
Avaliação de um jogo digital com treino de memória de trabalho para alfabetização em crianças no ensino fundamental

Evaluation of a digital game with work memory training for literacy in elementary school children

CAMILO ERNESTO SUBENKO OLALLA

Universidade Federal do ABC (UFABC)

Katerina Lukasova

Universidade Federal do ABC (UFABC)

Resumo: Este estudo avaliou crianças em um ambiente escolar utilizando Pocoloto - um *serious game* (jogo digital sério) - para o treino de memória de trabalho fonológica, que está envolvida no processo de alfabetização. Participaram 29 alunos do ensino fundamental I, divididos em grupo controle e experimental, submetidos à avaliação pré-treino, treino e avaliação pós. O treino em grupo foi realizado em dez aplicações de 45 minutos, três vezes por semana. Os resultados apontaram que, mesmo em um treino de curta duração, o game Pocoloto melhorou as habilidades de memória de trabalho fonológica das crianças. Foi também observada uma melhora no desempenho em tarefas de leitura e escrita, corroborando com os indicativos sobre a importância da memória de trabalho na aprendizagem e alfabetização. Durante o treino, o Pocoloto manteve as crianças motivadas, mesmo em uma aplicação em sala de aula, mostrando-se adequado para o contexto escolar.

Palavras-chave: Alfabetização. Jogo digital sério. Memória de trabalho.

Abstract: This study evaluated children in a school setting using Pocoloto - a serious game - to train phonological working memory, which is involved in the literacy process. Twenty-nine students from elementary school, divided into control and experimental groups, underwent pre-training evaluation, training and post-evaluation. The group training was carried out in ten applications, 45-minute each, three times a week. The results showed that even in a short-term training the game Pocoloto improved the children's phonological working memory abilities. Improvement in reading and writing performance was also observed, corroborating with indicatives about the importance of working memory in learning and literacy. During the training Pocoloto kept the children motivated, even in a classroom application, proving itself adequate for the school context.

Keywords: Literacy. Serious game. Working memory.

1 Introdução

Jogos digitais, frequentemente chamados de games, que se diferenciam dos jogos de tabuleiro, brincadeiras, dentre outros, estão atingindo um amplo desenvolvimento e utilização na sociedade atual. A popularidade se reflete nas estimativas ao redor do mundo de horas gastas jogando, pois aproximadamente 20% da população gasta em média 6h por semana jogando, enquanto 7% joga por mais de 20h semanais. Ao passo que os jogadores de 18-25 anos gastam mais de 7h semanais jogando, este número cai para menos de 5h em pessoas com mais de 60 anos (LIMELIGHT NETWORKS, 2018). Além do tempo jogando, um aumento no gasto médio com o jogo foi também registrado. De acordo com o relatório de 2017 da empresa de inteligência em games Newzoo, no mundo, há aproximadamente 2,2 bilhões de jogadores ativos, quase um terço da população total, dos quais 47% (cerca de 1 bilhão de jogadores) gastam dinheiro ao jogar. Do ponto de vista financeiro, o mercado de videogames valia aproximadamente 78,61 bilhões em 2017, com previsão de crescimento para mais de 90 bilhões de dólares em 2020 (WEPC, 2018).

Juntamente com estes avanços, também ocorreu, nos últimos anos, um crescimento da modalidade de competição profissional com games, ou *eSports* (esportes eletrônicos). No ano de 2016 ocorreram 3877 torneios pelo mundo com um valor total de prêmios superando 93 milhões de dólares (LOFGREN, 2017). Isso mostra não apenas um avanço em questões competitivas, mas também um possível mercado de trabalho para a geração atual.

Além do crescimento de games e jogadores, houve também um aumento no número de espectadores de vídeos de conteúdos relacionados a games, que alcançou 666 milhões de pessoas em 2017, com previsão de passar os 700 milhões em 2019 (WEPC, 2018). Ademais, jogadores de 18 a 35 anos tendem a passar mais tempo assistindo a outras pessoas jogando do que assistindo a esportes tradicionais na televisão (LIMELIGHT NETWORKS, 2018). Isto indica que não apenas as pessoas querem jogar, como também assistir, conhecer e acompanhar conteúdos ligados a games.

Sobre a sua utilização, já em 2007 os *serious games* (SG - jogos digitais sérios) eram usados em uma gama de aplicações diferentes, variando de acordo com a finalidade da área, como área militar, governamental, educacional, corporativa, cuidados de saúde, etc. (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007). Nos últimos 10 anos, o uso foi explorado e ampliado para outros setores, tais como para o combate à obesidade infantil (DIAS et al., 2017), reabilitação para esclerose múltipla (JONSDOTTIR et al., 2018), reabilitação neuropsicológica (GAMITO et al., 2017) e até mesmo para treinar evacuação em caso de terremoto (LOVREGLIO et al., 2017). Meta-análises indicaram resultados positivos no uso dos SG para promoção em saúde mental (LAU et al., 2017), para intervenções cognitivas (ROSA et al., 2016), dentre outros.

