Uso de Jogos do Escribo Play para Aprimorar a Consciência Fonológica, a Leitura e a Escrita na Educação Infantil

Americo N. Amorim
Escribo Inovação para o Aprendizado

Lieny Jeon e Yolanda Abel
Johns Hopkins University

Eduardo F. Felisberto e Leopoldo N. F. Barbosa
Faculdade Pernambucana de Saúde

Natália Martins Dias
Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo: O aumento do uso de smartphones e tablets criou um ambiente propício para novos programas educacionais baseados em dispositivos móveis, que buscam aumentar o aprendizado e o engajamento dos alunos na escola e em casa. Este estudo examina a eficácia do Escribo Play, um programa educacional baseado em jogos digitais que estimula a consciência fonológica, a leitura e a escrita de palavras dos estudantes da educação infantil. Um experimento randomizado controlado foi realizado com 749 alunos em 62 turmas de 17 escolas localizadas em cinco cidades. Procedimentos quantitativos pré e pós-teste usando instrumentos de diagnose padronizados foram empregados. Os resultados indicam que as turmas que usaram os 20 jogos por três meses avançaram 68% a mais em suas pontuações de leitura do que as turmas de controle (d = 0,40). Os estudantes também ganharam 48% a mais nas pontuações de escrita (d = 0,20). A análise multinível indicou que esses resultados foram estatisticamente significativos.

Palavras-chave: alfabetização, educação infantil, leitura, tecnologia educacional, consciência fonológica, jogos pedagógicos

Abstract: The increased use of smartphones and tablets sets the stage for new mobile-based educational programs that seek to increase student learning and engagement, in the school and at home. This study examines the effectiveness of Escribo Play, a game-enhanced educational program, on preschool students' phonological awareness, word reading, and writing skills. The randomized controlled trial was conducted with 749 students from 62 classrooms from 17 schools located in five cities. Quantitative pre- and post-testing procedures using standardized instruments were employed. The results indicate that the experimental classrooms which used the 20 games for three months gained 68% in their reading scores than control classrooms (d = .40). They also gained 48% more in the writing scores (d = .20). Multilevel analysis indicated that these findings were statistically significant.

Keywords: early literacy, reading, educational technology, phonological awareness, educational games
Editoração e tradução: Danilo Aguiar Revisão: Lídia Cerqueira.

A Revista da Escola, Professor, Educação e Tecnologia dissemina resultados de pesquisas que possam ser aplicados por profissionais da educação (professoras, gestores, psicopedagogas) e pelas famílias para fortalecer o aprendizado das crianças.

Prólogo

Esse artigo científico foi publicado originalmente no Educational Researcher, o periódico científico mais lido pelos pesquisadores educacionais nos E.U.A. e em vários outros países do mundo. Ele passou por um processo de avaliação *double-blind-review* em que dois avaliadores, anônimos, avaliaram o trabalho sem saber quem eram os autores ou o aplicativo que estava sendo estudado. O texto foi traduzido do original em inglês para ampliar seu alcance e acessibilidade. Esta tradução é da versão aprovada para publicação. Para acessar ou citar o artigo original, utilize a citação abaixo:

> AMORIM, Americo N. et al. Using Escribo Play Video Games to Improve Phonological Awareness, Early Reading, and Writing in Preschool. **Educational Researcher**, https://doi.org/10.3102/0013189X20909824, 2020.

Introdução

Em diversos países, o baixo nível de aprendizado em leitura e escrita é um dos maiores desafios enfrentados pelas crianças. No Brasil, 50% dos alunos de escolas públicas que terminam o terceiro ano do ensino fundamental não atingem o mínimo necessário em leitura e escrita [1]. Pesquisas indicam que as habilidades de linguagem oral e leitura na educação infantil estão fortemente ligadas ao desempenho de leitura no primeiro e no segundo anos do ensino fundamental [2] [3] [4]. Por exemplo, o nível de proficiência da linguagem oral na educação infantil também ajuda a prever o desempenho de leitura no quarto ano do ensino fundamental [5]. Esses resultados indicam que estimular o desenvolvimento das habilidades iniciais de alfabetização desde a educação infantil pode contribuir para o desempenho dos alunos em leitura nos ensino fundamental.

Um componente essencial para uma estimulação eficaz na educação infantil é o ensino da consciência fonológica [6]. Infelizmente, a maioria das escolas brasileiras ainda não pratica o ensino sistemático das habilidades de consciência fonológica [7]. No entanto, a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que entrou em vigor em 2020, incluiu vários objetivos de aprendizagem relacionados com a consciência fonológica [8].

Outras evidências revelam que estimular a consciência fonológica já na educação infantil têm efeitos positivos nas habilidades de reconhecer palavras e de compreender textos, e esses ganhos vão até os anos finais do ensino fundamental [9]. Estudos anteriores descobriram também que o ensino de consciência fonológica para pequenos grupos de crianças gera mais ganhos em leitura do que quando a professora ensina para toda a turma ou trabalha individualmente com uma criança [10] [11]. Infelizmente, é bastante difícil realizar atividades com grupos pequenos quando, na educação infantil, a proporção entre professoras e crianças pode chegar até 1 para 14,5 [12]. Nesse contexto, os desenvolvedores de tecnologias educacionais tentaram criar meios para tornar o ensino mais diferenciado e personalizado [13].

A primeira fase dos aplicativos educacionais buscou ajudar os estudantes a desenvolver as habilidades de leitura, escrita e consciência fonológica [10]. Apesar de muitos programas de computador terem sido criados entre 1990 e 2010, muitas crianças dessa época, vindas de famílias de baixa renda, não tinham familiaridade com computadores. Essas crianças primeiro tiveram que dominar a base da tecnologia, como controlar um mouse, para que mais tarde pudessem aproveitar do ensino guiado por computador.

Hoje vivemos em um novo cenário tecnológico. Dispositivos móveis, como smartphones e tablets, são mais intuitivos e fáceis de usar com suas interfaces touchscreen. As crianças estão usando dispositivos móveis no início de seu desenvolvimento. As que têm entre dois e quatro anos de idade passam em média 58 minutos por dia com aparelhos digitais em mãos [14]. Desde 2018, tablets de boa qualidade podem ser encontrados por até R$ 300. O uso de smartphones por famílias de baixa renda está crescendo em países em desenvolvimento como o Brasil, onde 77% dos habitantes com mais de 10 anos têm um smartphone

[15]. A ampla disseminação da tecnologia móvel criou um contexto favorável para novos programas educacionais projetados para dispositivos móveis, cujo objetivo é estimular o aprendizado e o envolvimento dos alunos, tanto em casa como na escola.

O presente estudo faz parte de um projeto maior que inclui a criação do conceito, o design e o desenvolvimento de um programa educacional baseado em jogos eletrônicos. O programa foi criado para ser usado por professores e alunos da educação infantil e dos anos iniciais do ensino fundamental para promover o desenvolvimento de suas habilidades de consciência fonológica, leitura e escrita. O programa foi criado usando evidências baseadas em pesquisas das áreas de desenvolvimento da linguagem, educação e design de jogos eletrônicos. Este estudo examina a eficácia do programa para estimular as habilidades de consciência fonológica, leitura e escrita de palavras, usando um experimento randomizado controlado. Utilizamos tablets baratos no modo avião (offline) para maximizar o número de escolas que poderiam receber a intervenção.

Revisão da literatura

Este trabalho foi construído com base nas evidências de que a consciência fonológica (CF) é um componente essencial do desenvolvimento da leitura, e que estimulá-la pode ajudar estudantes de quatro e cinco anos de idade a desenvolver suas habilidades de leitura e escrita de palavras [6] [11] [16]. Examinamos pesquisas de intervenção anteriores F para identificar os programas de ensino que geraram os maiores ganhos nas habilidades de CF, leitura e escrita de palavras. Nosso foco foi identificar os principais componentes dos programas mais eficazes, como as atividades específicas de CF e a carga horária semanal e total, para criar um programa educacional que pudesse ajudar os professores a estimular pequenos grupos através de uma abordagem capaz desenvolver a CF, as habilidades de leitura e escrita de palavras dos alunos.

Pesquisas prévias descobriram que a estimulação em consciência fonêmica que inclui correspondências de letra-som traz uma melhora significativa na leitura e na escrita [17]. Uma metanálise de 52 estudos também indicou que o ensino da consciência fonêmica teve um impacto moderado na leitura (d = 0,53) e escrita (d = 0,59) em alunos da educação infantil até o sexto/sétimo ano do ensino fundamental [11]. A consciência fonêmica foi a que mais gerou ganhos de leitura [18], mas apesar disso a CF também ocorre nas habilidades silábicas e de rima.

Em uma meta-análise de 32 pesquisas sobre o ensino sistemático de CF, foi constatado que o impacto da CF no aprendizado da leitura é considerável (d = 0,70, r = 0,33, N = 745) [16]. Os autores também argumentaram que as crianças de quatro anos de idade se beneficiam mais dos programas de CF do que os alunos de cinco anos ou dos anos iniciais do ensino fundamental. Os resultados ressaltam a importância da CF e a eficácia de programas educacionais que estimulem o seu desenvolvimento na educação infantil.

Uma intervenção criada como um programa de computador pode ser usada para abordar os vários componentes da CF [19] [20]. Eles podem desenvolver a consciência silábica, de rimas e fonêmica [21]. As intervenções que combinam CF com o ensino de correspondência letra-som foram consideradas mais eficazes do que as que apenas abordavam CF sem letras e palavras impressos [16].

Outro aspecto do uso de CF em ambientes digitais diz respeito a velocidade e ao timbre da fala dos aplicativos. Pesquisadores [22] não chegaram a resultados significativos quando reduziam a velocidade de fala e enfatizavam as transições entre fonemas. Essa pesquisa mostra que o ensino através de computadores precisar utilizar vozes com velocidade e timbre normais.

