

# **Desenvolvimento e Avaliação de Usabilidade e Acessibilidade do Sonata: um Aplicativo para Auxiliar Crianças com Dislexia Auditiva**

***Title: Development and Evaluation of Usability and Accessibility of Sonata: an Application to Help Children with Hearing Dyslexia***

*Gabriel Alves da Costa*  
*Departamento de Ciências Exatas*  
*Universidade Federal da Paraíba - Campus IV*  
*gabriel.costa@dcx.ufpb.br*

*Yuska Paola Costa Aguiar*  
*Departamento de Ciências Exatas*  
*Universidade Federal da Paraíba - Campus IV*  
*yuska@dcx.ufpb.br*

*Lucas Fernando Lopes da Silva*  
*Departamento de Ciências Exatas*  
*Universidade Federal da Paraíba - Campus IV*  
*lucas.fernando@dcx.ufpb.br*

*Douglas Valentim de Almeida Cardins*  
*Departamento de Ciências Exatas*  
*Universidade Federal da Paraíba - Campus IV*  
*douglas.valentim@dcx.ufpb.br*

## **Resumo**

*O Sonata é um jogo mobile para auxiliar crianças com dislexia auditiva no processo de alfabetizar-letRANDo, a partir da associação de grafemas e fonemas. Nele, o tempo e o percurso do aprendiz são respeitados ao permitir que a criança aprenda a partir da repetição e da mudança de níveis de dificuldade. Seu projeto foi antecedido pela análise de cinco soluções similares (Dyslexia learn letters, Dyslexia Go, Eye Game, Domlexia e Percival's Helps for Dyslexia) de forma a destacar seu diferencial. Para seu desenvolvimento adotou-se a EducAPI, cuja base de dados multimídia possibilita agrupar palavras por contextos a fim de personalizar o jogo aos interesses do aprendiz. O Sonata foi avaliado a partir do método de inspeção heurística, aplicado por três avaliadores com perfis complementares. A avaliação foi conduzida contemplando 43 recomendações de acessibilidade para dislexia e as 10 heurísticas clássicas de usabilidade. Como resultado, foram identificados 32 problemas, com predominância para o aspecto de Layout, Meios de comunicação e Títulos e Ênfase, as heurísticas de Visibilidade do status do sistema e Consistência e Padrões tiveram predominância de problemas, uma guia para o redesign do Sonata antes que o mesmo seja avaliado com os usuários finais.*

***Palavras-Chave:*** *Recurso Digital de Aprendizagem; Dislexia Auditiva; Alfabetização; Usabilidade; Acessibilidade*

## **Abstract**

*Sonata is a mobile game to assist children with auditory dyslexia in the process of literacy writing through the association of graphemes and phonemes. From then on, the user's time and progress are respected by allowing the child to learn from repetition and changing levels of difficulty. His project was preceded by the analysis of five similar solutions (Dyslexia Learn Letters, Dyslexia Go, Eye Game, Domlexia and Percival's Helps for Dyslexia) in order to highlight its differential. For its development, the EducAPI was adopted, whose multimedia database makes it possible to group words by context in order to customize the game to the learner's interests. Sonata was evaluated using the heuristic inspection method, applied by three evaluators. The evaluation was conducted considering 43 accessibility recommendations for dyslexia and the 10 usability heuristics. As a result, 32 problems were identified, predominantly in the aspect of Layout, Media and Titles, and Emphasis, the heuristics of System Status Visibility and Consistency and Patterns had predominance of problems, and a guide for the redesign of Sonata before it can be evaluated with the end users.*

***Keywords:*** *Digital Learning Resource; Dyslexia; Literacy; Usability; Accessibility.*

*Cite as:* Costa, G. A. da, Aguiar, Y. P. C., Silva, L. F. L. da, & Cardins, D. V. de A. (2022). *Desenvolvimento e Avaliação de Usabilidade e Acessibilidade do Sonata: Um Aplicativo para Auxiliar Crianças com Dislexia Auditiva*. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 30, 135-156. DOI: 10.5753/rbie.2022.2193.

## 1 Introdução

Algumas crianças demonstram dificuldades no aprendizado durante a fase de alfabetização. Em certos casos, este cenário pode ser caracterizado como um transtorno do neurodesenvolvimento, mais especificamente associado à aprendizagem. Segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, o DSM-5 (APA, 2013), o transtorno de aprendizagem interfere no desenvolvimento do indivíduo devido aos déficits específicos na capacidade individual para perceber ou processar informações com eficiência e precisão, podendo levar ao baixo rendimento escolar. Esta condição revela falta de habilidades específicas de leitura, escrita ou matemática, em indivíduos que apresentam resultados significativamente abaixo do esperado para seu nível de desenvolvimento e escolaridade, mesmo quando possuem capacidade intelectual e motivação consideradas necessárias para a leitura precisa e fluente (Rotta, Ohlweiler & Riesgo, 2016; Shaywitz & Shaywitz, 2005). Frequentemente chamada de dislexia, a dificuldade de aprender e de relacionar letras aos sons do próprio idioma materno, é uma das manifestações mais comuns do transtorno específico da aprendizagem (APA, 2013).

Como previamente mencionado, durante o processo de alfabetização-letramento, os indícios das dificuldades enfrentadas pelas crianças com dislexia se fazem presentes com maior força. A dislexia visual (ou diseidética) causa erros na leitura em decorrência de uma má visualização das palavras, além de dificultar a distinção entre os lados esquerdo e direito. A dislexia auditiva (ou disfonética) se apresenta pela falta de percepção sonora, acarretando em dificuldades na fala e com os grafemas-fonemas, ocasionando erros durante a leitura. A dislexia mista, por sua vez, acontece quando as dificuldades elencadas acima estão combinadas (Silva & Crenitte, 2014). Independentemente do tipo de dislexia, as limitações impostas impactam na evolução escolar da criança, assim como levam à frustração e ao estresse destes indivíduos (Cabussú, 2009).

Neste contexto, recursos tecnológicos podem auxiliar crianças com dislexia durante o processo de alfabetização, pois (i) permitem a personalização de conteúdos que sejam pertinentes e familiares aos aprendizes; (ii) possibilitam a realização das atividades repetidas vezes, favorecendo o treinamento e a assimilação dos conteúdos alvo; (iii) viabilizam a evolução gradativa e programada nos níveis de dificuldade das atividades, de acordo com as competências adquiridas ao longo do seu uso; (iv) considerando a mobilidade de recursos digitais, o uso da tecnologia pode acontecer em diversos ambientes (escolar, terapêutico, doméstico) ampliando o contato do aprendiz com os conteúdos de interesse; (v) para as gerações consideradas nativas digitais, a motivação inerente ao uso de tecnologia pode ser potencializada em se tratando de um jogo onde os aspectos lúdicos e de jogabilidade são atrativos adicionais ao aprendizado, etc. Em consonância com o exposto, Guimarães *et al.* (2016) declaram que o uso da tecnologia é um meio disponível para dar suporte aos alunos que possuam alguma dificuldade de aprendizado, como por exemplo a dislexia.

Com o objetivo de auxiliar crianças com dislexia auditiva (disfonética) na associação entre os grafemas e fonemas, utilizando-se do método fônico, o jogo mobile Sonata foi projetado. Sonata vem da palavra *sonus*, que em Latim significa “som”. Logo, este artigo é composto pela descrição do desenvolvimento, implementação e avaliação heurística de usabilidade e acessibilidade do Sonata. A concretização do jogo foi precedida por pesquisa bibliográfica relativa ao estado da arte, uma análise comparativa de jogos similares já disponíveis, e o levantamento de um conjunto de recomendações específicas de acessibilidade para dislexia. Nas funcionalidades propostas no Sonata adotou-se estratégias para que os aprendizes possam se beneficiar com a repetição das atividades propostas, de acordo com suas necessidades e seu ritmo de evolução no desenvolvimento de suas competências. Ainda, o projeto de um jogo mobile foi motivado, também, pela expectativa do mesmo permitir ampliar o espaço de contato entre a criança e a

associação grafemas-fonemas para além do ambiente de sala de aula. A versão inicial do Sonata foi inspecionada a partir das heurísticas de usabilidade e de acessibilidade, para garantir sua qualidade antes da disponibilização do jogo aos usuários finais. Espera-se que esta iniciativa seja útil tanto para inspirar outros projetos semelhantes, tendo em vistas a educação inclusiva mediada por jogos digitais, assim como para auxiliar profissionais no suporte às crianças com dislexia durante o processo de alfabetizar-letando.

## **2 Fundamentação Teórica**

### **2.1 Dislexia, Características e Implicações no Processo de Letramento e Alfabetização**

A dislexia prejudica a capacidade da aprendizagem da escrita pela recorrente ocorrência de erros ortográficos, pela necessidade de tempo na construção de frases e pela frequência de escrita espelhada (escrever letras invertidas). Ainda, há impacto na aprendizagem da leitura devido à perda da linha na leitura e conseqüente problemas na interpretação de texto. Portanto, de uma forma geral, problemas em identificar segmentos de sons e representá-los graficamente dificultam a aprendizagem inicial da criança com dislexia (Fonseca, 2009).

O diagnóstico de uma criança com dislexia pode ser feito a partir do período de alfabetização, quando os sinais se mostram mais evidentes. Richart & Bozzo (2009) declaram que se a criança for observada pelos pais e educadores, a dislexia pode ser detectada ainda precocemente, pois em se tratando de dislexia de desenvolvimento, a criança irá apresentar, desde pequena, algumas características que a diferenciam de outras crianças. A identificação prematura permite que pais e educadores possam utilizar estratégias adequadas no processo de alfabetização e letramento dessas crianças, potencializando sua aprendizagem e evitando situações de estresse e frustração.

