

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DESEMBARALHANDO: UM APLICATIVO
PARA A INTERVENÇÃO NO PROBLEMA
DO ESPELHAMENTO DE LETRAS POR
CRIANÇAS DISLÉXICAS**

por

PEDRO HENRIQUE MAGALHÃES BRAGA

Recife, Dezembro de 2015.

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DESEMBARALHANDO: UM APLICATIVO PARA A
INTERVENÇÃO NO PROBLEMA DO ESPELHAMENTO DE
LETRAS POR CRIANÇAS DISLÉXICAS**

por

PEDRO HENRIQUE MAGALHÃES BRAGA

Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Católica de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

**ORIENTADOR: Francisco Madeiro Bernardino
Junior, Dr.**

CO-ORIENTADOR: Luciana Cidrim, MSc.

Recife, Dezembro de 2015.

© Pedro Henrique Magalhães Braga, 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, a toda minha família, por sempre ter me apoiado e acreditado nos meus sonhos e na minha capacidade, e a todos aqueles que estiveram comigo desde o começo. Em especial à minha mãe, por sempre estar ao meu lado e me incentivar a correr atrás dos meus objetivos, me apoiando em todos os momentos da minha vida, tendo sido a principal responsável por eu ter chegado até aqui, à minha avó, que durante toda sua vida fez o possível e o impossível por mim, e mesmo em sua longa luta contra sérios problemas de saúde, esteve sempre comigo, firme e forte, à minha tia Joelma, que junto com minha avó, exerceu papel de segunda mãe, sempre se preocupando comigo e me incentivando na busca pelo crescimento profissional, ao meu pequeno grande primo João Antonio, por toda força, carinho e pelas grandes contribuições e dicas para o desenvolvimento do aplicativo, à minha gordinha, Karine, por ser essa pessoa tão especial e por ter estado sempre ao meu lado, e à toda sua família. Agradeço ao meu pai-avô, João Gonçalves Braga, por ter sido uma pessoa tão maravilhosa e importante em minha vida, queria muito que o senhor estivesse comigo nesse momento, pai! Dedico todas as vitórias da minha vida ao senhor, se hoje sou quem sou, é por sua causa.

Agradeço também ao meu professor orientador Francisco Madeiro por tudo que me ensinou desde o início da minha graduação e pela paciência que sempre teve comigo, tenho certeza que cresci muito dentro e fora do contexto acadêmico graças ao senhor, saiba que o senhor sempre será um exemplo para mim. À minha co-orientadora, Luciana Cidrim, por toda atenção, dedicação e suporte, você foi parte fundamental para o desenvolvimento desse trabalho.

Não posso deixar de agradecer o excelente trabalho realizado pelas pessoas responsáveis pelo *design* do Desembaralhando: Geórgenes Claudino, responsável pela criação do ícone e das telas, e Camila Gama, que criou todas as imagens das palavras do aplicativo.

Resumo da Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da
Universidade Católica de Pernambuco.

DESEMBARHANDO: UM APLICATIVO PARA A INTERVENÇÃO NO PROBLEMA DO ESPELHAMENTO DE LETRAS POR CRIANÇAS DISLÉXICAS

Pedro Henrique Magalhães Braga

Dezembro / 2015

Orientador: Francisco Madeiro Bernardino Junior, Dr.

Co-orientador: Luciana Cidrim, MSc.

Área de Concentração: Metodologia e Técnicas da Computação.

Palavras-chave: **Dislexia, Software, Tecnologia Assistiva, Android, Ortografia, Crianças Disléxicas, Leitura e Escrita.**

Número de Páginas: 78 páginas.

RESUMO: A dislexia atinge cerca de 15% da população mundial e se destaca como o mais comum dos distúrbios específicos de aprendizagem. Indivíduos disléxicos demonstram problemas com a leitura e escrita. Em relação à escrita, o problema dos espelhamentos ou inversões de letras se mostra como um dos principais indícios de quadro disléxico. Diversas pesquisas têm sido feitas explorando os benefícios do uso das tecnologias da informação e comunicação como plataforma de auxílio ao desenvolvimento da aprendizagem por indivíduos com tais dificuldades. Este trabalho apresenta as diretrizes seguidas, a metodologia, as escolhas no *design* e a implementação e desenvolvimento do Desembarhando, um aplicativo que auxilia na intervenção do problema do espelhamento de letras por crianças disléxicas. Habilidades de compreensão na leitura, ortografia e memória visual são estimuladas através de atividades e experiências interativas no aplicativo. Além disso, o trabalho apresenta os resultados da realização de uma pesquisa de prospecção de aplicativos voltados para a dislexia.

Abstract of Dissertation presented to UNICAP.

DESEMBARALHANDO: AN APPLICATION FOR INTERVENTION WITH DYSLEXIC CHILDREN THAT REVERSE LETTERS

Pedro Henrique Magalhães Braga

December / 2015

Supervisor(s): Francisco Madeiro Bernardino Junior. D.Sc.; Luciana Cidrim, MSc.

Area of Concentration: Methodology and Technical Computing.

Keywords: **Dyslexic, Software, Assistive Technology, Android, Orthography, Dyslexic Children, Reading and Writing.**

Number of Pages: 78 pages.

ABSTRACT: Dyslexia affects approximately fifteen per cent of the world's population and it's one of the most common specific learning disabilities. Dyslexic individuals show problems with reading and writing. Regarding writing, the problem of inversion of letters appears as the most evident sign of dyslexia. A large amount of research is currently being conducted in exploring the benefits of using information and communication technologies as a platform to improve such learning difficulties. This work presents the followed guidelines, methodology, design choices, implementation and development of "Desembaralhando", a mobile application for intervention with dyslexic children that reverse letters. Fundamental skills, such as reading comprehension, orthography and visual memory are stimulated through activities and interactive experiences in the application. Furthermore, the work presents results of a research prospecting applications for dyslexia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Boneca.	21
Figura 2: Carro.	21
Figura 3: Letra T.	21
Figura 4: Letras “p”, “q”, “b” e “d”: diferentes identidades.	22
Figura 5: Número 3, assumindo mais três possíveis identidades: “E”, “M” e “W”.	22
Figura 6: Noções de permanência e invariância entre objetos.	23
Figura 7: Primeiro trecho de texto feito por uma criança disléxica.	24
Figura 8: Segundo trecho de texto feito por uma criança disléxica.	24
Figura 9: Relação dos aplicativos com o <i>sistema operacional</i>	46
Figura 10: Língua dos aplicativos.	47
Figura 11: Custo dos aplicativos	48
Figura 12: OpenDyslexic Regular, Bold e Itálico.	49
Figura 13: Letras b e d na fonte OpenDyslexic.	50
Figura 14: Tela do aplicativo com destaque na <i>seekbar</i>	55
Figura 15: Processo de rotação em torno do eixo Y das letras b e d.	57
Figura 16: Rotação apenas no eixo y das letras a e e.	58
Figura 17: Rotação apenas no eixo x das letras a e e.	59
Figura 18: Processo de rotação em torno dos eixos X e Y das letras a e e.	60
Figura 19: Atividade de estruturação de frases.	61
Figura 20: Ícone do Desembaralhando.	62
Figura 21: (a) Splash Screen; (b) Menu Principal.	63
Figura 22: Menu “A / E”.	64
Figura 23: Atividade espelhamento A / E.	64
Figura 24: Espelhamentos - (a) <i>Swipe right</i> ; (b) Tela Principal; (c) <i>Swipe left</i>	65
Figura 25: Interação com a atividade dos espelhamentos.	67
Figura 26: Evolução das atividades.	68
Figura 27: Atividades espelhamento “B / D”.	69
Figura 28: Frases - (a) <i>Swipe right</i> ; (b) Tela Principal; (c) <i>Swipe left</i>	70
Figura 29: Interação com a atividade de estruturação de frases.	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Sinais indicativos de dislexia do desenvolvimento.....	17
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

Termo	Descrição
API	<i>Application Programming Interface</i>
AT	<i>Assistive Technology</i>
AVD	<i>Android Virtual Device</i>
BID	<i>Banco Interamericano de Desenvolvimento</i>
CSA	<i>Comunicação Suplementar e/ou Alternativa</i>
ITA	<i>Instituto Tecnológico de Aeronáutica</i>
ONU	<i>Organização das Nações Unidas</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SLD	<i>Specific Learning Disabilities</i>
TIC	<i>Tecnologias de Informação e Comunicação</i>
UNICAP	<i>Universidade Católica de Pernambuco</i>

SUMÁRIO

1. Introdução	10
1.1. Organização do trabalho.....	12
2. Dislexia.....	13
2.1. Definição, história e curiosidades	13
2.2. O problema dos espelhamentos ou inversões de letras.....	18
3. TIC aplicada à dislexia	25
3.1. Aplicativos.....	25
3.2. Análise dos resultados.....	45
4. Metodologia.....	49
4.1. Recomendações seguidas para a elaboração do aplicativo.....	49
4.2. SDKs, ferramentas e bibliotecas utilizadas.....	51
4.3. Requisitos de instalação	53
4.4. Rotação de letras, grid dinâmico para estruturação de frases	54
5. Descrição e utilização do aplicativo Desembaralhando.....	62
6. Considerações Finais.....	73
7. Referências Bibliográficas.....	75

1. Introdução

Estima-se que cerca de 15% da população mundial tem dislexia (SKIADA *et al.*, 2014). A dislexia é o mais comum dos distúrbios específicos de aprendizagem (SLD - *Specific Learning Disabilities*), também chamada de dislexia do desenvolvimento. Indivíduos com dislexia demonstram problemas com a leitura e escrita, apesar de não haver comprometimento na inteligência. As desordens são resultantes de um *déficit* no componente fonológico e variam de pessoa para pessoa. Apesar de a dislexia ser uma condição permanente e possuir sintomas que podem variar de acordo com a severidade de cada caso, intervenções apropriadas e o tempo de intervenção podem resultar uma melhora significativa (SKIADA *et al.*, 2014).

Este trabalho aborda a dislexia sob dois pontos específicos. Primeiro, trata de sua ocorrência em crianças em processo de desenvolvimento da aprendizagem, no âmbito da leitura e escrita. Segundo, sob o aspecto dos chamados espelhamentos ou inversões de letras, problema considerado como um dos principais indícios da dislexia (ZORZI, 2003).

Esse problema vem sendo analisado por diferentes aspectos e por profissionais de diferentes áreas (ZORZI, 2003). O resultado é uma divergência de opiniões em classificá-lo como um distúrbio, dado o fato de ser um problema que pode ocorrer em crianças em processo de aprendizagem da escrita, sem caracterizar em todos os casos um quadro de dislexia. O fato é que os espelhamentos são uma grande evidência de possível caso disléxico e, por isso, precisam ser levados em consideração.

Um dos objetivos desse trabalho é mostrar os potenciais benefícios do emprego das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no desenvolvimento de experiências interativas e ambientes de aprendizagem que possam motivar e ajudar crianças a lidar com a dislexia, ou outros distúrbios e deficiências, prematuramente, com o intuito de atenuar seus efeitos negativos.

Os avanços tecnológicos têm permitido mudanças nos processos tradicionais de aprendizagem. Atualmente, a utilização de dispositivos como *tablets*, *smartphones* e *computadores* para auxiliar o processo de aprendizagem tem se mostrado cada vez mais forte e presente. No contexto de indivíduos disléxicos isso não é diferente. Profissionais

da área tem aconselhado fazer o uso destes dispositivos a fim de tornar o processo de aprendizagem mais fácil e agradável (SKIADA *et al.*, 2014). Além disso, um estudo realizado com crianças com SLD, incluindo a dislexia, apresentou resultados positivos para a utilização de *tablets* no apoio às atividades de leitura e escrita na escola (CONWAY; AMBERSON, 2011).

Pesquisadores investigaram os benefícios das TIC para promover melhores habilidades de leitura em disléxicos. Em geral, os resultados sugerem que os recursos tecnológicos propiciam aos indivíduos com dislexia melhores condições de interação e envolvimento nas atividades de leitura e compreensão de textos. A utilização de ferramentas tecnológicas moderniza a educação, abrindo novas possibilidades de ensino (BJEKIC *et al.*, 2014; LYSENKO; ABRAMI, 2014; SKIADA *et al.*, 2014; ZAPATA *et al.*, 2011; ZIKL *et al.*, 2015).

Ainda sobre os resultados do uso das TIC no contexto da dislexia, uma pesquisa de intervenção, realizada em 2013, com crianças disléxicas, onde atividades fonológicas e morfológicas foram realizadas com o uso de *computadores*, constatou o efeito positivo de seu uso na velocidade de leitura e nas habilidades ortográficas. O uso das TIC destaca-se como um meio útil na intervenção precoce de crianças com características de risco para SLD (LEJI, 2013).

O objetivo principal do presente trabalho é desenvolver um aplicativo para o *sistema operacional* Android, que detém cerca de 91,4% do mercado de dispositivos *mobile* do Brasil (KANTAR WORLDPANEL, 2015), com foco no problema dos espelhamentos ou inversões de letras. Uma fonoaudióloga especialista em dislexia esteve envolvida no trabalho desde a concepção da ideia. Ela foi responsável pela elaboração de diretrizes que foram seguidas no processo de desenvolvimento do aplicativo, além de ter intervindo e dado opiniões. A presença de um profissional especialista na área foi de extrema importância, suas intervenções, opiniões e experiência contribuíram para o resultado final do aplicativo. Intitulado Desembaralhando, o aplicativo conta com uma interface pensada para ser agradável à criança disléxica, com cores claras e leves, dispondo de um conteúdo artístico exclusivo, no que diz respeito às imagens e sons, além de uma série de atividades elaboradas junto

com o especialista, de forma que pudesse oferecer resultados na questão do tratamento do problema, ao mesmo tempo que estimulasse o uso por parte da criança.

O envolvimento das TIC no apoio tanto da dislexia quanto de outros distúrbios ou deficiências, como ocorre no Desembaralhando e em as outras aplicações que serão avaliadas no decorrer deste trabalho, está associado diretamente ao que chamamos de Tecnologias Assistivas (*AT – Assistive Technology*). O termo é definido como qualquer item, peça de equipamento ou sistema que é usado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais de indivíduos com distúrbios e/ou deficiências (IDEA, 2015).

Na seção seguinte é apresentada a organização do presente trabalho.

1.1. Organização do trabalho

O segundo capítulo é dividido em duas seções. Na primeira seção é apresentada a fundamentação teórica sobre a dislexia, passando por aspectos de sua história, bem como de curiosidades a seu respeito. Na segunda seção é abordado o tema dos espelhamentos ou inversões de letras.

No terceiro capítulo, são apresentados e comentados aplicativos que podem ser usados no âmbito da dislexia. Aspectos como função, custo, público alvo e resultados obtidos por meio do uso dos aplicativos são contemplados.

No quarto capítulo é apresentada a metodologia, particularmente com foco nas recomendações seguidas para a elaboração do aplicativo, nas ferramentas, bibliotecas e SDK's (*Software Development Kit*) utilizados, nos requisitos de instalação do aplicativo desenvolvido e no detalhamento de uma das funcionalidades disponíveis no aplicativo: a rotação de letras.

O quinto capítulo tem por objetivo descrever o aplicativo, passando por todas as telas e funcionalidades, deixando claro o seu funcionamento.

O sexto capítulo apresenta as considerações finais do trabalho, além de propostas de trabalhos futuros.

2. Dislexia

2.1. Definição, história e curiosidades

O distúrbio específico de aprendizagem da leitura e escrita já é conhecido há bastante tempo. O primeiro relato do reconhecimento da dislexia como problema constitucional é de 1872, num trabalho realizado por *Reinhold Berlin*. Quase três décadas depois, em 1896, o problema foi citado novamente por *W. Pringle Morgan*, que elaborou a primeira descrição de um caso de distúrbio de leitura, e por *James Hinshelwood*. Um ano depois, em 1897, na Inglaterra, *James Kerr* continuou abordando o problema (IANHEZ; NICO, 2002; SANTOS; NAVAS, 2002). Esses foram os primeiros estudos acerca do problema, e representam fortes ligações com o contexto histórico da dislexia.

O caso descrito por *Morgan* tratava de um jovem brilhante de quatorze anos, rápido em jogos, mas que tinha grande dificuldade para aprender a ler, mas seus professores achavam que ele poderia ser o melhor aluno da classe se toda a informação fosse dada de forma oral. Para qualificar esse quadro, ele empregou o termo cegueira congênita para a palavra, baseado nas primeiras descrições feitas por *Hinshelwood*, no trabalho intitulado “*Letter-word and mind-blindness*”, em 1895, que tratava de um indivíduo com cegueira da palavra, referindo-se aos problemas de leitura adquiridos em decorrência de um dano cerebral. Ele acreditava que crianças com tal problema poderiam aprender a ler por instrução diária e individual, utilizando o método fônico e a estimulação multissensorial (SANTOS; NAVAS, 2002).

Nos Estados Unidos, um dos primeiros pesquisadores sobre os distúrbios do desenvolvimento da leitura foi Samuel T. Orton, que, após dois anos de extensivo estudo, onde mais de mil crianças foram examinadas, identificou que essa dificuldade era muito mais comum do que se imaginava na época (SANTOS; NAVAS, 2002). Os distúrbios de leitura eram vistos por ele como parte de um conjunto mais amplo de distúrbios de desenvolvimento de linguagem. No entanto, Orton ficou mais conhecido por sua teoria da dominância cerebral como causa dos distúrbios de leitura, isto é, uma falha no desenvolvimento da dominância do hemisfério esquerdo para a

linguagem, que seria responsável pelos erros de espelhamento e de sequência das letras observadas em indivíduos disléxicos.

De acordo com a definição do *Orton Dyslexia Society Research Committee* (LYON, 1995), a *dislexia* é um distúrbio específico de linguagem de origem constitucional, caracterizada por dificuldades na decodificação de palavras isoladas, causada por uma ineficiência no processamento da informação fonológica. Tais dificuldades na decodificação de palavras isoladas são geralmente inesperadas em relação à idade e às outras habilidades cognitivas acadêmicas; elas não são resultado de um distúrbio geral de desenvolvimento ou de impedimento sensorial. A dislexia se manifesta em graus de dificuldades variáveis em relação a diferentes formas de linguagem, geralmente incluindo, além da dificuldade para aprender a ler, um notável problema para adquirir proficiência em escrita e ortografia.

Essa tradicional organização americana, dedicada à pesquisa e ao tratamento da dislexia, passou a chamar-se *International Dyslexia Association* e, de acordo com a definição publicada em seu site www.interdys.org:

“Dislexia é um problema com linguagem. Inteligência não é o problema; o problema é a linguagem. As pessoas que são disléxicas podem ter dificuldade de leitura, de escrita, de compreensão da linguagem que elas escutam ou de se expressar claramente pela fala ou pela escrita. Há uma discrepância inesperada entre o seu potencial para aprender e seu desempenho escolar”.

Em 2003, o Comitê da *International Dyslexia Association* revisou a proposta de Lyon *et al.* (2003), em definir a dislexia como um distúrbio específico de aprendizagem, de origem neurológica, caracterizada por difícil reconhecimento fluente de palavras e poucas habilidades de ortografia e decodificação. Essas dificuldades são resultantes de um déficit no componente fonológico da linguagem, inesperado quando comparado a outras habilidades cognitivas e instrução efetiva na sala de aula.

Como distúrbio específico de leitura, a dislexia é definida como um fracasso inesperado, específico e persistente na aquisição da habilidade de leitura apesar da inteligência e instrução adequadas e das oportunidades socioculturais (CID 10, 1993).