Um grande estudo envolvendo 7.000 crianças avaliou o impacto do uso de aplicativos para fornecer conteúdo e promover o aprendizado [10]. Essa pesquisa, feita a partir de 20 estudos randomizados e quasi experimentais, analisou o ensino auxiliado por computador (CAI), por vídeo, conteúdo multimídia e sistemas de aprendizado integrado. Os resultados indicaram um pequeno tamanho de efeito positivo (d = 0,14), que veio da adoção da tecnologia, em comparação às abordagens tradicionais no ensino de leitura. No entanto, a orientação por meio de programas integrados ao currículo e utilizados por pequenos grupos de alunos geraram os maiores ganhos de aprendizado (d = 0,32). Os autores também encontraram evidências de que programas individuais de ensino eram mais eficazes para estudantes com dificuldades. Estudos voltados para alunos da educação infantil mostraram efeitos maiores (d = 0,36) do que aqueles direcionados às crianças do ensino fundamental (d = 0,07), o que mostra a necessidade de reforçar as atividades de CF para os alunos mais novos na educação infantil.

Essa meta-análise [10] constatou que os programas de alta intensidade que incluíam mais de 75 minutos de ensino por semana (d = 0,19) renderam maiores benefícios que os programas de baixa intensidade (d = 0,08). Essa descoberta não foi estatisticamente significativa por conta do baixo poder estatístico (QB = 1,20, p < 0,27), mas sugere que as intervenções baseadas em computador precisam ter uma dose intensa de atividades. Com base nos parâmetros de pesquisas anteriores com maiores ganhos em CF, leitura e escrita, uma intervenção foi projetada para fornecer duas sessões de 45 minutos de atividades por semana, utilizando jogos digitais, durante 10 semanas.

Outros tipos de intervenções tecnológicas foram benéficas para o início da alfabetização. Uma metanálise de 43 artigos envolvendo 2.147 estudantes identificou que contar histórias com o apoio de recursos tecnológicos auxilia na compreensão de histórias (g + = 0,17) e na evolução do vocabulário (g + = 0,20) [23]. Outra meta-análise de 122 estudos avaliou a influência de recursos tecnológicos na aprendizagem de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental e identificou ganhos significativos na linguagem (ES = 0,44) [24]. Verificou-se que os jogos digitais melhoram a leitura das crianças com dificuldade de leitura no segundo/terceiro ano do fundamental [25] e para crianças com síndrome de Down [26]. Além disso, as evidências sugerem que os jogos digitais podem ser benéficos para crianças que aprendem uma segunda língua [27] e que os professores em formação veem a aprendizagem baseada em jogos como uma forma positiva de ensinar as crianças a ler e escrever [28].

Embora haja evidências sobre a eficácia das tecnologias educacionais para estimular a CF, o ensino de leitura e de escrita, não foi encontrado um app para celular que use jogos digitais de forma eficaz para aumentar o aprendizado na educação infantil. Para preencher essa lacuna, criamos o Escribo Play, um app de jogos pedagógicos digitais baseado em evidências, cujo objetivo é estimular a alfabetização na infância. O Escribo Play é compatível com dispositivos móveis baratos e tem potencial para melhorar o ensino e a aprendizagem. Este estudo procura explorar a seguinte hipótese:

Hipótese 1: as crianças que estudam com o Escribo Play terão as habilidades de consciência fonológica aprimoradas, em comparação aos alunos que participarem apenas das aulas regulares dadas pelas escolas.

Hipótese 2: as crianças que estudam com o Escribo Play vão apresentar melhorias na capacidade de leitura de palavras, se comparadas aos alunos expostos apenas às aulas regulares das escolas.

Hipótese 3: as crianças que estudam com o Escribo Play exibirão uma capacidade aprimorada de escrever palavras quando comparadas aos alunos expostos apenas às estratégias de ensino regulares utilizadas pelas escolas.

Metodologia

Um estudo randomizado controlado por *cluster* foi realizado para avaliar como os efeitos do programa se manifestaram nas habilidades de CF, leitura e escrita de palavras dos alunos [29]. O projeto utilizou uma estrutura com grupos experimental e controle, com pré e pós-testes. O sorteio para a alocação aleatória dos participantes nos grupos experimental ou de controle foi feita para as turma, ou seja quando uma turma foi sorteada para integrar o grupo de controle, todas as crianças daquela turma ingressaram no grupo de controle. Este procedimento foi adotado pois seria inviável ter estudantes de uma mesma turma participando ou não participando da intervenção [29] [30] [31]. A Figura 1 mostra como o estudo foi organizado.

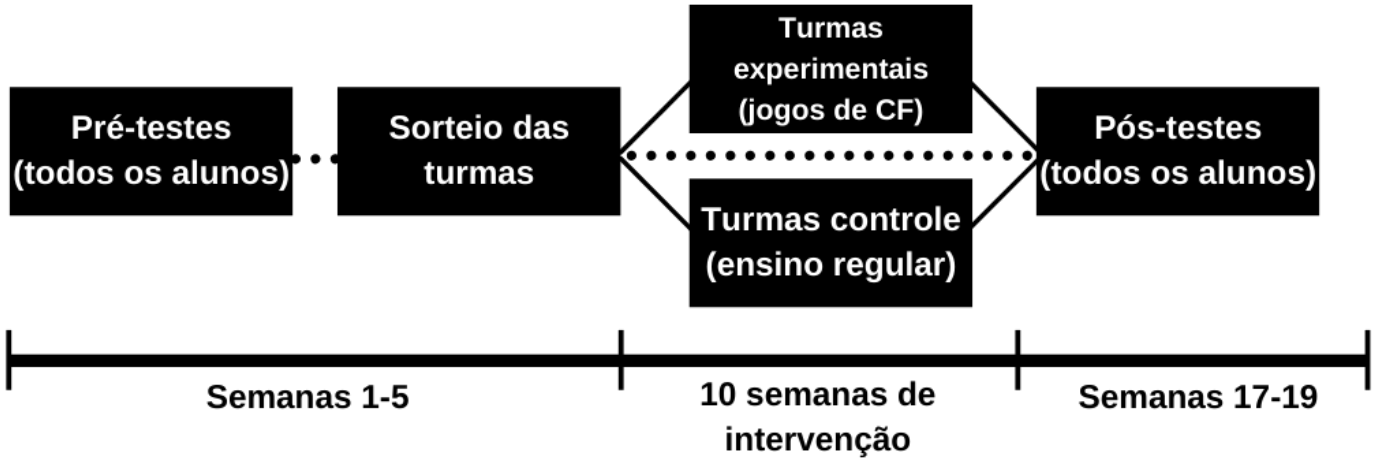

Figura 1. *Estrutura do estudo*

Participantes

O estudo foi conduzido na área metropolitana de Fumaça (pseudônimo). A cidade, localizada na região Nordeste do Brasil, possui 30.591 crianças de quatro e cinco anos em 678 escolas [32]. Todos os estudantes no Brasil falam português e os jogos foram desenvolvidos nessa língua. Dentro dessa população, 448 escolas particulares tiveram autonomia de decisão para participar da pesquisa.

Enviamos cartas-convite para 25 escolas particulares, as quais acreditamos que teriam os recursos tecnológicos e autonomia necessários para ajustar a intervenção ao seu cotidiano escolar. A lista de escolas foi fornecida por uma empresa local que visitou 365 instituições em 2016 e avaliou seus recursos. O primeiro autor encontrou com cada diretor de escola para explicar os objetivos e procedimentos da pesquisa.

Um total de 17 escolas concordou em participar do estudo. Juntas, elas somavam 1.089 alunos nas turmas de quatro anos de idade. A equipe de pesquisa entregou kits de pesquisa para cada escola, que incluíam uma carta convite e um formulário de consentimento para cada aluno e pai. Além das informações de contato, o formulário de consentimento solicitou a escolaridade dos pais. Os kits foram entregues nas escolas nos primeiros dias de agosto de 2017, quando começou o segundo semestre do ano letivo brasileiro. Duas semanas depois de entregarmos as cartas, pedimos às escolas que enviassem um lembrete amigável sobre o prazo final de retorno com as informações e recebemos um total de 749 formulários de consentimento assinados pelas famílias. Enquanto no Brasil apenas 15% dos cidadãos cursavam o ensino superior [33], nossa amostra possuía 93,9% dos pais nessa categoria, sugerindo que as famílias eram bem sucedidas. A Tabela suplementar S2 apresenta os detalhes da composição da amostra.

Após o término dos pré-testes, realizamos um procedimento de randomização por *cluster* para atribuir suas unidades, as turmas, aos grupos controle e experimental [31]. O objetivo era colocar metade das 62 turmas para cada grupo. Durante a randomização, quatro turmas designadas ao grupo experimental tiveram que ser convertidas em grupo de controle, porque as turmas já tinham seu cronograma de aulas estabelecido e o nosso pequeno grupo de pesquisadores(as) não conseguiu ajustar o cronograma. Essas quatro turmas não receberam sessões de orientação nem seus professores passaram por sessões de formação profissional. A amostra experimental final incluiu 27 turmas.

Os professores das turmas experimentais tinham uma média 14 anos de experiência em ensino. Todos os professores eram graduados e se formaram 4,6 anos antes da intervenção, em média. Cerca de 71% dos professores concluíram os programas de especialização lato sensu além da graduação e 5% obtiveram o mestrado. Quanto às experiências de desenvolvimento profissional, 47% dos professores relataram ter participado de cursos que abordavam o ensino de leitura e escrita.

As 35 turmas de controle tinham 418 (55,8%) alunos e as 27 turmas experimentais tinham 331 crianças (44,2%). A idade média dos participantes foi de 56 meses (desvio padrão [DP] = 3,8) durante os pré-testes, equivalente para ambos os grupos. No grupo experimental, 48,6% eram meninos e 51,4% eram meninas. No grupo controle, 51,3% eram meninos e 48,7% eram meninas. A proporção média de professor por aluno foi de 1: 11,6 nas turmas de controle (DP = 4,5) e 1: 12,1 nas turmas experimentais (DP = 3,3).