Outro fator de grande importância para a alfabetização diz respeito ao método utilizado. Como afirma Machado (2008), a compreensão da leitura só será atingida depois que a criança dominar a correspondência entre o grafema e o fonema, pois a escrita serve para representar graficamente a fala. Além disso, o método fônico traz, entre outras, a estratégia fonológica com o processo de codificação e decodificação se utilizando das regras de correspondência entre as letras e os sons (grafemas-fonemas), adequada para a fase de alfabetização (Salina, 2015). De acordo com esse método, a compreensão da leitura só será atingida depois que a criança dominar a correspondência dos grafemas. Tem-se como pressuposto que a aprendizagem da leitura e da escrita se constrói introduzindo os elementos de forma gradual, primeiro as unidades mais simples (letras e sílabas), para depois as mais complexas (palavras, frases e textos).

### **2.2 Estratégias para Favorecer o Ensino-Aprendizagem no Contexto da Dislexia**

De forma complementar, Silva e Vaz (2019) apontam que a ludicidade contribui no processo de alfabetização de crianças com dislexia. Brincadeiras como as cantigas de roda podem, quando associadas a alfabetização dessas crianças, ajudar a desenvolvê-las, além de retirar uma sobrecarga na leitura e escrita. Gautto e Godinho (2015) acreditam que o jogo faz mais que divertir, ele envolve, trabalha a concentração e a criatividade da criança. Tal estratégia, faz com que o jogador pense antes de agir, se arrisque a correr riscos e teste seus limites. E as crianças que possuem algum transtorno de aprendizagem precisam correr esses riscos ludicamente, para criar vínculos com seu cotidiano, minimizando possíveis frustrações.

Do exposto, o uso de recursos digitais de aprendizagem pode potencializar o letramento e alfabetização deste público de aprendizes ao aliar as estratégias de ludicidade e do método fônico enquanto proposta de ensino-aprendizagem. *“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” (Cidrim & Madeiro, 2017).*

Segundo Souza, Freitas Reis, Freitas e Santos (2019) a aprendizagem que se dá por meio de dispositivos móveis apresenta atributos exclusivos se comparada à aprendizagem convencional. Dentre suas características é possível evidenciar o fato de ser: pessoal, portátil, colaborativa, interativa, contextual e situada, enfatizando a aprendizagem instantânea, já que a instrução pode ocorrer em qualquer lugar, assim como em qualquer momento. Ainda nesse ponto, Khan, Oon, Haq e Hajarrah (2018) reforçam que o uso de uma aplicação móvel fornece um ensino individualizado e um ambiente de aprendizagem e pode ajudar a melhorar a memória, percepção, habilidade auditiva, linguagem, raciocínio e o tempo de orientação.

### **2.3 Design e Avaliação de Jogos Digitais na Educação para a Dislexia**

No cenário que envolve ludicidade, jogos e recursos digitais de aprendizagem, o design e a avaliação de jogos educacionais para crianças com dislexia vem sendo uma contribuição crescente nas áreas de Informática na Educação e Interação Humano-Computador, mais especificamente com foco em acessibilidade.

Rauschenberger, *et al.* (2017), demonstram múltiplos propósitos para o uso de jogos digitais na educação para a dislexia. Tais recursos proporcionam um ambiente mais divertido, tornando a experiência do aprender mais leve e satisfatória. Ainda, seu uso pode ser um suporte adicional na detecção de sinais de dislexia em crianças cujo diagnóstico ainda não foi definido. Assim como, o jogar pode auxiliar no desenvolvimento das habilidades necessárias para que o aprendiz possa enfrentar e superar as dificuldades impostas pela condição deste transtorno de aprendizagem. Para tanto, o treinamento a partir de exercícios direcionados às suas necessidades individuais são úteis. De forma mais pragmática, Rello *et al* (2017) apontam benefícios providos pelas técnicas de visualização de estatística e uso dos jogos (resolução dos exercícios, acertos, erros, etc.), assim como de *Machine Learning* para acompanhamento e aperfeiçoamento da evolução do aprendiz respeitando o seu processo individual.

De forma geral, é importante considerar boas práticas no desenvolvimento e na avaliação destes recursos para garantir que estes atendem aos princípios de usabilidade. Para tanto, as 10 heurísticas de usabilidade (Nielsen, 1994) são amplamente utilizadas e seu caráter genérico permite que problemas de usabilidade sejam identificados (e evitados) para qualquer tipo de aplicação, independente do seu propósito de uso, perfil de usuário ou plataformas (*web, mobile, desktop*). As 10 heurísticas de usabilidade são:

1. Visibilidade do estado do sistema: fornecer *feedback* sobre o funcionamento do sistema de forma a estabelecer comunicação com o usuário e o auxiliar na tomada de decisão, fazendo com que o usuário se sinta no controle de um sistema é previsível;
2. Correspondência entre o sistema e o mundo real: utilizar uma linguagem (textual e visual) familiar e conceitos já conhecidos pelos usuários, exigindo menor carga cognitiva destes durante o uso do sistema (reconhecer demanda menos do que aprender ou memorizar);
3. Liberdade e controle ao usuário: dar suporte ao “desfazer” e “refazer” ações (*undo & redo*), reduzindo o “medo” e encorajando o usuário a explorar o sistema;
4. Consistência e padrões: uniformizar a interface e a interação presentes no sistema (por exemplo, o mesmo ícone, corresponde sempre a mesma ação, que tem sempre o mesmo efeito) pois a homogeneidade reduz a imprevisibilidade e conseqüentemente diminui a ansiedade dos usuários no uso do sistema;
5. Prevenção de erros: conhecer as possibilidades de erros (mais frequentes e/ou mais graves) e adotar estratégias para minimizar a ocorrência destes erros;

6. Reconhecimento em vez de memorização: o sistema deve mostrar os elementos de diálogo e permitir que o usuário faça suas escolhas sem a necessidade de lembrar um comando específico, pois lembrar exige um esforço cognitivo de “acesso à memória” maior do que o exigido para reconhecer;
7. Flexibilidade e eficiência de uso: dispor de caminhos alternativos (atalhos e formas diferentes de executar uma mesma tarefa) permite adaptabilidade na diversidade de usuários em função do seu nível de experiência com o sistema;
8. Estética e design minimalista: apresentar aos usuários apenas o que é necessário e quando é necessário, pois o foco no essencial evita distrações e ruídos na comunicação entre usuários e sistema, favorecendo a eficiência de uso;
9. Ajudar os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros: permitir gestão de erros, ou seja, dada a ocorrência do erro, fornecer informações úteis para que o usuário saiba o que causou o erro (entender a causa), possa reverter o erro (eliminar as consequências) a partir de soluções propostas pelo sistema; e,
10. Ajuda e documentação: promover compreensão para o uso e durante o uso do sistema, para tanto, buscar por ajuda deve ser fácil, as informações devem ser relacionadas às tarefas do usuário, contendo uma lista de instruções (passo a passo).

Adicionalmente, diante da importância dos recursos tecnológicos serem adequados às características e particularidades das pessoas com dislexia, com o objetivo de atender suas necessidades e potencializar os objetivos de uso, recomendações específicas de acessibilidade vêm sendo propostas na literatura. Neste sentido, (i) Batista *et al.* (2019) sugerem recomendações para o design de interface de jogos acessíveis destinados às crianças com dislexia, levando em consideração a Interação Criança-Computador; (ii) Khan *et al.* (2018) dispõem de recomendações para facilitar a leitura e a interação em *smartphones* por usuários com dislexia a partir de uma pesquisa sobre adequação de tipos de fontes e cores, de forma a favorecer a percepção dos grafemas; e, (iii) o *Cognitive and Learning Disabilities Accessibility Task Force* (COGA; <https://w3c.github.io/coga/user-research/#abstract>) (Seeman & Cooper, 2015) apresenta uma série de recomendações sobre *design* de interface para o público de aprendizes com *déficit* cognitivo e de aprendizagem, contemplando a dislexia dentre um conjunto maior de recomendações de acessibilidade.

As heurísticas de usabilidade e as recomendações específicas de acessibilidade para o contexto da dislexia podem direcionar o desenvolvimento de recursos digitais destinados a este público de usuários. Mas também podem ser compreendidas como instrumento de avaliação para verificar a qualidade de tais recursos. Considerando o segundo caso, geralmente sua aplicação ocorre a partir da técnica conhecida como Inspeção Heurística (Nielsen, 1994). Esta consiste em identificar problemas na interface de um sistema interativo a partir da verificação de um conjunto de recomendações gerais ou específicas. Tais avaliações são conduzidas por especialistas e não envolvem o usuário da aplicação ou demais *stakeholders*, sendo realizada em etapas iniciais do processo de garantia de qualidade - antes que a aplicação seja disponibilizada para os demais envolvidos, incluindo os usuários.

Geralmente, a técnica de inspeção é aplicada por três avaliadores, com objetivo de diversificar o olhar na busca por inconformidades da interface face às recomendações adotadas. Cada avaliador inspeciona individualmente a interface e os resultados obtidos são confrontados em uma reunião de conflitos com a participação dos três participantes. Na ocasião, são definidos os problemas de interface, seu nível de gravidade e, quando pertinente, soluções podem ser propostas para melhoria da solução.

### 3 Trabalhos Relacionados

O processo de alfabetização com auxílio do computador possibilita para os aprendizes uma forma nova e eficaz de promover sua autonomia no desenvolvimento de seu conhecimento (Júnior, 2018). A fim de compreender a contribuição do Sonata face às proposições semelhantes já existentes, foram realizadas buscas exploratórias tanto na literatura, quanto em repositórios de aplicativos *online*. Para ambos os casos a mesma *String* de busca foi adotada, a saber: “dislexia; jogos; crianças” na língua portuguesa. Os termos “alfabetização” e “letramento” não foram inseridos com objetivo de ampliar as chances de retornos que fossem significativos para a análise. Ou seja, que incluíssem o contexto de associação de grafemas e fonemas em etapas, inclusive anteriores à alfabetização. Para a revisão de literatura foi considerado o repositório Google Acadêmico por indexar trabalhos compreendidos em diversas áreas de conhecimento, o que pode ser útil no contexto desta pesquisa que envolve educação e informática como áreas majoritárias, porém não exclusivas. Como repositórios de aplicativos móveis optou-se por conduzir as buscas no *Google Play* por ser esta a mais comumente utilizada no Brasil. Os resultados obtidos encontram-se nas subseções seguintes.