Segundo Arduini *et al.* (2006), existem inúmeras definições de dislexia, mas o ponto comum é a ausência de qualquer tipo de comprometimento físico e/ou mental, condições estruturais e motivacionais, integralidade potencial, mas que, apesar disso, permanece a dificuldade na aquisição e/ou no desenvolvimento da habilidade da leitura e da escrita.

De acordo com Fletcher *et al.* (2009), existem duas formas de definir a dislexia, uma por exclusão e outra por inclusão. A discrepância entre o QI e o desempenho cognitivo de um indivíduo com dislexia seria um critério de inclusão e, para uma abordagem de exclusão, considerar a definição formulada pela Word Federation of Neurology, em 1968, assim resumida:

“A dislexia é um transtorno manifestado por transtornos para aprender a ler, mesmo com instrução convencional, inteligência adequada e oportunidades socioeconômicas. Depende de deficiências cognitivas fundamentais, frequentemente de origem construtiva”.

(CRITCHLEY, 1970)

Para os autores, a segunda forma seria a mais plausível, já que indica a manifestação de dificuldades variáveis da linguagem, incluindo, além dos problemas relacionados à leitura de palavras, as dificuldades de aquisição na ortografia e escrita.

Lyon *et al.* (2003) dizem que, de origem constitucional, a dislexia é caracterizada por uma inabilidade na decodificação das palavras, causada por uma disfunção no processamento fonológico. Inclui, além da dificuldade em aprender a ler, problemas para adquirir proficiência na língua escrita e ortografia.

Salgado *et al.* (2006) descreveram as principais características observadas nas crianças com dislexia como: alterações na velocidade de nomeação de material verbal e memória fonológica de trabalho, dificuldades em provas de consciência fonológica (rima, segmentação e transposição fonêmicas), nível de leitura abaixo do esperado para idade e nível de escolaridade, escrita com trocas fonológicas e ortográficas, bom desempenho em raciocínio aritmético, nível intelectual na média ou acima da média, déficits neuropsicológicos em funções perceptuais, memória, atenção sustentada visual e funções executivas.

Reforça-se, ainda, a importância da consciência fonológica para a aquisição da escrita, pois o uso de cada letra depende do ambiente no qual ela se encontra dentro da palavra, de modo que o aprendiz domine as regras ortográficas pela análise fonológica consciente desses ambientes (NUNES; BUARQUE; BRYANT, 1992).

A expressão consciência fonológica refere-se tanto à consciência de que a fala pode ser segmentada como à habilidade de manipular tais segmentos (SANTOS; NAVAS, 2002). A consciência fonológica é um tipo de consciência metalinguística. A expressão consciência metalinguística refere-se à habilidade de desempenhar operações mentais sobre aquilo que é produzido pelos mecanismos mentais envolvidos na compreensão de sentenças (TUNMER; COLE, 1985). Envolve, portanto, a consciência de certas propriedades da linguagem e a habilidade de tomar as formas linguísticas como objetos de análise.

A consciência fonológica foi avaliada por meio de uma prova padronizada desenvolvida para crianças brasileiras, a Prova de Consciência Fonológica ou PFC (CAPOVILLA; CAPOVILLA, 1998b). O comprometimento no sistema fonológico é a principal causa das dificuldades nas habilidades de leitura encontradas em indivíduos com dislexia. As alterações são relativas a disfunções neuropsicológicas, que comprometem as funções linguístico-cognitivas, as quais causam falhas no processamento, execução e programação da linguagem-aprendizagem (SALGADO; CAPELLINI, 2008).

Os problemas e dificuldades dos disléxicos com a escrita caracterizam o chamado Transtorno Específico da Escrita, conhecido também como Disortografia, que é uma alteração na planificação da linguagem escrita, que causa transtornos na aprendizagem da ortografia, gramática e redação. É a escrita incorreta, com erros e substituições de grafemas, alteração atribuída às dificuldades no mecanismo de conversão letra-som que interferem nas funções auditivas superiores e nas habilidades linguístico-perceptivas, sendo parte do quadro da dislexia do desenvolvimento (FERNÁNDEZ *et al.*, 2010). A Disortografia pode ser identificada através do CID F.81.1 e as dificuldades de aprendizagem sob o CID F.81.9. Na literatura, ela apresenta diferentes classificações. Uma delas é o chamado espelhamento ou inversão de letras, assunto que será abordado na Seção 3.2.

Lima *et al.* (2008), em estudo de revisão, indicaram características de possíveis sinais da dislexia, porém os mesmos acrescentam que um sinal isolado não determina o diagnóstico. Por isso, o diagnóstico deve ser realizado por equipe interdisciplinar. As dificuldades cognitivo-linguísticas na criança com dislexia estão diretamente relacionadas a alterações no acesso ao léxico mental, consciência fonológica, atenção e alguns aspectos das funções executivas. No Quadro 1 é possível verificar as características mais comuns encontradas nos disléxicos.

Linguagem
<ul style="list-style-type: none"> • Atraso e troca de sons na fala; • Histórico familiar de atraso na fala e dificuldade na leitura; • Demora para aprender novas palavras; • Dificuldade para lembrar nomes e símbolos; • Dificuldades para aprender rimas em cantigas e parlendas.
Leitura
<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade para discriminar as letras do alfabeto; • Dificuldade no aprendizado da leitura, escrita e soletração; • Dificuldade para separar e sequenciar sons (exemplo: m - e - n - i - n - o); • Dificuldade para discriminar fonema-grafema (som-letra) (ex.: p-b, t-d, f-v, k-g, x-j, s-z); • Apresenta inversões de sílabas ou palavras (sol-los); • Apresenta adição/ omissão de fonemas ou sílabas (maca - macaco); • Apresenta leitura silabada, vagarosa e com muitos erros; • Uso excessivo de palavras substitutas (aquela coisa, negócio) para nomeação de objetos; • Nível de leitura abaixo para faixa etária e nível de escolaridade; • Dificuldade para recontar uma história e compreender textos; • Dificuldade para compreender os enunciados dos problemas de matemática;
Escrita
<ul style="list-style-type: none"> • Letra com características disgráficas; • Dificuldade para copiar a lição da lousa; no planejamento motor da escrita e para fazer a letra cursiva e na preensão do lápis; • Dificuldade para expressão através da escrita, elaboração de textos escritos/ planejar e fazer redações; • Escrita com erros significativos: omissões, trocas, esadições/omissões fonêmicas e silábicas e aglutinações.

Quadro 1: Sinais indicativos de dislexia do desenvolvimento

Fonte: Lima *et al.* (2008)

Assim, ajudar crianças com dificuldades de aprendizagem tem sido uma preocupação eminente na prática educativa. Pesquisas recentes utilizam aplicações das TIC para apoiar as necessidades de aprendizagem das crianças com dificuldades de leitura e escrita (BERNINGER *et al.*, 2015; CORDERO *et al.*, 2015; WILLOUGHBY; EVANS; NOWAK, 2015; BJEKIC *et al.*, 2014; FALLOON; KHOO, 2014; SKIADA *et al.*, 2014; LYSENKO; ABRAMI, 2014; RUBIO; NAVARRO; MONTERO, 2014).

É oportuno mencionar que existem exemplos clássicos de pessoas disléxicas, como Albert Einstein, Leonardo da Vinci, Pablo Picasso e John Lennon.

Daremos sequência ao tema da dislexia na próxima seção, abordando um de seus principais indicativos, os espelhamentos ou inversões de letras.

2.2. O problema dos espelhamentos ou inversões de letras

A inversão ou espelhamento de letras, um problema característico da disortografia, ao longo do tempo, tem causado preocupação significativa naqueles que acompanham o desenvolvimento infantil (pais, educadores, psicólogos, fonoaudiólogos e médicos), em especial, a aprendizagem da escrita por parte das crianças. Tem sido comum encontrar considerações diversificadas a esse respeito. Tal preocupação não é gratuita, dado o fato de que esse tipo de ocorrência mostra-se como um indício significativo de possível quadro disléxico

Esse quadro envolve dificuldades quanto ao domínio das relações espaciais e temporais ligadas à aprendizagem da escrita, o que se reflete tanto na leitura quanto no traçado de letras e números (ZORZI, 2003).

As inversões de letras podem ser caracterizadas por dois tipos de ocorrências, sendo o primeiro os espelhamentos propriamente ditos, ou rotações, nos quais as letras são giradas em relação ao seu próprio eixo. Para esse caso, temos como exemplos, as inversões de *d* e *b*, *q* e *p*, *a* e *e*, além de espelhamentos como *D* e *∩* (ZORZI, 2003). Da mesma forma, pode-se considerar como inversões a ocorrência de mudanças quanto à posição das letras dentro das palavras, por exemplo, na situação em que “*estante*” é escrita como “*setante*”, que se caracteriza por uma mudança na posição das letras no interior da palavra: as letras “*e*” e “*s*” tiveram suas posições invertidas.

Os espelhamentos são mais comuns e aparecem de forma mais frequente nas crianças com idade pré-escolar, quando as mesmas começam a esboçar interesse maior pela escrita. A medida que elas começam a reproduzir os formatos das letras, as inversões ou espelhamentos começam a aparecer. Como dito anteriormente, quem acompanha o desenvolvimento da criança e tem a oportunidade de observar mais de perto, principalmente em situações escolar, tende a interpretar a ocorrência desse fato, embora muito comum, como algo fora do normal, como possível indicador de problemas de aprendizagem que podem ser revelados num futuro próximo, o que pode chegar até motivar pais ou responsáveis a encaminhar suas crianças para acompanhamento profissional.

A ocorrência e as formas de interpretar inversões ou espelhamentos são objetos de polêmica entre pesquisadores e profissionais que acompanham o desenvolvimento das crianças (ZORZI, 2003). Enquanto alguns entendem essas ocorrências como um problema de natureza neuropsicomotora, de domínio espacial, problemas emocionais, outros enxergam como um simples fato na vida de alguém que está ingressando no mundo das letras e que não tem significado algum (ZORZI, 2003).

Percebe-se então, diante de tanta diversidade de opiniões e pontos de vista, que o problema na realidade está ligado a uma ausência de informações confiáveis e sistemáticas, no que diz respeito ao seu impacto no processo de aprendizagem infantil. É difícil encontrar, de maneira clara e definida, as características das crianças que estão produzindo as inversões, tais como idade, nível de escolaridade, oportunidades de aprendizagem, tipos de inversões, frequência com a qual elas ocorrem, período de tempo em que permanecem na escrita ou se o problema atinge somente algumas crianças, configurando uma dificuldade individual, ou se é algo que pode ocorrer com a maior parte deles, o que indicaria uma característica da língua escrita que a criança precisa aprender, e assim por diante.

Em estudos publicados, até por volta da década de 80, principalmente, é comum encontrar uma série de autores fazendo referência a um conjunto de características que seriam definidoras da dislexia. Os espelhamentos e inversões de letras são citados como uma das evidências consideradas marcantes (ZORZI, 2003).

No Brasil, o trabalho de Cuba dos Santos, em 1975, também seguiu essa abordagem (ZORZI, 2003). Erros clássicos que podem ocorrer tanto na escrita quanto na leitura são apontados: confusão entre letras simétrica (p/q; n/u; d/b e m/w), inversão da ordem das letras dentro de uma sílaba (pla/pal) e inversão da ordem das sílabas numa palavra (aeroplano/areoplano). Ainda de acordo com a autora, associados às dificuldades de leitura e escrita, podem-se encontrar outros sintomas considerados como sinais neurológicos menores: distúrbios da noção de espaço, distúrbio do esquema corporal e do sentido de direção, distúrbios da noção de tempo e distúrbios da percepção do ritmo.

As preocupações em relação aos espelhamentos têm uma série de justificativas, e muitas teorias surgiram buscando uma explicação. Eis algumas delas: conflito entre hemisférios direito e esquerdo; dominância manual, ocular ou auricular contrariadas; distúrbios da organização espaço-temporal, entre outras. Por outro lado, outros pesquisadores argumentavam que os erros considerados típicos da dislexia não garantiam o diagnóstico do problema, tendo em vista que eles podem ser comuns na escrita de crianças iniciantes, assim como podem não estar presentes em pessoas realmente disléxicas (ZORZI, 2003).

Se considerarmos alguns aspectos do desenvolvimento cognitivo infantil como ponto de referência, em especial, o que é chamado, de acordo com Piaget, em um trabalho realizado em 1975, de noção de permanência e invariância, veremos que o fato de uma criança compreender que os objetos ao seu redor têm uma existência independente e que os mesmos possuem certas propriedades invariáveis é um bom indicativo de que a mesma está se desenvolvendo bem (ZORZI, 2003). Conforme Piaget, a criança leva os sete primeiros anos de sua vida para compreender princípios de invariância que se aplicam às noções de objeto, quantidade, número, espaço e tempo (ZORZI, 2003). São esses princípios que lhe permitem objetivar, progressivamente, a realidade.

Com essas noções, a criança pode ser capaz de reconhecer um objeto independente de certas circunstâncias, por exemplo, reconhecer seu pai, independentemente do local onde se encontrem e até mesmo de seu vestuário. As

Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 podem servir para ilustrar de forma mais clara o que está em discussão.

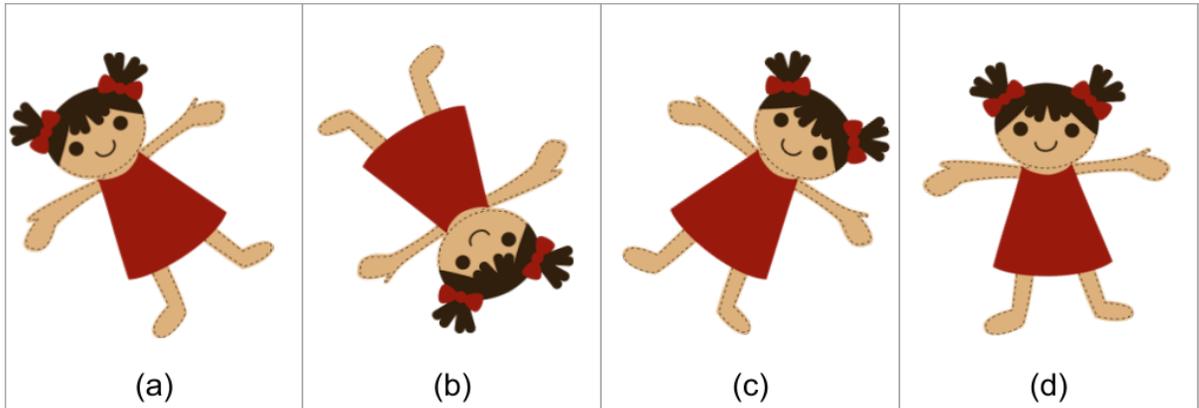


Figura 1: Boneca.

Fonte: Adaptado de Zorzi, 2003

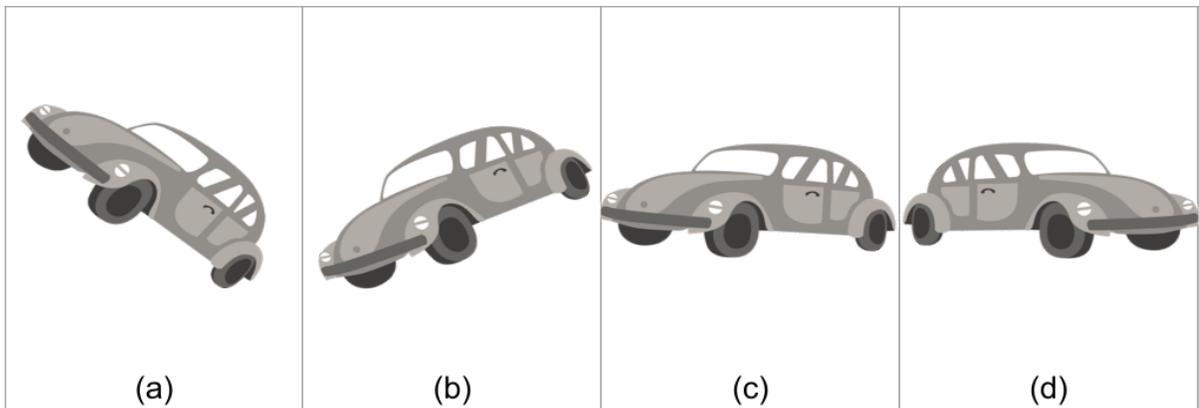


Figura 2: Carro.

Fonte: Adaptado de Zorzi, 2003.

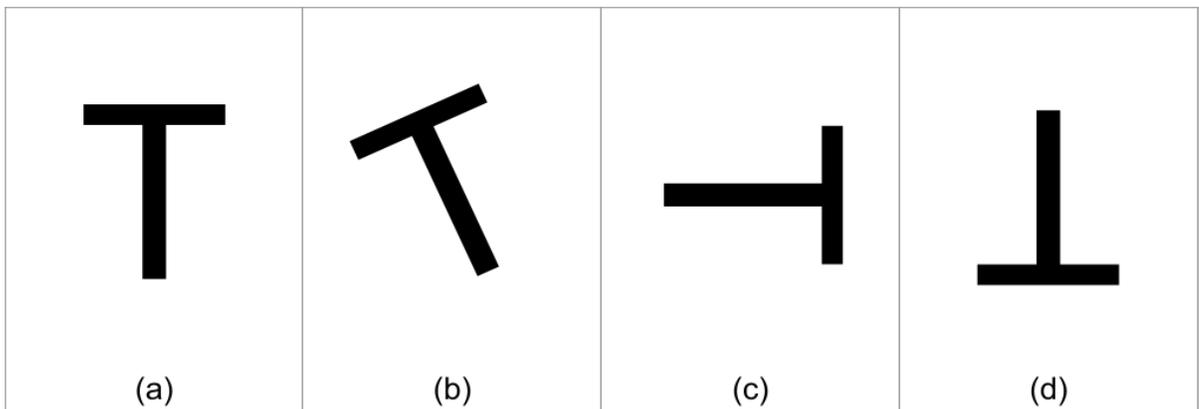


Figura 3: Letra T.

Fonte: Adaptado de Zorzi, 2003.

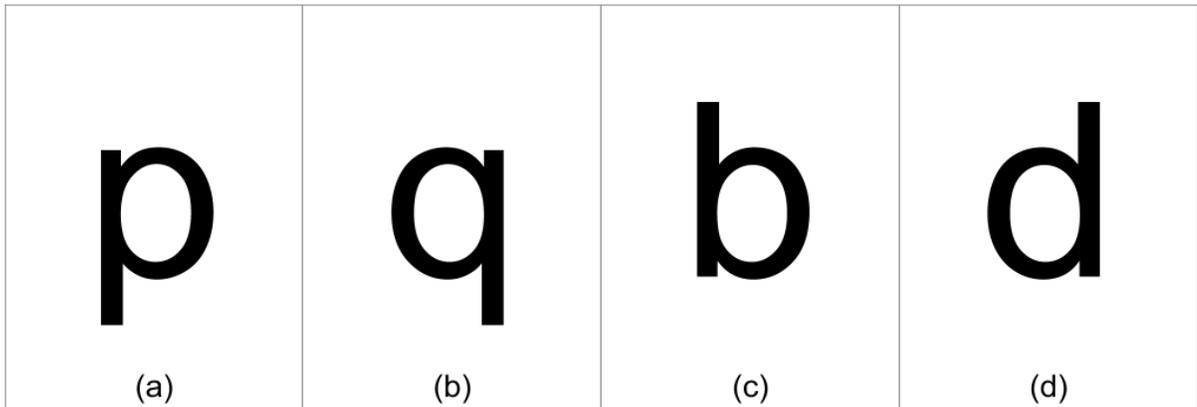


Figura 4: Letras “p”, “q”, “b” e “d”: diferentes identidades.