No Brasil, as escolas geralmente funcionam de manhã e à tarde, cada turno com um conjunto diferente de alunos. Em nossa amostra, 68,1% dos estudantes frequentavam a escola pela manhã, enquanto 31,9% frequentavam a tarde. Essa distribuição refletiu uma tendência geral observada nas cidades de Fumaça, onde a maioria das famílias prefere que seus filhos frequentem a escola pela manhã.

Todos os alunos de quatro anos das escolas participantes foram elegíveis para participar do estudo. Depois de finalizada a intervenção e os pós-testes, descobrimos que 12 (1,6%) dos 749 alunos apresentavam algum nível de dificuldade de aprendizagem, de acordo com os documentos das escolas e os relatórios dos professores. Embora esses estudantes tenham participado de todas as atividades de pesquisa porque queríamos dar a oportunidade a todas as crianças que desejavam participar, excluímos seus dados dos procedimentos estatísticos.

Medidas de Estudo

Adotamos a avaliação do Teste de Consciência Fonológica por Produção Oral (TCF-PO) no pré e pós-teste [34]. O teste inclui dez subtestes para avaliar o conhecimento de sílabas, rimas, aliterações e fonemas em português. As pontuações do TCF-PO foram positivas e significativamente correlacionadas com a idade do aluno, série e outros testes, como o teste de repetição de palavras e pseudopalavras e o teste de discriminação fonológica [35]. Os dados psicométricos do teste TCF-PO revelaram um alfa de Cronbach de 0,91 e o coeficiente de Spearman-Brown de 0,86, com dados normativos disponíveis para crianças brasileiras [35]. Neste estudo, o TCF-PO teve alfas de Cronbach adequados de 0,86 no pré-teste e 0,91 no pós-teste.

O Teste de Leitura e Escrita (TLE) foi utilizado nos pré e pós-testes para determinar as habilidades de leitura e escrita de palavras dos alunos em português [36] [37]. A primeira parte da avaliação consiste em oito palavras e duas pseudopalavras que devem ser lidas pelo aluno. Na segunda parte, o pesquisador dita oito palavras e duas pseudopalavras para o aluno escrever. Cada palavra é mais complexa que as anteriores. As palavras são classificadas por sua regularidade e frequência de uso. A pontuação do teste é calculada pela porcentagem de letras que foram respondidas corretamente pelo aluno, de modo que o desempenho varia de zero a 100% para cada habilidade.

O mesmo grupo de pesquisadores que criou o TCF-PO começou a desenvolver o instrumento TLE em 2012 [38] e divulgou seus dados normativos em 2019 [39]. Os pesquisadores encontraram correlações significativas e robustas entre os escores TLE e PATOP (r = 0,76 e 0,80, p <0,01), conhecimento de letras e sons (r = 0,73 e 0,87, p <0,01), letra nome-conhecimento (r = 0,49 e 0,57, p <0,01) e entre suas próprias medidas de leitura e escrita (r = 0,81, p <0,01) [36]. Nesse estudo, as pontuações de leitura apresentaram um α de 0,94 de Cronbach nos pré-testes e 0,95 nos pós-testes. As pontuações de escrita tiveram α de 0,94 de Cronbach nos pré-testes e 0,92 nos pós-testes, excelentes níveis de consistência.

Para avaliar a confiabilidade entre os examinadores e entre codificadores, calculamos os coeficientes de correlação intraclasse (ICC) usando um modelo de efeitos aleatórios unidirecional no SPSS 25. Para o pré-teste de leitura, o ICC foi de 0,95 (p = 0,00), com 20,7% do participantes sendo classificados por um segundo avaliador. O ICC para o pré-teste de escrita foi de 0,97 (p = 0,00) e para o TCF-PO foi de 0,90 (p = 0,00). Os três ICCs foram altos, indicando que as classificações do TCF-PO, de pré-teste de leitura e de escrita eram confiáveis entre os avaliadores [40].

Para os pós-testes, a avaliação da leitura do ICC foi de 0,97 (p = 0,00), calculada com 20,6% dos participantes classificados por um segundo avaliador. O ICC para o pós-teste de escrita foi de 0,94 (p = 0,00) e para o pós-teste TCF-PO foi de 0,85 (p = 0,00). Os ICCs para os testes de leitura e escrita foram altos. O pós-teste TCF-PO estava acima do nível mínimo desejado de 0,75, indicando que as classificações eram confiáveis [40].

O programa pedagógico

O objetivo da intervenção foi desenvolver nos alunos a CF, leitura e escrita de palavras em português do Brasil. A intervenção foi projetada para duas sessões de 45 minutos por semana, durante o período de 10 semanas - somando 20 sessões para cada turma (900 minutos no total). Todas as turmas completaram as 20 sessões. Realizamos quatro sessões de consciência silábica, para que os alunos pudessem dominar a segmentação de sílabas, misturar, além de adicionar, remover e inverter sílabas para criar novas palavras [41]. Em seguida, foram realizadas quatro sessões para aumentar os conhecimentos de rima e aliteração. As atividades de consciência fonêmica iniciaram na sessão 9 com a identificação do primeiro e do último fonema em determinadas palavras. Nas sessões 10 e 11, as tarefas de mistura fonêmica estimularam os alunos a criar palavras a partir dos fonemas. Desenvolvemos atividades de som e letra nas sessões de 12 a 14.

As atividades de leitura e escrita de palavras foram desenvolvidas nas sessões de 15 a 20, para que os alunos pudessem exercitar suas habilidades de correspondência grafema-fonema. Essa prática é essencial para consolidar a capacidade de escrever qualquer palavra falada em português e ler qualquer palavra escrita em um determinado texto. Palavras que empregavam estruturas ortográficas irregulares não foram incluídas nas instruções, pois podem ser aprendidas em idades posteriores, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular [8]. Antes da intervenção, o conteúdo e os designs dos 20 jogos do app para celular foram aprimorados com base nos comentários dos testes de campo e de especialistas em nível de doutorado das áreas de educação, psicologia cognitiva e terapia da fala. Mais informações sobre o design, desenvolvimento e implementação dos jogos são apresentadas no material online complementar.

Sessões instrutivas. Realizamos a intervenção com quatro assistentes de pesquisa, no período de setembro a novembro de 2017. Para compensar os feriados e os eventos escolares, algumas turmas tiveram que implementar três sessões por semana e outras tiveram que estender as últimas sessões nas duas primeiras semanas de dezembro.

Cada sessão segundo a teoria de Eventos Educacionais de Gagné [42], teve duração de 45 minutos e foi dividida em três partes. Na primeira parte, com duração de 10 a 15 minutos, a atenção do aluno foi

captada quando o professor explicou a habilidade alvo no quadro (ex: cortar palavras em pequenas partes - segmentação de sílabas) para todo o grupo e desenvolveu três exercícios usando o quadro branco ou o alfabeto móvel. A segunda parte, com duração de cerca de 5 minutos, começou quando o professor explicou como desenvolver a operação-alvo no jogo, jogando os três primeiros níveis em conjunto com todo o grupo.

A terceira parte começou quando o assistente de pesquisa designou aleatoriamente os alunos para seus pares, para que dois alunos trabalhassem cooperativamente com um tablet. O tablet Amazon Fire 8" (edição 2017) com uma caixa protetora de EVA projetada para crianças foi usado para realizar a intervenção. Os tablets Amazon Fire são dispositivos baratos que custam até R$ 250 cada, mas oferecem desempenho e duração de bateria superiores aos requisitos do aplicativo Escribo Play.

Como os alunos jogaram em pares, dez tablets eram o suficiente, pois as turmas tinham até 20 alunos e os tablets eram alternados de turma para turma. Usamos essa estratégia porque estudos anteriores descobriram que o ensino em pequenos grupos gerou ganhos mais altos de CF do que de forma individual ou em grandes grupos [10] [11]. O objetivo era que cada aluno jogasse cooperativamente com um colega diferente em cada uma das 20 sessões da intervenção. Os assistentes do pesquisador organizaram as crianças em pares em cada sessão para atingir esse objetivo. A alocação aleatória foi usada para minimizar o efeito eventual de que estudantes específicos pudessem ficar mais inibidos ou não dar apoio a outros colegas. Ter diferentes pares de alunos tocando em um tablet foi fácil porque o aplicativo Escribo Play listou os nomes dos alunos para que o assistente de pesquisa pudesse chamá-los facilmente para sentar e trabalhar juntos.

O professor e o assistente de pesquisa foram instruídos a agir como facilitadores enquanto os alunos brincavam. Eles observaram todos os pares, como as crianças estavam utilizando o jogo. Quando os alunos tinham dificuldade em uma tarefa, o professor ou o assistente de pesquisa os lembrava das pistas dadas pelos jogos. Se ainda assim os alunos não conseguissem avançar, os facilitadores realizavam a mesma atividade oralmente ou com suporte impresso, usando uma palavra diferente da fornecida pelo jogo.

Quando os alunos terminavam o jogo, recebiam uma medalha virtual e eram parabenizados pelo professor ou pelo assistente de pesquisa. Quando os alunos terminavam o jogo antes do tempo acabar, o professor sugeria que jogassem novamente para ganhar mais pontos ou ganhar uma medalha de ouro virtual, caso tivessem conseguido prata ou bronze. Após 20 sessões, os alunos receberam o tratamento estabelecido para cada parte da intervenção (por exemplo, rimas ou consciência fonêmica). O material suplementar online apresenta mais detalhes sobre as sessões, conteúdo e aplicação. Durante as 10 semanas de tratamento, as turmas do grupo de controle continuavam realizando suas atividades regulares.