#### 3.1 Revisão Exploratória de Literatura

Como era esperado, a adoção da *String* de busca genérica (dislexia, jogos, crianças) no repositório Google Acadêmico retornou um quantitativo expressivo de artigos (6.030). As estratégias adotadas para reduzir o número de artigos, viabilizando a análise exploratória proposta, consistiram em restringir a temporalidade das publicações de interesse (últimos 8 anos), conduzir uma leitura prévia (título e resumo) dos artigos presentes nas 5 primeiras páginas do retorno da busca para identificar os mais pertinentes ao contexto desta pesquisa. Dos 7 artigos contemplados na análise e lidos integralmente, 3 puderam ser comparados de forma mais explícita ao Sonata por serem jogos de associação de grafema-fonema concebido para crianças com dislexia.

Stolk *et al.* (2013) apresentam um jogo chamado de *Aprendendo com as sílabas* composto por duas atividades destinada aos aprendizes. Para a primeira atividade aparece na interface uma palavra e a representação visual e sonora da mesma. A partir de então, o jogador deve utilizar a lista de sílabas fornecidas para formar a palavra alvo da atividade. Além dos aspectos relativos aos grafemas e fonemas, busca-se trabalhar a memorização da criança na associação da imagem com as palavras, com as sílabas e seus fonemas. A segunda atividade é bastante similar à primeira, no entanto com um nível de dificuldade maior, uma vez que a imagem referente a palavra não é mais exibida. Neste cenário, o objetivo é trabalhar a percepção e a imitação auditiva e visual nas crianças. *Aprendendo com as sílabas* é uma aplicação mobile para Android, desenvolvido especificamente para os aprendizes com dislexia auditiva e visual que se encontram nas séries iniciais. No artigo, os autores não fazem menção a realização de avaliação seja de usabilidade ou acessibilidade. Assim como não referenciam o envolvimento de usuários no uso efetivo deste recurso. O link para *download* do jogo não está disponível no artigo, nem o mesmo foi encontrado em buscas nos repositórios de aplicativos.

Lucena *et al.* (2017) apresentam o *Dyslexia Crosswords*, um jogo mobile de palavras cruzadas para estimulação da memória visual em crianças disléxicas. No jogo as palavras devem ser formadas pelos jogadores que devem selecionar as sílabas apropriadas (dentro um conjunto de sílabas propostas), e em seguida encaixá-las em espaços específicos. O jogo permite que o usuário escute o som que representa as palavras alvo como estratégia para associação de fonemas e grafemas de sílabas. Segundo os autores, o jogo tem como principal objetivo estimular a memória visual das palavras associada à consciência fonológica das crianças disléxicas. O *Dyslexia Crosswords* é uma aplicação mobile para Android, desenvolvido especificamente para crianças que possuem dislexia auditiva e visual que se encontram em processo de alfabetização. No artigo,

os autores trazem uma avaliação realizada por meio de questionário aplicado com alguns fonoaudiólogos. Contudo, não trazem o envolvimento dos usuários no uso efetivo desta aplicação. O link para *download* do jogo não está disponível no artigo, nem o mesmo foi encontrado em buscas nos repositórios de aplicativos.

Fernandes *et. al.* (2020) apresentam o *Easyreader*, um jogo que possui duas atividades destinada aos aprendizes com dislexia. A primeira atividade chama-se "monte a palavra": uma imagem é apresentada ao jogador e este deve escolher entre duas letras aquela que faz parte da palavra. A segunda atividade é chamada de "acerte a palavra": uma imagem é apresentada ao jogador que deve escolher a palavra (dentro um conjunto de possibilidades) cuja grafia corresponde à imagem. Em ambas atividades é possível que os aprendizes escutem o áudio da palavra alvo. O jogo tem por objetivo trabalhar a consciência fonológica e a relação dela com os grafemas, além de trabalhar o problema de espelhamento das letras. O jogo é uma aplicação para computadores (sem especificação do sistema operacional) e foi desenvolvido para crianças de 8 a 10 anos que possuem dislexia auditiva e visual. Os autores descreveram a validação da ferramenta com a participação de 5 professores e 4 crianças (sem diagnóstico de dislexia) que tiveram acesso ao jogo e que em seguida responderam a um questionário sobre satisfação de uso. O *Easyreader* também não foi encontrado para *download* em repositório de aplicativos.

Quadro 1: Comparativo entre jogos oriundos da revisão exploratória de literatura e o Sonata.

|                           | <i>Aprendendo com as sílabas</i>        | <i>Dyslexia Crosswords</i>                       | <i>Easyreader</i>                                                      | <i>Sonata</i>                                   |
|---------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Tipo de Dislexia          | <i>Auditiva e Visual</i>                | <i>Auditiva e Visual</i>                         | <i>Auditiva</i>                                                        | <i>Auditiva</i>                                 |
| Público Alvo              | <i>Crianças</i>                         | <i>Crianças</i>                                  | <i>Crianças (8 à 10 anos)</i>                                          | <i>Crianças</i>                                 |
| Contexto de Aprendizagem  | <i>Séries iniciais</i>                  | <i>Alfabetização</i>                             | <i>Alfabetização</i>                                                   | <i>Alfabetização</i>                            |
| Método de Aprendizagem    | <i>Associação de grafemas e fonemas</i> | <i>Associação de grafemas e fonemas</i>          | <i>Associação de grafemas e fonemas</i>                                | <i>Associação de grafemas e fonemas</i>         |
| O jogo foi avaliado?      | <i>Não</i>                              | <i>Sim</i>                                       | <i>Sim</i>                                                             | <i>Sim</i>                                      |
| Como o jogo foi avaliado? | <i>Não se Aplica</i>                    | <i>Aplicação de questionário (fonoaudiólogo)</i> | <i>Aplicação de questionário (professores e crianças sem dislexia)</i> | <i>Inspeção de Usabilidade e Acessibilidade</i> |

Diante da análise comparativa entre os aplicativos oriundos da revisão exploratória de literatura e o Sonata (Quadro 1), tem-se que: todos são jogos com atividades para associação entre grafema-fonema, em português e gratuitos, desenvolvidos especificamente para crianças com dislexia que estejam em processo de letramento-alfabetização. Nenhum trabalho relacionado mencionou a condução de avaliação heurística de usabilidade e/ou acessibilidade, tendo sido a avaliação dos jogos restrita à aplicação de questionários (com fonoaudiólogos, professores e crianças sem diagnóstico de dislexia). Infelizmente, os *links* de acesso aos jogos não foram disponibilizados por seus autores, assim como não foi possível encontrá-los para *download* na internet. Esta limitação impossibilita a condução de uma análise comparativa mais detalhada entre testes e o Sonata. Quanto às funcionalidades disponíveis, diferente do Sonata, os jogos descritos

não permitem que as atividades sejam agrupadas por contexto, assim como não indicam a previsão de personalização dos conteúdos das atividades. Em ambos os casos, existe um prejuízo relativo ao uso de vocabulário de interesse dos aprendizes ou que permita sua customização de acordo com seu progresso nas atividades propostas.

### 3.2 Busca exploratória no Google Play: Análise de Jogos Similares

A fim de encontrar aplicativos similares à proposta do Sonata, foi realizada uma busca exploratória na plataforma *Google Play*, onde se encontram diversos aplicativos para o sistema operacional Android. A partir do uso da *String* de busca “dislexia; jogos; crianças”, em outubro/2019 foram retornados 8 aplicativos e selecionados 5 destes para análise, a saber: *Dyslexia learn letters*, *Dyslexia Go*, *Eye Game*, *Domlexia* e *Percival's Help for Dyslexia*. Se faz necessário citar que os retornos descartados se justificam pela incompatibilidade de objetivo da aplicação, sendo estes destinados ao diagnóstico de dislexia. As aplicações selecionadas são descritas a seguir e no Quadro 2 tem-se um resumo das informações posicionando-as face ao Sonata.

*Dyslexia learn letters* é um jogo de módulo único para associação de fonema-grafema. O jogador escuta o som da letra e escolhe entre quatro letras apresentadas a correspondente. O jogo não dispõe de outras atividades, nem fases com diferentes níveis de dificuldade. Ainda, áudios explicativos ou *feedback* sonoro não estão disponíveis para o jogador. Aprendizes com dislexia e em processo de alfabetização devem ter a possibilidade de acesso aos recursos de áudio diante da dificuldade na leitura. Acertos e erros são subvalorizados apenas com a exibição de um *pop-up* escrito “*GREAT*” (para o acerto) e “*TRY AGAIN*” (em caso de erro). A valorização de acertos é desejada no contexto da dislexia para que a criança não se sinta desmotivada. A ocorrência de erros pode ser utilizada como oportunidade para fornecer dicas (Batista *et al.* 2019). O uso de termos em inglês, que não se resume às mensagens de reforço, pode ser um obstáculo adicional aos usuários da aplicação.

*Dyslexia Go* é um jogo com 3 módulos: escrita, leitura e vogais. Para escrita, uma palavra aparece por dois segundos e desaparece; em seguida o jogador deve escrever a palavra previamente exibida. Para leitura o jogador deverá, usando o microfone do dispositivo, ler a palavra que aparece na tela. Para as vogais, o jogador deverá indicar qual a vogal que está faltando na palavra apresentada. No que tange às recomendações de interface Batista *et al.* (2019), o aplicativo fornece *feedbacks* sonoros e valoriza o acerto do jogador, porém prioriza informação textual e não sonora, inadequado para quem está em processo de alfabetização. Vale mencionar que pelo teor das atividades presentes nos módulos exige-se um nível de maturidade maior do aprendiz, sendo mais adequado para uma fase pós-alfabetização. O jogo está disponível em duas versões (gratuita e outra paga) e o idioma nativo é o inglês.

