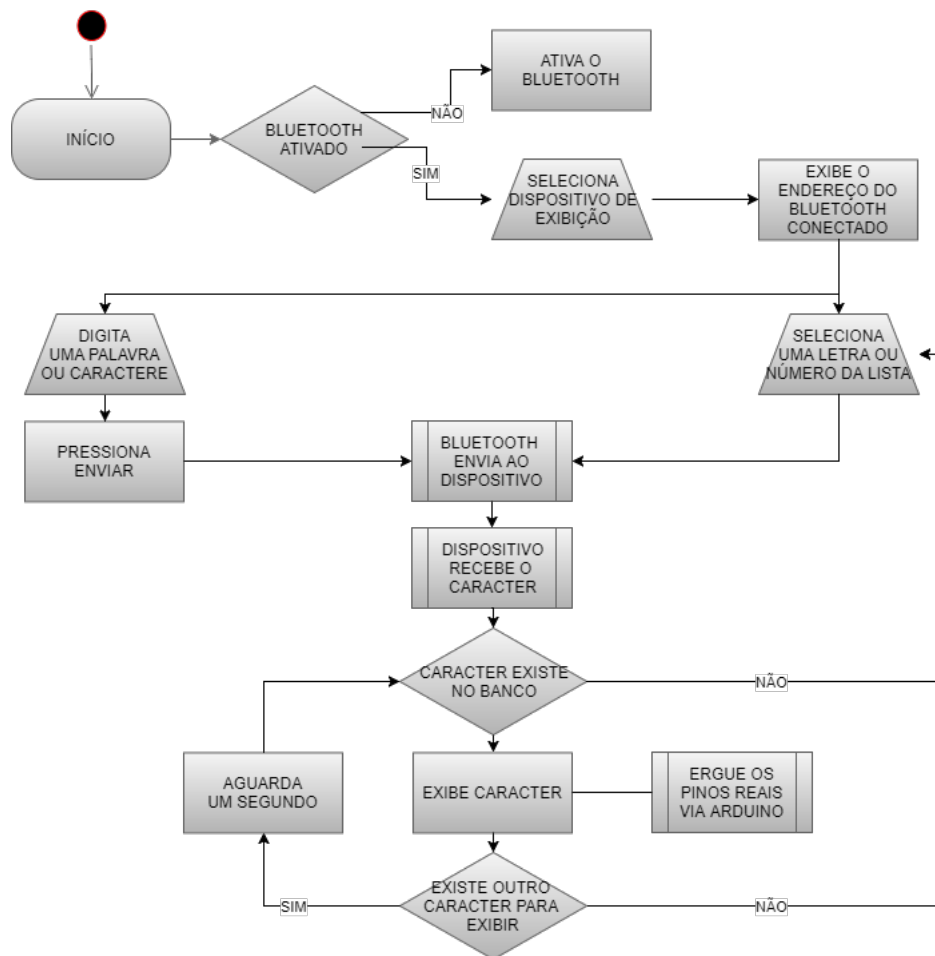


Figura 5.4: Diagrama Geral do UnBraille.

5.5 Sistema de Interface

O sistema de interface, que chamamos de **UNBraille** é o componente do projeto com o qual o educador e o aluno irão interagir para manipular os caracteres seu ícone no sistema Andoide é representado pela Figura 5.5.



Figura 5.5: UNBraille Ícone.

O planejamento é tal que, utilizar um aplicativo de *smartphone* para apresentar os

caracteres Braille, seja tão simples como escolher os símbolos Braille em uma estante ou em uma caixa. É importante que seja simples o suficiente para que possa ser entregue ao aluno e que ele consiga interagir sem dificuldades.

Com isso o sistema deve ter um módulo único sem muitas configurações para uso do aluno, onde o mesmo poderá realizar as tarefas sem o auxílio do professor.

5.5.1 Funcionalidades

Ao utilizar o sistema o educador terá acesso à algumas funcionalidades.

1. Um menu inicial onde é realizado a conexão com o dispositivo via *bluetooth*.
2. Uma caixa de inserção onde é possível inserir caracteres únicos e palavras para exibição em braille.
3. Listas de seleção onde podem ser escolhidos caracteres dentre letras, números

5.5.2 Menus e telas do programa

A tela principal exibida na Figura 5.6 compreende de alguns elementos dispostos de forma simples aproveitando o máximo de espaço.

A distribuição levou em consideração a possibilidade de um aluno cego ou com baixa visão, já utilizador de recursos de leitura de *smartphones*, poder interagir com o aplicativo.



Figura 5.6: UNBraille Tela Principal.

No topo da tela há uma caixa de texto onde é exibido estado do *bluetooth*, em seguida um botão para iniciar ou encerrar a conexão com o dispositivo.

Na parte central do programa existem uma caixa inserção de texto e um espaço onde são exibidos os caracteres enviado e os que já foram exibidos no dispositivo.

Logo abaixo existem duas as listas de seleção uma Letras e outra de Números conforme Figura 5.7.

Após a seleção das letras e dos números a partir de uma das lista o aplicativo também reproduz em áudio o que está sendo enviado para o dispositivo de exibição. Controlando o volume do *smartphone* é possível realizar atividades sem o áudio.

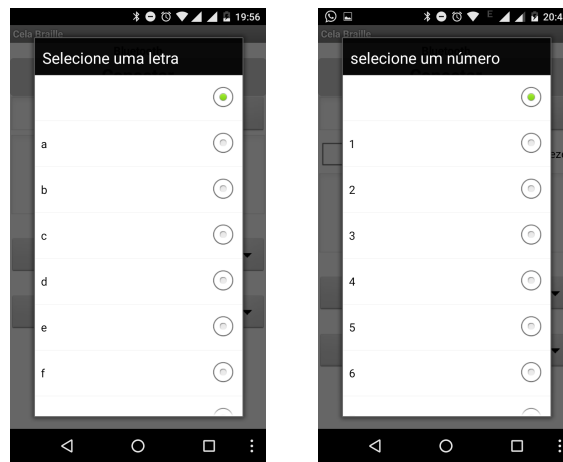


Figura 5.7: Listas de Seleção.