Dentro deste cenário de uso e pesquisa com games apresentamos o presente estudo. O seu objetivo foi verificar o efeito do treino com um *serious game* chamado Pocoloto, desenvolvido dentro de um projeto de Iniciação Científica. Este game treina a habilidade de conversão fonografêmica (som em escrita) e a memória de trabalho, componentes essenciais do processo de alfabetização. O propósito do game não é alfabetizar, mas treinar as habilidades que dão

apoio à alfabetização e podem facilitar a aquisição de leitura e escrita. Por isso, também se buscou avaliar a generalização das funções treinadas para outras tarefas, tais como leitura e escrita. Como o game foi utilizado com crianças, vale destacar que ele se passa dentro de uma temática de alienígenas e espaço sideral, com diversos personagens cativantes, ferramentas intuitivas, cenários amigáveis e uma história simples, porém interessante e inovadora. O treino ocorreu em uma sala de aula, a fim de simular mais de perto uma situação de aprendizagem padrão. Com isso, também foi investigada a viabilidade de um treino dentro do espaço escolar.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Games

Os games se dividem em subgrupos, tais como *serious games* (SG), *casual games* (jogos casuais) e os *advergames* (jogos publicitários), que são usados, respectivamente, para treino, diversão e divulgação de uma empresa (DERRYBERRY, 2007). Devido ao avanço da tecnologia de realidade virtual, vale destacar também os *exergames*, que são games com interação entre o movimento físico de um jogador (utilizando várias partes do corpo) e um ambiente virtual ou uma tela (RHODES et al., 2018). Os *exergames* também possuem aplicações em treinos e intervenções clínicas, como na correção postural em pacientes com ataxia espinocerebelar (SCHATTON et al., 2017), ou aumento da motivação de idosos para praticar exercícios físicos (MEEKES; STANMORE, 2017).

No que se refere aos SG, estes são games com intuito educacional e têm como característica básica apoiar o jogador na conquista de metas de aprendizado, mas, sem perder a diversão durante a experiência. Os SG têm um foco na aprendizagem, porém não se trata das tradicionais mecânicas de aprendizagem (como feitas em papel, por exemplo) com uma "roupagem" colorida e divertida adicionada sem propósito; ao contrário, o SG necessita de interações e mecânicas próprias (baseadas no conteúdo treinado). O processo de design de um SG deve encontrar um equilíbrio entre aprendizagem, diversão e o game (MORTARA et al., 2014).

2.2 Games e generalização

Mesmo com os avanços e ampliações de pesquisas ao longo do tempo, na relação ensino-aprendizagem, o aproveitamento dos SG em salas de aula e suas aplicações práticas só foram mais significativos nos últimos anos (JARVIN, 2015). Embora haja consenso de que um game é útil para treinar jogadores em conteúdos específicos, não há provas empíricas suficientes que confirmem se funções da cognição humana, tais como memória, atenção, percepção, etc., podem ser treinadas. Ademais, não se sabe se a melhora proporcionada pelo game afetaria o desempenho em outros domínios, como, por exemplo, nas tarefas acadêmicas (JARVIN, 2015). O termo generalização é o mais usual nestes casos, pois, quando uma habilidade é generalizada, espera-se que ela produza bons resultados em tarefas diferentes do treino e que também influencie outras habilidades relacionadas ou atividades cotidianas (CHEIN; MORRISON, 2010; SCHMIEDEK; LÖVDÉN; LINDENBERGER, 2010; BAVELIER; BEDIUO; GREEN, 2018). A fim de proporcionar a generalização é necessário que

programas de treinamento incluem três componentes: complexidade, novidade e diversidade (MOREAU; CONWAY, 2014), todos presentes na grande maioria dos games.

Resultados positivos com generalização foram encontrados em estudos envolvendo ensino de língua estrangeira (ELLINGTON et al., 2015), aprendizagem na percepção visual (KATTNER et al., 2017) ou em resolução de problemas e treino de memória para melhorar em tarefas diárias em idosos (CAVALLINI et al., 2015). Já outros estudos indicaram melhora apenas naquelas tarefas que foram treinadas, sem o esperado efeito de generalização (JAEGGI et al., 2008; MELBY-LERVÅG; REDICK; HULME, 2016).