*Eye Game* organiza os módulos em jogos por três faixas-etárias do aprendiz: de 3-4 anos, de 4-5 anos e acima de 6 anos. Para uma criança disléxica adquirir habilidade na leitura e ortografia, é necessário que ela vença a dificuldade de distinguir símbolos que são visualmente parecidos (dos Santos, 2014). Tendo isso em mente, crianças que estão em fase de alfabetização, com faixa-etária acima de 6 anos, o desafio proposto é a associação de uma letra a sua grafia. Logo, dada uma letra (apresentada graficamente) o jogador deve escolher qual a grafia correspondente dentre um conjunto de letras exibidas. Este aplicativo tem duas versões (gratuita e paga) e o idioma padrão é inglês.

*Domlexia* possui três jogos e níveis evolutivos de dificuldade que consistem no agrupamento de letras que se assemelham tanto na grafia quanto na sonoridade. O jogo prioriza a associação grafema-fonema. Em dois dos jogos, o aprendiz inicia escolhendo uma letra, em seguida deve escolher dentre várias palavras àquela que se inicia com a letra selecionada. No outro

jogo, a escolha se dá para letras e não palavras. A interface contempla uma linguagem clara e objetiva, áudios explicativos, *feedbacks* sonoros e visuais, valorização de acertos, além dos jogos serem lúdicos e de caráter educacional. No entanto, este aplicativo não permite a personalização dos seus conteúdos (palavras familiares, ou de maior dificuldade de assimilação). Ele está disponível em português, em versão paga e gratuita.

*Percival's Help for Dyslexia* é um jogo que abrange um conjunto de 107 palavras comumente utilizadas no nosso dia-a-dia, como dias da semana, cores, meses do ano, conectivos, pronomes, etc. O jogo tem por objetivo a associação das palavras à sua grafia e sonoridade a partir do suporte ilustrativo. O jogador deve escolher uma palavra a ser trabalhada, diante da lista de palavras apresentadas, e em seguida são apresentadas as opções de “ver imagem” ou “escutar pronúncia” correspondentes. Logo, o jogador deve escrever a palavra alvo em uma área de texto, sendo informado sobre a grafia correta ou não da mesma. O aplicativo permite a personalização da cor de fundo da interface e do texto, assim como habilitar (ou não) a narração dos enunciados. O jogo tem uma versão gratuita e outra paga (com vocabulário mais vasto) e está disponível apenas no idioma inglês.

Quadro 2: Comparativo entre as soluções existentes e o Sonata.

|                                 | <i>Dyslexia learn letters</i>    | <i>Dyslexia Go</i>       | <i>Eye Game</i>                                            | <i>Domlexia</i>                                              | <i>Percival's Help for Dyslexia</i> | <i>Sonata</i>                                                |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Idioma                          | <i>Inglês e Português</i>        | <i>Inglês</i>            | <i>Inglês</i>                                              | <i>Português</i>                                             | <i>Inglês</i>                       | <i>Português</i>                                             |
| Acesso                          | <i>Gratuito</i>                  | <i>Gratuito e Pago</i>   | <i>Gratuito e Pago</i>                                     | <i>Gratuito e Pago</i>                                       | <i>Gratuito e Pago</i>              | <i>Gratuito</i>                                              |
| Tipo de atividade               | <i>Associação grafema fonema</i> | <i>Leitura e escrita</i> | <i>Associação visual-gráfica</i>                           | <i>Associação grafema fonema</i>                             | <i>Leitura e escrita</i>            | <i>Associação grafema fonema</i>                             |
| Níveis evolutivos de atividades | <i>Não possui</i>                | <i>Não possui</i>        | <i>Fácil, médio e a combinação de duas ou três letras.</i> | <i>Vogais e consoantes agrupadas por sonoridade e grafia</i> | <i>Não possui</i>                   | <i>Vogais e consoantes agrupadas por sonoridade e grafia</i> |
| Valorização de acertos          | <i>Sonoro</i>                    | <i>Visual e sonoro</i>   | <i>Sonoro</i>                                              | <i>Visual e sonoro</i>                                       | <i>Visual e sonoro</i>              | <i>Visual e sonoro</i>                                       |
| Reforço positivo                | <i>Não possui</i>                | <i>Não possui</i>        | <i>Não possui</i>                                          | <i>Não possui</i>                                            | <i>Possui</i>                       | <i>Previsto para a próxima versão</i>                        |
| <i>Feedback</i> sonoro          | <i>Possui</i>                    | <i>Possui</i>            | <i>Possui</i>                                              | <i>Possui</i>                                                | <i>Possui</i>                       | <i>Possui</i>                                                |
| Personalização                  | <i>Não possui</i>                | <i>Não possui</i>        | <i>Não possui</i>                                          | <i>Não possui</i>                                            | <i>Possui</i>                       | <i>Previsto para a próxima versão</i>                        |

Diante do exposto, posicionando as características dos aplicativos descritos com o Sonata (Quadro 2), tem-se que: associação grafema-fonema é presente no *Dyslexia learn letters*,

*Domlexia* e no Sonata; apenas o *Dyslexia learn letters* e o Sonata são integralmente gratuitos; a língua portuguesa é contemplada apenas pelo *Domlexia* e Sonata. São características únicas e diferenciais do Sonata: agrupamento de desafios por contextos e a previsão de personalização de conteúdo em diferentes contextos.

A intenção de proporcionar a personalização visa permitir aos pais e/ou educadores de crianças com dislexia, cadastrar os contextos e desafios pelo próprio aplicativo Sonata. Desta forma, favorecendo o aprendizado individualizado, levando em consideração o contexto em que cada criança está inserida. Com isso, uma vez que novos contextos e desafios forem cadastrados, estes devem ficar disponíveis para serem usados na personalização do Sonata (por outros pais ou educadores) para auxiliar o aprendizado de outras crianças, fazendo com que o conteúdo seja colaborativo.

## 4 Metodologia

A pesquisa descrita neste artigo teve por objetivo o planejamento, o desenvolvimento e a avaliação do jogo mobile Sonata. Este, destina-se a crianças com dislexia auditiva que se encontram em processo de alfabetização. O Sonata fornece meios do aprendiz exercitar a associação entre fonemas e grafemas de forma repetitiva e evolutiva a partir de diferentes níveis de dificuldade. Para sua execução, a metodologia aplicada consistiu no conjunto das seguintes etapas: (i) levantamento bibliográfico acerca das características e particularidades das crianças com dislexia auditiva, principalmente aquelas em fase de alfabetização; (ii) análise de aplicativos com propósitos similares (revisão exploratória de literatura e busca exploratória no *Google Play*), para identificação de aspectos que ainda não são contemplados e que podem agregar valor à nova proposição, e para além disso, posicionar a solução proposta dentre as soluções existentes; (iii) planejamento e desenvolvimento do Sonata contemplando a definição dos requisitos funcionais delimitadores do escopo da solução, requisitos não funcionais e tecnologias adotadas; e, (iv) avaliação heurística do Sonata a partir de um levantamento de recomendações de acessibilidade para aplicações cujos usuários são crianças com dislexia auditiva, assim como das heurísticas de usabilidade. A apresentação do Sonata está disponível na Seção 5 e a avaliação da aplicação e resultados obtidos encontra-se na Seção 6.

Segundo Gomes & Gomes (2019), a pesquisa ora relatada pode ser classificada como aplicada ou tecnológica uma vez que visa a resolução de um problema real (dificuldades de aprendizado enfrentadas por crianças com dislexia no processo de letramento alfabetização) a partir da adoção de modelos pedagógicos de aprendizagem (método fônico de associação de grafemas e fonemas) associados à ludicidade promovida pelos jogos digitais aplicados ao contexto de informática na educação para promoção da acessibilidade. Ainda, do ponto de vista da qualidade do Sonata, a aplicação do método de avaliação (inspeção heurística) apoiando-se em referencial teórico (heurísticas de usabilidade e acessibilidade) permite refletir sobre melhorias na interface e na interação proposta pelo software de forma que o mesmo não imponha barreiras ao processo de aprendizagem. Em outras palavras, consiste em uma abordagem de pesquisa que busca compreender a realidade, e têm por objetivo desenvolver algum artefato para tentar solucionar um problema.

Para Pimentel, Filippo & Santoro (2019), o *Design Science Research* (DSR) se concretiza na integração entre desenvolvimento tecnológico e uma pesquisa científica a partir de dois objetivos: resolver um problema prático em um contexto específico e gerar novo conhecimento científico. Tais objetivos são alcançados através da condução de três ciclos inter-relacionados: (i) o Ciclo de Relevância que se destina ao contexto para o qual o artefato é projetado com a definição dos seus requisitos, (ii) Ciclo de Design (ou Engenharia) destina-se ao projeto do artefato, e (iii)

o Ciclo de Conhecimento (ou Empírico, ou Rigor) que visa garantir que teorias e métodos científicos foram adotados na condução da pesquisa. Para o contexto deste trabalho, o DSR se caracteriza como segue:

- **Contexto:** Letramento-Alfabetização para crianças com dislexia auditiva;
- **Problema:** Barreiras enfrentadas por crianças com dislexia auditiva no processo de letramento alfabetização a partir de recursos não digitais de aprendizagem;
- **Estado da Técnica:** Análise de jogos similares (disponíveis na literatura ou em repositórios para aplicativos móveis): Aprendendo com as sílabas, *Dyslexia Crosswords*, *Easyreader*, *Dyslexia learn letters*, *Dyslexia Go*, *Eye Game*, *Domlexia* e *Percival's Helps for Dyslexia*;
- **Quadro Teórico:** Dislexia e a capacidade de aprendizagem (Fonseca, 2009); Método fônico na alfabetização (Salina, 2015); Ludicidade e Jogos na alfabetização de crianças com dislexia (Silva e Vaz, 2019; Gauto e Godinho, 2015; Rauschenberger, et al., 2017; Rello et al. 2017); Aprendizagem e dispositivos móveis (Souza, Freitas Reis, Freitas e Santos, 2019; Khan, Oon, Haq e Hajarrah, 2018);
- **Artefato:** Sonata, um jogo mobile que permite a associação de grafemas e fonemas, utilizando-se do método fônico, a partir de atividades que exploram contextos e níveis de dificuldades distintos;
- **Avaliação 1:** Avaliação de Inspeção Heurística de Usabilidade (Nielsen, 1994) e de Acessibilidade com foco em dislexia (Batista et al. 2019); Khan et. al 2018); Seeman & Cooper, 2015); e,
- **Conjecturas teóricas:** O uso de jogos digitais para associação de grafemas e fonemas, mais especificamente do Sonata, (i) motiva crianças com dislexia auditiva no processo de letramento-alfabetização; (ii) amplia o contato da criança com as atividades propostas para além da sala de aula; e (iii) potencializa o aprendizado das crianças ao respeitar seu ritmo individual de desenvolvimento. Ainda, em termos metodológicos, (iv) a adoção das heurísticas de usabilidade e das recomendações de acessibilidade específicas para dislexia são elementos chaves na qualidade da experiência do usuário, o que inclui satisfação e eficiência de uso.