Fonte: Adaptado de Zorzi, 2003.

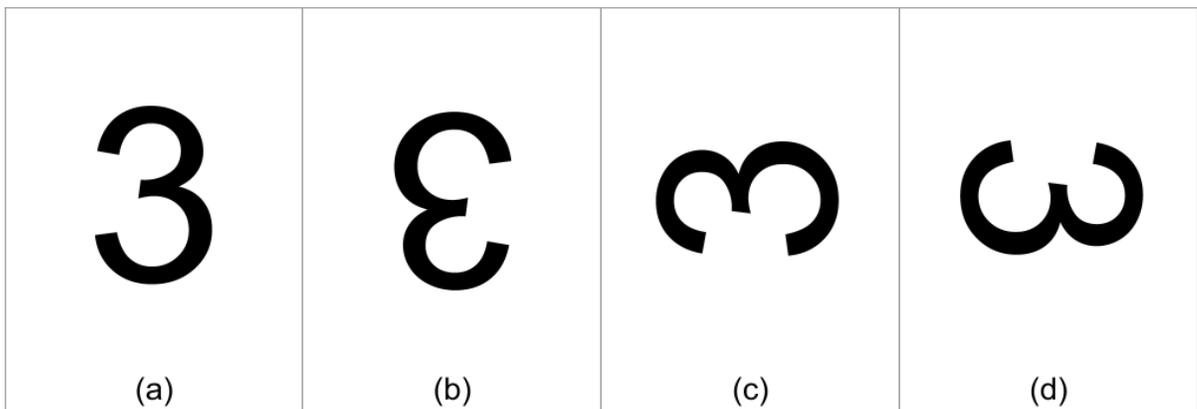


Figura 5: Número 3, assumindo mais três possíveis identidades: “E”, “M” e “W”.

Fonte: Adaptado de Zorzi, 2003.

Nas Figuras 1 e 2, independente de sua posição, a boneca continua sendo a mesma, bem como o carro. O mesmo acontece na Figura 3: quatro objetos são mostrados, só que, desta vez, esses objetos são letras e, seguindo o mesmo contexto, não há uma perda de identidade, tendo em vista que a letra T continua sendo ela mesma. Já nas Figuras 4 e 5, embora, intrinsecamente, as características das letras e números sejam as mesmas, suas diferentes posições determinam diferentes identidades, ou seja, dependendo da posição, temos as letras “p”, “q”, “b” ou “d”, no caso da Figura 4, e “3”, “E”, “M” ou “W”, se considerarmos a Figura 5. Os dois últimos exemplos ilustram a perda da invariância, mudanças simples de posição implicam mudanças de identidade.

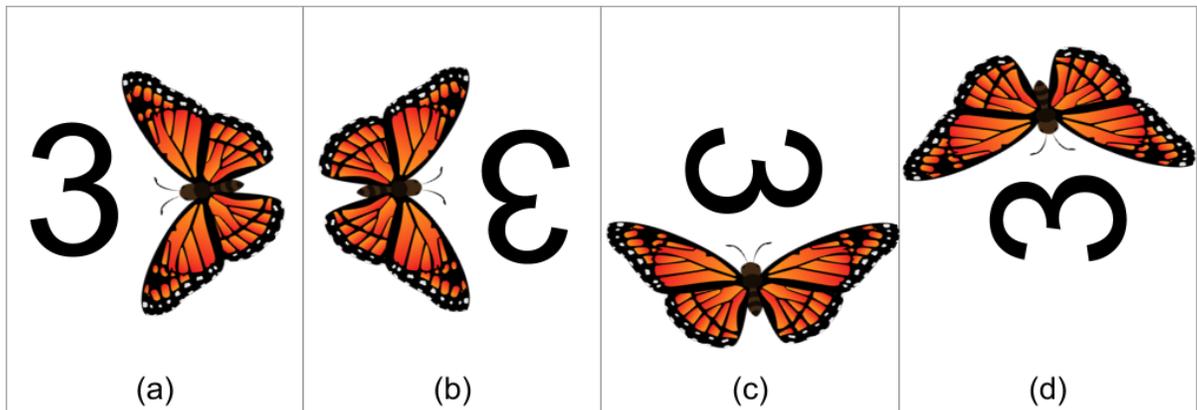


Figura 6: Noções de permanência e invariância entre objetos.

Fonte: Adaptado de Zorzi, 2003.

A Figura 6 deixa clara a associação que é feita na cabeça de uma criança com problemas de espelhamento ou inversões de letras, que é efeito das possíveis mudanças de identidade que podem ocorrer em um mesmo objeto, dependendo de sua posição. Posicionado em relação a borboleta, o número três (Figura 6a) pode representar três diferentes símbolos de escrita, a letra “E” (Figura 6b), a letra “W” (Figura 6c) e a letra “M” (Figura 6d), enquanto a borboleta, continua sendo ela mesma.

A partir do que foi discutido, podemos entender que a criança que está iniciando o aprendizado da escrita irá procurar entender os objetos (letras) da mesma maneira como estão habituadas a fazer com os demais objetos do mundo. Por isso é difícil caracterizar os espelhamentos como um distúrbio, apesar de serem fortes características de um quadro disléxico, exigindo, assim, um maior aprofundamento na hora de um diagnóstico. O que foi falado também vale para ressaltar a necessidade, em caso positivo de distúrbio, de um tratamento adequado, de forma que isso não atrapalhe o desenvolvimento cognitivo das crianças. A proposta do presente trabalho é justamente o desenvolvimento de um aplicativo que possa ajudar nesse tratamento, de forma interativa e prazerosa para a criança,

As Figuras 7 e 8 representam textos obtidos em sessões de fonoaudiologia com crianças que tem esse problema, e são exemplos do que acontece na prática, no dia a dia. Em ambas as figuras, é possível ver as trocas citadas no decorrer desta seção, no trecho “ne casa”, onde o correto seria “na casa” e em “dormio nala”, que, ignorando o erro ortográfico em “dormio”, o correto seria “dormio nela”.

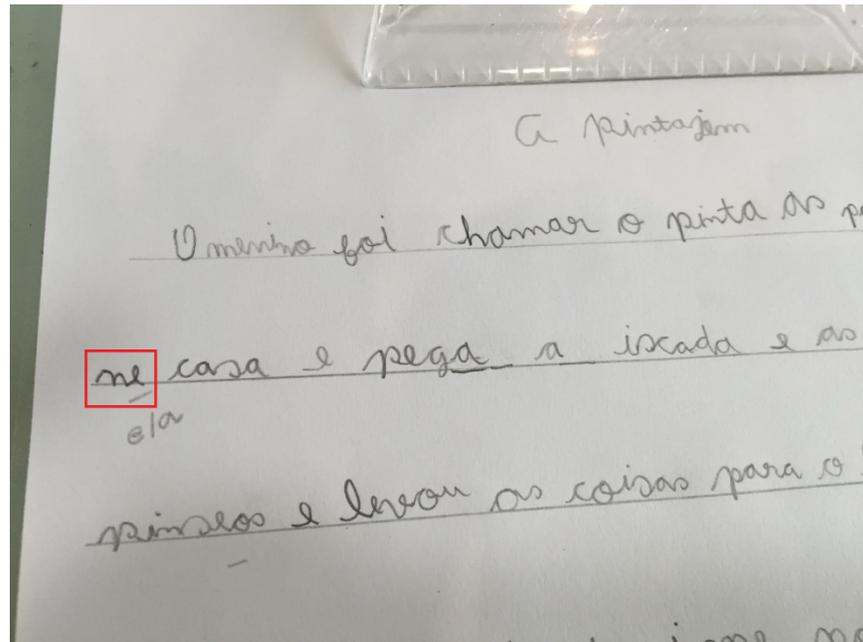


Figura 7: Primeiro trecho de texto feito por uma criança disléxica.

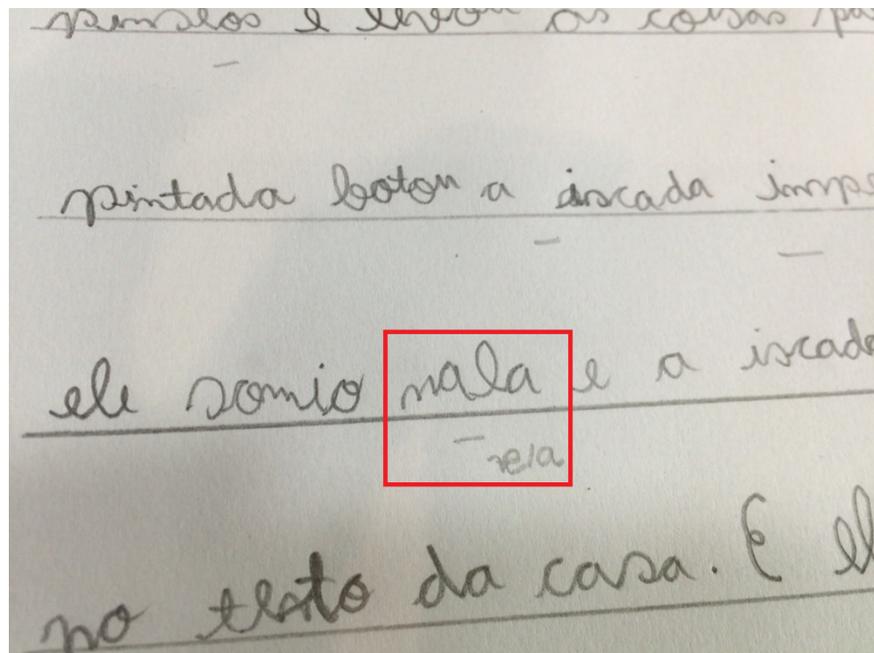


Figura 8: Segundo trecho de texto feito por uma criança disléxica.

3. TIC aplicada à dislexia

A partir do que foi falado a respeito das TIC e das tecnologias assistivas, esse capítulo tem como objetivo mostrar o resultado de uma pesquisa realizada buscando prospectar aplicativos *mobile* voltados para a dislexia, mas também levando em consideração outros SLD e deficiências, como a paralisia cerebral, o autismo etc. O levantamento foi feito procurando por aplicativos desenvolvidos especialmente para atuar na intervenção desses problemas, no Brasil e no mundo. Aplicativos tradicionais voltados para a educação infantil, por exemplo, não foram considerados como escopo da pesquisa por não terem sido desenvolvidos como foco nos problemas supracitados. Para cada aplicativo encontrado, foram discriminados os seguintes pontos:

- Função.
- Resultados obtidos através do uso.
- Requisitos de instalação.
- Sujeitos-alvo.
- Custo.
- Quantidade de *downloads* realizados.

A pesquisa foi feita usando as seguintes bases de dados eletrônicas: *Science Direct/Elsevier*, *SciELO – Scientific Electronic Library Online* e o *Research Gate*, além de pesquisas livres pela *web*, através do *Google*, *YouTube* e das lojas de aplicativos do *Google* e da *Apple*, a *GooglePlay* e a *AppStore*, respectivamente. Os aplicativos serão listados e analisados na Seção 3.1.

3.1. Aplicativos

Em 2012, no Brasil, um grupo de alunos do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), por meio do ITABits, grupo criado para incentivar o desenvolvimento de *softwares*, participou de um desafio idealizado pelo Instituto ABCD para criar os primeiros aplicativos em língua portuguesa para crianças e jovens com dislexia, o que resultou no desenvolvimento de três jogos para *smartphones* e *tablets*. Os três jogos têm a função e o objetivo de auxiliar o ensino de crianças com

distúrbios de aprendizagem, em especial, a dislexia. São gratuitos e funcionam em aparelhos com o *sistema operacional* Android. São eles:

- **Aramumo – Palavras Cruzadas:**

- Função: As atividades do Aramumo se concentram no contexto de um jogo de palavras cruzadas interativo com a função de desenvolver a consciência fonológica da criança, abordando aspectos da ortografia.

- Resultados obtidos através do uso: Não há resultados publicados em relação ao seu uso, tem-se apenas análises positivas dos usuários do aplicativo registradas na GooglePlay, onde o mesmo é disponibilizado. É classificado como um aplicativo com 4.5 estrelas, numa escala de 0 a 5 (GOOGLEPLAY, 2015).

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional* Android (*smartphones*), na versão 2.2 ou superior: 7MB de espaço em memória.

- Sujeitos-Alvo: Crianças com dislexia

- Custo:

- Disponível para Android gratuitamente. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aramumo.Game>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 1000 e 5000 (GOOGLEPLAY, 2015).

- **Arqueiro Defensor:**

- Função: O aplicativo traz atividades que auxiliam no desenvolvimento da consciência fonológica da criança, abordando aspectos da compreensão e escrita de palavras. As palavras utilizadas nas atividades foram escolhidas de forma que pudessem trabalhar o problema dos espelhamentos de letras, como *u e n, m e w*.

- Resultados obtidos através do uso: Não há resultados publicados em relação ao seu uso, tem-se apenas análises dos usuários do aplicativo registradas na

GooglePlay, onde o mesmo é disponibilizado. Classificado como um aplicativo com 3.5 estrelas numa escala de 0 a 5, possui análises tanto positivas como negativas (GOOGLEPLAY, 2015).

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional* Android (*smartphones*), na versão 2.2 ou superior: 1,2MB de espaço em memória.

- Sujeitos-Alvo: Crianças com dislexia

- Custo:

- Disponível para Android gratuitamente. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.itabits.CamillaLagPomba>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 1000 e 5000 (GOOGLEPLAY, 2015).

- **Mimosa e o Reino das Cores:**

- Função: Tem como função trabalhar a consciência fonológica das crianças, possui atividades que exercitam a memória e que relacionam palavras a um objeto. Faz uso de um ambiente lúdico, mantendo o interesse da criança em usar a aplicação.

- Resultados obtidos através do uso: Não há resultados oficiais em relação ao seu uso, tem-se apenas análises dos usuários do aplicativo registradas na GooglePlay, onde o mesmo é disponibilizado. Classificado como um aplicativo com 3.7 estrelas numa escala de 0 a 5, possui análises tanto positivas como negativas (GOOGLEPLAY, 2015).

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional* Android (*smartphones*), na versão 2.2 ou superior: 14MB de espaço em memória.

- Sujeitos-Alvo: Crianças com dislexia

- Custo:
 - o Disponível para Android gratuitamente. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.itabits.colorrindo>
- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 5000 e 10000 (GOOGLEPLAY, 2015).

Há aplicativos brasileiros que se enquadram no contexto, mas que não são voltados para a dislexia, e sim para distúrbios mais graves, como os que comprometem a fala e a comunicação de indivíduos. São exemplos:

- **Que-fala!:**

- Função: Possibilita a comunicação de pessoas com deficiência, não sendo essas, necessariamente, disléxicas. Foi elaborado baseado nos conceitos técnicos e científicos da Comunicação Suplementar e/ou Alternativa (CSA). Sua função é ajudar pacientes com dificuldades na fala, funcionando como um instrumento de comunicação alternativa.
- Resultados obtidos através do uso: Não há resultados publicados em relação ao seu uso, tem-se apenas análises dos usuários do aplicativo registradas na GooglePlay, onde o mesmo é disponibilizado. Classificado como um aplicativo com 3.9 estrelas numa escala de 0 a 5, possui análises positivas em sua maioria (GOOGLEPLAY, 2015).
- Requisitos de instalação:
 - o *Sistema operacional* Android (*smartphones e tablets*), na versão 2.3 ou superior: 239MB de espaço em memória.
- Sujeitos-Alvo: Sujeitos com deficiências ou distúrbios que dificultam a comunicação através da fala
- Custo:
 - o Disponível para Android gratuitamente. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.metodos.quefala>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 10000 e 50000 (GOOGLEPLAY, 2015).

- **Adapt:**

- Função: Foi criado com o intuito de exercer a função de auxiliar indivíduos com dificuldades de comunicação.

- Resultados obtidos através do uso: Não há resultados publicados em relação ao seu uso, tem-se apenas análises positivas dos usuários do aplicativo registradas na GooglePlay, onde o mesmo é disponibilizado. É classificado como um aplicativo com 4.5 estrelas, numa escala de 0 a 5 (GOOGLEPLAY, 2015).

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional* Android (*smartphones e tablets*), na versão 2.2 ou superior: 6,1MB de espaço em memória.

- Sujeitos-Alvo: Crianças e adultos que possuam dificuldades de comunicação.

- Custo:

- Disponível para Android gratuitamente. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.argulu.adapt>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 5000 e 10000 (GOOGLEPLAY, 2015).

- **Livox:**

- Função: O Livox é um aplicativo de comunicação alternativa que auxilia pessoas com doenças, distúrbios ou deficiências que comprometem a fala, no processo de comunicação e aprendizado.

- Resultados obtidos através do uso: Não há resultados publicados em relação ao seu uso, tem-se análises positivas dos usuários do aplicativo registradas na GooglePlay, onde o mesmo é disponibilizado. É classificado como um aplicativo com 4.3 estrelas, numa escala de 0 a 5 (GOOGLEPLAY, 2015). Além disso, sua relevância pode ser notada através dos diversos prêmios recebidos,

são eles: Prêmio de Melhor Aplicativo de Inclusão Social, entregue pela Organização das Nações Unidas (ONU); Prêmio de Inovação Tecnológica com o Maior Impacto de 2014, pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID); Vencedor da Copa do Mundo de Tecnologia do Vale do Silício, nos EUA, na categoria Educação

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional* Android (*smartphones e tablets*), na versão 4.0 ou superior: 487MB de espaço em memória.

- Sujeitos-Alvo: Crianças com distúrbios ou deficiências que comprometem a fala.

- Custo:

- Disponível para Android gratuitamente. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.livox>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 500 e 1000 (GOOGLEPLAY, 2015).

Fora do Brasil, evitando outros tipos de distúrbio e focando apenas no contexto da dislexia, foi possível encontrar um número maior de aplicativos. Eis alguns deles:

- **EasyLexia:**

O EasyLexia é fruto de uma iniciativa acadêmica que explora os benefícios do uso das TIC como uma plataforma de aprendizagem para indivíduos, em especial, crianças com dislexia. Há duas versões do EasyLexia: a 1.0 e a 2.0, ambas desenvolvidas para as plataformas *Windows Phone 7* e *8*, tendo como objetivo o contexto acadêmico. Não há a disponibilização de nenhuma das versões do aplicativo, logo, aspectos sobre custos e requisitos de instalação e quantidade de *downloads* realizados não serão discriminados.

- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 7 e 12 anos, com dislexia.

- Resultados obtidos através do uso: Foram realizadas intervenções com os sujeitos-alvo, utilizando a abordagem do aplicativo mobile e a opção de

atividades em papel. A primeira observação significativa foi a alta preferência do uso do aplicativo ao uso do papel. Percebeu-se que o uso do aplicativo manteve as crianças mais focadas e concentradas. Os resultados indicam a significância da tecnologia nos métodos de aprendizagem atuais. *Feedbacks* sobre o *design* e a interação com o usuário também foram obtidos, o que permitiu a realização de uma nova versão do aplicativo: o EasyLexia 2.0 (SKIADA *et al.*, 2014).