5.5.3 Código da Aplicação

A aplicação foi desenvolvida com base em uma ferramenta desenvolvida pelo *Massachusetts Institute of Technology* - MIT [14] que permite a qualquer pessoa, que entenda apenas de lógica de programação, desenvolver um aplicativo para a plataforma Android. Esta aplicação é chamada MIT App Inventor.



Figura 5.8: Logotipo do MIT App Inventor - Fonte MIT [14]

A opção de diagramação do aplicativo por disposição em uma paleta padrão e a programação por códigos em blocos permite a fácil manutenção da aplicação por outras pessoas.

Foi levado em consideração também que, dessa maneira, seria possível incentivar a tradução para qualquer outra linguagem que um, possível futuro programador, queira continuar a desenvolver.

No apêndice B estão o projeto da aplicação e o código das funções do Arduino.

5.6 Dispositivo e seus componentes

O complementando o sistema a criação de um dispositivo mostrado na Figura 5.9, capaz de receber informações do sistema de interface e exibí-las mecanicamente para o aluno com deficiência visual é a parte mais trabalhosa e importante do projeto. As dimensões das peças necessárias estão descritas na no Apêndice A.

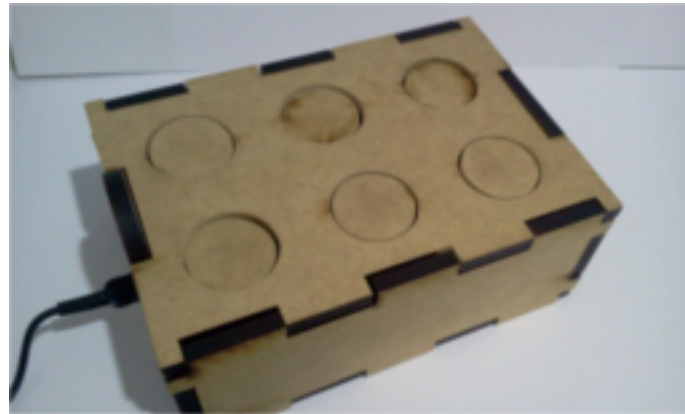


Figura 5.9: Dispositivo de Exibição.

Simula uma cela Braille, cujos pinos, são movidos por servo motores, possuindo uma saliência arredondada em na parte de cima que orienta o usuário sobre a posição do pino 1.

A vista interna do dispositivo nos permite localizar as peças utilizadas na sua construção, Figura 5.10.

As peças estão disposta da seguinte maneira:

- A - Arduino Nano
- B - Placa de Expansão
- C - Adaptador Bluetooth
- D - Servo Motor
- E - Pino de Madeira
- F - Estrutura de Madeira

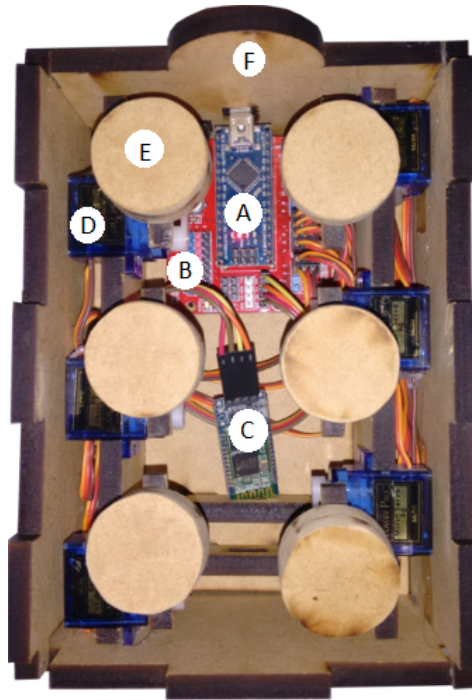


Figura 5.10: Dispositivo de Exibição.

No mercado existem algumas soluções para comunicação entre o computador e dispositivos eletrônicos. A opção mais econômica e disponível atualmente é a plataforma Arduino.

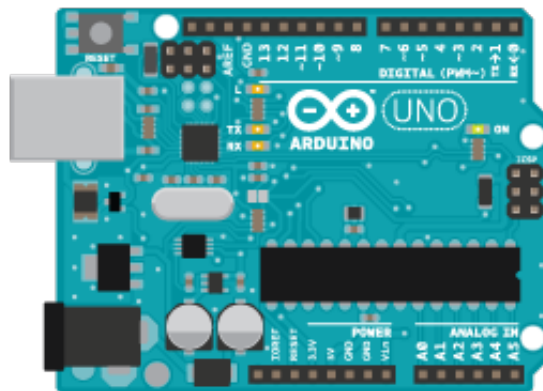


Figura 5.11: Arduino [1] - Fonte ARDUINO, 2017.

Composta de ambiente de desenvolvimento integrado, Figura 5.12 e de uma série de placas compatíveis, o Arduino, Figura 5.11, propicia uma vasta coleção de periféricos e dispositivos acopláveis que facilitarão a montagem do projeto Arduino [1] (2017).

As primeiras placas Arduino foram criadas em 2005 pelo professor Massimo Banzi na Itália. Banzi tinha a intenção em ensinar conceitos de programação e de eletrônica para seus alunos, mas existiam placas de baixo custo no mercado, o que dificultava as aulas. Sua decisão foi criar essa placa de baixo custo, (Arduino [1], 2017).

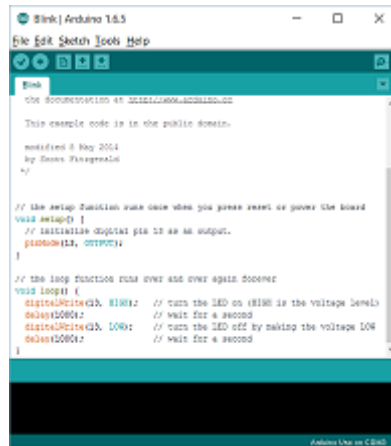


Figura 5.12: Arduino IDE [1] - Fonte ARDUINO, 2017.