## 5 Sonata

O Sonata provê a associação entre os grafemas e fonemas, favorecendo o aprendizado a partir da repetição, da evolução de níveis de dificuldade, respeitando o tempo e percurso do aprendiz. Os níveis de dificuldade estão agrupados em duas categorias, vogais e consoantes (agrupadas por fonemas que tenham sons parecidos, como por exemplo: P e B, M e N e etc.). Além disso, o Sonata traz a possibilidade do aprendiz de escolher entre diferentes contextos para exploração do vocabulário proposto (frutas, animais, escola e casa). A versão atual do Sonata está disponível, enquanto APK (*Android Package Kit*), para download no link: <https://syr.us/LnU>.

O Sonata deve agrupar as palavras a serem trabalhadas de acordo com contextos (escola, frutas, cores, etc.) e proporcionar dois níveis de dificuldade: vogais e consoantes. Todas as vogais devem ser contempladas, no entanto para as consoantes não serão trabalhadas o H (por ser uma letra muda) e K, W e Y (por terem sido recentemente introduzidas no nosso alfabeto). As atividades relativas às vogais estarão liberadas no aplicativo desde o primeiro momento de uso, sendo as consoantes liberadas diante do progresso do jogador. As consoantes devem ser separadas e agrupadas, em até 5, por similaridade na grafia e/ou na sonoridade.

No tocante à interação de uso, o jogo deve exibir a letra escolhida pelo jogador, para o contexto a ser trabalhado, e em seguida apresentar um conjunto de imagens em sequência. O jogador pode solicitar a reprodução sonora tanto para a letra, quanto para cada imagem

apresentada – quantas vezes e quando quiser. Na sequência de exibição das imagens, o jogador deve indicar se a palavra associada à imagem é ou não iniciada com a letra que está sendo trabalhada no momento. A resposta está correta quando o jogador seleciona o botão “verde” para indicar que a palavra correspondente à imagem se inicia com a letra escolhida, ou quando seleciona o botão “vermelho” para indicar que a palavra correspondente à imagem não se inicia com a letra escolhida. A resposta está errada, quando o contrário acontece. São possíveis 5 chances de resposta para cada letra e o para vencer o jogador deve ter 5 acertos para a letra trabalhada. Ao vencer, o jogador deve ser levado para a tela de vitória, com a possibilidade de escolher a próxima letra com a qual quer jogar. Ao perder, o jogador deve ser levado para a tela com a possibilidade de escolher outro contexto para jogar ou tentar novamente o mesmo contexto.

Em termos de implementação, optou-se por utilizar o *web service EducAPI* (<https://url.gratis/EZl3DM>), que se foi desenvolvido baseado no *web service SisAlfa* (da Silva, Alves & Rebouças, 2017). Este consiste no mecanismo para fornecer a base de dados multimídia que possibilita o agrupamento de palavras em diferentes contextos e cuja atualização é colaborativa. Além disso, foi utilizado o *react native*, uma biblioteca *javascript* que possibilita o desenvolvimento de aplicativos de forma nativa para iOS e Android, contudo, o Sonata em sua primeira versão está disponível apenas para dispositivos Android. Um protótipo do jogo Sonata foi projetado a partir da aplicação *Figma*, uma ferramenta colaborativa para design de interface para validação inicial do design da aplicação.

A tela inicial do jogo traz apenas o botão de *play*, de forma que seja intuitivo que ao apertar neste botão o jogador comece o jogo. Ao acionar o *play*, o jogador é levado para a tela que apresenta as possibilidades de contextos a serem explorados durante o jogo (Figura 1). O Sonata possui quatro contextos (frutas, animais, casa e escola) que agrupam as palavras que serão trabalhadas nos dois níveis do jogo (vogais e consoantes). Esses contextos foram pensados inicialmente por conter palavras que remetem à elementos comuns ao dia a dia de uma criança.

Uma vez escolhido o contexto, o jogador deverá escolher a letra que deseja explorar. As letras estarão divididas por níveis sendo o primeiro nível, que corresponde às vogais (A, E, I, O, U). As consoantes, segundo nível de dificuldade, estão agrupadas de acordo com a similaridade de sua sonoridade que definem subníveis: 2.1 (P, B, D, T); 2.2 (S, F, X, V, Z), 2.3 (M, N, R, L) e por fim 2,4 (C, Q, G, J). Inicialmente, o jogador só terá acesso às letras do primeiro nível (Figura 2), as vogais. Ao jogar e vencer o desafio de cada letra de um nível, o próximo nível será desbloqueado.

Para cada contexto, um conjunto de palavras e imagens são disponíveis (de forma sequencial) e o desafio consiste no jogador indicar se a imagem exibida corresponde (ícone verde) ou não (ícone vermelho) à letra escolhida (Figura 3). Vale destacar que a sonoridade tanto da letra quanto da palavra que representa a imagem, podem ser reproduzidas quando e quantas vezes se fizer necessário. Ao acertar, o jogo emite um *feedback* sonoro para o jogador e ao errar, uma estrelinha é apagada.

O jogo é finalizado se o jogador vencer, ao realizar 5 acertos ou quando todas as estrelinhas se apagarem (Figura 4). Ao vencer, o jogador pode escolher com qual letra jogar a próxima rodada. Ao perder, ele pode encerrar a partida e voltar para a escolha do tipo de jogo, ou jogar novamente com a mesma letra.

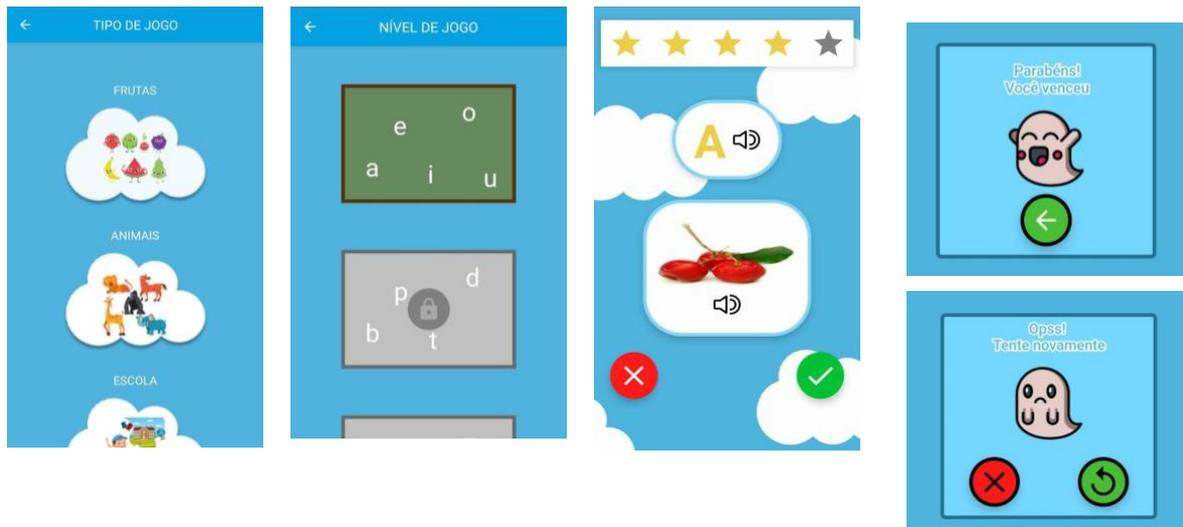


Figura 1: Tipo de Jogo.

Figura 2: Tela de Escolha da Letra.

Figura 3: Tela do Desafio.

Figura 4: Telas “venceu” e “perdeu”.

É importante destacar que a interface minimalista e lúdica do Sonata, unida ao apoio sonoro que enuncia as interações a serem feitas pelos usuários, são de extrema relevância para o contexto de letramento e alfabetização de crianças com dislexia. Segundo Barbosa *et al.* (2017), tais aspectos estimulam a evolução de uma competência que é comumente deficiente para estes aprendizes, a Memória Operacional Fonológica (MOF). Godoy (2008) demonstrou que o treinamento de habilidades linguísticas, por meio de jogos, em crianças pré-escolares tem como consequência um bom desempenho em leitura. Logo, é pertinente afirmar que as habilidades de consciência fonológicas são precursoras das habilidades de escrita. Portanto, o direcionamento do Sonata para atividades com associação de grafema-fonema está alinhado com as recomendações educacionais e clínicas-terapêuticas com objetivo de minimizar as dificuldades de aprendizado enfrentadas pelas crianças com dislexia (Godoy, 2008).

Ademais, Justino (2010) traz uma intervenção escolar prática baseada no desenvolvimento da consciência fonológica e no ensino da correspondência entre grafemas e fonemas. O estudo foi feito com um grupo de alunos com dificuldades de aprendizagem que frequentavam o 4º ao 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública. O autor concluiu que este tipo de intervenção se mostra eficaz na superação das dificuldades de alfabetização dos alunos participantes, o que reforça a importância de ter uma ferramenta, tal qual o Sonata, que possa ser utilizado no dia a dia, em sala de aula e fora dela. Por fim, vale ressaltar que este tipo de aplicação não se restringe apenas a crianças que possuem dislexia, mas que pode ser, também, utilizada por outros aprendizes que se encontram na trajetória do letramento-alfabetização.