Coleta de dados

Pré-testes. Depois de receber os termos de consentimento assinados, os assistentes de pesquisa realizaram os pré-testes. Como a randomização das turmas foi feita após os pré-testes, os assistentes de pesquisa fizeram os pré-testes sem saber se as crianças seriam alocadas em turmas do grupo controle ou do grupo experimental, removendo qualquer tendência ou viés [31]. Um dos autores das avaliações treinou os assistentes. Cada avaliação começou com o teste TCF-PO, que foi seguido pelos testes de leitura e escrita. Todos os testes foram gravados em áudio para que pudéssemos calcular a confiabilidade entre avaliadores posteriormente. Em média, os pré-testes duraram um total de 20 a 30 minutos. O objetivo era terminar as avaliações em um mesmo momento, mas quando os estudantes perdiam o foco, os assistentes paravam o procedimento e continuavam mais tarde.

Desenvolvimento profissional. Realizamos sessões de formação profissional em cada escola. Durante essas reuniões de duração de uma hora com os professores do grupo experimental, o primeiro autor seguiu um protocolo rigoroso, para que todos os professores recebessem o mesmo conteúdo antes de iniciar as sessões educacionais com seus alunos. O conteúdo incluiu alguns antecedentes sobre a importância do ensino de CF e uma explicação de como o experimento seria desenvolvido, incluindo como cada sessão seria implementada. No final, os professores definiram os dias e horários para que as aulas fossem entregues a cada turma.

Pós-testes. Nos pós-testes, foram usados os mesmos instrumentos (TCF-PO e a avaliação de leitura e escrita), com início na última semana de novembro de 2017 para as turmas de controle. Como as turmas experimentais terminaram as sessões em dias diferentes, assim que uma turma terminou a 20ª sessão, realizamos os pós-testes nos dias seguintes.

Como as férias de final de ano começam em 15 de dezembro para a maioria das escolas, contratamos dois assistentes de pesquisa nesta fase para atender ao cronograma apertado. Seis assistentes de pesquisa conduziram os pós-testes. Enviamos os assistentes para escolas diferentes daquelas em que eles implementaram a intervenção. Isso foi feito para reduzir tendências ou preferências, pois eles não sabiam quais alunos eram dos grupos experimental e controle. Os alunos foram avaliados individualmente, com os mesmos instrumentos utilizados nos pré-testes.

Descobertas

Constatações dos pré-testes

Os pré-testes revelaram que os alunos do grupo controle tiveram uma pontuação média semelhante no teste TCF-PO 9,3 (DP = 5,2) em comparação ao grupo experimental, que teve uma média de 9,4 (DP = 5,1). A pontuação média de leitura para o grupo controle foi de 10,66 (dp = 20,84) enquanto o grupo experimental teve 9,41 (dp = 19,59). Por fim, a pontuação média de escrita para o grupo controle foi de 15,06 (dp = 20,36), enquanto o grupo experimental teve 14,95 (dp = 19,76). Os testes t de amostras independentes não mostraram diferenças significativas entre os grupos controle e experimental para os resultados do TCF-PO, leitura e escrita. Conforme observado na Tabela 1, ao controlar o turno do aluno, os resultados indicaram que os alunos da manhã obtiveram melhores pontuações nos três testes, mas uma diferença significativa foi encontrada apenas na pontuação da escrita (p = 0,044).

Tabela 1. Estatísticas Descritivas para Pré e Pós-Testes

Avaliação	Meio		n		Desvio padrão	
	Experimental	Controle	Experimental	Controle	Experimental	Controle
Pré-teste TCF-PO	9.40	9.30	318	399	5.10	5.20
Pós-teste TCF-PO	12.40	11.50	306	392	6.60	6.20
Pré-teste - leitura	9.41	10.66	331	417	19.59	20.84
Pós-teste - leitura	24.86	19.84	331	417	30.94	27.88
Pré-teste - escrita	14.95	15.06	331	418	19.76	20.36
Pós-teste - escrita	27.55	23.57	331	418	26.63	26.47

Efeitos das intervenções

Os pós-testes revelaram que os alunos do grupo controle tiveram uma pontuação média no teste TCF-PO de 11,5 (DP = 6,2), menor que o grupo experimental, que teve média de 12,4 (DP = 6,6), mas essa diferença não foi significativa de acordo com o teste t de amostras independentes (p = 0,08). A pontuação média de leitura para o grupo controle foi de 19,84 (DP = 27,88), bastante diferente (p = 0,02) do que o grupo experimental que teve 24,86 (DP = 30,94). A pontuação média de escrita para o grupo controle foi de 23,57 (dp = 26,47) e o grupo experimental foi de 27,55 (dp = 26,63). O teste de escrita se aproximou da significância estatística (p = 0,05).

Uma análise correlacional com os dados do pós-teste indicou que as correlações entre os testes para o grupo experimental foram mais fortes que o grupo controle, com maior diferença entre as avaliações de leitura e escrita, como pode ser visto na Tabela 2. Em relação ao turno do aluno, a diferença significativa encontrada nos pré-testes de escrita (p = 0,04) não foi observada nos pós-testes (p = 0,58). A falta de diferença nos pós-testes pode indicar que a intervenção contribuiu para equalizar os níveis de escrita dos alunos da manhã e da tarde.

Tabela 2. Correlações entre pós-testes para ambos os grupos

	TCF-PO	**Leitura**		**TCF-PO**	**Leitura**
Turmas de controle			**Turmas experimentais**		
TCF-PO	--	.55	TCF-PO	--	.53
Leitura	.55	--	Leitura	.53	--
Escrita	.56	.72	Escrita	.58	.81

Para comparar os padrões de crescimento entre os grupos experimental e controle, calculamos as diferenças entre as pontuações médias de cada aluno no pré-teste e pós-teste. Em média, as classes de controle ganharam 9,18 pontos na leitura entre pré-teste e pós-teste. As aulas experimentais ganharam 15,45 pontos entre o pré-teste e o pós-teste. Subtraímos o ganho experimental do ganho de controle (15,45 - 9,18 = 6,27) para encontrar a diferença no ganho. Dividindo a diferença de ganho pelo ganho de controle (6.27 / 9.18), o ganho relativo foi obtido. As aulas experimentais tiveram uma pontuação 68% maior em leitura quando comparadas aos ganhos das turmas de controle. O mesmo procedimento foi realizado com a pontuação de escrita, que revelou que as turmas experimentais ganharam 48% a mais nas avaliações de escrita quando comparadas aos ganhos das classes de controle.

Análise multinível para determinar a importância da intervenção

Como a randomização foi realizada entre as turmas, esperava-se que os alunos agrupados nessas turmas fossem ficando mais semelhantes à medida que interagiam e recebiam a mesma orientação. Para contabilizar adequadamente esses dados hierárquicos, utilizamos análises multiníveis [43]. O foco da análise multinível foi determinar a eficácia da intervenção na CF do aluno, habilidades de leitura e escrita enquanto se ajusta à estrutura de dados coletados. Os parâmetros multiníveis estão na Tabela 3.

O modelo incluiu como covariáveis o pré-teste de CF do aluno, pontuações de leitura e escrita, sexo, turno, idade da criança quando fez o pré-teste e escolaridade dos pais, além do fato de ser experimental.

As análises revelaram uma relação significativa entre o tratamento experimental e os pós-testes de leitura (p = 0,04) e escrita (p = 0,03). Esse modelo explicou 54,15% da variância na leitura, 55,22% da variância na escrita e 62,36% da variância nos pós-testes de CF.

Os resultados da análise multinível confirmaram nossas hipóteses dois e três. As crianças que estudaram usando o Escribo Play tiveram melhorias nas habilidades de leitura (d = 0,40) e escrita de palavras (d = 0,20) quando comparadas com as crianças que foram expostas apenas às aulas regulares dadas pelas escolas. No entanto, a análise multinível não revelou uma relação significativa entre o tratamento e os pós-testes de CF (p = 0,33). Essa falta de significância não nos permite confirmar a hipótese de que as crianças que estudaram com o Escribo Play teriam ganhos nas habilidades de CF quando comparadas às crianças expostas apenas às aulas regulares.

Tabela 3. Análises multiníveis dos desempenhos em leitura, escrita e consciência fonológica

1. Efeitos fixos sem covariáveis	Leitura		Escrita		Consciência fonológica (CF)	
	B	SE	B	SE	B	SE
Interceptação	19.40***	2.27	23.13***	2.04	11.64***	0.62
Experimental	4.56	2.53	3.25	2.31	0.57	0.61
Parâmetros aleatórios	Variância		Variância		Variância	
Turma (nível 2)	13.72		14.47		1.96	
Escola (nível 3)	33.70		26.53		3.44	
Variação explicada	Leitura		Escrita		Consciência fonológica (CF)	
R^2 marginal	0.00%		0.00%		0.00%	
R^2 condicional	0.06%		6.21%		13.77%	
2. Efeitos fixos com covariáveis	Leitura		Escrita		Consciência fonológica (CF)	
	B	SE	B	SE	B	SE
Interceptação	-18.35	13.23	-26.40*	11.96	1.04	2.60
Experimental	3.61*	1.79	3.48*	1.63	0.45	0.46
CF no pré-teste	1.01***	0.22	0.92***	0.19	0.67***	0.04
Leitura no pré-teste	0.60***	0.05	0.36***	0.05	0.04***	0.01
Escrita no pré-teste	0.36***	0.06	0.51***	0.06	0.03**	0.01
Gênero	-3.27✢	1.77	-0.67	1.59	0.39	0.34
Turno	1.01	1.90	1.52	1.72	-0.65	0.47
Idade no pré-teste	0.23	0.23	0.44*	0.21	0.04	0.04
Escolaridade dos pais	2.44	1.64	2.29	1.46	0.57✢	0.31
Parâmetros aleatórios	Variância		Variância		Variância	
Turma (nível 2)	0.00		0.00		1.13	

Escola (nível 3)	4.62	10.92	2.50
Variação explicada	Leitura	Escrita	Consciência fonológica (CF)
R^2 marginal	53.63%	53.76%	53.34%
R^2 condicional	54.15%	55.22%	62.36%

Nota. ✛p < .08; *p < .05; **p < .01; ***p < .001.