A placa Arduino Uno possui dentre seus componentes, 14 pinos digitais de *input* e *output* (com 6 deles possibilitando PWM por padrão), 6 inputs analógicos, conexão USB, entre outros. Sua principal diferença entre ele e as outras placas é que o modelo UNO possui o microcontrolador Atmega16U2 ao invés do FTDI. Seu nome “UNO” significa 1 (um) em italiano, e significa o lançamento da versão 1.0 do Arduino, e também serve como o modelo de referencia para comparação com as versões anteriores do Arduino [1] (2017).

O modelo UNO pode ser alimentado pelo próprio cabo USB, e também por uma fonte de alimentação externa, como por exemplo uma bateria. A placa opera com uma tensão de 6 até 20 volts. O Arduino possui diferentes tipos de pinos de alimentação, são eles: VIN (serve para alimentar o pino com a tensão vinda da fonte externa de alimentação, diferente dos 5 volts que são alimentados pela conexão USB), 5V (alimenta o pino com uma tensão de 5 volts, que pode ser obtida da conexão USB, da alimentação externa ou da tensão recebida pelo pino VIN), 3V3 (uma tensão de 3.3 volts gerada pelo regulador encontrado na placa), GND (é o pino do *ground*, ou terra), IOREF (da a tensão de referencia na qual o microcontrolador opera), (Arduino [1], 2017).

5.6.1 Versão Utilizada

Um dos pontos que foram observados na escolha do material escolhido para trabalho foi o fator custo. A plataforma Arduino possui dezenas de versões que cujas variações embarcam tamanho, potência, número portas digitais e analógicas, com cada uma dessas versões apresentando preços variados, (Arduino [1], 2017).

Além do preço as dimensões foram levadas em consideração. Assim a versão Arduino Nano foi escolhida para compor o protótipo devido ao seu baixo custo e dimensões reduzidas, (Arduino [1], 2017).

As dimensões consideradas levaram em conta uma proporção de 1/25 do tamanho normal de uma cela braille original e o dispositivo desenvolvido. O tamanho final se deu pela necessidade de peças móveis, servo motores e do próprio conjunto arduino e sua plataforma de expansão, (Arduino [1], 2017).

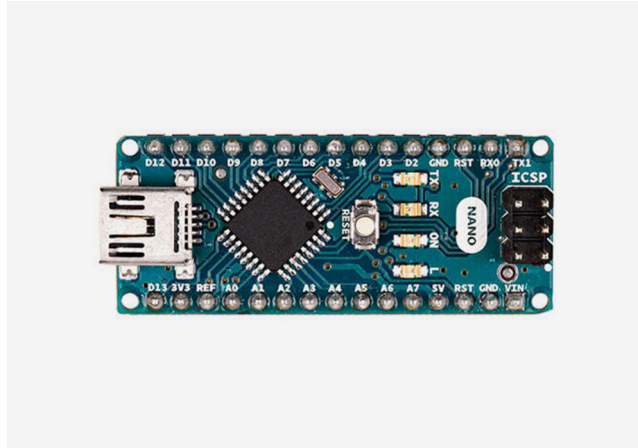


Figura 5.13: Arduino Nano [1] - Fonte ARDUINO, 2017.

O Arduino Nano é pequeno o suficiente para garantir as dimensões planejadas para o dispositivo de saída, ele não tem apenas a tomada de alimentação DC, e funciona com um cabo USB Mini-B em vez de um padrão, o que não foi problema pois as placas de adaptação que substituíam a necessidade de uma *protoboard* além de prover a possibilidade de alimentação DC. Sua plataforma de expansão embora aumente um pouco as dimensões do conjunto oferece facilidades como alimentação próxima aos pinos de controle, o que facilita a utilização de módulos comerciais, (Arduino [1], 2017).

O Arduino Nano como as demais placas Arduino pode ser programada através do Arduino IDE Figura 5.12 na linguagem C e respeita a numeração das portas digitais e analógicas iniciais das versões.

O fato do código poder ser reutilizado garante o reúso quando versões posteriores e mais úteis forem lançadas. Claro que a prototipação tem caráter meramente educacional e não seria comercial o uso de qualquer versão do Arduino para produção em maior escala do dispositivo, pois o dispositivo é reprogramável e poderia ter seu código sobrescrito proposital ou acidentalmente.

Esta placa é responsável por garantir alimentação de 12 volts de corrente contínua ao Arduino nano bem como aos demais componentes da cela braille. Alguns dos componentes precisam de alimentação de 5 volts o que também é oferecido pela placa.

Embora pudesse ser utilizado uma versão do Arduino que possuísse mais portas digitais para resolver a questão da alimentação seria demandado maior esforço. O fator de substituição de peças também foi considerado, pois os componentes são relativamente



Figura 5.14: Placa de Expansão [1] - Fonte ARDUINO, 2017.

baratos se comparados a placas mais robustas, assim para substituir um componente queimado o custo seria menor, (Arduino [1], 2017).

Como existia a necessidade de criar a mobilidade dos pinos algumas opções foram cogitadas durante a produção do dispositivo. Uma delas seria o uso de atuadores do tipo solenoides para realizar os movimentos de subir e descer dos pinos. Essa opção foi descartada porque em um certo momento da pesquisa verificou-se a necessidade de aumentar ou diminuir a altura dos pinos em relação ao nível zero, tornando-os mais ou menos salientes. Como os primeiros não cumpriam a finalidade esperada a opção por servo motores similares aos usados em aeromodelismo foi a mais adequada, (Arduino [1], 2017).

Os servomotores possuem potência suficiente para mover os pinos, respondem a ação do toque, ou seja mesmo que o usuário force o pino para baixo o servo motor retorna a posição que esta programado para ficar, e podem ter o grau de inclinação regulado pelo programa.

A comunicação entre o programa desenvolvido para a plataforma Android também possuía algumas opções. Uma delas seria a comunicação via Rede sem fio, o que demandaria um adaptador para redes sem fio para Arduino do qual existem diversos modelos e fabricantes, mas também demandaria um ponto de acesso sem fio sempre disponível, o que não era o interesse inicial do trabalho. Embora esta opção pudesse tornar mais abrangente o uso do dispositivo, pois permitira a administração de mais de um dispositivo pelo mesmo aplicativo, ela também iria onerar mais o projeto.