## 6 Avaliação de Acessibilidade e Usabilidade do Sonata

A avaliação inicial proposta para o Sonata consistiu na aplicação do método de inspeção heurística contemplando as 10 heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen (1994), assim como de um conjunto de 43 recomendações de acessibilidade específicas para dislexia (Batista *et al.* 2019; Khan *et al.* 2018; Seeman & Cooper, 2015). As 53 recomendações foram organizadas em uma ficha de avaliação (<https://url.gratis/L9eIvI>), utilizada durante o processo de inspeção pelos

avaliadores. O Quadro 3 contempla as recomendações de acessibilidade aplicadas para a avaliação do Sonata, organizadas por categoria.

Quadro 3: Recomendações de acessibilidade para dislexia adotadas na avaliação do Sonata

| <b>Categoria</b>            | <b>#</b> | <b>Descrição breve (adaptada)</b>                                         |
|-----------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------|
| Áudio                       | 1        | Prover áudios explicativos sobre o funcionamento da aplicação.            |
| Reforço Positivo            | 2        | Valorização de erros e acertos, estimular os erros com dicas.             |
| Exercícios                  | 3        | Evitar o uso de exercícios de fixação que sejam repetitivos e cansativos. |
| <i>Feedback</i>             | 4        | Fornecer feedbacks auditivos para o usuário sobre o seu desempenho.       |
|                             | 5        | Destina-se a desenvolver habilidades que disléxicos possuem dificuldade.  |
| Meios de Comunicação        | 6        | Usar fonte com espaçamento uniforme e sem serifa. Arial                   |
|                             | 7        | Texto deve ter entre 12 e 14 pontos além de ser expansível.               |
|                             | 8        | Usar fonte escura sobre fundo claro. Evitar branco.                       |
|                             | 9        | Texto longo, deve possuir um índice de tópicos.                           |
| Títulos e Ênfase            | 10       | Para títulos utilizar tamanho de fonte maior em negrito e minúsculas.     |
|                             | 11       | Utilizar caixas e bordas para ênfase efetiva                              |
|                             | 12       | Evitar uso de sublinhado e itálico                                        |
|                             | 13       | Evitar uso de texto em letras maiúsculas.                                 |
| <i>Layout</i>               | 14       | Usar texto justificado à esquerda com borda direita irregular.            |
|                             | 15       | Evitar colunas estreitas para textos.                                     |
|                             | 16       | As linhas de texto devem ter entre 60 a 70 caracteres.                    |
|                             | 17       | Utilizar parágrafos curtos e espaçados.                                   |
|                             | 18       | Utilizar espaçamento entre linhas de 1,5.                                 |
|                             | 19       | Evitar iniciar frases no fim de uma linha.                                |
|                             | 20       | Usar marcadores e numeração no lugar de prosa contínua.                   |
| Estilo de Escrita           | 21       | Utilizar frases curtas e simples, ser direto.                             |
|                             | 22       | Fornecer instruções claras, evitando longas frases de explicações.        |
|                             | 23       | Fazer uso de voz ativa, no lugar de voz passiva.                          |
|                             | 24       | Evitar negativos duplos.                                                  |
|                             | 25       | Ser conciso.                                                              |
| Aumentando a Acessibilidade | 26       | Utilizar fluxogramas para explicar procedimentos.                         |
|                             | 27       | Pictogramas e gráficos ajudam a localizar informações.                    |

|        |    |                                                                                                                |
|--------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 28 | Listar aspectos de boas práticas sobre “o que fazer” e “o que não fazer” é mais efetivo que um texto contínuo. |
|        | 29 | Evitar abreviações, se possível fornecer glossário.                                                            |
|        | 30 | Documentos longos devem possuir uma página de conteúdo no início e um índice no final.                         |
| Design | 31 | A navegação deve ser fácil. Se possível fornecer mapa do site.                                                 |
|        | 32 | Utilizar gráficos, imagens e fotos para separar o texto.                                                       |
|        | 33 | Não utilizar gráficos muito grandes.                                                                           |
|        | 34 | Ofereça páginas de download alternativo de fácil leitura.                                                      |
|        | 35 | Fornecer downloads das páginas web para leitura em modo offline.                                               |
|        | 36 | Não utilizar textos que se movimentam.                                                                         |
|        | 37 | Nos índices, definir que mostre as páginas que já foram visitadas.                                             |
|        | 38 | Incentivar o uso de <i>hiperlinks</i> no final das frases.                                                     |
|        | 39 | Permitir que o usuário possa personalizar estilo e tamanho da fonte e cores de fundo e de impressão            |
|        | 40 | Utilizar ícones de navegação entre páginas usadas com frequência.                                              |
|        | 41 | Evitar utilizar imagens atrás de textos, deve haver um bom contraste entre a letra e o fundo.                  |
|        | 42 | Não utilizar cores muito claras no <i>background</i> . Priorizar amarelo e azul                                |
|        | 43 | Não configurar música de fundo para tocar automaticamente. Dê a opção de ativar.                               |

A avaliação foi conduzida por três avaliadores, todos com experiência prévia no método de inspeção heurística e com conhecimento sobre recomendações de acessibilidade. Todos os avaliadores são da área de Computação, integrantes do Grupo de Pesquisa *Autônomos Digitais* ([dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/0787164706235752](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/0787164706235752)), cujo objetivo consiste em conduzir pesquisas na área de Acessibilidade e Inclusão mediada por Computador. Dois avaliadores são graduados em Sistemas de Informação com atuação na indústria de software, um como desenvolvedor e outro como analista de qualidade. O terceiro avaliador atua como professor e pesquisador nas áreas de Informática na Educação e Interação Humano-Computador, desenvolvendo projetos na área de avaliação de software a partir de guias de recomendação.

A condução da avaliação aconteceu, no primeiro momento, individualmente, quando cada avaliador (i) explorou livremente a interface do Sonata para familiarização inicial; (ii) verificou a conformidade da interface do Sonata (todas as telas) para cada recomendação presente na ficha de avaliação (totalmente conforme, parcialmente conforme, não conforme, não se aplica ou não sei avaliar); e, (iii) comentou sobre os problemas encontrados na interface. Em seguida, na reunião de conflitos, os avaliadores compararam as fichas de avaliação e, conjuntamente, discutiram sobre os problemas encontrados, a gravidade destes para o processo interativo dos usuários com o Sonata, a fim de chegarem a um acordo sobre a resolução de tais problemas.

Das 53 recomendações utilizadas na avaliação, 32 apresentaram conflitos de classificação por pelo menos dois avaliadores. O que é esperado, pois a avaliação está diretamente relacionada

com o olhar e o *background* dos avaliadores em relação à sua experiência prévia sobre o método de inspeção, sobre as especificidades da dislexia, sobre o objeto sujeito de observação - no caso, o Sonata. A avaliação realizada com participantes de perfis diferentes (sobre o método, recomendações e o Sonata) - como foi o caso da configuração dos participantes da avaliação conduzida - potencializa o resultado obtido, levando vários pontos para discussão durante a reunião de conflito. Ainda, vale destacar que, houve variação entre os avaliadores em função do dispositivo móvel (modelo, capacidade, tamanho de tela e configurações) - alguns avaliadores estavam com o modo *dark* ativado, sendo este um aspecto que influenciou a avaliação de algumas recomendações quando comparados com o modo *light*.

A reunião de conflitos durou em média uma hora e meia, onde cada ponto de discordância foi discutido. Das 53 recomendações: 1 não pode ser avaliada pois os avaliadores não se sentiram competentes para tal (*Feedback: Destinar-se ao desenvolvimento de habilidades voltadas para as maiores dificuldades enfrentadas por um disléxico, através de atividades lúdicas e de caráter educacional*); 2 recomendações permaneceram em conflito (ambas de *Design: Use pequenos ícones para ajudar na navegação entre as páginas da web usadas com frequência; e Evitar uso de cores claras no background. Priorizar amarelo e azul*), pois a interface do Sonata possui uma apresentação diferente de acordo com configuração do dispositivo utilizado (*dark* ou *light mode*), sendo este um problema de falta de consistência.

O Quadro 4 contém o resultado sumarizado da avaliação, destacando o quantitativo total (#) de recomendações por nível de conformidade, assim como especificando quais e quantas categorias de acessibilidade e heurísticas de usabilidade foram avaliadas para cada uma das categorias existentes. A ficha de inspeção, preenchida pelos avaliadores, está disponível para análise a partir do link: <https://url.gratis/8admSj>.

Quadro 4: Conformidade do Sonata às recomendações de Acessibilidade e Usabilidade adotadas na avaliação.

| Avaliação de Conformidade |    | Acessibilidade |                                                                                                                                                             | Usabilidade |                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Classificação             | #  | #              | Categorias [#]                                                                                                                                              | #           | Heurísticas                                                                                                                                                                                                                              |
| Totalmente Conforme       | 16 | 15             | <i>Estilo e Escrita [4], Design [5], Layout [2], Acessibilidade [1], Títulos e Ênfase [1], Meios de Comunicação [1], Exercícios [1]</i>                     | 1           | <i>Reconhecimento em vez de memorização</i>                                                                                                                                                                                              |
| Parcialmente Conforme     | 16 | 9              | <i>Títulos e Ênfase [2], Áudio [1], Reforço Positivo [1], Feedback [1], Meios de Comunicação [1], Layout [1], Estilo de Escrita [1], Acessibilidade [1]</i> | 7           | <i>Visibilidade do estado do sistema, Correspondência entre o sistema e o mundo real, Liberdade e controle ao usuário, Consistência e padrões, Prevenção de erros, Flexibilidade e eficiência de uso e Estética e design minimalista</i> |
| Não Conforme              | 9  | 7              | <i>Design [3], Layout [2], Meios de Comunicação [1], Títulos e Ênfase [1]</i>                                                                               | 2           | <i>Ajudar os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros e Ajuda e documentação</i>                                                                                                                                |
| Não se Aplica             | 9  | 9              | <i>Acessibilidade [3], Design [3], Layout [2], Meios de Comunicação [1]</i>                                                                                 | -           | -                                                                                                                                                                                                                                        |

Do exposto, das 50 recomendações restantes, 64% apresentam pelo menos conformidade parcial para o Sonata (16: total e 16: parcial); 18% não se aplicam (9) pois a interface não contempla o aspecto mencionado (a exemplo de: *Meios de Comunicação: Se um artigo longo for postado, crie um índice de tópicos no início para que um leitor com dislexia possa restringir rapidamente as partes que o interessam*); e 18% não estão em conformidade para o Sonata (9).