Discussão

Os resultados mostram que a intervenção levou a um ganho significativo nas pontuações de leitura e escrita nas turmas experimentais, quando comparadas aos ganhos das turmas de controle. O efeito das aulas de CF no desenvolvimento de leitura e escrita encontrado neste estudo está alinhado com pesquisas no cenário internacional [16] [6] [11]. Há também evidências de ganhos de leitura como efeito do ensino guiado pela CF para crianças falantes do português brasileiro [44] [45] [46].

Durante as intervenções, nós nos comunicamos constantemente com os professores e coordenadores das escolas participantes e a equipe de intervenção para dar apoio nas aulas em suas turmas. A partir dessas observações e conversas, juntamente com a revisão bibliográfica feita previamente, suspeitamos que os ganhos de aprendizagem possam ter vindo de três fatores. O primeiro é que a maioria dos professores já ouviu falar sobre as atividades de CF, mas nunca as implementou de forma sistemática, organizada. Com as intervenções, eles tiveram apoio para a formação profissional e ferramentas adequadas para desenvolver as atividades de CF. O segundo fator é que os alunos estavam muito envolvidos com os jogos, o que pode ter servido para aumentar o desejo deles de aprender a ler e a escrever. O terceiro fator é o design do programa, com todos os jogos unindo texto, palavras faladas e, em alguns jogos, várias dicas visuais. Tais recursos, provavelmente, aumentaram a exposição do aluno às palavras impressas e reduziram a carga cognitiva necessária para desenvolver e automatizar as habilidades de relacionar imagem e som.

O efeito pouco expressivo nos pós-testes da CF pode ser explicado pelo fato de que as atividades pedagógicas utilizaram sons e materiais impressos, pois essa é a estratégia mais eficaz para aprimorar as habilidades de leitura e escrita [11], mas o TCF-PO avalia as habilidades de fala sem o apoio de itens impressos. Outra possibilidade vem da natureza das atividades da CF. Quando observamos a subescala de consciência silábica dos testes TCF-PO, que inclui atividades de segmentar, misturar, adicionar, remover e transpor sílabas, identificamos um efeito de tratamento (d = 0,22) próximo ao encontrado na avaliação por escrito. Não observamos efeitos nas outras subescalas do instrumento TCF-PO. Esse fato pode indicar que os ganhos de leitura e escrita resultaram principalmente do aumento das habilidades de consciência silábica, pois as sílabas são muito aparentes no português do Brasil. É possível que os alunos de quatro anos não estivessem prontos para desenvolver habilidades mais avançadas de consciência fonológica.

O aspecto inovador desta pesquisa é o uso de jogos para celular para monitorar as habilidades dos alunos e aumentar a motivação. Os dados quantitativos de antes e depois das avaliações revelaram que as aulas experimentais geraram um ganho de 68% a mais nas pontuações de leitura e 48% a mais de escrita do que os ganhos das turmas de controle. Esses ganhos sugerem que os jogos e as estratégias instrucionais foram benéficas para o desenvolvimento da leitura dos alunos. Essa descoberta está alinhada com outras pesquisas que detectaram os benefícios do uso da tecnologia para estimular as habilidades de leitura [10] [19].

Uma descoberta relevante é que essa intervenção baseada em jogos digitais foi realizada usando os tablets Amazon Fire, que são baratos - custam até R$ 250 cada. Esses tablets atenderam todas as nossas expectativas em termos de desempenho e durabilidade. A carga da bateria deles durava até o fim do dia de aulas, e eles foram recarregados apenas à noite. Nas escolas que desligam a rede elétrica à noite, seria aconselhável carregar os tablets nos intervalos da manhã, no almoço e à tarde.

Limitações

A principal limitação deste estudo diz respeito à generalização da amostra, que incluiu 17 escolas de cinco cidades da região metropolitana de Fumaça. Embora essa amostra seja adequada se considerarmos o setor de escolas particulares que atende 30% dos estudantes brasileiros [32], ela não incluiu escolas públicas. Como as escolas públicas brasileiras apresentam níveis reduzidos de aproveitamento dos alunos em comparação às escolas particulares, essa intervenção pode exibir resultados diferentes na rede pública. Por exemplo, na amostra normativa TLE com alunos de cinco anos (um ano a mais que a nossa amostra), as pontuações de leitura dos alunos das escolas particulares foram 22,7 vezes maiores do que as dos alunos das escolas públicas [39]. Essa alta desigualdade pode indicar que os alunos da educação infantil em escolas públicas podem não ter as habilidades necessárias para que a intervenção seja eficaz, como por exemplo pouco conhecimento em letras impressas ou vocabulário reduzido, mas também sugere que essa intervenção pode gerar ganhos de aprendizagem mais fortes para crianças de baixa renda, como os alunos que apresentam desempenho abaixo da média geralmente se beneficiam muito quando recebem um ensino de alta qualidade.

Outra variável que pode aumentar ou reduzir a eficácia do programa é que, em nossa amostra, os estudantes eram de famílias com maior escolaridade. Provavelmente, essas crianças tiveram maior acesso a livros e incentivos para aprender a ler e escrever quando comparados a estudantes de baixa renda.

Apesar das limitações descritas acima, vale ressaltar que este é o primeiro estudo randomizado em larga escala realizado para avaliar uma intervenção que utilizou jogos para dispositivos móveis como ferramenta pedagógica para desenvolver CF, leitura e escrita de palavras na educação infantil. O estudo revelou ganhos significativos na leitura e escrita de palavras, habilidades iniciais de alfabetização que são muito importantes à medida que as crianças progridem para ingressar nos anos iniciais do ensino fundamental. A adoção de mecânicas de gamificação, como as que foram empregadas nesta intervenção, tem o potencial de aumentar a motivação e o aprendizado dos alunos em larga escala, pois os dispositivos móveis, como tablets e smartphones, são significativamente mais baratos e fáceis de usar e manter quando comparados aos computadores tradicionais.

Pesquisas futuras

No decorrer das conversas com os professores, percebemos que vários deles tiveram altos níveis de ansiedade durante as atividades de consciência fonológica. Eles relataram que aprender a pronunciar fonemas de forma individual era um desafio, pois nunca haviam aprendido esse assunto. Seria interessante investigar se realizar uma segunda reunião de formação profissional focada no conhecimento do som das letras antes das sessões de consciência fonológica poderia aumentar a eficácia da intervenção, pois os professores poderiam estar mais confiantes na hora de fazer as aplicações.

Alguns professores relataram que ficaram surpresos com os resultados da intervenção. Uma professora disse que ela nunca “imaginou que uma aluna de quatro anos pudesse ler” e que, ao iniciar a intervenção, viu seus alunos começarem a ler. Esse aumento da conscientização sobre as capacidades dos alunos a levou a estabelecer expectativas mais altas e a aprimorar o ensino de leitura com atividades adicionais de

CF. Vale a pena investigar o ritmo e a frequência dessas atividades adicionais de CF e como elas refletiram na eficácia da intervenção pelo Escribo Play.

Um outro caminho para pesquisas futuras é replicar essa intervenção em escolas públicas. Uma abordagem econômica pode incluir o desenvolvimento de uma avaliação prévia das necessidades para determinar o nível de aprendizado e as habilidades dos alunos nas escolas públicas. Mudanças nas estratégias e jogos pedagógicos podem ser necessárias para maximizar o potencial de eficácia nas escolas públicas. Por exemplo, suspeitamos que os alunos que passaram menos tempo lendo textos impressos podem não ter os conhecimentos prévios necessários para jogar os jogos; portanto, podemos precisar criar novos jogos para preencher essa lacuna.

Outra direção de pesquisa é buscar mais evidências sobre como o processo da intervenção funciona em diferentes circunstâncias. Uma questão interessante é como as habilidades que o aluno possui estão relacionadas à eficácia da intervenção. Senão, seria útil entender como a mediação tecnológica fornecida pelo professor ou pelos pais influencia o desenvolvimento da leitura e da escrita.

Referências

[1] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2017). *Avaliação nacional da alfabetização*. Brasília: Ministério da Educação. Disponível em http://ana.inep.gov.br/ANA/

[2] Catts, H. W., Fey, M. E., Zhang, X., & Tomblin, J. B. (2001). Estimating the risk of future reading difficulties in kindergarten children: A research-based model and its clinical implementation. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 32*(1), 38-50. doi:10.1044/0161-1461

[3] Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., . . .Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology, 43*(6), 1428-1446. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428

[4] Schatschneider, C., Fletcher, J. M., Francis, D. J., Carlson, C. D., & Foorman, B. R. (2004). Kindergarten prediction of reading skills: A longitudinal comparative analysis. *Journal of Educational Psychology, 96*(2), 265-282. doi:10.1037/0022-0663.96.2.265

[5] Kurdek, L. A., & Sinclair, R. J. (2001). Predicting reading and mathematics achievement in fourth-grade children from kindergarten readiness scores. *Journal of Educational Psychology, 93*(3), 451. doi:10.1037/0022-0663.93.3.451

[6] Chambers, B., Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2016). Literacy and language outcomes of comprehensive and developmental-constructivist approaches to early childhood education: A systematic review. *Educational Research Review, 18*(1), 88-111. doi:10.1016/j.edurev.2016.03.003

[7] Morais, A. G. d. (2012). *Sistema de escrita alfabética*. São Paulo: Melhoramentos.