Figura 5.15: Servo Motor [1] - Fonte ARDUINO, 2017.

A segunda opção similar à primeira seria uma conexão via placa de rede física para o Arduino mais de mesmo modo demandaria pontos de acesso para o dispositivo além do acesso à rede sem fio para o equipamento Android.

A terceira opção e a adotada foi a comunicação via *bluetooth*. Além de reduzido tamanho as placas adaptadoras *bluetooth* tem um valor muito baixo e são de fácil reposição. Outro fator considerado é que o código utilizado para comunicação entre o programa e o dispositivo é muito simples e de fácil manutenção.

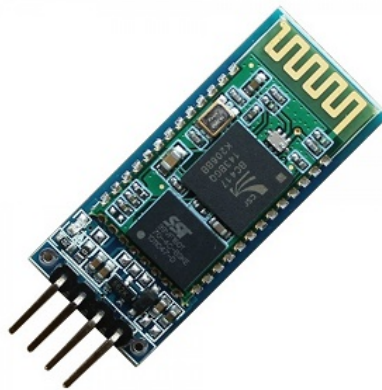


Figura 5.16: Adaptador *Bluetooth* [1] - Fonte ARDUINO, 2017.

Além das peças e componentes em Arduino foi elaborado um conjunto com dimensões 150 x 100 mm em madeira e suas partes internas móveis com a intenção de receber os componentes e executar as exibições dos caracteres braille.

Durante a pesquisa para elaborar o modo como seria construída esta parte do projeto o uso de uma impressora 3D foi cogitada contudo a indisponibilidade e custo inviabilizaram esta como primeira opção.

Como alternativa disponível e barata o corte das peças em madeira utilizando uma cortadora laser CO^2 foi a opção adotada. O corte utilizando este tipo de equipamento

viabiliza a produção de peças com espessura de 2, 3 e 6 mm com uma precisão excepcional no corte o que, com os devidos ajustes, se adapta corretamente às necessidades do projeto.

As especificações e montagem da estrutura do dispositivo estão no Apêndice A.

5.6.2 Custos

Um dos objetivos é que o custo do projeto não fosse elevado. Assim o preço médio das peças utilizadas foi levado em consideração na sua escolha.

A tabela abaixo contém preços médios dos componentes já listados anteriormente e inclui o preço relativo ao corte laser das peças de madeira utilizado na estrutura do dispositivo.

Tabela 5.1: Preços dos Componentes

| Componente | Preço - R\$ | Quantidade Utilizada | Subtotal por Componente - R\$ |
|---------------------|-------------|----------------------|-------------------------------|
| Arduino Nano | 19,90 | 1 | 19,90 |
| Placa de Expansão | 13,00 | 1 | 13,00 |
| Servo Motor | 9,00 | 6 | 54,00 |
| Adaptador Bluetooth | 18,00 | 1 | 18,00 |
| Corte MDF Laser | 20,00 | 1 | 20,00 |
| Total - R\$ | | | 98,00 |

Estes preços podem ser reduzidos se levarmos em consideração a compra em quantidade maior, mas o valor total gasto já atende à intensão do trabalho.

Capítulo 6

Considerações Finais

O UnBraille foi projetado para dar autonomia aos deficientes visuais auxiliando nas atividades de alfabetização.

Ele permite que o aluno que utilizador de um *smartphone* possa estudar de forma autônoma os caracteres do sistema Braille sem a ajuda de um professor.

A escala utilizada respeita as dimensões didáticas da primeira fase da apresentação dos caracteres Braille.

Tem a robustez necessária para ser manoseada tanto por crianças quanto para adultos, pois sua estrutura produzida em madeira garante resistência ao equipamento.

A utilização dos servo motores permite que os usuários toquem os pinos com mais pressão, os mesmos retornam a posição estipulada pelo Arduino caso sejam pressionados com muita força. Enquanto pressionados os servo motores que estão atuando também vibram, proporcionando mais um estímulo ao deficiente visual.

Durante a pesquisa de campo e durante as atividades no CEEDV não foi encontrado, a disposição do público abrangido, nenhum produto semelhante ao exposto.

6.1 Validação do UnBraille

A aceitação, por parte dos profissionais desta instituição, em relação às facilidades oferecidas pelo UnBraille na alfabetização pessoas cegas demonstra a viabilidade de implantação de uma versão para uso contínuo, não somente no CEEDV, mas em outras salas de recursos existentes no Distrito Federal.

A validação foi conduzida por um professor do CEEDV e contou com a presença de quatro alunos:

- Um aluno que tinha pequena dificuldade na expressão verbal.
- Uma aluna estava em alfabetização tardia, ou seja, já adulta.

- Um aluno já era alfabetizado em Braille, que contribuiu com a adequação do equipamento.
- Um aluno cursava o curso de Letras na Universidade de Brasília

Todos conseguiram reconhecer os caracteres corretamente.

Os que possuíam *smartphones* conseguiram utilizar o programa com a acessibilidade ativada.

6.2 Trabalhos Futuros

Contudo a iniciativa foi de uso do protótipo elaborado com os recursos disponíveis durante a fase de execução dos trabalhos.

Outras tecnologias de baixo custo estão disponíveis e estudadas pelos cursos oferecidos na Universidade de Brasília.

Embora tenha significativa robustez, nosso protótipo poderia se beneficiar de design mais ergonômico e resistente, pois também pode ser manuseado por crianças e por pessoas com outras síndromes que afetam o controle sobre a força.

Novas versões criadas com impressão em três dimensões poderiam facilitar a reprodução do UnBraille para as escalas menores.

O uso do Arduino, que é uma plataforma de prototipação, pode ser substituído por uma solução específica em eletrônica, tais como as propostas no curso de Engenharia Eletrônica.

O uso do UnBraille para alfabetização em Braille foi apenas experimentado, sendo ainda, possível, uma formalização de uma metodologia de uso da ferramenta, campo de pesquisa que compartilha com as possibilidades da Faculdade de Educação.