Destaca-se que a inconformidade de usabilidade se dá para o reconhecimento e recuperação de situações de erro, assim como pela ausência de recursos de ajuda e documentação. No que se diz respeito aos aspectos de acessibilidade, o Sonata apresenta deficiências para as categorias de Design, Layout, Meios de Comunicação e Título e Ênfase.

A análise das inconformidades (parcial ou total) é o ponto de partida para a compilação dos problemas encontrados e proposição de problemas. Estes são classificados de acordo com seu nível de gravidade, ou seja, impacto do problema da interface na interação pretendida (alto: impede a interação; mediano: dificulta a interação; baixo: favorece a interação). O Quadro 5 traz o sumário dos problemas identificados, seu quantitativo (#) total e por categoria de acessibilidade e usabilidade, assim como as gravidades dos mesmos.

Quadro 5: Conformidade do Sonata às recomendações de Acessibilidade e Usabilidade.

| Problemas |    | Acessibilidade |                                                                                                                             | Usabilidade |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------|----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gravidade | #  | #              | Categorias [#]                                                                                                              | #           | Heurísticas [#]                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Alta      | 13 | 7              | <i>Áudio [2], Meios de Comunicação [2], Títulos e Ênfase [1], Estilo e Escrita [1], Design [1]</i>                          | 6           | <i>Visibilidade do estado do sistema [2], Consistência e padrões [2], Liberdade e controle ao usuário [1], Ajuda e documentação [1]</i>                                                                                                                                             |
| Mediana   | 14 | 8              | <i>Títulos e Ênfase [2], Layout [2], Reforço Positivo [1], Feedback [1], Meios de Comunicação [1], Estilo e Escrita [1]</i> | 6           | <i>Visibilidade do estado do sistema [1], Correspondência entre o sistema e o mundo real [1], Prevenção de erros [1], Flexibilidade e eficiência de uso [1], Estética e design minimalista [1], Ajudar os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperarem-se de erros [1]</i> |
| Baixa     | 5  | 4              | <i>Feedback [1], Layout [1], Acessibilidade [1], Design [1]</i>                                                             | 1           | <i>Flexibilidade e eficiência de uso [1]</i>                                                                                                                                                                                                                                        |

A concentração de problemas com gravidade alta e mediana são equivalentes (13 e 14, respectivamente), sendo menor o quantitativo de problemas de baixa gravidade (5). A distribuição dos problemas entre as categorias das recomendações é homogênea, não sendo nenhum problema associado à categoria de exercícios. Dois problemas graves foram associados às categorias de *Áudio* e *Meios de Comunicação*, devendo estes aspectos serem priorizados em uma próxima versão do Sonata. Ainda, as categorias de *Título e ênfase*, e *Layout* estão associadas a 2 problemas medianos, cada. A heurística de *Visibilidade do estado do sistema* está associada a 3 problemas, dois deles graves, sendo esta uma fragilidade de destaque no Sonata. As descrições dos problemas de Acessibilidade e Usabilidade estão disponíveis nos Quadros 6 e 7, respectivamente.

Quadro 6: Problemas do Sonata às recomendações de Acessibilidade

| Problemas de Acessibilidade |                                                                                                                                                    |           |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Categoria                   | Descrição                                                                                                                                          | Gravidade |
| Áudio                       | <i>Ausência de enunciados, em formato de áudio, que guiem o usuário em cada etapa de uso da aplicação.</i>                                         | Alta      |
|                             | <i>Ausência de explicação, em formato de áudio, sobre a execução da atividade.</i>                                                                 | Alta      |
| Reforço Positivo            | <i>Os erros e acertos cometidos durante as atividades são tratados indistintamente, portanto, não há valorização de um em detrimento do outro.</i> | Mediana   |
| Feedback                    | <i>Ausência de feedback sonoro ao concluir uma atividade.</i>                                                                                      | Baixa     |

|                      |                                                                                                                                               |         |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                      | <i>A barra de progresso não fornece feedback do total de etapas e de quantas antecedem o fim da atividade, dada a situação atual de jogo.</i> | Mediana |
| Meios de Comunicação | <i>O tamanho da fonte não corresponde ao recomendado: de 12 a 14 pontos</i>                                                                   | Alta    |
|                      | <i>O texto não é expansível.</i>                                                                                                              | Mediana |
|                      | <i>O contraste entre texto e cor de fundo não corresponde ao recomendado: texto escuro com fundo claro; não utilizar branco.</i>              | Alta    |
| Títulos e Ênfase     | <i>Os títulos não estão no formato recomendado: maior tamanho e em negrito.</i>                                                               | Mediana |
|                      | <i>As cores das caixas e bordas não estão ajustadas para enfatizá-las</i>                                                                     | Alta    |
|                      | <i>Os textos possuem letras maiúsculas, em discordância ao recomendado.</i>                                                                   | Mediana |
| Layout               | <i>Os textos não são justificados à esquerda, em discordância ao recomendado.</i>                                                             | Baixa   |
|                      | <i>O espaçamento entre linhas do texto não é 1,5, em discordância ao recomendado</i>                                                          | Mediana |
|                      | <i>Presença de frases iniciadas ao final de uma linha de texto, em discordância ao recomendado.</i>                                           | Mediana |
| Estilo de Escrita    | <i>Ausência de explicação, em formato de texto, sobre a execução da atividade.</i>                                                            | Mediana |
|                      | <i>Ausência de explicação sobre o propósito do jogo na tela inicial do aplicativo que atualmente está vazia</i>                               | Alta    |
| Acessibilidade       | <i>Presença do uso de onomatopeia no texto, em discordância ao recomendado.</i>                                                               | Baixa   |
| Design               | <i>As setas de navegação não são visíveis se o modo light do dispositivo móvel estiver ativado.</i>                                           | Alto    |
|                      | <i>Ausência da possibilidade de fazer download das atividades disponíveis para uso em formato impresso, em discordância ao recomendado.</i>   | Baixo   |

Quadro 7: Problemas do Sonata às recomendações de Usabilidade

| Problemas de Usabilidade                       |                                                                                                                                           |           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Categoria                                      | Descrição                                                                                                                                 | Gravidade |
| Visibilidade do estado do sistema              | <i>Ausência de indicação explícita sobre a tela na qual o usuário se encontra</i>                                                         | Alta      |
|                                                | <i>O ícone de áudio possui a mesma representação quando está para ser ativado e quando o áudio está sendo reproduzido</i>                 | Alta      |
|                                                | <i>No desafio, a barra de progresso não indica quantas tentativas faltam para o fim da atividade.</i>                                     | Mediana   |
| Correspondência entre o sistema e o mundo real | <i>No desafio, os ícones para representar as vidas (tentativas de resposta) são pouco usuais (estrelas)</i>                               | Mediana   |
| Liberdade e controle ao usuário                | <i>A navegação entre as telas depende dos recursos nativos do dispositivo</i>                                                             | Alta      |
| Consistência e padrões                         | <i>Os enunciados não são consistentes, nem multimídia (texto e áudio) em todas as telas</i>                                               | Alta      |
|                                                | <i>A aplicação não mantém a consistência da interface para as configurações dark mode e light mode, próprias dos dispositivos móveis.</i> | Alta      |
| Prevenção de erros                             | <i>Ao sair de um desafio (antes de finalizá-lo) não existem mensagens de confirmação, nem a possibilidade de cancelar tal ação</i>        | Mediana   |
| Flexibilidade e eficiência de uso              | <i>Ausência de meios alternativos para realizar ações dentro da aplicação</i>                                                             | Baixa     |
|                                                | <i>Algumas telas não possuem retorno para a tela anterior.</i>                                                                            | Mediana   |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                               |         |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Estética e design minimalista                                             | <i>No desafio, os elementos de interface e interação se sobrepõem e sua organização favorece o foco para as tentativas (estrelas) e não para o objetivo da interação (jogo)</i>               | Mediana |
| Ajudar os usuários a reconhecerem, diagnosticarem e recuperar-se de erros | <i>Ausência de recursos de reforço positivo de forma a prover dicas que ajudem o usuário a fornecer a boa resposta. No entanto, é possível repetir o mesmo desafio ao final da atividade.</i> | Mediana |
| Ajuda e documentação                                                      | <i>Ausência de qualquer recurso de ajuda ou tutorial de uso</i>                                                                                                                               | Alta    |

Vale ressaltar que a gravidade atribuída aos problemas não tem relação com a dificuldade de implementar a modificação para atender as recomendações correspondentes, mas sim sobre o impacto do problema na interação com a aplicação. Portanto, o quantitativo de problemas de alta gravidade não interfere significativamente no tempo necessário para que os ajustes sejam feitos e uma nova versão, mais adequada, seja disponibilizada aos potenciais usuários do Sonata.

Ainda, destaca-se a importância da realização de avaliações desta natureza para que problemas possam ser encontrados e solucionados antes do aplicativo ser disponibilizado para uso pelos usuários reais. Neste sentido, garantindo que as recomendações de acessibilidade e usabilidade são contempladas pelo aplicativo, as etapas seguintes seriam relacionadas às validações com o público alvo de interesse, sejam profissionais que lidam com a dislexia, pais de crianças nesta situação e, claro, os usuários finais - crianças com dislexia auditiva que se encontram em processo de alfabetização.