- **EasyLexia 1.0:**

- Função: Tem como função promover e ajudar crianças a melhorar habilidades fundamentais para o processo de aprendizagem: compreensão na leitura, ortografia, memória de curto prazo e resolução de problemas matemáticos. Para isso, a aplicação é estruturada em quatro categorias básicas: “Words”, que tem por objetivo dar suporte às habilidades de leitura e enriquecimento de vocabulário; “Numbers”, com a função de desenvolver e dar suporte à lógica matemática; “Memory”, objetivando o desenvolvimento da memória de curto prazo e da concentração; por fim, “Books”, uma categoria exclusivamente destinada a fortalecer a concentração através da leitura.

- **EasyLexia 2.0:**

- Função: Possui as mesmas funções do EasyLexia 1.0, trata-se de uma nova versão que recriou funcionalidades e o design do aplicativo. Além disso, houve a portabilidade para *tablets* com *Windows Phone 7 e 8*. A decisão de fazer um novo *design* e recriar funcionalidades ocorreu baseada nos resultados obtidos nas intervenções realizadas com a primeira versão do aplicativo.

- **Dysegxia**

- Função: Ajudar crianças disléxicas em seus problemas de escrita através de um jogo de palavras. Todos os exercícios no Dysegxia foram desenvolvidos

abordando erros específicos de leitura e escrita em crianças com dislexia. Contém cinco níveis de dificuldade. Em cada um deles, aborda seis tipos de exercícios.

- Resultados obtidos através do uso: Foram realizadas uma avaliação heurística e uma avaliação preliminar do aplicativo utilizando a técnica *think aloud* com sete crianças disléxicas. Os resultados foram promissores: todos os participantes acharam o aplicativo útil e mais atraente em relação à realização de exercícios no papel (RELLO *et al*, 2012).

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional iOS (iPhones, iPads e iPod Touch)*, na versão 6.0 ou superior: 49,3MB de espaço em memória
- *Sistema operacional Android (smartphones)*, na versão 2.2 ou superior: 3,2MB de espaço em memória. Necessita do arquivo *dyseggxia.apk* para instalação, que pode ser obtido no endereço descrito no item “Custo”.

- Sujeitos-Alvo: Crianças com dislexia

- Custo:

- Disponível para iOS de forma gratuita. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/dyseggxia/id534986729?l=ca&ls=1&mt=8>
- Disponível para Android gratuitamente. Código fonte e arquivo para instalação (*dyseggxia.apk*) através do endereço: <http://www.dyseggxia.com/download?lang=us>

- Quantidade de *downloads* realizados: Dados não informados para ambas as versões.

- **Alphabeticos:**

- Função: O aplicativo possui duas versões, uma gratuita e uma paga. A função principal é ensinar o alfabeto para crianças disléxicas através do som e do formato de cada letra. Na versão gratuita, apenas as três primeiras letras são ensinadas. A versão paga contempla todas as letras do alfabeto.

- Resultados obtidos através do uso: Não há resultados publicados em relação ao uso. Classificado como um aplicativo entre 2.3 a 3.4 estrelas numa escala de 0 a 5 (GOOGLEPLAY, 2015), considerando as duas versões. Há apenas uma análise registrada, e a mesma é negativa.

- Requisitos de instalação:

- Versão paga: *Sistema operacional Android (smartphones)*, na versão 2.2 ou superior: 24MB de espaço em memória
- Versão gratuita: *Sistema operacional Android (smartphones)*, na versão 2.2 ou superior: 25MB de espaço em memória

- Sujeitos-Alvo: Crianças que estão aprendendo o alfabeto, em especial disléxicos, com idade entre 3 e 6 anos.

- Custo:

- A versão paga do aplicativo custa R\$10,55 e pode ser encontrado na GooglePlay através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.fordyslexia.icanalphabeticsfull>
- A versão gratuita do aplicativo pode ser encontrado na GooglePlay através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.fordyslexia.icanalphabetics>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 100 e 500 para a versão paga e, entre 5000 e 1000 para a versão gratuita (GOOGLEPLAY, 2015).

- **Ghotit Real Writer:**

- Função: Dar suporte a disléxicos na escrita da língua inglesa, realizando correções de texto. Além da escrita, permite que o usuário solete o texto com a voz, fazendo a conversão para o formato de texto. Corrige palavras mal pronunciadas, erros de gramática, pontuação etc. Trata-se de uma ferramenta de assistência à escrita. Possui dicionário dos seguintes locais: US (United States – Estados Unidos), UK (United Kingdom – Reino Unido), Austrália, Nova Zelândia além do Inglês da África do Sul.

- Resultados obtidos através do uso: Não foram encontrados resultados mediante o uso da aplicação.
 - Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional iOS (iPads)*, na versão 7.0 ou superior: 91,2MB de espaço em memória
 - Sujeitos-Alvo: Disléxicos em geral
 - Custo:
 - Disponível para iOS no valor de \$99.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/ghotit-real-writer/id956782250>
 - Quantidade de *downloads* realizados: Dados não informados.
- **Promptoo:**
 - Função: Ajudar profissionais do ramo da dramaturgia a ler e memorizar os *scripts* de uma maneira mais efetiva.
 - Resultados obtidos através do uso: Não foram encontrados resultados mediante o uso da aplicação.
 - Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional iOS (iPhones, iPads e iPod Touch)*, na versão 7.0 ou superior: 4,5MB de espaço em memória
 - Sujeitos-Alvo: Voltado para o público de profissionais da dramaturgia (atores e atrizes, por exemplo) que sofram com distúrbios como a dislexia, asperger, autismo e síndrome de Irlen.
 - Custo:
 - Disponível para iOS gratuitamente. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/promptoo/id965533887?ls=1&mt=8>
 - Quantidade de *downloads* realizados: Dados não informados.

- **Dyslexia Toolbox:**
 - Função: Ajudar em aspectos específicos do dia a dia de um disléxico. Possui uma interface com cores leves e uma série de ferramentas, dentre as principais estão: um *web browser*, que muda automaticamente a fonte do texto, bem como sua cor e tamanho, buscando minimizar o chamado “stress visual”; um leitor de documentos que é capaz de fazer a conversão texto-fala e reproduzir o texto em formato de áudio. O aplicativo foi desenvolvido por um disléxico.
 - Resultados obtidos através do uso: Não foram encontrados resultados mediante o uso da aplicação.
 - Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional* iOS (*iPhones*, *iPads* e *iPod Touch*), na versão 7.1 ou superior: 17MB de espaço em memória
 - Sujeitos-Alvo: Disléxicos com idade igual ou superior a 17 anos.
 - Custo:
 - Disponível para iOS no valor de \$4.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/dyslexia-toolbox/id847765304?mt=8>
 - Quantidade de *downloads* realizados: Dados não informados.

- **Olivia Reader:**
 - Função: Uma aplicação que tem como função facilitar o processo de leitura de conteúdos em *web browsers* por disléxicos. Ele modifica aspectos do texto como *background*, tamanho, cor e tipo da fonte. Tem um melhor funcionamento em *sites* que não contém conteúdo dinâmico, como o Wikipedia.
 - Resultados obtidos através do uso: Não foram encontrados resultados mediante o uso da aplicação.
 - Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional* iOS (*iPhones*, *iPads* e *iPod Touch*), na versão 7.1 ou superior: 4,5MB de espaço em memória
 - *Versão web*: é necessário o *web browser* *Google Chrome*
 - Sujeitos-Alvo: Indivíduos disléxicos, independente da idade.

- Custo:
 - Versão *web* disponível em forma de *plugin* para o *Google Chrome* através do site <http://www.oliviareader.com/>, por um valor de \$7.00.
 - Disponível para iOS gratuitamente. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/WebObjects/MZStore.woa/wa/viewSoftware?id=949183683>
- Quantidade de *downloads* realizados: Dados não informados.

O *nessy.com* é um *site* norte-americano que possui produtos e aplicativos com o propósito de ajudar crianças com dislexia, seus trabalhos são realizados aplicando estratégias de aprendizagem que são desenvolvidas por um grupo de professores especialista em dislexia. Com uma trajetória de dez anos, já recebeu alguns milhares de *feedbacks* e depoimentos positivos de crianças disléxicas, bem como de parentes e professores próximos, sendo essa a fonte relativa aos resultados encontrados mediante o uso de seus aplicativos (Nessy, 2015). Todas as informações a respeito podem ser encontradas no *site*: <http://www.nessy.com/us/>. Entre seus aplicativos estão:

- **Hairy Letters:**
 - Função: Tem como função ensinar o alfabeto, destacando os sons de cada letra, bem como seus formatos, incluindo os casos de letras maiúsculas. Usa a abordagem de jogos para construir letras dentro de palavras simples da língua inglesa, como *cat* (gato), *ant* (formiga) etc. Aplicativo vencedor do prêmio Education Resources Awards.
 - Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional* iOS (*iPhones*, *iPads* e *iPod Touch*), na versão 6.0 ou superior: 115MB de espaço em memória
 - *Sistema operacional* Android (*smartphones*), na versão 4.0 ou superior: 84MB de espaço em memória
 - Sujeitos-Alvo: Crianças entre 4 e 6 anos, com Dislexia

- Custo:
 - Disponível para iOS no valor de \$2.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/hairy-letters/id997423057?l=en&mt=8>
 - Disponível para Android no valor de R\$13,43. Pode ser encontrado apenas na GooglePlay US (United States), através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nessy.hairyletters.us>
- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 10 e 50 para a versão Android (GOOGLEPLAY, 2015). Dados não informados para a versão iOS do aplicativo.

- **Hairy Phonics 1:**

- Função: Ensinar a introdução de dígrafos consonantais – encontro de duas consoantes que formam um único som. Esse primeiro volume de uma série de três aplicativos (Hairy Phonics 1, 2 e 3), ensina nove fonemas da língua inglesa, são eles: sh, ch, th, ck, ff, ll, ss, zz e ng.
- Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional* iOS (*iPhones, iPads e iPod Touch*), na versão 6.0 ou superior: 79,4MB de espaço em memória
 - *Sistema operacional* Android (*smartphones*), na versão 2.3 ou superior: 32MB de espaço em memória
- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 4 e 8 anos, com Dislexia
- Custo:
 - Disponível para iOS no valor de \$2.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/hairy-phonics-1/id938108978?l=en&mt=8>
 - Disponível para Android de forma gratuita. Pode ser encontrado apenas na GooglePlay US, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nessy.hairyphonics1us>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 1000 e 5000 para a versão Android (GOOGLEPLAY, 2015). Dados não informados para a versão iOS do aplicativo.

- **Hairy Phonics 2:**

- Função: Introduz o ensinamento de um novo tipo de dígrafos, os dígrafos vocálicos – encontro de duas vogais que formam um único som. É o segundo aplicativo da série Hairy Phonics. Ensina nove fonemas da língua inglesa, são eles: ai, ay, ee, ea, ie, oa, oi, oy e oo.

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional* iOS (*iPhones, iPads e iPod Touch*), na versão 6.0 ou superior: 74,5MB de espaço em memória
- *Sistema operacional* Android (*smartphones*), na versão 2.3 ou superior: 33MB de espaço em memória

- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 4 e 8 anos, com Dislexia

- Custo:

- Disponível para iOS no valor de \$2.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/hairy-phonics-2/id938109205?ls=1&mt=8>
- Disponível para Android no valo de R\$8,09. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Nessy.HairyPhonics2>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 1000 e 5000 para a versão Android (GOOGLEPLAY, 2015). Dados não informados para a versão iOS do aplicativo.

- **Hairy Phonics 3:**

- Função: É o terceiro e último aplicativo da série Hairy Phonics, ensina nove fonemas da língua inglesa, são eles: ar, or, er, ir, ur, a-e, i-e, o-e e u-e, que representam o encontro das vogais com as letras r e e.

- Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional iOS (iPhones, iPads e iPod Touch)*, na versão 6.0 ou superior: 85,8MB de espaço em memória
 - *Sistema operacional Android (smartphones)*, na versão 2.3 ou superior: 34MB de espaço em memória
- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 4 e 8 anos, com Dislexia
- Custo:
 - Disponível para iOS no valor de \$0.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/hairy-phonics-3/id938109519?ls=1&mt=8>
 - Disponível para Android no valor de R\$8,10. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Nessy.HairyPhonics3>
- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 10 e 50 para a versão Android (GOOGLEPLAY, 2015). Dados não informados para a versão iOS do aplicativo.

- **Hairy Words 1:**

- Função: O primeiro aplicativo da série Hairy Words tem como função ensinar o primeiro conjunto das cem palavras mais frequentes da língua inglesa através de uma sequência de atividades de interação com a criança.
- Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional iOS (iPhones, iPads e iPod Touch)*, na versão 6.0 ou superior: 99,8MB de espaço em memória
 - *Sistema operacional Android (smartphones)*, na versão 2.3 ou superior: 55MB de espaço em memória
- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 5 e 8 anos, com dislexia
- Custo:
 - Disponível para iOS no valor de \$2.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/hairy-words-1/id968709614?ls=1&mt=8>

- Disponível para Android no valor de R\$14,02. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nessy.hairywords1>
 - Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 100 e 500 para a versão Android (GOOGLEPLAY, 2015). Dados não informados para a versão iOS do aplicativo.

- **Hairy Words 2:**
 - Função: Segundo e último aplicativo da série Hairy Words. Tem como função ensinar o segundo conjunto das cem palavras mais frequentes da língua inglesa através de uma sequência de atividades de interação com a criança.
 - Requisitos de instalação:
 - *Sistema operacional* iOS (*iPhones, iPads e iPod Touch*), na versão 6.0 ou superior: 105MB de espaço em memória
 - *Sistema operacional* Android (*smartphones*), na versão 2.3 ou superior: 55MB de espaço em memória
 - Sujeitos-Alvo: Crianças entre 6 e 8 anos, com dislexia
 - Custo:
 - Disponível para iOS no valor de \$2.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/hairy-words-2/id968733192?ls=1&mt=8>
 - Disponível para Android no valor de R\$13,99. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nessy.hairywords2>
 - Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 100 e 500 para a versão Android (GOOGLEPLAY, 2015). Dados não informados para a versão iOS do aplicativo.

- **Dyslexia Quest:**
 - Função: Explica os sinais da dislexia. Foi desenvolvido no “Bristol Dyslexia Centre” e trabalha aspectos da consciência fonológica, memória visual e

auditiva etc. Possui uma série de jogos que testam a memória e as habilidades de aprendizado.

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional iOS (iPhones, iPads e iPod Touch)*, na versão 5.0 ou superior: 234MB de espaço em memória

- Sujeitos-Alvo: Disléxicos com idade a partir de 7 anos.

- Custo:

- Disponível para iOS no valor de \$3.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/dyslexia-quest/id448166369?mt=8>

- Quantidade de *downloads* realizados: Dados não informados.

- **What's My Reading Age? (Nessy Reading Challenge):**

- Função: Identifica o nível de leitura da criança e o que ela precisa fazer ou aprender para melhorar. Usa o algoritmo de legibilidade Flesch-Kincaid. Tem a função de desenvolver a fluência na leitura, aprimorando o vocabulário e a compreensão.

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional iOS (iPhones, iPads e iPod Touch)*, na versão 4.3 ou superior: 49,5MB de espaço em memória
- *Sistema operacional Android (smartphones)*, na versão 2.2 ou superior: 47MB de espaço em memória

- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 5 e 8 anos, com Dislexia

- Custo:

- Disponível para iOS no valor de \$1.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/us/app/whats-my-reading-age/id829586449?mt=8>
- Disponível para Android no valo de R\$4,01. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.nessy.WhatsMyReadingAge>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 100 e 500 para a versão Android (GOOGLEPLAY, 2015). Dados não informados para a versão iOS do aplicativo.

- **Chimp Fu:**

- Função: O aplicativo aborda o assunto das sílabas na língua inglesa, ensinando estratégias e maneiras que tornam mais fácil o aprendizado das mesmas.

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional iOS (iPhones, iPads e iPod Touch)*, na versão 4.3 ou superior: 53,3MB de espaço em memória
- *Sistema operacional Android (smartphones)*, na versão 2.2 ou superior: 47MB de espaço em memória

- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 5 e 8 anos, com dislexia

- Custo:

- Disponível para iOS no valor de \$2.99. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/chimp-fu/id894610082?mt=8>
- Disponível para Android no valor de R\$9,77. Pode ser encontrado na GooglePlay, através do endereço: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.nessy.ChimpFu.us>

- Quantidade de *downloads* realizados: Estimada no intervalo entre 50 e 100 para a versão Android (GOOGLEPLAY, 2015). Dados não informados para a versão iOS do aplicativo.

- **What is Dyslexia?:**

- Função: O aplicativo tem o objetivo de ajudar as pessoas a entender o problema da dislexia.

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional iOS (iPhones, iPads e iPod Touch)*, na versão 3.0 ou superior: 120MB de espaço em memória

- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 4 e 9 anos, com dislexia
- Custo:
 - o Disponível para iOS de forma gratuita. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/what-is-dyslexia/id418150626?mt=8>
- Quantidade de *downloads* realizados: Dados não informados.

- **Naughty Pony:**

- Função: O aplicativo, através de uma sequência de histórias interativas, tem a função de desenvolver a consciência fonológica da criança, abordando aspectos da leitura e compreensão de sons.
- Requisitos de instalação:
 - o *Sistema operacional* iOS (*iPhones, iPads e iPod Touch*), na versão 3.0 ou superior: 268MB de espaço em memória
- Sujeitos-Alvo: Crianças entre 4 e 9 anos, com dislexia
- Custo:
 - o Disponível para iOS de forma gratuita. Pode ser encontrado na AppStore, através do endereço: <https://itunes.apple.com/br/app/naughty-pony/id415619837?mt=8>
- Quantidade de *downloads* realizados: Dados não informados.

Também há *softwares* que não foram desenvolvidos para dispositivos *mobile* mas tem como público alvo indivíduos disléxicos. São eles:

- **Dis-Ortografando:**

- Função: Estimular as habilidades de consciência fonológica de crianças disléxicas, a partir de pares de grafemas. As atividades foram elaboradas após a análise de vários jogos e materiais de livros utilizados para trabalhar com crianças que possuam problemas de leitura, escrita e dislexia. A principal atividade é chamada “*Bolhas*”, ela foi desenvolvida para trabalhar a troca dos grafemas *R* e *RR* (CIDRIM *et al.*, 2015). É oportuno comentar que Dis-

Ortografando foi pensado e desenvolvido por um grupo de estudos da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP).

- Resultados obtidos através do uso: Não foram encontrados resultados mediante o uso da aplicação.

- Requisitos de instalação:

- *Sistema operacional* Windows 7 ou superior: 119MB de espaço em memória

- Sujeitos-Alvo: Crianças disléxicas

- Custo: O aplicativo é disponibilizado gratuitamente mediante contato com os autores (Cidrim *et al.*, 2015).

- Quantidade de *downloads* realizados: Aplicativo não disponibilizado para download (vide item anterior).

- **APADYT:**

- Função: O APADYT (*Aplicación Psicopedagógica para Apoyo em Diagnóstico Y Tratamiento*) foi desenvolvido com o intuito de dar suporte ao tratamento de necessidades especiais de educação (SEN, do inglês *Special Educational Needs*), que engloba as dificuldades de aprendizagem, incluindo a dislexia. (RUBIO; NAVARRO; MONTERO, 2014).

- Resultados obtidos através do uso: Intervenções realizadas mostraram resultados positivos no uso do APADYT (RUBIO; NAVARRO; MONTERO, 2014).