6.3 Validação da Hipótese

Em relação às tecnologias encontradas o custo da reprodução do UnBraille para as salas de recursos multifuncionais é relativamente baixo, atingindo o proposto no objetivo deste trabalho.

O resultado da atividade com os alunos do CEEDV ratificou a relevância do UnBraille como apoio a alfabetização em Braille.

Referências

- [1] Arduino: *Arduino Home*. <https://www.arduino.cc/>, 2017. Acesso em: 06/06/2016. xi, 45, 46, 47, 48, 49
- [2] Birch, B.: *Personagens que Mudaram o Mundo - os Grandes Humanistas: Louis Braille*. Editora Globo, 1990. 15, 16
- [3] Borges, A.: *Projeto DOSVox*©. <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/ferramentas.htm>, 2010. Acesso em: 06/06/2016. x, 23, 24
- [4] Brasil: *Decreto Nº 5.296 de 02 dezembro de 2004*. Imprensa Oficial, 2004. 6
- [5] Brasil: *Grafia Braille para a Língua Portuguesa*. Imprensa Oficial, 2006. 18
- [6] Brasil: *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*. Imprensa Oficial, 2007. 12
- [7] Brasil: *Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa*. Imprensa Oficial, 2008. 18
- [8] Brasil: *Lei no 13.146/2015, Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)*. Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2015. 1, 23, 27
- [9] Cotes, C. e D. Restivo: *Dorina Viu: Braille*. Editora Paulinas, 2006. x, 28
- [10] Fernandes, A.M.: *Alfabetização e letramento: Definição de conceitos, apresentação de alguns dados sobre o fracasso escolar e discussão do papel social da escola*. Linguasagem, 2010. 4
- [11] Jouffroy, F.: *Buste de Louis Braille (1809-1852) de François Jouffroy*. http://petitmuseedubraille.free.fr/_ecriture-tactile/_e03.php, 2014. Acesso em: 06/06/2016. x, 17
- [12] Londrina, U.E. de: *Impressora braille e computadores*. http://www.uel.br/prograd/?content=nucleo_acessibilidade/tecnologias_assistivas.html, 2017. Acesso em: 06/06/2016. x, 29
- [13] MicroPower: *Logo Virtual Vision*. <http://www.virtualvision.com.br/>, 2016. Acesso em: 06/06/2016. x, 25
- [14] MIT: *Mit app inventor*. <http://appinventor.mit.edu/explore/about-us.html>, 2017. Acesso em: 01/07/2017. xi, 43, 61

- [15] Morais, A. G., E. B. C. Albuquerque e T. F. Leal: *Alfabetização: apropriação do sistema de escrita alfabética*. Belo Horizonte: Autêntica, pp. 71–88, 2005. 1, 10, 11, 13
- [16] Nascimento, F. A. A. A. C.: *Estudantes com Necessidades Especiais*, cap. Surdocegueira e os Desafios da Educação Inclusiva. Editora Wak, 2012. 12
- [17] Oliveira, L. M. B. *et al.*: *Cartilha do censo 2010: pessoas com deficiência*. Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012. x, 4, 5
- [18] Sá, E. D. de, I. M. de Campos e M. B. C. Silva: *Atendimento Educacional Especializado - Deficiência Visual*. Editora Cromos, 2007. x, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 21, 23
- [19] Sakuma, P.: *Linha braille*. <http://zerohora.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default2.jsp?uf=1>. Acesso em: 08/11/2016. x, 29
- [20] Sandes, L. F.: *A leitura do deficiente visual e o sistema braille*, 2009. Monografia (Licenciatura em Pedagogia), Universidade Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação, Campus I. 4, 12
- [21] Smith, D. D.: *Introdução à Educação Especial: Ensinar em Tempos de Inclusão*. Artmed Editora, 2009. 10, 11
- [22] Soares, M.: *Estudantes com Necessidades Especiais - Surdocegueira e os desafios da Educação Inclusiva*. Editora Wak, 2003. 5, 12
- [23] Teck, H.: *Exemplos de teclado braille*. http://img.medicalexpo.com/images_me/photo-g/88953-9292110.jpg. Acesso em: 08/11/2016. x, 30
- [24] Tiernan, T.: *Computer Screen JAWS menu*. <http://www.freedomscientific.com/Products/Blindness/JAWS>, 2010. Acesso em: 06/06/2016. x, 24, 25

Apêndice A

Projeto do Dispositivo

Aqui estarão dispostas as dimensões das partes do dispositivo conforme foram enviadas para corte em laser.

As laterais das partes foram projetadas para encaixe entre si e para receber as peças do Arduino.

Dimensões

As dimensões seguiram uma proporção de 1/25 entre a cela braille e o dispositivo conforme as especificações a seguir.

Tampa e Pinos

Compreende a tampa do dispositivo e do corte dos pinos que serão expostos como representação dos caracteres braille.

Além dos seis discos deste corte mais seis serão necessários.

Lateral

A lateral do dispositivo são necessárias duas peças com as mesmas medidas para as laterais.

Fundo

Parte do fundo do dispositivo atenção especial para os sulcos de encaixe das suportes internos dos servos motores e os furos para fixação da placa de expansão do Arduino Nano conforme a figura A.3.

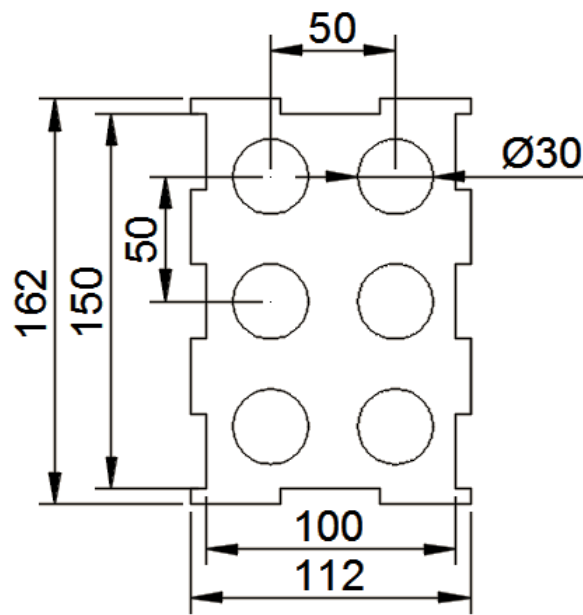


Figura A.1: Dimensões da Tampa e Pinos.