## 7 Conclusões e Trabalhos Futuros

As crianças que possuem dislexia auditiva encontram diversas barreiras ao longo da sua fase de alfabetização, sendo uma delas a associação entre grafemas e fonemas. Para auxiliar essas crianças, o uso da tecnologia, especialmente jogos mobile, pode ter um papel de grande importância. Além da ludicidade, outras vantagens são: ensino individualizado; fornecendo um novo ambiente de aprendizagem e podendo ajudar na melhora da habilidade auditiva. Ainda, aplicativos com propósito semelhante ao Sonata e em Português são escassos na *Play Store*. Ademais, o Sonata traz como diferencial às proposições analisadas (Seção 3) os desafios por contextos e utilizando-se do método fônico, com possibilidade de personalização dos conteúdos.

A avaliação heurística aplicada ao Sonata, permitiu identificar seus pontos fortes e suas fragilidades tanto para os princípios gerais de usabilidade, quanto para um conjunto de 43 recomendações de acessibilidade com foco em dislexia. Esta avaliação inicial é essencial para garantir a qualidade da interface antes que a mesma venha a ser testada (ou utilizada) pelos usuários finais, sejam estes primários ou secundários. Portanto, a lista de problemas e as gravidades associadas aos mesmos é o ponto de partida para que um cronograma de adequações seja estabelecido para o Sonata, a partir de então se dará seu refinamento.

Estando o Sonata em conformidade com todas as recomendações de acessibilidade e heurísticas de usabilidade, planeja-se executar um segundo momento de avaliação para que seja possível verificar as conjecturas teóricas definidas para o escopo desta pesquisa. Para tanto, deve-se considerar os profissionais (educadores, pedagogos, fonoaudiólogos) que lidam com o desafio da dislexia (usuários secundários), assim como crianças com dislexia que se encontram em processo de alfabetização (usuário principal). Espera-se, que seja possível avaliar se o uso de jogos digitais para associação de grafemas e fonemas, mais especificamente do Sonata, (i) motiva

crianças com dislexia auditiva no processo de letramento-alfabetização; (ii) amplia o contato da criança com as atividades propostas para além da sala de aula; e (iii) potencializa o aprendizado das crianças ao respeitar seu ritmo individual de desenvolvimento. Ainda, em termos metodológicos, (iv) se a adoção das heurísticas de usabilidade e das recomendações de acessibilidade específicas para dislexia são elementos chaves na qualidade da experiência do usuário, o que inclui satisfação e eficiência de uso. Por conseguinte, objetiva-se avaliar a satisfação dos usuários, assim como a efetividade do Sonata no processo de aprendizagem.

## Referências

- American Psychiatric Association, D. S., & American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5 (Vol. 5)*. Washington, DC: American psychiatric association.
- Barbosa, T., Cruz-Rodrigues C., de Toledo-Piza C. M. J., de Mello, C. B. A Experiência do NANI/CPN no Atendimento de Crianças e Adolescentes com Transtornos de Aprendizagem. In: NAVAS, Ana Luiza et. al. *Guia de boas práticas: do diagnóstico à intervenção de pessoas com transtornos específicos de aprendizagem*. São Paulo: Instituto ABCD, 2017. [[GS Search](#)]
- Batista, E. J., da Silva, R. G., de Almeida, R. E., & Oliveira, K. S. (2019). Recomendações de Design para Interfaces de Jogos Acessíveis para Crianças Disléxicas. In *Anais Estendidos do XVIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais* (pp. 43-44). SBC. doi:[10.5753/ihc.2019.8393](#). [[GS Search](#)]
- Cabussú, M. A. S. (2009). Dislexia e estresse: implicações neuropsicológicas e psicopedagógicas. *Revista Psicopedagogia*, 26(81), 476-485. [[GS Search](#)]
- Cidrim, L., & Madeiro, F. (2017). Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) aplicadas à dislexia: revisão de literatura. *Revista CEFAC*, 19(1), 99-108. doi: [10.1590/1982-021620171917916](#) [[GS Search](#)]
- da Silva, M. N., Alves, R., & de Souza Rebouças, A. D. D. (2017). SisAlfa: Um Serviço Colaborativo para apoiar a criação de Sistemas para Alfabetização. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 6, No. 1, p. 418). doi: [10.5753/cbie.wcie.2017.418](#). [[GS Search](#)]
- de Souza, C. S. M., de Freitas Reis, M. B., de Freitas, G., & dos Santos, L. C. (2019). Tecnologia móvel e dislexia: possibilidades pedagógicas inclusivas pela interface do appmobile “silabando”. *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação-Periódico científico editado pela ANPAE*, 35(2), 539. [[GS Search](#)]
- dos Santos, Jucelio Soares et al. (2014). Proposta de um jogo educacional para alfabetização de crianças com dislexia. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. p. 457. doi: [10.5753/cbie.wie.2014.457](#). [[GS Search](#)]
- Fernandes, A. L. B., Santana, K. C., Batista, W. P., & Pereira, C. P. (2020). EASYREADER: Jogo Sérioso para Crianças com Dislexia. *Revista Pró Ciências*, 3(2), 22-39. [[GS Search](#)]
- Fonseca, V. D. (2009). Dislexia, cognição e aprendizagem: uma abordagem neuropsicológica das dificuldades de aprendizagem da leitura. *Revista psicopedagogia*, 26(81), 339-356. [[GS Search](#)]
- Gautto, R. G. (2015). Uso de jogos na estimulação de crianças com transtorno do neurodesenvolvimento na área da aprendizagem (dislexia). *Cippus*, 4(1), 67-87. [[GS Search](#)]

- Godoy, D. Por que ensinar as relações grafema-fonema?. *Revista Psicopedagogia*, v. 25, n. 77, p. 109-119, 2008. [[GS Search](#)]
- Gomes, A. S., & Gomes, C. R. A. (2019). Classificação dos tipos de pesquisa em Informática na Educação. Jaques, Patrícia Augustin; Pimentel, Mariano; Siqueira, Sean; Bittencourt, Ig.(Org.) *Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Concepção da Pesquisa*. Porto Alegre: SBC. [[GS Search](#)]
- Guimaraes, A. L., de Magalhães, R. D. C. B., de Oliveira Adiala, A., da Silva, F. S. C., Rubim, R. P., & de Carvalho, R. C. V. G. (2016). Educação e inovação: tecnologias educacionais para a superação das dificuldades de aprendizagem. *Ciência Atual-Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José*, 8(2). [[GS Search](#)].
- Junior, F., Silva, Z. (2018). Aplicação Mobile Para Auxiliar o Ensino e Aprendizagem do Alfabeto na Pré-escola. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. p. 973. doi: [10.5753/cbie.wcbie.2018.973](https://doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2018.973). [[GS Search](#)].
- Justino, M.I.S.V. Efeitos do reforço escolar numa abordagem fônica em alunos do ensino fundamental com graves defasagens na alfabetização. 2010. 156f. *Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto*, 2010. [[GS Search](#)].
- Khan, R. U., Oon, Y. B., Haq, M. I. U., & Hajarrah, S. (2018). Proposed user interface design criteria for children with dyslexia. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 5253-5257. [[GS Search](#)].
- Lucena, G., Cidrim, L., & Madeiro, F. (2017). Um aplicativo para estimulação da memória visual em crianças disléxicas por meio do jogo de palavras cruzadas. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 28, No. 1, p. 685). doi: [10.5753/cbie.sbie.2017.685](https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.685). [[GS Search](#)].
- Machado, G. Q. (2008). Aprendizagem da Leitura: Investigação acerca da polêmica gerada pelos Métodos de Alfabetização. *Revista Língua&Literatura*, 10(15), 109-120. [[GS Search](#)].
- Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), *Usability Inspection Methods*. John Wiley & Sons, New York, NY. doi: [10.1145/259963.260531](https://doi.org/10.1145/259963.260531). [[GS Search](#)].
- Pimentel, M., Filippo, D., & Santoro, F. M. (2019). Design Science Research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação. *Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Concepção da Pesquisa*. Porto Alegre: SBC. [[GS Search](#)].
- Rauschenberger, M., Rello, L., Baeza-Yates, R., Gomez, E., & Bigham, J. P. (2017). Towards the prediction of dyslexia by a web-based game with musical elements. In *Proceedings of the 14th International Web for All Conference* (pp. 1-4). doi: [10.1145/3058555.3058565](https://doi.org/10.1145/3058555.3058565). [[GS Search](#)].
- Rello, L., Macías, A., Herrera, M., de Ros, C., Romero, E., & Bigham, J. P. (2017). DyetectiveU: A game to train the difficulties and the strengths of children with dyslexia. In *Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 319-320). doi: [10.1145/3132525.3134773](https://doi.org/10.1145/3132525.3134773). [[GS Search](#)].
- Richart, M. B., & Bozzo, F. E. F. (2009). Detecção dos sintomas da dislexia e contribuições pedagógicas no aspecto ensino aprendizagem para alunos do ciclo 1 do ensino fundamental. *Lins, São Paulo*, 14. [[GS Search](#)].
- Rotta, N. T., Ohlweiler, L., & dos Santos Riesgo, R. (2015). *Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar*. Artmed Editora. [[GS Search](#)]

- Salina, T. (2015). As contribuições do método fônico nos anos iniciais de alfabetização. [[GS Search](#)].
- Seeman, L., & Cooper, M. (2015). Cognitive accessibility user research. *W3C First Public Working Draft*, 15. <https://www.w3.org/TR/coga-user-research/>
- Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biological psychiatry*, 57(11), 1301-1309. doi: [10.1016/j.biopsych.2005.01.043](https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.01.043). [[GS Search](#)].
- Silva, N. S. M., & Crenitte, P. A. P. (2014). Perfil linguístico, familiar e do gênero de escolares com diagnóstico de dislexia de uma clínica escola. *Revista CEFAC*, 16(2), 463-471. doi: [10.1590/1982-0216201414612](https://doi.org/10.1590/1982-0216201414612). [[GS Search](#)].
- Silva, T. D., & Vaz, M. R. T. (2019). O Processo de Alfabetização da Criança com Dislexia e as Práticas Pedagógicas. *Psicologado*.
- Stolk, A. B., Casagrande, C. E., & Bernhardt, M. D. F. (2013). Aprendendo com as sílabas: software de apoio ao aprendizado de crianças com dislexia. In *XVIII Congresso Internacional de Informática Educativa* (pp. 413-418). [[GS Search](#)].