- Requisitos de instalação: O APADYT possui duas versões, a Home e a Professional. Nenhuma delas é disponibilizada, devido a isso, os requisitos de instalação são desconhecidos, sabe-se apenas que foram desenvolvidas para o *sistema operacional* Windows 7.

- Sujeitos-Alvo: Crianças de 3 a 8 anos

- Custo: Não se tem informações a respeito do custo do aplicativo visto que o mesmo não foi disponibilizado.

- Quantidade de *downloads* realizados: Aplicativo não disponibilizado para download (vide item anterior).

Outros aplicativos foram encontrados, mas não foram analisados. São eles: Olentangy Dyslexia, Adult Dyslexia, Dyslexia Reading Assistant, Confident Dyslexic App, Dyslexia – Find Help, Las letras y yo, HexaDyslexia, Dyslexia Game – Letter Blob, Dyslexia Test & Tips, Keyboard for Dyslexics, Dyslexia Disease & Symptoms entre outros. Os motivos de não ter sido realizada a análise dos mesmos no presente trabalho são os seguintes: a maioria deles não são para a intervenção e sim para informação, indicando sintomas, características e dicas para o dia a dia de disléxicos; os que utilizam alguma forma de intervenção possuem classificação menor ou igual a 2 estrelas na GooglePlay (para avaliação, levou-se em conta apenas os que possuíam classificação superior a 2 estrelas); outros utilizam abordagens como modificar o layout do teclado e colorir cada letra de um dado texto com uma cor diferente, o que não está de acordo com as diretrizes que procurou-se seguir. Todos estão disponíveis pela GooglePlay (GOOGLEPLAY, 2015).

3.2. Análise dos resultados

As pesquisas resultaram num total de 38 aplicativos, considerando distintas as duas versões do EasyLexia e do Alphabeticos. Destes, 27 foram analisados. Os resultados serão mostrados a seguir. A Figura 9 ilustra a quantidade de aplicativos desenvolvidos para cada *sistema operacional*, considerando separadamente os exclusivos para Android e iOS. É possível observar que a maioria dos aplicativos possui suporte para ambos os *sistemas operacionais* que possuem a maior parte do mercado *mobile* no mundo, o Android e o iOS (KANTAR WORLDPANEL, 2015). Se os aplicativos não analisados tivessem sido considerados nesse levantamento, a diferença seria ainda maior.



Figura 9: Relação dos aplicativos com o *sistema operacional*

A Figura 10 mostra um dado preocupante para a realidade brasileira: a esmagadora maioria dos aplicativos são desenvolvidos para a língua inglesa. Dentre os aplicativos analisados, 62,5% dos desenvolvidos para Android não tem suporte à língua portuguesa, para iOS essa realidade é ainda pior, 100% deles não suportam o Português. Para as demais plataformas, apenas o Dis-Ortografando faz o uso da língua portuguesa. As diferentes versões de aplicativos que dão suporte a mais de um sistema operacional foram contabilizadas de forma independente, por exemplo, o Olivia Reader foi considerado tanto para “iOS” como para “Demais Plataformas” na Figura 10, por também ter uma versão *web*.

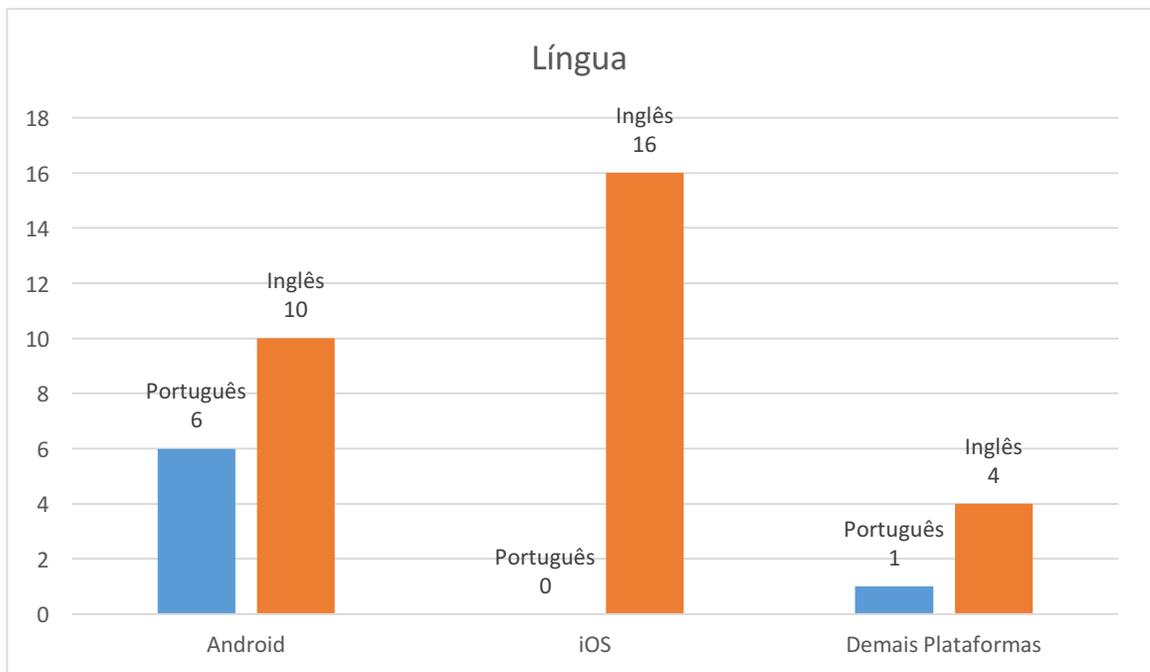


Figura 10: Língua dos aplicativos

A Figura 11 revela questões referentes ao custo dos aplicativos analisados, levando em consideração apenas Android e iOS, já que apenas um aplicativo é disponibilizado juntando o contexto do *Windows Phone* e das demais plataformas. A figura revela uma maior tendência de aplicativos pagos para iOS e uma proximidade nessa questão para o contexto do Android. Na figura, a série “Ambos” foi utilizada para categorizar o caso em que um aplicativo possui duas versões, sendo uma paga e outra gratuita, como é o caso do *Alphabetic*s.

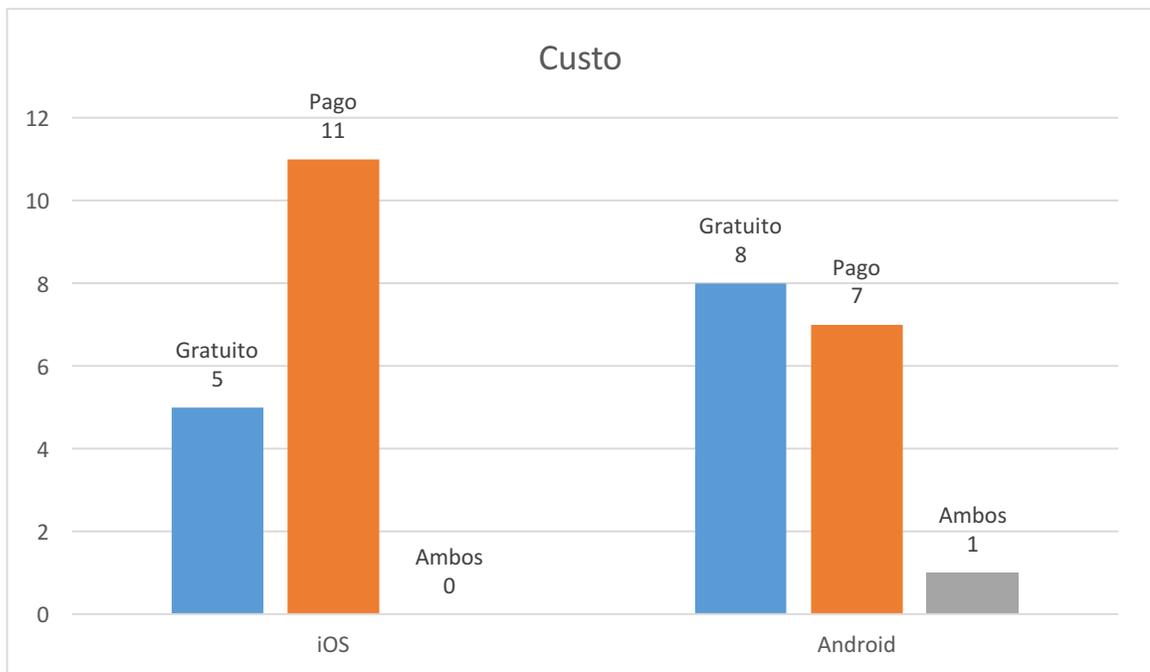


Figura 11: Custo dos aplicativos

É oportuno lembrar que os aplicativos apresentados neste capítulo, como resultado da pesquisa realizada, não representam a totalidade dos desenvolvidos para o propósito do auxílio a dislexia. O objetivo desse capítulo foi mostrar alternativas na área e destacar que no Brasil ela tem sido pouco explorada. O próximo capítulo irá tratar da metodologia utilizada no desenvolvimento do Desembaralhando.

4. Metodologia

4.1. Recomendações seguidas para a elaboração do aplicativo

Sobre a tipografia

No contexto da dislexia e outros SLD, destaca-se a importância da escolha de uma tipografia apropriada e sua influência na qualidade da leitura por parte de sujeitos que sofrem desses distúrbios, levando em consideração uma análise baseada em parâmetros como: velocidade de leitura e taxa de erro, tanto em qualidade como em quantidade (ZIKL *et al.*, 2015). A partir disso, a fonte *OpenDyslexic* (Figura 12) foi escolhida para as atividades elaboradas no aplicativo Desembaralhando. A mesma é distribuída gratuitamente, com licença *open source* e encontra-se disponível *on line*: www.opendyslexic.org.



Figura 12: OpenDyslexic Regular, Bold e Itálico.

Ela foi criada especificamente para disléxicos, com o objetivo de eliminar as dificuldades de leitura mais frequentes, como as trocas de letras com formatos similares ou letras que são imagens espelhadas umas das outras, sendo, este último caso, o principal objeto de estudo do presente trabalho. O autor tentou alcançar esse objetivo introduzindo mudanças minuciosas nos formatos das letras, nas suas inclinações e na largura de suas linhas (OPENDYSLEXIC, 2015). As letras *b* e *d* são

um exemplo disso, as duas tem um formato idêntico, sendo uma a imagem espelhada da outra. Na fonte *OpenDyslexic*, elas têm leves diferenças no formato, inclinação e na largura de suas linhas nas curvas (Figura 13).



Figura 13: Letras b e d na fonte OpenDyslexic.

Fonte: OPENDYSLEXIC, 2015.

O uso da OpenDyslexic não aumenta a velocidade de leitura, mas reduz as ocorrências de erros específicos, em comparação à outras fontes, como por exemplo, as comuns sans-serif e Arial (ZIKL *et al.*, 2015).

Sobre a Interface e as Atividades Elaboradas

Para elaboração da interface do aplicativo, além da tipografia, vários cuidados foram tomados, seguindo uma série de diretrizes e recomendações para elaboração de *softwares* para crianças disléxicas. Foi escolhida uma paleta limitada de cores claras, com pouca saturação, em tons de azul e amarelo, atendendo a dois propósitos. O primeiro é o ergonômico, dada a dificuldade de disléxicos em distinguir formas em ambientes de muito estímulo visual, ou em um fundo completamente branco (McCARTHY; SWIERENGA, 2010). O segundo é o contraste com as cores das figuras dos objetos apresentadas na aplicação.

As atividades foram pensadas para serem autoexplicativas, de forma que a criança não necessite de intervenção para realizá-las. Movimentos e animações foram elaborados para promoverem uma maior interação e melhor experiência: há um interesse maior por aplicativos com atividades dinâmicas. Destaca-se a associação de palavras a imagens, com recursos de áudio disponíveis em algumas atividades.

Buscou-se utilizar palavras comuns da língua portuguesa, de forma que as mesmas fossem presentes no contexto do dia a dia das crianças.

Todas as imagens foram elaboradas e pensadas para a aplicação de forma exclusiva. O aplicativo, portanto, dispõe de um conteúdo de original de arte. Buscou-se trazer o lado mais lúdico de cada objeto, de forma que não houvesse dificuldade na identificação e distinção entre os mesmos. Tais imagens estão associadas a um banco de palavras elaborado por uma fonoaudióloga especialista em dislexia.

Evita-se também o uso de recursos que contabilizem quantidade e/ou percentual de erros, que, muitas vezes, acaba comprometendo a motivação da criança disléxica em continuar o uso. Em outras palavras, em vez de reforçar ou evidenciar os erros, o aplicativo atua com um papel de incentivador. Evitam-se atividades de difícil execução - não é ideal que o aplicativo tenha atividades que gerem dúvidas ou que possam levar a criança a confundir-se.

Telas com um número excessivo de palavras e imagens também não podem figurar no aplicativo. O que se deseja na elaboração da interface e das atividades de uma aplicação como o Desembaralhando é que o interesse da criança pela leitura e escrita possa ser despertado e/ou incentivado.

4.2. SDKs, ferramentas e bibliotecas utilizadas

O aplicativo foi desenvolvido utilizando o *Android SDK*, cuja versão da plataforma foi a API (*Application Programming Interface*) 23: Android 6.0 (Marshmallow, revision 1). O *Android Studio* foi a IDE (*Integrated Development Environment*) utilizada, sendo essa a ferramenta oficial para desenvolvimento de aplicativos Android do Google, e que é baseada no *IntelliJ IDEA*.

O *Android Studio* oferece todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de aplicações Android, através do *SDK Manager* e das ferramentas nativas. Dentre elas, fez-se grande uso do *Gradle*, um sistema de automatização de *builds* – processo que envolve a geração de um arquivo executável a partir de um código fonte. Nesse sentido, o *Gradle* permite o uso de bibliotecas de terceiros de forma simples. A ferramenta *lint* também foi usada para análise estática de código fonte e verificações de desempenho.

Para execução da aplicação durante o período de desenvolvimento, fez-se o uso das ferramentas *AVD (Android Virtual Device)*, disponível junto com o *Android SDK* e do *Genymotion*, em sua versão gratuita. Ambos são emuladores, que tornaram possível realizar testes de aspectos como performance e ajustes de *layout* em diversas versões do Android, em *hardwares/smartphones* de diferentes tamanhos de tela, e capacidade de processamento. Essas ferramentas cobrem casos em que o desenvolvedor não poderia validar, caso não tivesse em mãos determinado aparelho.

O *smartphone* utilizado, em forma física, foi um Samsung Galaxy S4 Mini, que conta com a versão 4.4.4 do Android KitKat. Junto com os emuladores, foram esses os responsáveis pela validação do funcionamento esperado da aplicação nos dispositivos.

É oportuno dizer que a primeira versão deste aplicativo tem suporte apenas para *smartphones*, devido à falta de um *tablet*, em forma física, durante o processo de desenvolvimento. Não seria possível garantir o funcionamento do aplicativo, em sua plenitude, considerando testes realizados apenas em ambientes virtuais, usando o *Genymotion* e o *AVD* como ferramentas de emulação. É possível ocorrer problemas desde a quebra do *layout* das telas da aplicação até o não funcionamento de determinadas funcionalidades, por isso, dispositivos físicos se fazem necessários.

Utilizou-se uma ferramenta de controle versão distribuído, o *Git*, que facilitou o desenvolvimento em diferentes máquinas e o gerenciamento do código fonte. Em conjunto com o *Git*, o *Bitbucket* foi utilizado como repositório do código da aplicação. O *Git* é um *software* livre, distribuído sob os termos da versão 2 da licença *GNU GPL*, e encontra-se disponível *on line*: www.git-scm.com. Já o *Bitbucket*, possui uma versão paga e outra gratuita, sob alguns termos, sendo a última, a versão utilizada, podendo ser encontrada também *on line*: www.bitbucket.org.

Outra ferramenta utilizada foi o *SourceTree*, um cliente *Git* para Windows e Mac que oferece uma interface gráfica poderosa o suficiente para eliminar a necessidade do uso de linha de comando via terminal. É distribuído de forma gratuita em: www.sourcetreeapp.com.

Destaca-se, ainda, o uso de duas bibliotecas de terceiros, sendo elas a *Calligraphy* e a *Universal Image Loader*. A primeira é de importância fundamental no

uso da fonte *OpenDyslexic* pela aplicação. Ela oferece uma arquitetura que facilita todo o processo de inserção e configuração necessário para adição de fontes externas, eliminando a necessidade de um trabalho manual desnecessário e que pode ser menos eficiente do que a implementação do próprio Calligraphy, distribuído sob a licença *Apache 2.0*, disponível *on line* em: <https://github.com/chrisjenx/Calligraphy>.

Universal Image Loader, a biblioteca mais utilizada do GitHub, tem papel de extrema importância no Desembaralhando, que conta com uma quantidade consideravelmente alta de imagens que precisam ser carregadas dinamicamente, sem que o desempenho da aplicação seja comprometido. Nesse aspecto, esta biblioteca provê instrumentos flexíveis e que podem ser adaptados de acordo com as necessidades específicas da aplicação, além de dispor de uma grande quantidade de opções de configuração e de um bom controle de carregamento de imagens, incluindo o processo de *caching*. Distribuída sob a licença *Apache 2.0*, disponível *on line* em: <https://github.com/nostra13/Android-Universal-Image-Loader>.

A aplicação dispõe de recursos de gravação e reprodução de conteúdo de áudio, onde é possível que a criança grave sua própria voz e a escute, como forma de identificação de possíveis erros na execução de suas atividades, bem como seja capaz de ouvir dicas relacionadas a algumas palavras das atividades. Essas dicas representam áudios embarcados na aplicação, que correspondem à pronúncia correta da palavra de cada imagem associada. Essas funcionalidades se tornaram factíveis, levando em consideração uma boa qualidade de áudio, graças a duas ferramentas nativas do Android: o MediaPlayer e o MediaRecorder, que são responsáveis pelo gerenciamento de todo conteúdo de mídia gravado e reproduzido pela aplicação.

4.3. Requisitos de instalação

- Sistema Operacional Android versão 4.0.3 ou superior.
- Suporte apenas para *smartphones*.
- Espaço necessário em memória: 9MB.

4.4. Rotação de letras, grid dinâmico para estruturação de frases

Uma das funcionalidades do aplicativo é a possibilidade de rotação de letras que representam imagens espelhadas uma das outras. Essa funcionalidade faz parte de um dos módulos de atividades da aplicação. Junto a ela, é possível que a criança grave e escute sua própria voz, servindo como um mecanismo para identificação de erros de resposta e como guia no progresso da atividade, visto que, segundo especialistas da área, disléxicos mostram mais facilidade para identificar erros quando os escutam com sua própria voz. Além disso, nessa atividade, sempre há a possibilidade de a criança escutar uma dica da palavra, que é acessível através de um botão no canto inferior esquerdo da imagem associada à palavra, que é mostrada na tela. A dica representa a pronúncia correta da palavra em questão, sendo esse mais um recurso que guia a criança para o acerto.