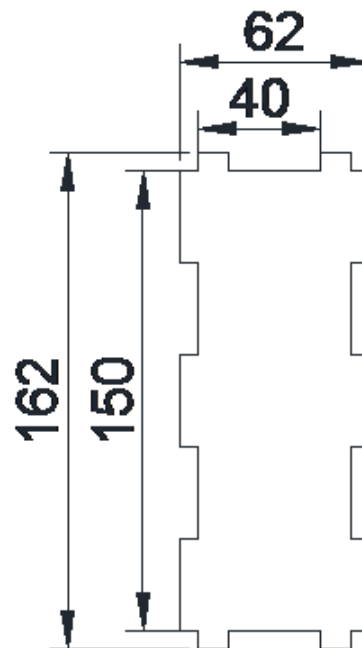


Figura A.2: Dimensões da Lateral.

Base Inferior

A base inferior possui apenas o fechamento da parte inferior do dispositivo e pontos de suporte para as peças de fixação dos servo motores.

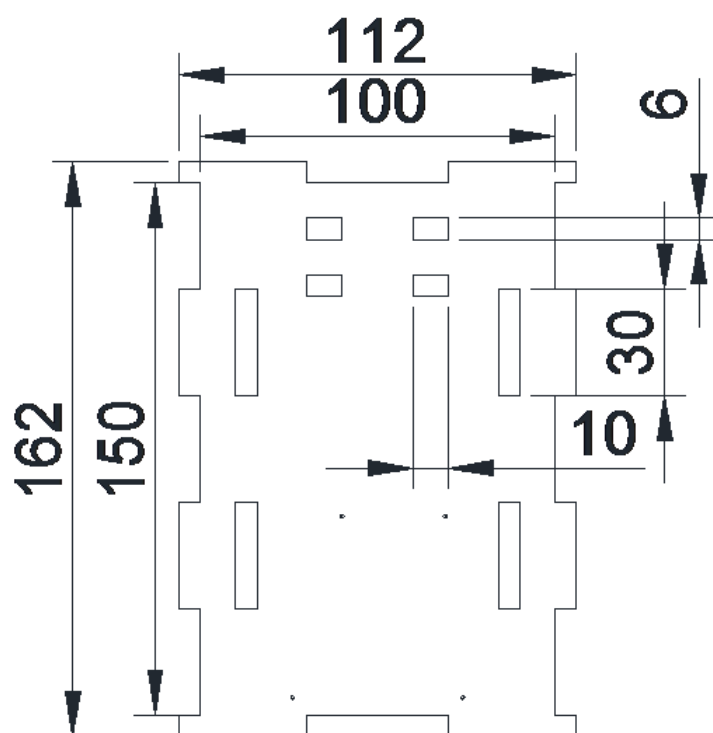


Figura A.3: Dimensões da Fundo.

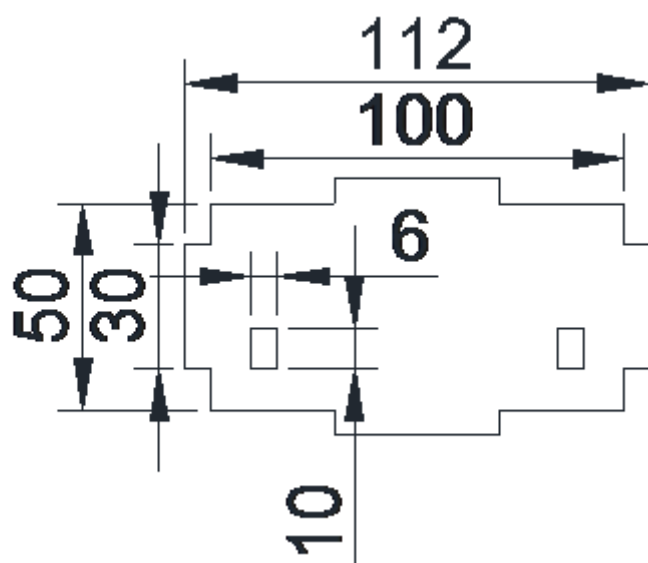


Figura A.4: Dimensões da Base Inferior.

Base Superior

A base superior além de possuir as mesmas pontos de e pontos de suporte para as peças de fixação dos servo motores, também possui dois orifícios dedicados a realizar a conexão da alimentação 12 volts à placa de expansão do Arduino Nano e do cabo de dados modelo

mini usb.

Uma peculiaridade é que na parte superior desta base foi colocado um semi círculo. Sua presença via garantir a orientação da cela braille em relação aos números dos pinos. O semi círculo encontra-se acima imediatamente dos pinos 1 e 4 da cela braille.

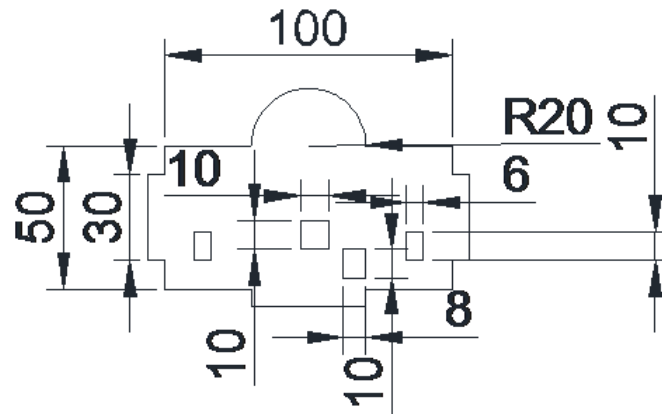


Figura A.5: Dimensões da Base Superior.

Suporte dos Servo Motores e Placa Bluetooth

Internamente existem mais duas peças que compõem a parte estrutural do dispositivo o suporte para os servo motores A.6 e para a placa Bluetooth A.7 ambos em pares.