2.3 Memória de Trabalho

A memória de trabalho é uma das funções cognitivas focadas nos treinos com SG e, uma vez que seu bom funcionamento dá suporte para diversas tarefas, os estudos têm se intensificado e seus resultados estão sendo discutidos nos meios científicos de alto impacto (MA; HUSAIN; BAYS, 2014; SPELLMAN et al., 2015; BANUELOS; WOŁOSZYNOWSKA-FRASER, 2017).

De acordo com o modelo de Baddeley (2010), a memória de trabalho é uma memória de curto prazo que permite manipular informações enquanto realizamos outras tarefas. O processamento das informações, nesta perspectiva, ocorre de forma independente, em dois componentes, que incluem a alça fonológica e o esboço visuoespacial, que são controlados por um executivo central. Enquanto este executivo central controla os subsistemas, a alça fonológica é especializada no processamento de informações baseadas em linguagem, e o esboço é especializado em informações visuoespaciais. Os subsistemas possuem um armazenamento de memória de curto prazo que contém informações verbais ou visuoespaciais por cerca de 2 segundos. E, por fim, há um componente chamado *buffer* episódico, responsável por integrar informações dos subsistemas com a memória de longo prazo (TITZ; KARBACH, 2014). Apesar de a memória de trabalho estar envolvida em outras funções cognitivas, neste momento, faremos um recorte relacionado a aspectos de leitura e escrita, pois não é o objetivo deste trabalho analisar a influência da memória em todo o cérebro.

2.4 Modelo de Dupla-Rota e Método Fônico

O game Pocoloto tem como objetivo treinar habilidades cognitivas associadas à memória de trabalho, especificamente a alça fonológica, usada também na leitura e escrita. A estrutura empregada no Pocoloto treina esse tipo de memória ao realizar tarefas propostas dentro do modelo de Dupla-Rota de leitura e do método fônico.

De acordo com o modelo de Dupla-Rota, a leitura e escrita de palavras processam-se via duas rotas, que abrangem tanto fonemas (sons) quanto grafemas (representações escritas de sons). Elas são: 1) a Rota Fonológica, que envolve conversão sequencial grafofonêmica na leitura ou fonografêmica na escrita; e 2) a Rota Lexical, que usa a representação das palavras nas suas formas ortográficas armazenadas no léxico (espécie de arquivo/dicionário mental). E, embora o uso da rota lexical seja mais rápida e eficiente, a construção do léxico ortográfico requer tempo e uma automatização da conversão grafofonêmica/fonografêmica (HORST; KRUSZIELSKI, 2017).

Pesquisas nas últimas décadas (CASTLES; RASTLE; NATION, 2018) apresentaram respostas para muitas questões importantes envolvendo o processo de alfabetização. Revisão bibliográfica nesse assunto indica que a relação entre uma letra e seu som correspondente é a unidade básica no processo de alfabetização. No início deste processo, a criança decodifica letra a letra (grafema) e lhe atribui o fonema (som) correspondente. Esta conversão de escrita em som (ou som em escrita) ocupa um espaço na memória de trabalho (curto prazo) da criança. Como a criança ainda não sabe ler, a memória é toda ocupada por esta tarefa. Através do método fônico, com tempo, experiência e prática, a criança vai se tornar um decodificador eficiente liberando assim a atenção e memória para a compreensão de contextos mais complexos dentro de uma frase ou parágrafo. Por tanto, no estágio mais inicial, a decodificação deve ser automatizada para tornar a leitura mais fluente. (CASTLES; RASTLE; NATION, 2018).

No início da alfabetização, a memória de trabalho tem papel fundamental no auxílio da conversão grafofonêmica/fonografêmica. Este suporte ocorre quando aquele que está aprendendo a ler ouve o som /ba/ e vê uma sílaba <ba>. Neste momento, ele armazena temporariamente essa informação e a utiliza para resolver a tarefa, relacionando o fonema /ba/ à escrita <ba> através da rota fonológica. E isso ocorrerá durante toda a fase inicial da alfabetização: o sujeito converte os fonemas em grafemas ou grafemas em fonemas, enquanto a memória de trabalho dá o aporte para que ele manipule mais sons/sílabas enquanto aprende. Desta maneira, o treino da memória de trabalho pode viabilizar manejo de informações de modo mais eficiente (GATHERCOLE; BADDELEY, 2014).

Dentro desta linha, o game Pocoloto promove o treino da rota fonológica, pois nele o jogador precisa ouvir uma palavra ou uma pseudopalavra e escrevê-la no teclado virtual, desta forma, treinando a conversão fonema (som) para grafema (letra). Este ponto está relacionado também ao método fônico, pois há um foco maior entre o som da letra/sílaba e sua correspondência gráfica em comparação ao seu significado. Haja vista que pseudopalavras não possuem significado ou tradução, mas são aceitas como a maneira mais apropriada para analisar competências de decodificação (ARAUJO et al., 2011). Dentro deste processo estimula-se também a memória de trabalho pela manutenção mental destas informações, além de outros recursos incluídos no game (como os distratores).