A rotação, que, no escopo do aplicativo Desembaralhando, trata-se de uma transformação geométrica 2D, foi pensada inicialmente em ser feita após o reconhecimento de um gesto de *single tap* (toque simples na tela) na letra, seguido de *swipe* (gesto onde o usuário desliza o dedo sobre a tela) para esquerda ou direita. Com isso, percebeu-se que, na maioria dos casos, a criança acabaria ficando com o dedo sobre boa parte da palavra quando estivesse realizando os movimentos, o que não seria interessante, dada a necessidade da mesma sempre ser vista por completo, para que a identificação não seja comprometida. Para corrigir o problema, foi introduzida uma componente visual do Android, uma *seekbar*, que funciona como uma barra de progresso, onde, após a criança selecionar uma letra a ser rotacionada, a *seekbar* aparece e funciona como área de interação para realizar a transformação de rotação na letra selecionada (Figura 14), ela ocorre baseada no valor de progresso da *seekbar*, que é definido previamente no intervalo $[0, 180]$, valores que representam os ângulos mínimo e máximo de rotação das letras na aplicação. Os elementos visuais presentes na Figura 14 são, respectivamente:

- a) Mecanismo de verificação de corretude da palavra escrita.
- b) Imagem do objeto que representa a palavra a escrita na tela.
- c) Uma dica, clicando nesse elemento, um áudio com a pronúncia correta da palavra é reproduzido.

- d) A palavra.
- e) A letra selecionada a ser rotacionada.
- f) A *seekbar*.
- g) Mecanismo que permite a gravação de voz, criado com o intuito de permitir que a criança consiga gravar com sua própria voz a palavra tal qual está escrita na tela, e assim identificar erros com maior facilidade. Após a gravação, um botão de *play* é adicionado na tela, para que a seja possível escutar o que foi gravado.

Tanto esses quanto os demais elementos das telas do Desembaralhando são descritos de forma detalhada no Capítulo 5.

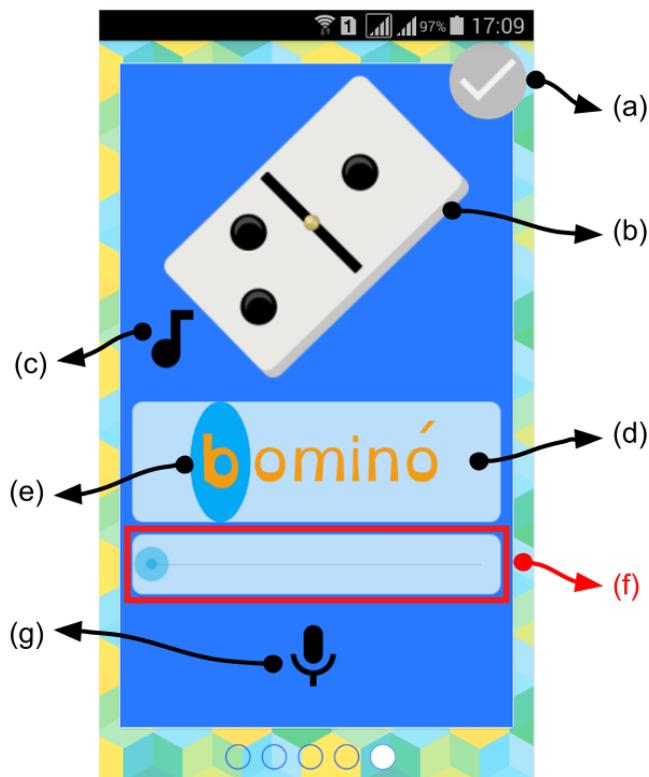


Figura 14: Tela do aplicativo com destaque na *seekbar*.

O primeiro caso abordado de letras espelhadas são o b e o d. Elas representam um dos casos mais simples de espelhamento, onde, realizando uma rotação em torno apenas do eixo y, é possível que um b seja visto como um d e vice-versa. O segundo par de letras espelhadas são as letras a e e. Essas representam um caso mais

complexo, onde, para que uma seja o reflexo da outra, é necessário que seja feita uma rotação em torno de dois eixos, x e y .

O processo de rotação envolve também a mudança da letra, pois, como a tipografia usada foi a *OpenDyslexic*, que já tem o intuito de criar uma maneira de diferenciação entre as letras, não fazia sentido utilizar apenas uma letra e rotacioná-la, pois a diferença seria evidente. Com isso, pensou-se numa mecânica que, enquanto a rotação estivesse sendo feita, no momento em que o ângulo atingisse 90 graus, houvesse a mudança da letra, pelo correspondente espelhamento.

Essa mecânica introduziu alguns critérios no cálculo do ângulo de rotação. Primeiro, definimos que as primeiras letras dos pares, b do primeiro par, e a do segundo par, iniciariam no processo com o ângulo em 0° . As segundas letras dos pares, d e e , respectivamente, iniciariam com o valor máximo, 180° .

Para o processo de rotação, consideremos inicialmente o caso mais simples: b e d , uma rotação apenas em torno do eixo y , ilustrada na Figura 15. É possível observar que o sentido da rotação está sendo realizado da esquerda para direita, começando a partir da letra b , com o ângulo iniciando em 0° , correspondendo ao valor atual de progresso da *seekbar*, que também é zero (Figura 15a). Conforme há a interação com a *seekbar* e seu valor é alterado, nesse caso, incrementado, a rotação da letra é realizada e o ângulo se altera de forma correspondente a *seekbar*, como é possível ver na Figura 15b — o progresso da *seekbar* encontra-se num valor próximo de sessenta, assim como o ângulo de rotação da letra, fazendo com que se perceba o posicionamento da letra na tela, que é reflexo da rotação realizada.

Esse processo continua, até que se atinja 90° (Figura 15c). Nesse momento, por se tratar de uma transformação 2D e a letra estar exatamente sobre os eixos de rotação, não é possível visualizá-la. É nesta etapa que é realizada a troca da letra pelo seu espelhamento correspondente e feita a mudança do cálculo do ângulo de rotação, que passa a ser o suplemento do ângulo atual, dado pelo valor de progresso da *seekbar*. Temos assim a seguinte expressão matemática:

$$A = 180 - VAS, \quad (1)$$

em que A é o ângulo de rotação da letra e VAS representa o valor atual da *seekbar*. O cálculo do ângulo baseado na expressão (1) se mantém até que se atinja o valor máximo da *seekbar*: 180.

Na Figura 15d é possível observar os efeitos das mudanças descritas anteriormente, a letra d é visualizada e a rotação continua a poder ser percebida através do posicionamento da letra na tela. A Figura 15e representa o estado final da letra após todo o processo ter sido realizado e a *seekbar* ter alcançado seu valor máximo.

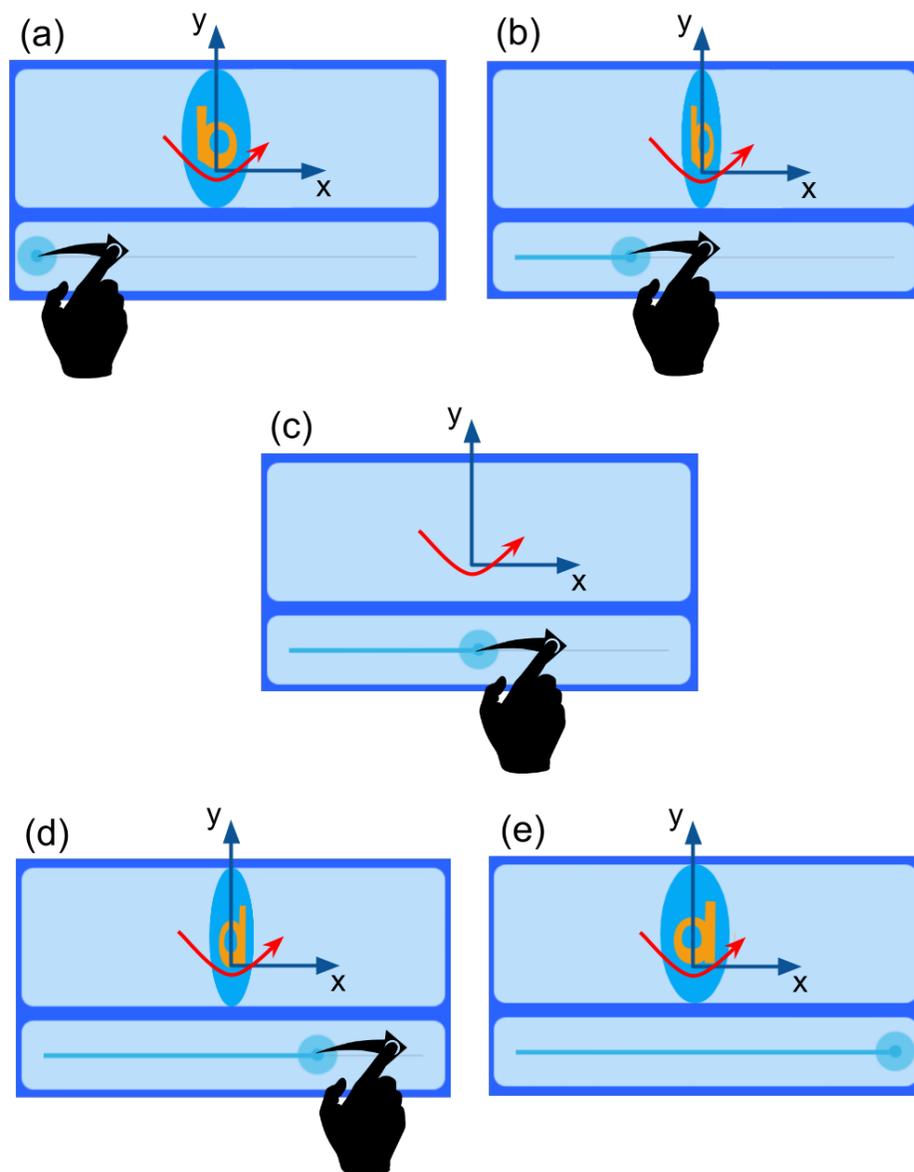


Figura 15: Processo de rotação em torno do eixo Y das letras b e d.

A rotação no sentido contrário (direita-esquerda) segue os mesmos princípios, salvo as seguintes diferenças:

1. O ângulo inicial será iniciado em 180° , por se tratar da segunda letra do par.
2. O valor do progresso da *seekbar* não será incrementando, e sim decrementado.
3. De 180° até 90° , o valor do ângulo de rotação da letra corresponderá ao valor do progresso da *seekbar*.
4. Ao alcançar 90° ocorrerá a mudança da letra e do cálculo do ângulo, descrito pela expressão (1), e seguirá assim até que se alcance o valor mínimo da *seekbar*: 0.

Trataremos agora o segundo e mais complexo caso: as letras *a* e *e*, onde faz-se necessário realizar rotações em torno dos eixos *x* e *y*. As Figuras 16 e 17 ilustram o motivo pelo qual a rotação não é feita em torno de apenas um dos eixos.

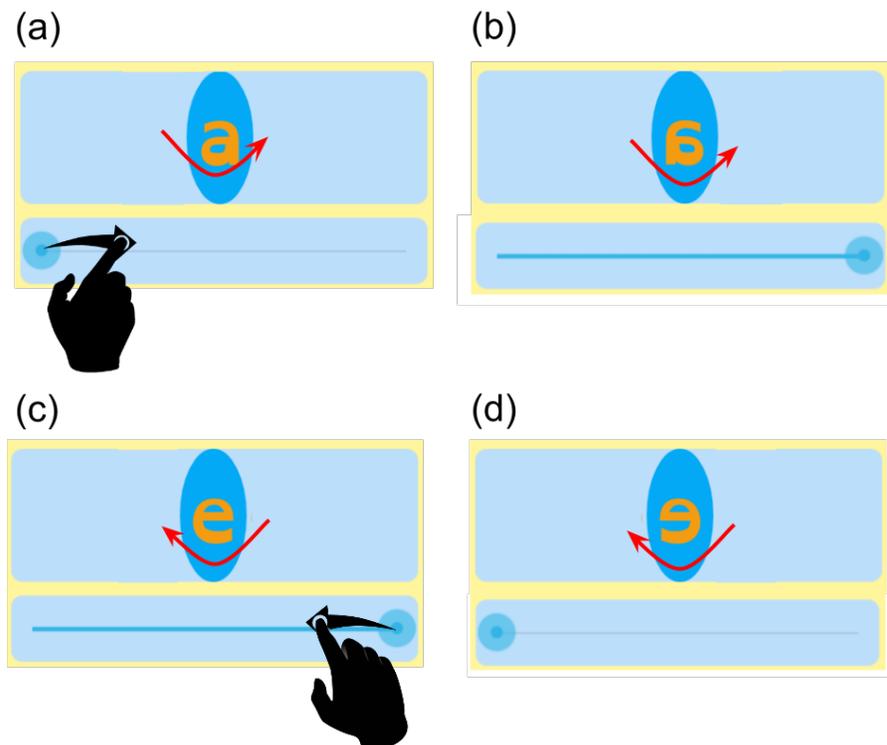


Figura 16: Rotação apenas no eixo *y* das letras *a* e *e*.

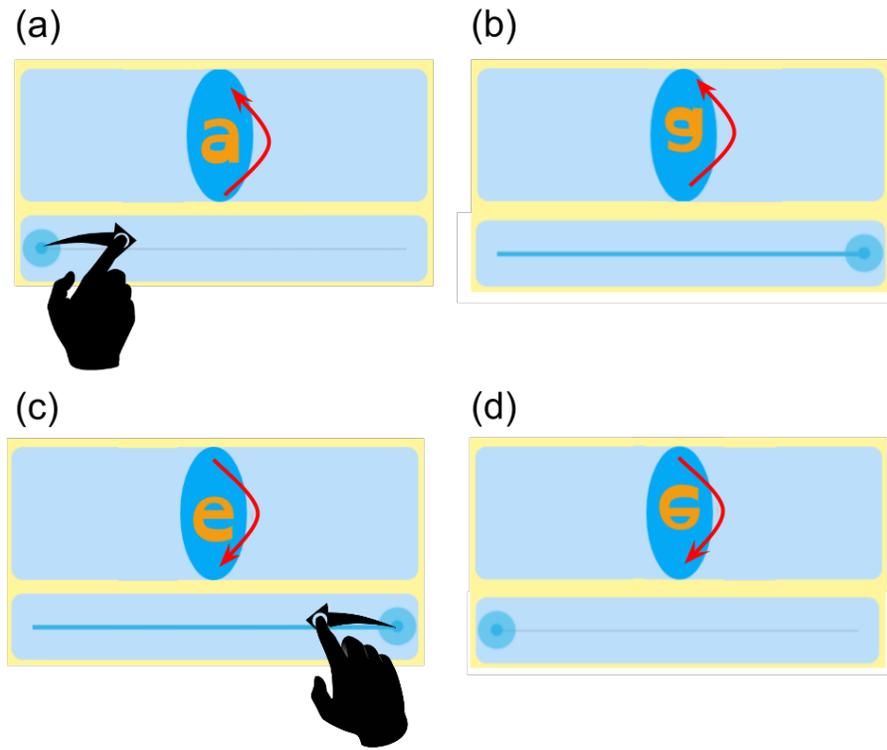


Figura 17: Rotação apenas no eixo x das letras *a* e *e*.

O fato é que, para o par de letras *a* e *e*, uma rotação em apenas um dos eixos, isoladamente, não torna possível que as letras representem o espelhamento uma da outra. Na Figura 16 é possível observar visualmente que uma rotação realizada em torno apenas do eixo *y* não é suficiente, nem apenas em torno do eixo *x*, como ilustra a Figura 17.

O processo descrito para rotação das letras *b* e *d* será o mesmo utilizado para *a* e *e*, exceto pelo fato de que o resultado do cálculo para obtenção do valor do ângulo será aplicado para os dois eixos: *x* e *y*. A Figura 18 mostra como isso acontece. Visualmente, é possível perceber algumas diferenças, como a inclinação da letra tanto horizontal, como verticalmente (Figuras 18*b* e *d*) durante o processo, que ocorre pelo fato de estarmos lidando com uma rotação em dois eixos simultaneamente. A Figura 18 ilustra a rotação sendo realizada no sentido esquerda-direita, mas, para o sentido contrário não há grandes diferenças, exceto as citadas anteriormente após a descrição do processo de rotação das letras *b* e *d*.

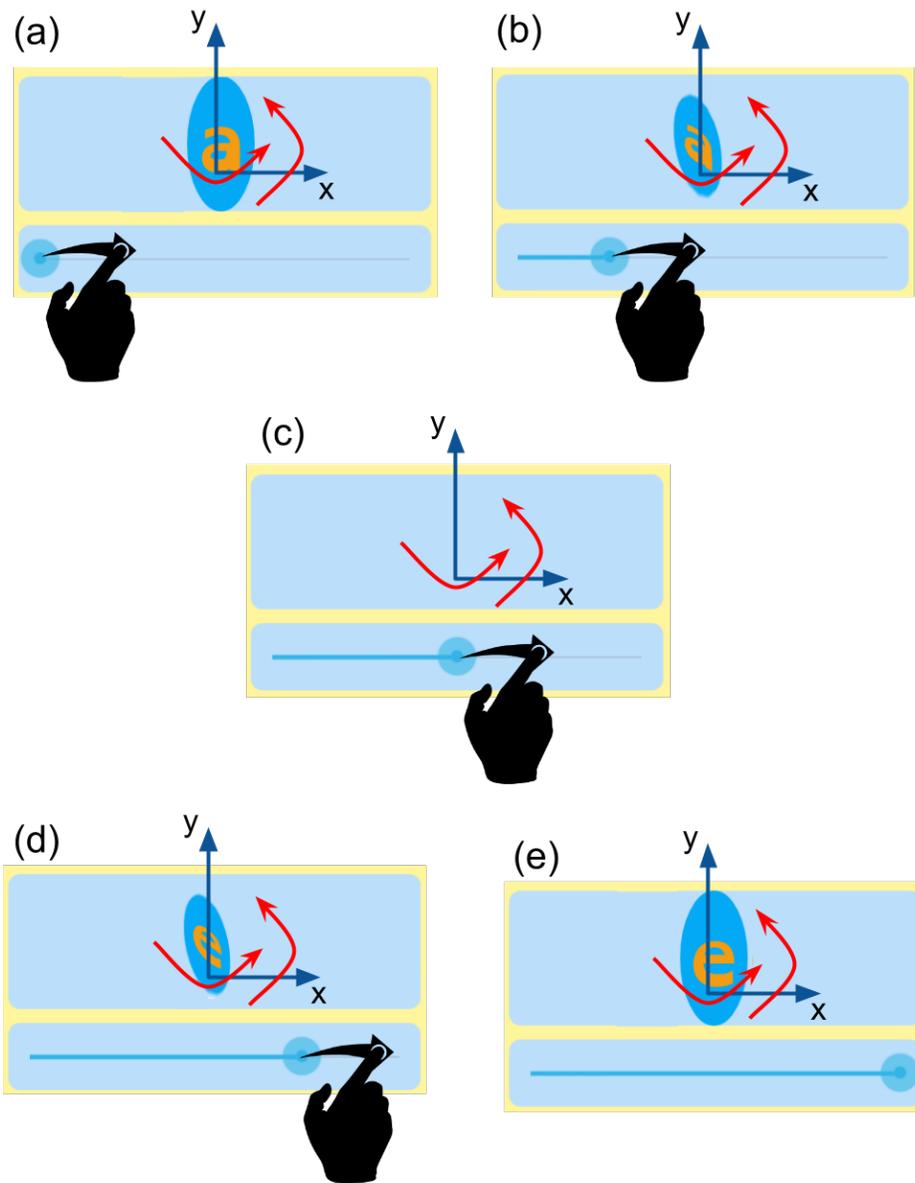


Figura 18: Processo de rotação em torno dos eixos X e Y das letras a e e.