[8] Ministério da Educação. (2018). *Base nacional comum curricular*. Brasília: Ministério da Educação. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br

[9] Kjeldsen, A., Kärnä, A., Niemi, P., Olofsson, Å, & Witting, K. (2014). Gains from training in phonological awareness in kindergarten predict reading comprehension in grade 9. *Scientific Studies of Reading, 18*(6), 452-467. doi:10.1080/10888438.2014.940080

[10] Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2013). Effects of educational technology applications on reading outcomes for struggling readers: A Best-Evidence synthesis. *Reading Research Quarterly, 48*(3), 277-299. doi:10.1002/rrq.50

[11] Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub-Zadeh, Z., & Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the national reading panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly, 36*(3), 250-287. doi:10.1598/RRQ.36.3.2

[12] Perlman, M., Fletcher, B., Falenchuk, O., Brunsek, A., McMullen, E., & Shah, P. S. (2017). Child-staff ratios in early childhood education and care settings and child outcomes: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One, 12*(1) doi:10.1371/journal.pone.0170256

[13] Pokorni, J. L., Worthington, C. K., & Jamison, P. J. (2004). Phonological awareness intervention: Comparison of fast ForWord, earobics, and LiPS. *The Journal of Educational Research, 97*(3), 147-158. Disponível em http://www.jstor.org/stable/27548023

[14] Common Sense Media. (2017). *The common sense census: Media use by kids age zero to eight 2017.* (). Disponível em http://tiny.cc/nptz4y

[15] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Pesquisa nacional por amostra de domicílios*. Brasília, DF: Disponível em https://www.tudocelular.com/android/noticias/n120658/Pesquisa-revela-indice-usosmartphones-brasil.html

[16] Bus, A. G., & van IJzendoorn, M. H. (1999). Phonological awareness and early reading: A metaanalysis of experimental training studies. *Journal of Educational Psychology, 91*(3), 403-414. doi:10.1037/0022-0663.91.3.403

[17] Ball, E. W., & Blachman, B. A. (1991). Does phoneme awareness training in kindergarten make a difference in early word recognition and developmental spelling? *Reading Research Quarterly, 26*(1), 49-66.

[18] Høien, T., Lundberg, I., Stanovich, K. E., & Bjaalid, I. (1995). Components of phonological awareness. *Reading and Writing, 7*(2), 171-188. doi:10.1007/BF01027184

[19] Piquette, N. A., Savage, R. S., & Abrami, P. C. (2014). A cluster randomized control field trial of the ABRACADABRA web-based reading technology: Replication and extension of basic findings. *Frontiers in Psychology, 5*(1) doi:10.3389/fpsyg.2014.01413

[20] Segers, E., & Verhoeven, L. (2005). Long-term effects of computer training of phonological awareness in kindergarten. *Journal of Computer Assisted Learning, 21*(1), 17-27. doi:10.1111/j.1365-2729.2005.00107.x

[21] Dias, N. M. (2006). Alfabetização fônica computadorizada: Usando o computador para desenvolver habilidades fônicas e metafonológicas. *Psicologia Escolar E Educacional, 10*(1), 148-152. doi:10.1590/S1413-85572006000100017

[22] Segers, E., & Verhoeven, L. (2004). Computer-supported phonological awareness intervention for kindergarten children with specific language impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 35*(3), 229-239. doi:10.1044/0161-1461(2004/022)

[23] Takacs, Z. K., Swart, E. K., & Bus, A. G. (2015). Benefits and pitfalls of multimedia and interactive features in technology-enhanced storybooks: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 85*(4), 698-739. doi:10.3102/0034654314566989

[24] Chauhan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers & Education, 105* doi:10.1016/j.compedu.2016.11.005

[25] Gorp, K., Segers, E., & Verhoeven, L. (2017). Enhancing decoding efficiency in poor readers via a word identification game. *Reading Research Quarterly, 52*(1), 105-123. doi:10.1002/rrq.156. Disponível em http://tiny.cc/tntz4y

[26] Felix, V. G., Mena, L. J., Ostos, R., & Maestre, G. E. (2017). A pilot study of the use of emerging computer technologies to improve the effectiveness of reading and writing therapies in children with down syndrome. *British Journal of Educational Technology, 48*(2) doi:10.1111/bjet.12426

[27] Zhang, H. (2018). A literature review and meta-analysis of digital games and second language learning. *Major Papers.* Disponível em https://scholar.uwindsor.ca/major-papers/33

[28] Karadag, R. (2015). Pre-service teachers' perceptions on game based learning scenarios in primary reading and writing instruction courses. *Educational Sciences: Theory & Practice, 15*(1), 185-200. doi:10.12738/estp.2015.1.2634 Disponível em http://idealonline.com.tr/IdealOnline/makale/pre-service-teachers-perceptions-on-gamebased-learning-scenarios-in-primary-reading-and-writing-instruction-courses/10750

[29] Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston: Wadsworth Cengage Learning.

[30] Pierre, R. G. S. (2004). Using randomized experiments. In K. E. Newcomer, H. P. Hatry & J. S. Wholey (Eds.), *Handbook of practical program evaluation* (pp. 150-175). San Francisco: John Wiley & Sons.

[31] Torgerson, C. J., Torgerson, D. J., & Taylor, C. A. (2015). Randomized controlled trials and nonrandomized designs. In K. E. Newcomer, H. P. Hatry & J. S. Wholey (Eds.), *Handbook of practical program evaluation* (pp. 144-162). New Jersey: John Wiley & Sons.

[32] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2016). *Censo da educação básica*. Brasília: Ministério da Educação. Disponível em http://goo.gl/iQSlhp

[33] OECD. (2015). *Education policy outlook: Brazil.* OECD. Disponível em http://www.oecd.org/education/Brazil-country-profile.pdf

[34] Seabra, A. G., Dias, N. M., & Capovilla, F. C. (2013). *Avaliação neuropsicológica cognitiva: Linguagem oral: Vol. 2.* São Paulo: Memnon.

[35] Dias, N. M., Duarte, C. P., Macedo, E. C., & Seabra, A. G. (2013). Evidências de validade e fidedignidade da prova de consciência fonológica por produção oral. In A. G. Seabra, & N. M. Dias (Eds.), *Avaliação neuropsicológica cognitiva: Linguagem oral: Vol. 2.* São Paulo: Memnon.

[36] Pazeto, T. C. B., Seabra, A. G., & Dias, N. M. (2014). Executive functions, oral language and writing in preschool children: Development and correlations. *Paidéia, 24*, 213-222. doi:10.1590/1982-43272458201409

[37] Pazeto, T. C. B., Leon, C. B. R., & Seabra, A. G. (2017). Avaliação de habilidades preliminares de leitura e escrita no início da alfabetização. *Revista Psicopedagogia, 34*(104) Disponível em https://tinyurl.com/ycowatkc

[38] Pazeto, T. C. B. (2012). *Avaliação de funções executivas, linguagem oral e escrita em pré-escolares* (Masters). Disponível em http://tiny.cc/0ktz4y

[39] León, C. B. R., Almeida, Á, Lira, S., Zauza, G., Pazeto, T. C. B., Seabra, A. G., & Dias, N. M. (2019). Consciência fonológica e habilidades iniciais de leitura e escrita na educação infantil: Dados normativos preliminares. *Revista CEFAC, 21*(2) doi:10.1590/1982-0216/20192127418

[40] Graham, M., Milanowski, A., & Miller, J. (2012). Measuring and promoting inter-rater agreement of teacher and principal performance ratings. Center for Educator Compensation and Reform. Disponível em https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532068.pdf

[41] Mesmer, H. A. E., & Williams, T. O. (2015). Examining the role of syllable awareness in a model of concept of word: Findings from preschoolers. *Reading Research Quarterly, 50*(4), 483-497. doi:10.1002/rrq.111

[42] Gagné, R. M. (1965). *Conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

[43] Wears, R. L. (2002). Advanced statistics: Statistical methods for analyzing cluster and cluster randomized data. *Academic Emergency Medicine, 9*, 330-341. doi:10.1197/aemj.9.4.330

[44] Morais, A. G. d. (2015). O desenvolvimento da consciência fonológica e a apropriação da escrita alfabética entre crianças brasileiras. *Revista Brasileira De Alfabetização, 1*(1) Retrieved from https://goo.gl/EWsgdX

[45] Paula, G. R., Mota, H. B., & Keske-Soares, M. (2005). A terapia em consciência fonológica no processo de alfabetização. *Pró-Fono Revista De Atualização Científica, 17*(2), 175-184. Disponível em http://tinyurl.com/zs4effd

[46] Santos, M. J. d., & Maluf, M. R. (2010). Consciência fonológica e linguagem escrita: Efeitos de um programa de intervenção. *Educar Em Revista, 38*(1) doi:10.1590/S0104-40602010000300005

MATERIAL SUPLEMENTAR

Objetivo pedagógico e justificativa

O objetivo da intervenção é desenvolver as habilidades de consciência fonológica, leitura e escrita de palavras das crianças. Para esse fim, elas precisavam entender que o texto escrito é uma forma de registrar o idioma falado, que as palavras são criadas pela combinação de sílabas e que as sílabas são criadas pela junção de letras. Além disso, as crianças precisavam ser capazes de executar várias ações envolvendo palavras, sílabas e consciência fonêmica, para se tornarem proficientes na análise e leitura conforme fossem conhecendo novas palavras. Por fim, esperava-se que elas fossem capazes de escrever novas palavras e avaliar suas produções com base no conhecimento da linguagem.

Habilidades

A tabela S1 sintetiza os pré-requisitos e as habilidades para cada objetivo de aprendizado.

Tabela S1

Habilidades componentes dos jogos pedagógicos

Objetivo	Pré-requisitos	Habilidades dos componentes
1. Segmentar as sílabas	A criança está familiarizada com as palavras que seriam usadas nas aulas Entende que as palavras podem ser divididas em partes menores.	Divide de forma oral as sílabas de palavras com duas, três e quatro sílabas.
2. Sintetizar sílabas	Entende que as palavras podem ser formadas conectando sílabas.	Conecta de forma oral as sílabas de palavras formadas por duas, três e quatro sílabas.
3. Adicionar sílaba a uma palavra	Sintetiza sílabas.	Conecta a sílaba ao final de palavras formadas por duas, três e quatro sílabas.
4. Remover uma sílaba	Separa sílabas.	Remove uma sílaba de palavras formadas por duas, três e quatro sílabas.
5. Inverter as sílabas	Separa e sintetiza sílabas.	Inverte as sílabas de palavras formadas por duas, três e quatro sílabas.
6. Encontrar palavras que rimam	Possui um vocabulário adequado para apoiar o desenvolvimento dessa habilidade.	Identifica quando duas palavras têm uma mesma sílaba final.
7. Encontrar a palavra aliterada	Possui um vocabulário adequado para apoiar o desenvolvimento dessa habilidade.	Identifica quando duas palavras têm uma mesma sílaba inicial.
8. Identificar o primeiro fonema	Entende que as sílabas são formadas a partir de fonemas individuais.	Identifica quando duas palavras começam pelo mesmo fonema.
9. Identificar o último fonema	Entende que as sílabas são formadas a partir de fonemas individuais.	Identifica quando duas palavras terminam com o mesmo fonema.