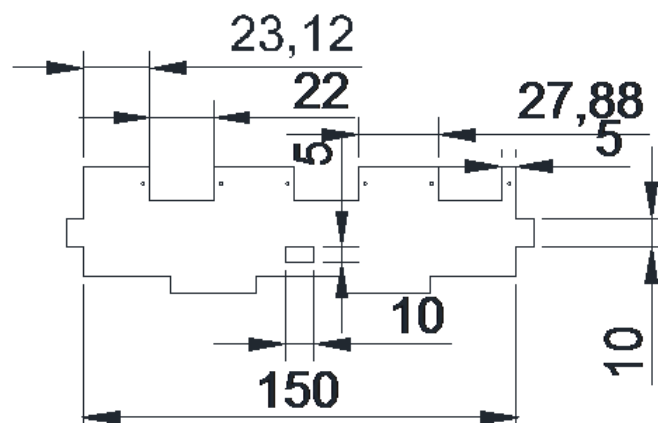


Figura A.6: Dimensões do Suporte dos Servo Motores.

Pinos, Base de Apoio e Suporte de Elevação

Além dos pinos A.8 originados dos cortes na tampa foram necessários mais seis pinos para que a altura de elevação fosse satisfatória que chamamos de base de apoio A.9 e um suporte para ser acoplado ao braço móvel do servo motor que recebeu o nome de suporte de elevação A.10.

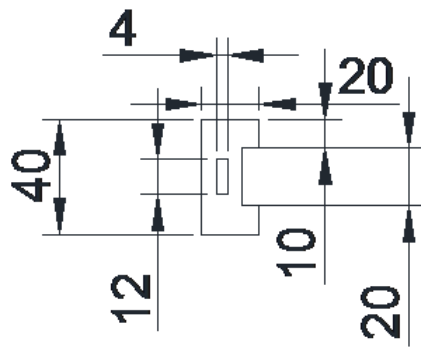


Figura A.7: Dimensões do Suporte Bluetooth.

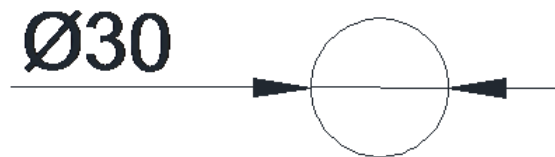


Figura A.8: Dimensões do Pino.

A base de apoio consiste em uma base de mesma dimensão do pino com um orifício destinado a encaixar no suporte de elevação.

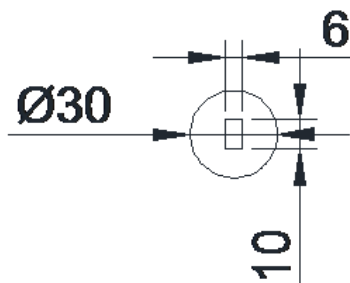


Figura A.9: Dimensões da Base de Apoio.

o Suporte de Elevação se encaixa à base de apoio do pino e ao braço do servo motor. É ele que dá mobilidade ao pino e faz a elevação do mesmo para fora da tampa, exibindo-o.

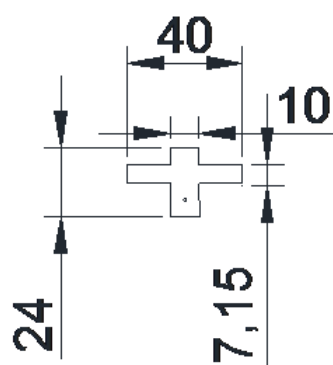


Figura A.10: Dimensões do Suporte de Elevação.

Apêndice B

Códigos fonte do UNBraille

Para viabilizar futuras contribuições no código fonte do **UNBraille** o código da aplicação criada com o MIT App Inventor [14] o código fica disponível para consulta, cópia e aperfeiçoamento.

Código do UNBraille

O projeto contendo o código da aplicação está disponível no endereço abaixo:

Projeto MIT App Inventor do UNBraille.

Código do Arduino

```
% -*- mode: LaTeX; coding: utf-8; -*-
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% File      : celaBraille.ino (Arduino file)
%% Authors   : Vinícius Emiliano dos Santos
%% Version   : 0.1

%% #include <Servo.h>    // Inclui a biblioteca para uso dos servos
%% struct braille {      // define uma struct para criar posteriormente o
%%                        // banco de simbolos conhecidos
%%   char simbolo;
%%   int ponto[6];
%% };
%% int tempo = 1000;
%% braille simbolo[64]= {
%% //      1 2 3 4 5 6      Número do Pino da %% Cella Braille
```

```

%% {' ', {0,0,0,0,0,0}}, /*Espaço*/
%% {'A', {1,0,0,0,0,0}}, /*A*/
%% {'B', {1,1,0,0,0,0}}, /*B*/
%% {'C', {1,0,0,1,0,0}}, /*C*/
%% {'D', {1,0,0,1,1,0}}, /*D*/
%% {'E', {1,0,0,0,1,0}}, /*E*/
%% {'F', {1,1,0,1,0,0}}, /*F*/
%% {'G', {1,1,0,1,1,0}}, /*G*/
%% {'H', {1,1,0,0,1,0}}, /*H*/
%% {'I', {0,1,0,1,0,0}}, /*I*/
%% {'J', {0,1,0,1,1,0}}, /*J*/
%% {'K', {1,0,1,0,0,0}}, /*K*/
%% {'L', {1,1,1,0,0,0}}, /*L*/
%% {'M', {1,0,1,1,0,0}}, /*M*/
%% {'N', {1,0,1,1,1,0}}, /*N*/
%% {'O', {1,0,1,0,1,0}}, /*O*/
%% {'P', {1,1,1,1,0,0}}, /*P*/
%% {'Q', {1,1,1,1,1,0}}, /*Q*/
%% {'R', {1,1,1,0,1,0}}, /*R*/
%% {'S', {0,1,1,1,0,0}}, /*S*/
%% {'T', {0,1,1,1,1,0}}, /*T*/
%% {'U', {1,0,1,0,0,1}}, /*U*/
%% {'V', {1,1,1,0,0,1}}, /*V*/
%% {'W', {0,1,0,1,1,1}}, /*W*/
%% {'X', {1,0,1,1,0,1}}, /*X*/
%% {'Y', {1,0,1,1,1,1}}, /*Y*/
%% {'Z', {1,0,1,0,1,1}}, /*Z*/
%% {'1', {1,0,0,0,0,0}}, /*1*/
%% {'2', {1,1,0,0,0,0}}, /*2*/
%% {'3', {1,0,0,1,0,0}}, /*3*/
%% {'4', {1,0,0,1,1,0}}, /*4*/
%% {'5', {1,0,0,0,1,0}}, /*5*/
%% {'6', {1,1,0,1,0,0}}, /*6*/
%% {'7', {1,1,0,1,1,0}}, /*7*/
%% {'8', {1,1,0,0,1,0}}, /*8*/
%% {'9', {0,1,0,1,0,0}}, /*9*/
%% {'0', {0,1,0,1,1,0}}, /*J*/
%% {'.', {0,1,0,0,1,1}}, /*.**/
%% {'', {0,1,0,0,0,0}}, /*,**/
%% {';', {0,1,1,0,0,0}}, /*;**/