Outra atividade disponível na aplicação é a de estruturação de frases (Figura 19), que, inicialmente encontram-se embaralhadas – a criança, com a pista de uma (Figura 19a) ou duas imagens (Figura 19b), que funcionam como dica sobre o que aquela frase diz respeito, deve ser capaz estruturar a frase, com a ordem correta das palavras, através de um sistema de *drag and drop*, que faz uso de uma componente do Android, o GridView, que foi implementado para funcionar de forma dinâmica, permitindo que as palavras que fazem parte da frase sejam arrastadas pelo *grid* e

assim, mudar de posição, tornando o usuário capaz de interagir e montar a frase de maneira adequada.



Figura 19: Atividade de estruturação de frases.

5. Descrição e utilização do aplicativo Desembaralhando

O Desembaralhando possui o objetivo de auxiliar na intervenção de crianças disléxicas no contexto do problema dos espelhamentos ou inversões de letras. Trata-se de um aplicativo Android, com sua primeira versão desenvolvida para *smartphones*. Todo o material de imagem e áudio presente no Desembaralhando foi criado de forma exclusiva. A Figura 20 mostra o ícone do aplicativo.



Figura 20: Ícone do Desembaralhando.

A imagem ao centro do ícone é a letra *d* (de desenrolar, de desembaralhar), formada por uma espiral que simboliza a evolução da criança. O fundo da imagem é formado por vários cubos coloridos, que remetem à brincadeira e a jogos de montar. Esse fundo é utilizado como *background* das telas da aplicação. Esse ícone é a imagem que representa o aplicativo instalado no dispositivo, junto com seu nome.

Ao abrir o aplicativo, a primeira tela que o usuário visualiza é a *splash screen* (Figura 21a), após cerca de um segundo, o usuário é redirecionado para tela com o menu principal (Figura 21b). Nessa tela, é possível escolher entre os três grupos de atividades disponíveis no aplicativo: a estruturação de frases, espelhamentos entre *b* e *d* e os espelhamentos entre *a* e *e*. Essas atividades são discutidas no decorrer deste capítulo.

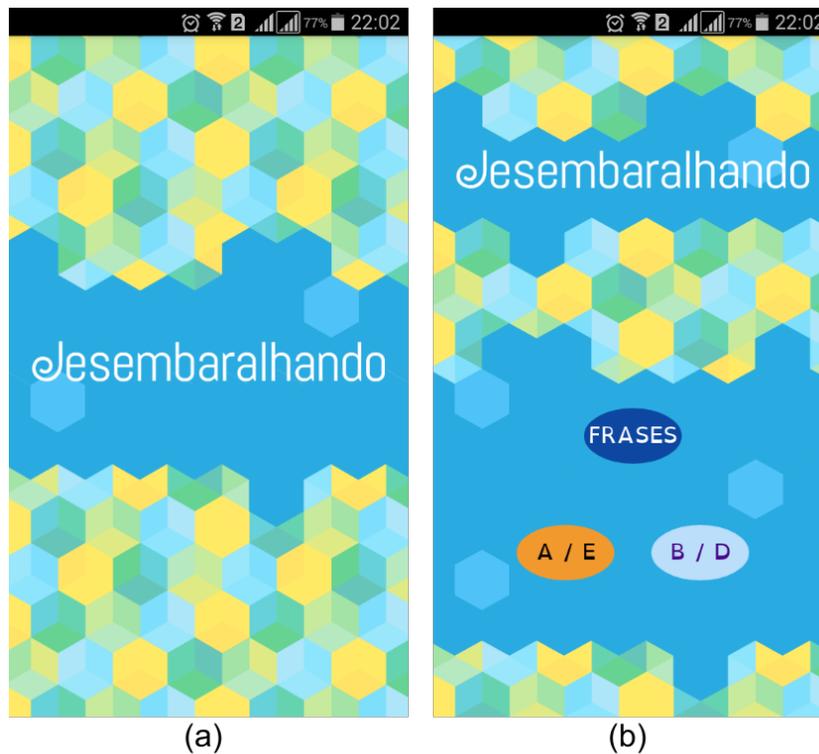


Figura 21: (a) Splash Screen; (b) Menu Principal.

As diferenças presentes nas atividades dos espelhamentos correspondem ao par de grafemas escolhido e às palavras usadas pela aplicação, o que reflete em um conjunto específico de imagens para cada par. A Figura 22 ilustra a tela seguinte à escolha da opção “A / E” no menu principal (Figura 21b). Ao centro da tela é possível observar quatro botões, e dentro de cada um deles o texto “0 de 5”. Esse texto é um indicador da quantidade de atividades concluídas. Logo, sendo o primeiro acesso à essa tela do aplicativo após abri-lo, nenhuma tarefa foi realizada, deixando assim o indicador zerado. Adiante, o seu funcionamento será mostrado. Os quatro botões representam uma divisão em quatro grupos de cinco palavras para cada par de grafema realizada pelo aplicativo, resultando em um total de vinte palavras a serem trabalhadas para cada par.

Ao clicar em um dos quatro botões, o usuário é direcionado à principal tela da atividade dos espelhamentos, ilustrada na Figura 23.

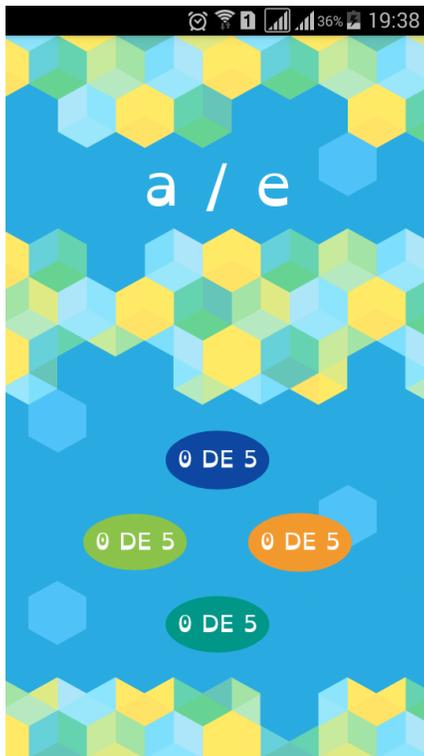


Figura 22: Menu “A / E”.

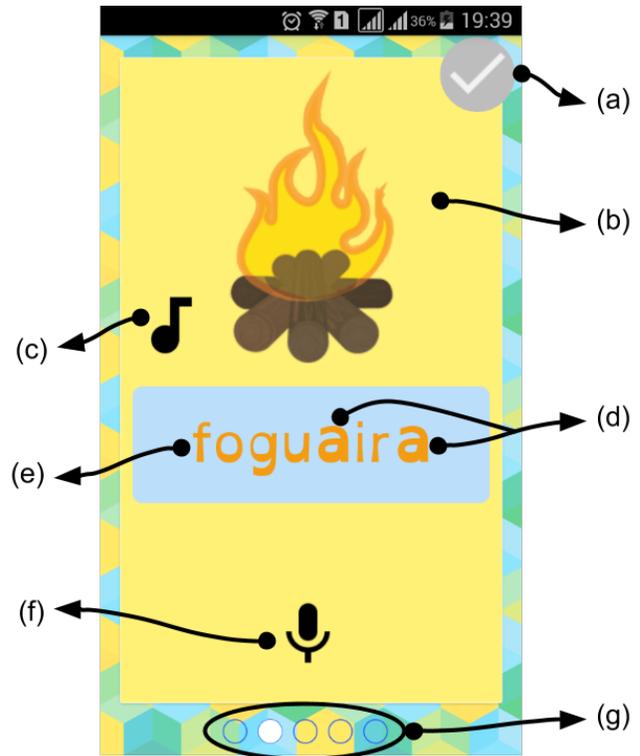


Figura 23: Atividade espelhamento A / E.

Os elementos visuais encontrados na Figura 23 são, respectivamente:

- a) Mecanismo de verificação de corretude da palavra escrita.
- b) Imagem do objeto que representa a palavra escrita na tela.
- c) Um botão que reproduz um áudio com a pronúncia correta da palavra escrita na tela. Funciona como uma dica para o usuário.
- d) As letras que podem ser rotacionadas. Usou-se a fonte OpenDyslexic Bold, com um tamanho maior em relação as demais para dar um destaque.
- e) A palavra representada pela figura, que deve ser escrita corretamente.
- f) Botão que ativa a funcionalidade de gravação de voz. Foi criado com o intuito de permitir que a criança consiga gravar com sua própria voz a palavra tal qual está escrita na tela, e assim identificar erros com maior facilidade. Após a gravação, um botão de *play* é adicionado na tela, para que a seja possível escutar o que foi gravado.
- g) Indicador da posição da palavra atual no grupo, já que cada grupo possui um conjunto de cinco palavras. Neste caso, a palavra “fogueira” é a segunda.

A navegação pelo conteúdo da atividade está sempre disponível, é possível passar por todas as palavras, mesmo que as mesmas não tenham sido acertadas. Estando na tela principal (Figura 24b) é possível realizar os gestos de *swipe*, tanto para direita (Figura 24a) como para esquerda (Figura 24c), e assim navegar entre as diversas palavras do grupo selecionado.

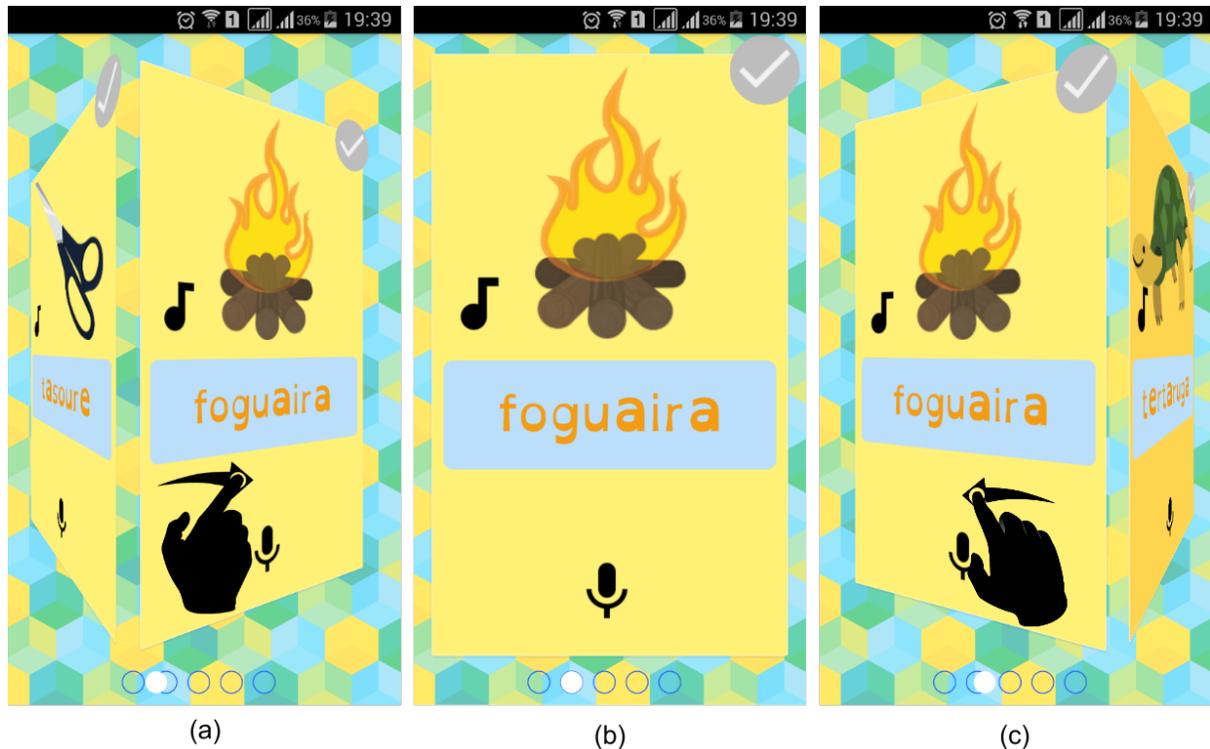


Figura 24: Espelhamentos - (a) *Swipe* right; (b) Tela Principal; (c) *Swipe* left.

As interações possíveis na atividade dos espelhamentos são ilustradas pela Figura 25. É possível selecionar as letras em destaque para que haja a correção da palavra em questão. Feito isso, a *seekbar* irá aparecer na tela, sendo possível rotacionar a letra selecionada através de gestos de *swipe* sob a *seekbar*, como ilustra a Figura 25a. A Figura 25b mostra o uso do mecanismo de gravação de voz. Ao clicar no local indicado pela figura uma animação iniciará e um rápido som é reproduzido para dar um *feedback* ao usuário da ação realizada. Enquanto a animação estiver ativa, haverá a captura de voz. Clicando novamente no ícone, a gravação se encerrará e outra opção ficará disponível, a de reprodução do áudio gravado, representada por um botão de *play*. Ao

clicar nesse botão (Figura 25c) o áudio gravado começará a ser reproduzido, e uma opção de *pause* ficará disponível, como mostra a Figura 25d.

Esse mecanismo foi concebido para facilitar o entendimento da palavra tal qual está escrita na tela pelos usuários. A qualquer momento pode-se fazer uso disso. Outra ferramenta sempre disponível para uso é a dica, representada por um ícone de uma nota musical na tela, no lado esquerdo da imagem. Ao clicar nesse ícone, o áudio da dica é reproduzido, além de haver uma animação enquanto isso ocorre. Esse áudio representa a pronúncia correta da palavra em questão. Foi gravado com a voz de uma fonoaudióloga especialista no tratamento de crianças disléxicas, a mesma que ajudou em todas as etapas de concepção da aplicação.

Quando o usuário se sentir confortável para verificar a corretude da palavra, faz-se necessário apenas clicar no ícone indicado na Figura 25e. Se correta, um som indicando o acerto será reproduzido e uma animação é realizada na palavra, dando destaque e chamando atenção para a palavra correta. Além disso, o ícone clicado, que antes estava numa cor cinza, que representa um estado *default*, assume a cor verde, indicando que aquela palavra já está correta. Até que a mesma seja novamente alterada, as palavras não ficam bloqueadas após o acerto. Em caso de erro, apenas um som indicando que a palavra não está correta é reproduzido. Tenta-se ao máximo evitar indicativos de erro e ações que possam desestimular de alguma forma o usuário, pois sabe-se quão delicada é essa situação no contexto de crianças disléxicas. É possível tentar quantas vezes lhe for necessária. Não há contagem de erro, nem limite máximo de tentativas. A criança é livre para tentar o quanto quiser.

Quanto ao indicador de progresso das atividades, é possível ver seu funcionamento na Figura 26a. Após ter acertado a palavra da Figura 25 e pressionado a tecla de *back* do dispositivo, o indicador é incrementado, e agora um dos grupos já está atualizado para “1 de 5”. Continuando com as atividades, é possível chegar ao cenário de ter acertado todas as palavras do módulo de atividades, como indica a Figura 26b.

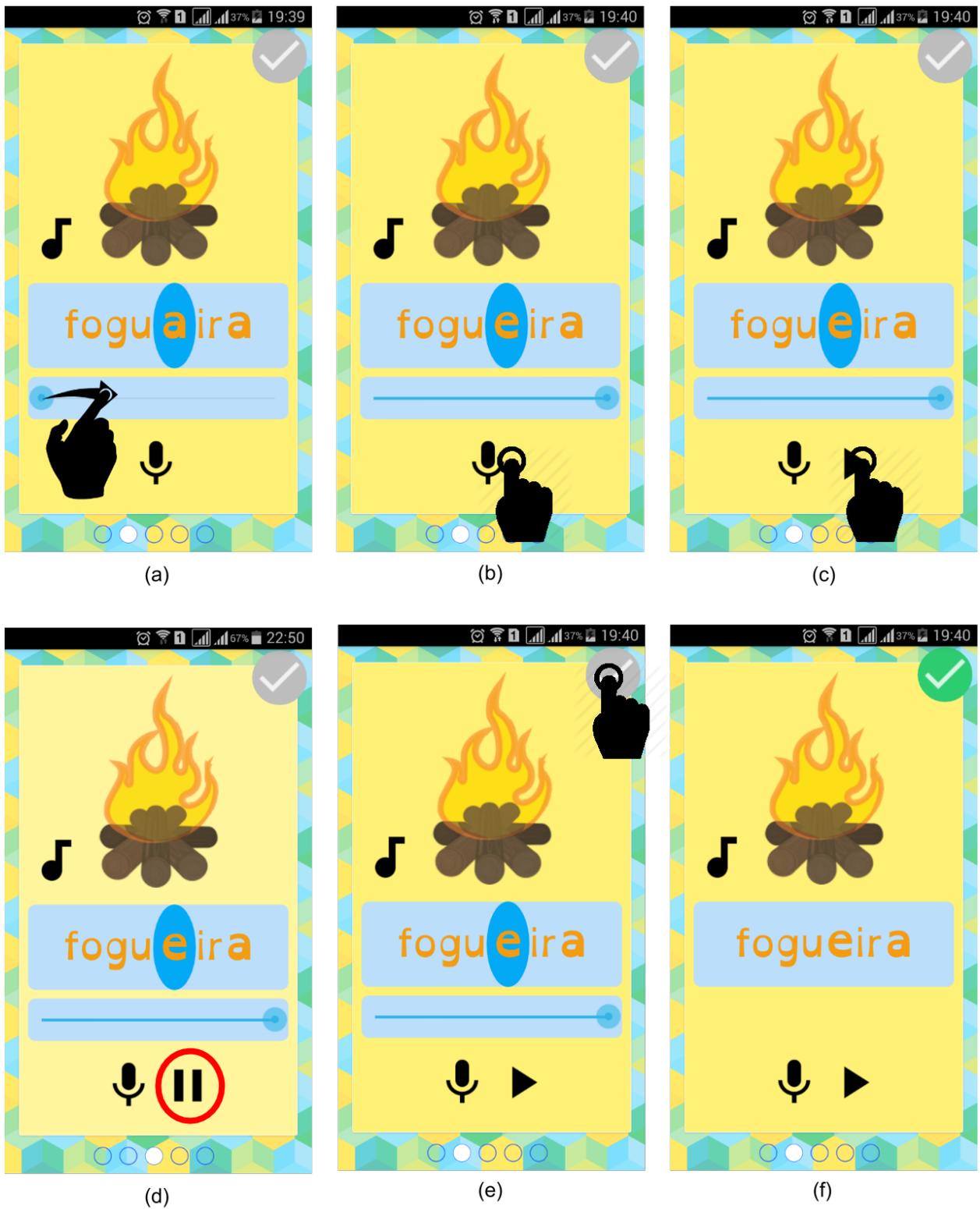


Figura 25: Interação com a atividade dos espelhamentos.