10. Sintetizar fonemas	Entende que fonemas individuais podem ser conectados para criar palavras.	Conecta de forma oral os fonemas de palavras com dois, três e quatro fonemas.
11. Segmentar fonemas	Entende que as palavras podem ser separadas nos fonemas que as compõem.	Separa de forma oral os fonemas de palavras com dois, três e quatro fonemas.
12. Adicionar um fonema	Sintetiza fonemas.	Adiciona um fonema a uma palavra que já existe.
13. Transpor fonemas	Segmenta e sintetiza fonemas.	Inverte a posição dos fonemas das palavras de três fonemas.
14. Associar letras a sons	Conhece os sons das letras e como elas são escritas.	Identifica o som de uma letra e lembra como ela é escrita.
15. Leitura	Associa letras a sons.	Consegue reproduzir os fonemas da palavra escrita e compreender o seu significado.
16. Escrita	Associa letras a sons.	Ao ouvir uma palavra, pode identificar seus fonemas e escrever as letras correspondentes.

Tabela S2

Composição da amostra

	Grupo controle	**Grupo experimental**
Nível de formação dos pais		
Ensinos Fundamental ou Médio	6%	6%
Ensino superior	83%	79%
Mestrado	8%	10%
Doutorado	3%	6%
Gênero do estudante		
Masculino	51%	49%
Feminino	49%	51%
Turno escolar		
Manhã	70%	66%
Tarde	30%	34%
Média de idade		
	56.6	56.7

Nota. Idade apresentada em meses.

Os jogos pedagógicos

Os jogos a seguir foram jogados pelos alunos usando o aplicativo Escribo Play.

Jogo 01. Juntando as Partes

Neste jogo, os alunos olham para a imagem (dedo), ouvem o nome dela e precisam jogar as bolas na ordem correta para marcar pontos.

Figura S1. Jogo de juntar as sílabas

Jogo 02. Corta-Palavras

Neste jogo, os alunos olham para a palavra, ouvem o som dela e precisam tocar na tesoura correta para que o pássaro corte as sílabas. Se a criança tocar na letra, ela ouvirá a sílaba correspondente.

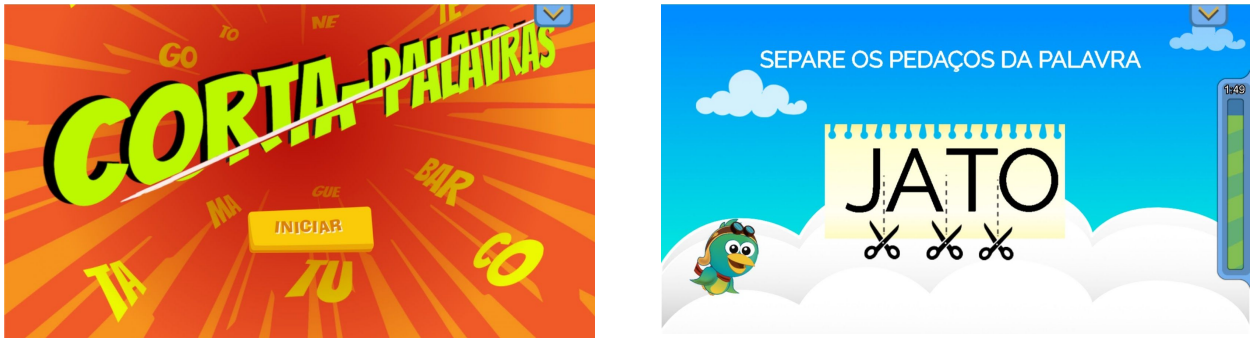

Figura S2. Jogo de separar sílabas

Jogo 03. Adicionar Sílabas

Os alunos ouvem a palavra e depois as sílabas dispostas abaixo. Eles precisam arrastar uma das sílabas para formar uma nova palavra (neste caso, telefonema).

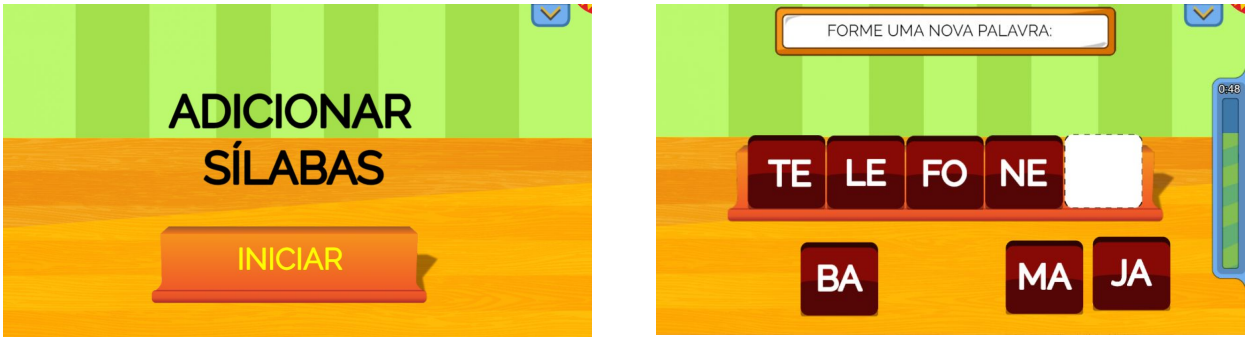

Figura S3. Jogo de adicionar sílabas

Jogo 04. Invertendo Sílabas

Os alunos ouvem uma palavra, são solicitados a inverter as sílabas dela e encontrar a palavra correspondente. Neste caso, o CAVA é invertido para o VACA, portanto a criança deve clicar na vaca.

Figura S4. Jogo de inverter sílabas

Jogo 05. A Mina da Rima

Os alunos ouvem uma palavra e, em seguida, são instruídos a cortar a corda que segura a moeda de ouro que tem uma palavra que termina com o mesmo som (rima). Quando a criança toca em qualquer palavra, a palavra é pronunciada. Nesse caso, eles devem tocar em VENCEDOR, que rima com INOVADOR.

FigurA S5. Primeiro jogo sobre rima

Jogo 06. Gol da Aliteração

Os alunos ouvem uma palavra e são orientados a tocar na imagem que representa uma palavra que começa com o mesmo som. Nesse caso, devem tocar na imagem da PIZZA, cujo início é igual ao da palavra PIÃO.

Figura S6. Primeiro jogo sobre aliteração

Jogo 07. Fazendinha

Os alunos ouvem uma palavra e são orientados a arrastar as ovelhas com as outras palavras que rimam para a área segura. Neste caso, BOLA rima com ATOLA e ESCOLA.

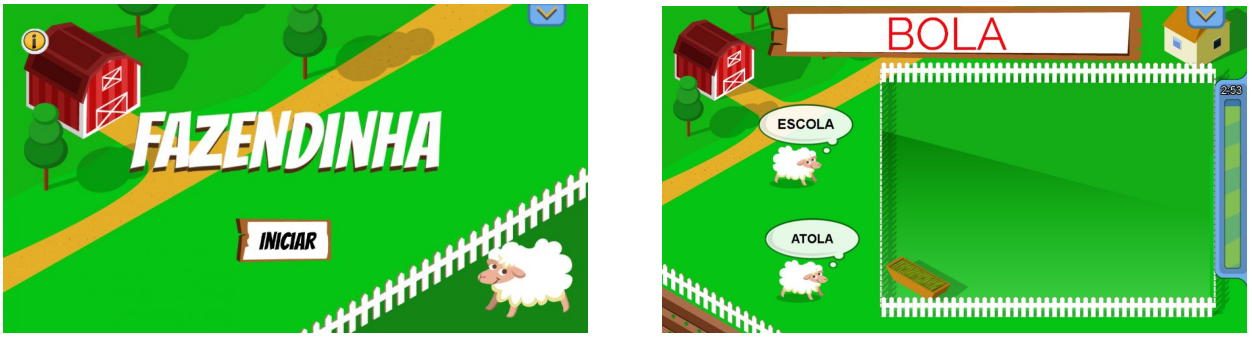

Figura S7. Segundo jogo sobre rimas

Jogo 08. Lagoa da Aliteração

Os alunos ouvem uma palavra e são orientados a arrastar para o lago os patos com as outras palavras que começam com o mesmo som. Neste caso, o TAMANHO começa com o mesmo som do TAMBOR e TAMARINDO.

Figura S8. Segundo jogo sobre aliteração

Jogo 09. Basquete dos Fonemas

Os alunos ouvem uma palavra e são orientados a tocar na bola que corresponde ao primeiro fonema da palavra. O jogo também reproduz o som de cada fonema.