```

```

%% {':', {0,1,0,0,1,0}}, /*:*/
%% {'/', {0,0,1,1,0,0}}, /**/
%% {'?', {0,1,1,0,0,1}}, /*?*/
%% {'!', {0,1,1,0,1,0}}, /*!*/
%% {'@', {0,0,1,1,1,0}}, /*@*/
%% {'#', {0,0,1,1,1,1}}, /*# ou Indicador %% de Números*/
%% {'+', {0,1,1,0,1,0}}, /*+*/
%% {'-', {0,1,0,0,1,0}}, /*-, Hifen ou Traço de União*/
%% {'*', {0,0,1,0,1,0}}, /* Asterisco * %% */
%% {'"', {0,1,1,0,0,1}}, /* Abre Aspas " %% */
%% {'"', {0,0,1,0,1,1}}, /* Fecha Aspas " %% */
%% {'\'', {0,1,0,0,1,0}}, /*Plique ou Aspas Simples'-*/
%% {'<', {1,1,0,0,0,1}}, /* Sinal de Menor que <*/
%% {'>', {0,0,1,1,1,0}}, /* Sinal de Maior que >*/
%% {'(', {0,1,1,0,1,1}}, /* Abre Parentêses (*/*
%% {')', {0,1,1,0,1,1}}, /* Fecha Parentêses )*/
%% {'_', {0,0,1,0,0,1}}, /* Underscore _*/
%% {'&', {1,1,1,1,0,1}}, /* And ou &*/
%% {'|', {0,0,0,1,1,1}}, /* Barra Vertical ou Pipe*/
%% {'$', {0,0,0,0,1,1}}, /* Cifrão $*/
%% };
%%
%% int angulo = 15;      // angulo do servo motor exibidos
%% int estado[6] = {0,0,0,0,0,0};  // estado do Servo 1 = 90 e 0 = 0
%% char serialData; //Variavel para armazenar os valores do Bluetooth serial
%% int base[6] = {5,10,10,10,0,5};  // ajuste individual do angulo dos servos
%% Servo servo[6];
%%
%%
%% void setup() {
%%   iniciaServos(); //Inicia os servos com suas respectivas portas digitais.
%%   Serial.begin(9600);
%%   // testeLetras();
%% }
%%
%% void loop() {      // loop principal da função -
%%                   //mantém o arduino lendo dados do bluetooth
%%   leBluetooth();
%% }
%% void leBluetooth(){ // le os dados disponíveis no bluetooth,

```

```

%%                                //retorna para o UNBraille o que foi recebido
%%                                //e chama a função de exibição do simbolo.
%%  if(Serial.available()>0){
%%      serialData =  Serial.read();//Valor lido na Serial será guardado na variável
%%      Serial.print(serialData);
%%      imprimeLetra(serialData);
%%      Serial.flush();
%%      delay(tempo);
%%  }
%% }
%% void levantaPino(int i){          // atua sobre um servo motor dando o
%%                                //comando de levantá-lo 15 graus
%%      servo[i].write(angulo+base[i]);
%%  }
%% void abaixaPino(int i){          // atua sobre um servo motor dando o
%%  1                                // comando de abaixá-lo 15 graus
%%      servo[i].write(base[i]);
%%  }
%% void imprimeLetra(char letraLida){ // função que exibe uma letra em Braille
%%      char letra = letraLida;
%%      // Serial.print("\n");
%%      // Serial.print(letra);
%%      // Serial.print("\n");
%%      for (int i = 0; i < 64; i++){
%%          if (simbolo[i].simbolo == letra || tolower(simbolo[i].simbolo) == letra){
%%              for(int j = 0; j < 6; j++){
%%                  if(simbolo[i].ponto[j] == 1) {
%%                      levantaPino(j);
%%                  } else {
%%                      abaixaPino(j);
%%                  }
%%              }
%%          }
%%          delay(50);
%%      }
%%  }
%%      delay(tempo);
%% }
%%
%% void testeLetras() {              // Função de teste para verificar se todos os
%%                                //servos estão funcionando - substituir na

```

```

%%                                     //função loop para testar
%%   for (int j = 0; j < 49; j++) {
%%       for (int i = 0; i < 6; i++) {
%%           if (simbolo[j].ponto[i] == 1) {
%%               levantaPino(i);
%%               // delay(50);
%%           } else {
%%               abaixaPino(i);
%%               delay(50);
%%           }
%%       }
%%       delay(tempo);
%%       for (int i = 0; i < 6; i++) {
%%           abaixaPino(i);
%%           delay(50);
%%       }
%%       delay(tempo);
%%   }
%% }

%% void iniciaServos() { // inicia todos os servos e disponibiliza para as funções
%%   for (int i = 0; i < 6; i++) {
%%       //pinMode(inPin[i], INPUT); // intervalo de interruptores de entrada
%%       servo[i].attach(i+2); // servos representantes dos pinos da Cella Braille
%%       abaixaPino(i);
%%       // servo[i].write(base[i]);
%%   }
%% }

```