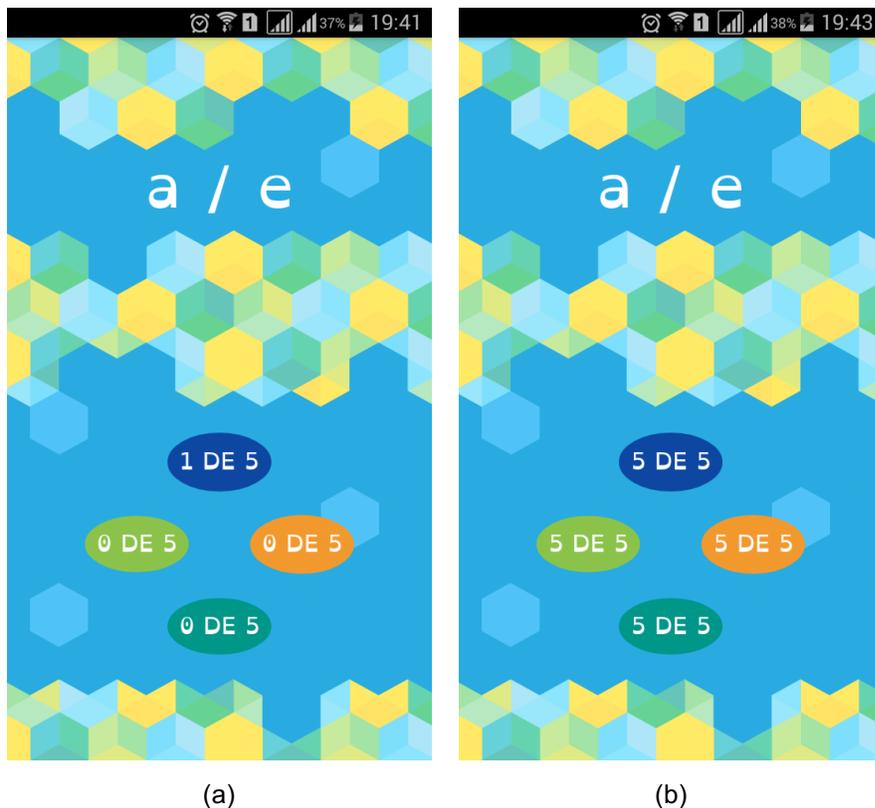


Figura 26: Evolução das atividades.

Caso seja escolhida a opção “B / D” no menu principal, o usuário será direcionado para uma tela semelhante as Figuras 21 e 25, só que o contexto será do espelhamento das letras *b* e *d*. As atividades, funcionalidades, modos de interação com o usuário e *layout* são exatamente os mesmos, apenas com uma leve diferença no *background*, que passa a ser um tom de azul. A Figura 27 ilustra essa tela. Os elementos visuais são os mesmos descritos para a Figura 23.

O último módulo de atividades do Desembaralhando é acessado através da opção “Frases” no menu principal. Foi pensado com o intuito de dar maiores possibilidades a criança visualizar as palavras dentro de um contexto, associando imagens a elas. As imagens auxiliam as crianças no momento em que estiverem pensando nas palavras, dando a possibilidade de evocá-las na memória e associá-las às palavras que estão sendo vistas. Crianças disléxicas tem uma boa memória visual, tanto para imagens, no contexto de figuras, como para palavras propriamente ditas. Logo, essa memória pode ser resgatada. Essa associação é capaz de ajudar as crianças a memorizar como as

palavras devem ser escritas. A tela principal que representa esse módulo de atividades é ilustrada na Figura 19.



Figura 27: Atividades espelhamento “B / D”.

Assim como na atividade do espelhamento de palavras, navegação pelo conteúdo está sempre disponível, é possível passar por todas as frases, mesmo que as mesmas não tenham sido acertadas. Estando na tela principal (Figura 28b), é possível realizar os gestos de *swipe* para direita (Figura 28a) e para esquerda (Figura 28c), e assim navegar entre as frases da atividade. É oportuno mencionar que a aplicação dispõe de um conjunto de dez frases. Sempre que essa atividade é acessada, cinco frases são escolhidas aleatoriamente pelo aplicativo, fazendo com que, em diferentes acessos à atividade, diferentes conjuntos de frases estejam disponíveis. A implementação foi feita dessa maneira para dar uma maior dinâmica à atividade.



Figura 28: Frases - (a) *Swipe* right; (b) Tela Principal; (c) *Swipe* left.

As interações possíveis na atividade de frases são descritas pela Figura 29. Inicialmente tem-se a frase aleatoriamente embaralhada (Figura 29a), e a função do usuário é estrutura-la da forma correta. As palavras presentes na frase estão dispostas em um *grid* e estão livres para serem manipuladas. Através de um mecanismo de *drag and drop*, o usuário pode selecionar uma palavra e arrastá-la para posição que desejar

(Figura 29b), o *grid* de palavras vai se adaptando às modificações feitas pelo usuário. Essas interações com as palavras podem ser feitas até o momento em que o usuário se sinta confortável em verificar sua corretude. Uma vez que o mesmo esteja pronto, realizando um *click* no ícone que se encontra no canto superior direito da tela (Figura 29d), será feita essa verificação. Em caso de frase correta, um som indicando o acerto será reproduzido e uma animação é realizada na frase, dando destaque para a estruturação correta, além disso, o ícone clicado, que antes estava numa cor cinza, que representa um estado *default* assume a cor verde, indicando que aquela frase já está correta, até que a mesma seja novamente alterada. As palavras não ficam bloqueadas após o acerto, as letras apenas não ficam dispostas soltas como antes. Para alterar novamente a frase, é necessário realizar a ação de *long click* em qualquer palavra da frase e a mesma voltará a liberar a manipulação das palavras. Em caso de erro, apenas um som indicando que a frase não está correta é reproduzido, o que remete às questões de estímulo citadas anteriormente.

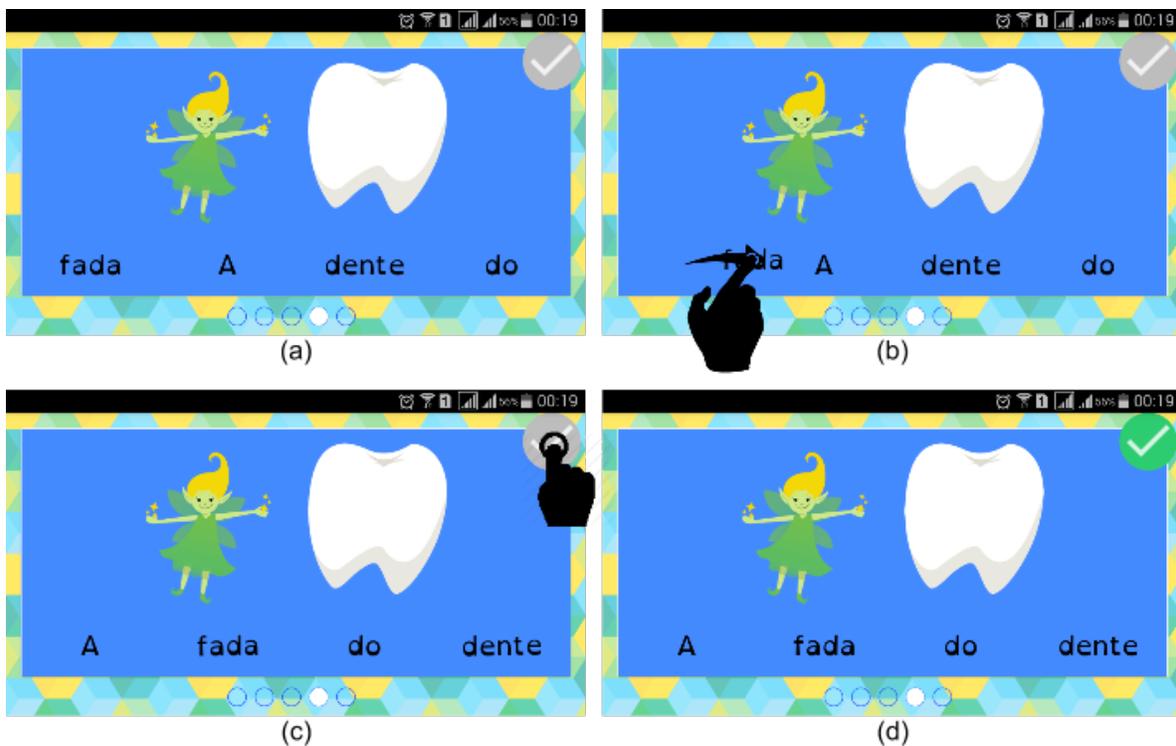


Figura 29: Interação com a atividade de estruturação de frases.

O aplicativo Arqueiro Defensor, citado no Capítulo 3 aborda o problema dos espelhamentos de letras, assim como o Desembaralhando. Por conta disso, é oportuno comentar sobre as diferenças entre as abordagens e lembrar que o Arqueiro Defensor foi um dos aplicativos pioneiros a abordar o problema da dislexia no Brasil. Trata-se de um jogo onde atividades consistem em atirar flechas em inimigos que estão tentando invadir um castelo. Caso uma flecha atinja um inimigo, o aplicativo reproduz o som de uma palavra, sendo necessário acertá-la, no sentido de escrevê-la corretamente, para que esse inimigo seja realmente abatido. Essas palavras utilizadas foram escolhidas para abordar alguns exemplos de espelhamentos, como os que ocorrem entre u/n e m/w. A interação que a criança tem em relação à palavra se traduz em um campo de texto, onde o teclado fica disponível para que haja a escrita. Não há elementos tão atrativos na manipulação das palavras, apenas o tradicional teclado padrão do *smartphone*. Além disso, as flechas são finitas, e no momento em que acabam, o usuário perde o jogo, fazendo-se necessário começar tudo novamente. Isso, para a realidade de uma criança disléxica, mostra-se como um ponto negativo no aplicativo.

O Desembaralhando utiliza uma maneira de atrair a atenção da criança na elaboração da escrita correta da palavra que foge dos modos convencionais. Além disso, sempre há o uso de uma imagem associada à cada palavra e o mecanismo de gravação de voz, que se mostram como alguns dos diferenciais da aplicação. O sistema de dicas do Desembaralhando se assemelha à reprodução do áudio da palavra após acertar um inimigo com uma flecha no Arqueiro Defensor. Em resumo, a única pista que há sobre a palavra a ser escrita no Arqueiro Defensor é um som rapidamente reproduzido. O Desembaralhando faz uso de diversos meios para auxiliar no sucesso da criança na atividade, mantendo, ainda assim, um grau adequado de dificuldade. Entende-se que o seguimento das diretrizes elaboradas pelo profissional especialista em dislexia, que estava envolvido no desenvolvimento do Desembaralhando, é outro grande diferencial. O *layout* das telas e a experiência do usuário para com a aplicação também foram objetos de estudo. Através disso, foi possível criar um ambiente mais intuitivo e interativo se comparado ao Arqueiro Defensor.

6. Considerações Finais

Dados os potenciais benefícios do uso das TIC no auxílio ao tratamento e intervenção em crianças com SLD, o aplicativo Desembaralhando foi desenvolvido. Ele é destinado ao apoio na intervenção de crianças disléxicas. Optou-se por atividades que contemplam um dos problemas mais comuns da dislexia, os espelhamentos ou inversões de letras, em especial entre os pares de letras *a/e* e *b/d*, que representam duas das mais frequentes trocas observadas. Há também a atividade de estruturação de frases, que permite a criança visualizar palavras dentro de um contexto, com imagens associadas a elas. Crianças disléxicas possuem uma memória visual boa, tanto para imagens, no sentido de figuras, quanto para palavras. Essa atividade estimula a associação de imagens a palavras, permitindo a criança evocar a lembrança da imagem quando tiver dificuldade em alguma palavra.

O aplicativo foi desenvolvido em conformidade com diretrizes e ferramentas adequadas a crianças disléxicas, com o intuito de propiciar uma prática motivadora e atraente. Ele pode ser utilizado sem a necessidade da presença ou auxílio de um adulto.

Este trabalho também apresentou um estudo de aplicativos desenvolvidos para o apoio à dislexia, contemplando o desenvolvimento da consciência fonológica e das habilidades de leitura e escrita. De forma geral, os resultados encontrados a partir do uso desses aplicativos apontam o fato de as crianças preferirem fazer o uso dos aplicativos a realizar as tradicionais atividades feitas em papel. Esses aplicativos, em sua maioria, apresentam um caráter educacional, abordando temas específicos do processo de aprendizagem. Os dispositivos móveis têm sido amplamente utilizados no apoio a educação. Isso revela a importância e a relevância da tecnologia nesse contexto. É fato que os avanços tecnológicos têm permitido mudanças nos processos de aprendizagem.

O uso de *tablets* tem se mostrado efetivo no âmbito de aplicações para apoio à dislexia. Por isso, a adaptação do aplicativo Desembaralhando para dar suporte a *tablets* é uma das atividades elencadas para trabalhos futuros. Além disso, há o interesse na avaliação e validação do aplicativo por meio da realização de intervenções nos sujeitos-alvo.

Para trabalhos futuros, há também alguns melhoramentos do aplicativo. Inicialmente, pretende-se ampliar o leque de palavras e frases utilizadas, usando palavras frequentes da língua portuguesa, que se encaixem no contexto de crianças. Além disso, a elaboração de um sistema de registro de contas de usuários, onde os usuários possam manter salvo o seu progresso na aplicação. Serviços de *crash report* e obtenção de *feedback* dos usuários também serão desenvolvidos dentro da aplicação. Há também o interesse em associar à aplicação um serviço de *log* de uso por parte dos usuários, onde será possível identificar as chamadas “áreas quentes” do aplicativo, que indicará quais são as atividades mais acessadas, os principais erros e dificuldades do usuário. Isso permitirá manter uma constante adaptação e melhora do aplicativo para atender os usuários da melhor maneira.

7. Referências Bibliográficas

ARDUINI, R. G.; CAPELLINI, S. A.; CIASCA, S. M. Comparative study of the neuropsychological and neuroimaging evaluations in children with dyslexia. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 64, n. 2B, p. 369–75, 2006.

BERNINGER, V. W. *et al.* Computer instruction in handwriting, spelling, and composing for students with specific learning disabilities in grades 4-9. **Computers and Education**, v. 81, p. 154-168, 2015.

BJEKIC, D.; OBRADOVIC, S; VUCECIT, M.; BOJOVIC, M. E-teacher in inclusive e- education for students with specific learning disabilities. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, v. 128, p. 128-133, 2014.

CAPOVILLA, A. G. S.; CAPOVILLA, F. C. Prova de Consciência Fonológica: Desenvolvimento de dez habilidades da pré-escola à segunda série. **Temas sobre Desenvolvimento**, v. 7 n. 37, p. 14-20, 1998b.

CIDRIM, L. *et al.* DIS-ORTOGRAFANDO: Um aplicativo desenvolvido para auxiliar a intervenção com crianças disléxicas. In: CRIDRIM, L.; COSTA, S. C. Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) aplicadas às ciências da linguagem. 1. ed. Curitiba: CRV, 2015, v. 1, p. 11-24.

CONWAY P. F.; AMBERSON, J. Laptops meets schools, one-one draw: mlearning for secondary students with literacy difficulties. **Support for Learning**, v. 26, n. 4, p. 173-181, 2011.

CORDERO, K. *et al.* Read Create Share (RCS): A new digital tool for interactive Reading and writing. **Computers and Education**, v. 82, p. 486-496, 2015.

SANTOS, M. T. M. DOS; NAVAS, A. L. G. P. **Distúrbios de Leitura e Escrita: Teoria e Prática**. Barueri: Manole, 2002.

FALLOON, G.; KHOO, E. Exploring young students'talk in iPad-supported collaborative learning environments. **Computers and Education**, v. 77, p. 13-28, 2014.

FERNÁNDEZ, A. Y. *et al.* Avaliação e intervenção da disortografia baseada na semiologia dos erros: revisão da literatura. **Revista CEFAC**, v. 12, n. 3, p. 499–504, 2010.

FLETCHER J. M. *et al.* **Transtornos de aprendizagem: da identificação à intervenção**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GOOGLEPLAY. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps>. Acesso em: 15 nov 2015.

IANHEZ, M. E.; NICO, M. A. **Nem sempre é o que parece. Como enfrentar a dislexia e os fracassos escolares**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

IDEA. Disponível em: <http://idea.ed.gov/>. Acesso em: 02 nov 2015.

KANTAR WORLD PANEL. Disponível em: <http://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share/>. Acesso em: 02 nov 2015.

LEJI, A. V. D. Dyslexia and early intervention: what did we learn from the dutch dyslexia programme?. **Dyslexia**, v. 19, p. 241-255, 2013.

LYON, G. Toward a definition of dyslexia. **Annals of Dyslexia**, Vol. 45, p. 3-27, 1995.

LYON, G.; SHAYWITZ, S.; SHAYWITZ, B. Defining dyslexia, comorbidity, teacher's knowledge of language and Reading. **Annals of Dyslexia**, v. 53, p. 1-14, 2003.

LYSENKO, L. V.; ABRAMI, P. C. Promoting reading comprehension with the use of technology. **Computers and Education**, v. 75, p. 162-172, 2014.

LIMA R. F. L.; SALGADO C. A.; CIASCA S. M. Desempenho neuropsicológico e fonoaudiológico em crianças com dislexia do desenvolvimento. **Revista Psicopedagogia**, v. 25, n. 78, p. 226-235, 2008.

McCARTHY, J. E.; SWIERENGA, S. J. What we know about dyslexia and web accessibility: research review. **Universal Access in the Information Society**, v. 9, p. 147-152, 2010.

NUNES, T.; BUARQUE, L.; BRYANT, P. **Dificuldades na Aprendizagem de Leitura: Teoria e Prática**. São Paulo: Cortez, 1992.

NESSY. Disponível em: <http://www.nessy.com/us/>. Acesso em: 15 set 2015.

OPENDYSLEXIC. Disponível em: <http://opendyslexic.org/about/>. Acesso em: 10 out 2015.

RELLO, L.; BAYARRI, C.; GORRIZ, A. "What is wrong with this word? Dysegxia," In: **Proceedings of the 14th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**, v. 12, p. 219, 2012.

SALGADO C. A. *et al.* Avaliação fonoaudiológica e neuropsicológica na dislexia do desenvolvimento do tipo mista: relato de caso. **Revista Salusvita**, v. 25, n. 1, p. 91-103, 2006.

SALGADO, C. A.; CAPELLINI, S. Phonological remediation program in students with developmental dyslexia. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 20, p. 31-46, 2008.

RUBIO, G.; NAVARRO, E.; MONTERO, F. APADYT: a multimedia application for SEN learners. **Multimedia Tools and Applications**, v. 71, n. 3, p. 1771–1802, 2014.

SKIADA, R.; SORONIATI, E.; ARDELI, A.; ZISSIS, D. EasyLexia: a mobile application for children with learning difficulties. **Procedia Computer Science**, v. 27, p. 218-228, 2014.

SKIADA, R.; SORONIATI, E.; ARDELI, A.; ZISSIS, D. EasyLexia 2.0: redesigning our mobile application for children with learning difficulties. **Themes in Science and Technology Education**, v. 2, n. 3, p. 119-135, 2014.

TUNMER, W. E.; COLE, P. Learning to read: A metalinguistic act. In: SIMON, C. S. **Communication skills and classroom success: Therapy methodologies for language learning disabled children**. London: Taylor and Francis, 1985. p. 179-198.

WILLOUGHBY, D.; EVANS, M.A.; NOWAK, S. Do ABC eBooks boost engagement and learning in preschoolers? An experimental study comparing eBooks with paper ABC and storybook controls. **Computers and Education**, v. 82, p. 107-117, 2015.

ZAPATA, E. G.; DEFIOR S.; SERRANO F. Mejorar la fluidez lectora en dyslexia: diseño de un programa de intervención en español. **Escritos de Psicología**, v. 4, n. 2, p. 65-73, 2011.

ZIKL, P. *et al.* The Possibilities of ICT Use for Compensation of Difficulties with Reading in Pupils with Dyslexia. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 176, p. 915–922, 2015.

ZORZI, J. L. **Aprendizagem e distúrbios da linguagem escrita: Questões clínicas e educacionais**. Porto Alegre: Artmed, 2003.