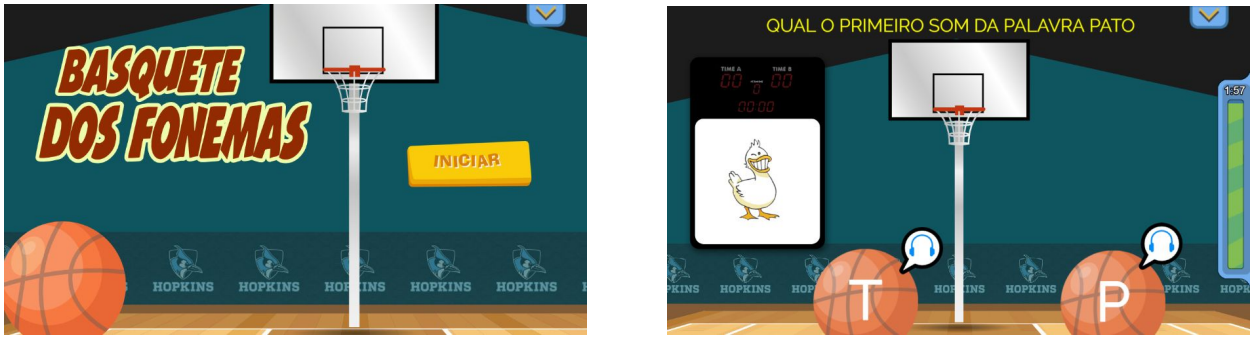

Figura S9. Primeiro jogo de identificação de fonemas

Jogo 10. Juntando Fonemas

Os alunos ouvem os sons individuais dos fonemas e depois devem clicar no barco com a palavra correspondente.

Figura S10. Jogo de junção de fonemas

Jogo 11. Adivinha o Som

Os alunos ouvem os sons individuais dos fonemas e depois tocam no fonema que corresponde ao primeiro fonema da palavra escrita no barco.

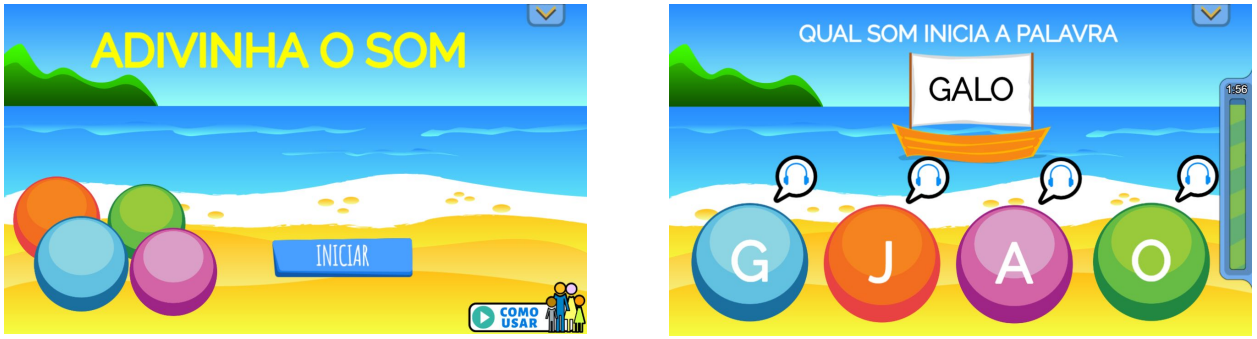

Figura S11. Jogo de correspondência letra-som

Jogo 12. Basquete dos Fonemas 2

Os alunos ouvem uma palavra e são solicitados a tocar na bola que corresponde ao primeiro fonema da palavra. O jogo também reproduz o som de cada fonema.

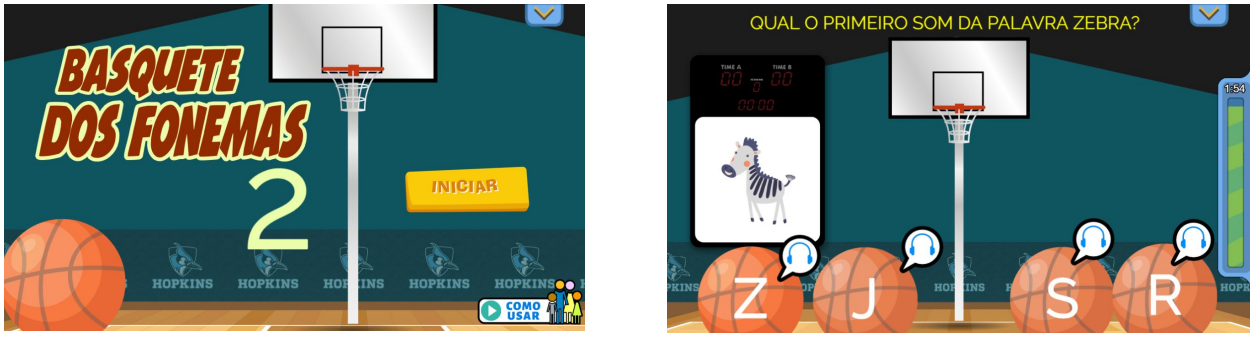

Figura S12. Jogo de correspondência letra-som

Jogo 13. Futebol dos Fonemas

Os alunos ouvem uma palavra e quatro fonemas. Então, o jogo pede que toquem na letra que representa o primeiro fonema da palavra.

Figura S13. Jogo de correspondência letra-som

Jogo 14. Vôlei dos Sons

Os alunos ouvem uma palavra e três fonemas. Eles são orientados a tocar na letra que representa o primeiro fonema da palavra.

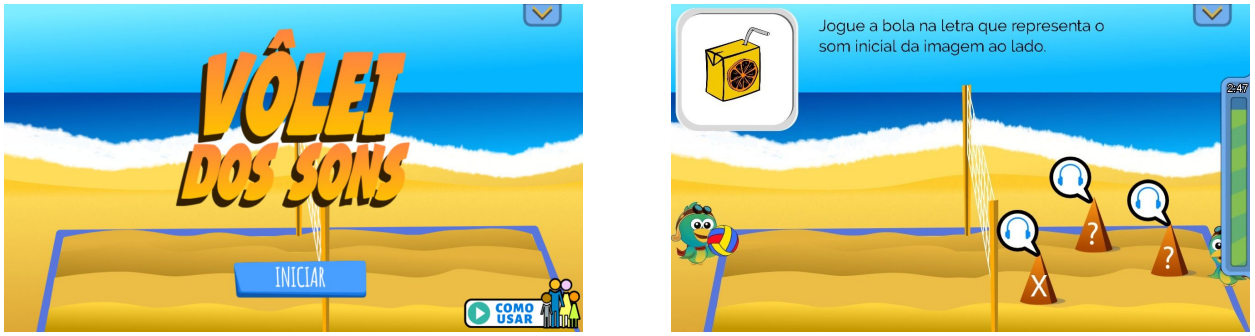

Figura S14. Jogo de correspondência letra-som

Jogo 15. Leitura Certa

Os alunos precisam ler a palavra em destaque e então tocar na imagem correspondente. O jogo não fala a palavra.

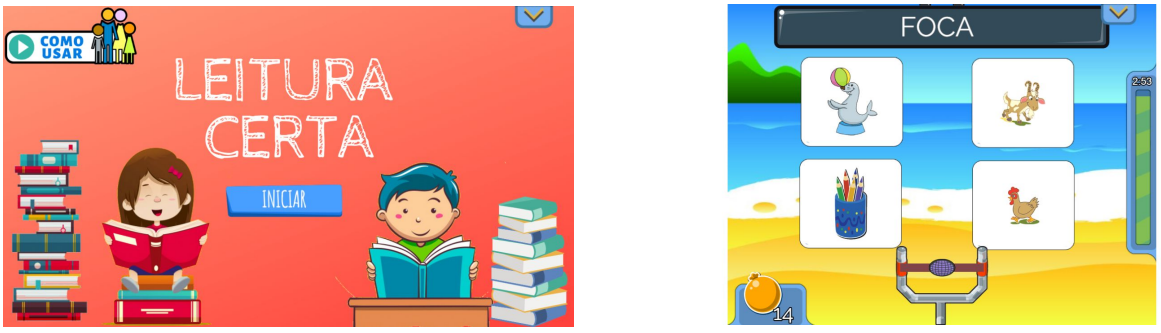

Figura S15. Jogo de leitura de palavras

Jogo 16. Escaladão das Palavras

Os alunos devem olhar para a imagem e tocas nas letras ausentes da palavra correspondente. Assim, o personagem helicóptero pode subir nas palavras e pegar suas hélices.

Figura S16. Jogo de escrita de palavras

Jogo 17. Futebol da Leitura

Os alunos devem ler a palavra em destaque e tocar na imagem correspondente. O jogo não fala a palavra.

Figura S17. Jogo de leitura de palavras

Jogo 18. Escrevendo Palavras

Aqui, as crianças devem escrever palavras mais complexas arrastando as letras para os espaços em branco.

Figura S18. Jogo de escrita de palavras

Jogo 19. Vôlei das Palavras

As crianças devem ler e escrever palavras em diferentes mecânicas de jogo.

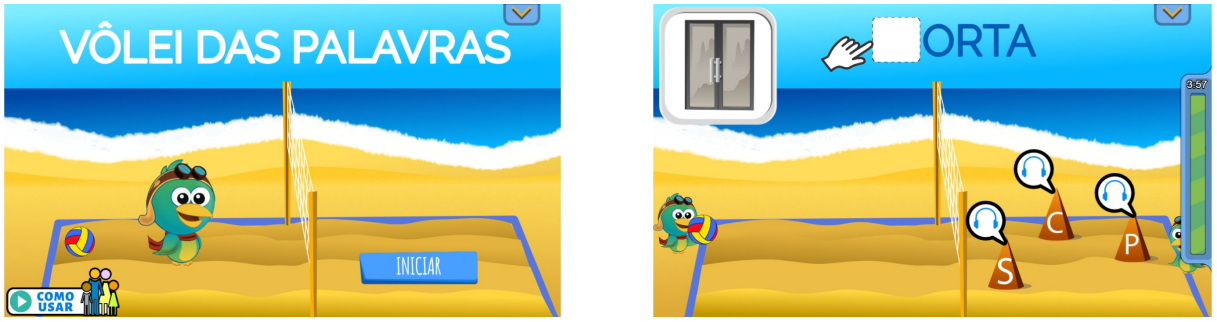

Figura S19. Jogo de leitura e escrita de palavras

Jogo 20. Escrevendo Palavras

As crianças devem ler e escrever palavras em diferentes mecânicas de jogo.

Figura S20. Jogo de leitura e escrita de palavras