2.5 Trabalhos relacionados

Conforme mencionado, este estudo não tem como foco central a alfabetização, mas sim, um treino relacionado à memória de trabalho e a possibilidade de generalização deste treino para habilidades de leitura e escrita, o que, em última instância, influencia na alfabetização. Para tanto, nesta seção serão relatados alguns trabalhos com enfoque no treino de memória na educação.

Kroesbergen, Van't Noordende e Kolkman (2014) treinaram a memória de trabalho em 51 crianças de 5 anos, com baixo rendimento, e avaliaram o efeito do treino tanto na memória de trabalho quanto em habilidades numéricas básicas. As crianças eram de cinco escolas diferentes e foram designadas para três possíveis condições: grupo experimental 1, grupo experimental 2 e um grupo controle. Os grupos experimentais receberam duas versões diferentes de

treinamento de memória de trabalho (não numérica ou numérica). Após um pré-teste, ocorreram 4 semanas de intervenção, totalizando 8 sessões de 30 minutos, seguidas de um pós-teste. Como resultado, as crianças de ambos os grupos experimentais melhoraram significativamente suas habilidades de memória de trabalho em comparação com o grupo controle. Além disso, suas habilidades numéricas também melhoraram.

Já Karbach, Strobach e Schubert (2015) verificaram se um treino com memória de trabalho beneficiaria habilidades acadêmicas em crianças do ensino fundamental. Participaram 28 sujeitos (média de 8 anos) em uma sequência pré-teste, treinamento (14 sessões), pós-teste e acompanhamento. O grupo experimental realizou treinamento adaptativo de memória de trabalho, que se adapta baseado na capacidade de memória do sujeito, e o controle ativo utilizou um treino não adaptativo de baixo nível. O pré-teste, o pós-teste e o acompanhamento (realizado após três meses) incluíram uma bateria de testes neurocognitivos e testes padronizados para habilidades de matemática e leitura. O grupo experimental demonstrou maiores ganhos do que o controle ativo. E os benefícios do treino adaptativo foram transferidos para uma tarefa de memória de trabalho não treinada e um teste de leitura, mas não para o teste de matemática. A transferência para a tarefa de memória não treinada foi mantida durante 3 meses.

Apesar das semelhanças com os estudos citados, este trabalho se diferencia pelo treino específico da alça fonológica, componente da memória de trabalho, que se dará por meio do uso de pseudopalavras no Pocoloto. Existem outros games que trabalham consciência fonológica, alfabetização e exercícios com palavras, mas não os que treinam a habilidade básica de conversão fonográfica (CASTLES; RASTLE; NATION, 2018; GATHERCOLE; BADDELEY, 2014). O motivo de criar este game reside na escassez de games que treinam a alça fonológica e no fato de os pesquisadores visarem distribuir o game gratuitamente para instituições de ensino, após a finalização do game e publicação dos resultados.

3 Metodologia

Esta seção descreverá os sujeitos, os métodos de avaliação e a intervenção, bem como os procedimentos utilizados na condução da pesquisa experimental.

3.1 Sujeitos

Foram selecionadas 33 crianças de uma escola privada da cidade de São Paulo pertencentes a duas classes do 2º ano do ensino fundamental I.

Por não realizarem os testes pré ou pós, devido à ausência na escola, 4 crianças jogaram, mas foram retiradas da amostra. Então o número final de sujeitos foi de 29 crianças com idade média de 6,7 anos (DP = 0,47), com mesma representação de meninos e meninas. Os sujeitos foram divididos de acordo com a sala a que pertenciam em Grupo Controle matutino (14 crianças) e Grupo Específico vespertino (15 crianças). Todas as crianças tiveram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos pais ou responsáveis. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Cruzeiro do Sul.

3.2 Instrumentos

O estudo foi conduzido com o game Pocoloto (grupo experimental) e Gremlin Aurora's Mission (grupo controle). Seguem as descrições.

3.2.1 Pocoloto

O game apresenta a história de Paco, uma criança levada por extraterrestres para uma galáxia chamada Pocoloto. Nesta galáxia existem 10 planetas, que correspondem a 10 níveis do game. Em cada planeta Paco encontra um sábio, que o ensina a língua de seu planeta. Ao aprender todas as 10 línguas, o personagem é salvo e retorna à Terra.

Em termos de jogabilidade e interação, o jogador deve ouvir atentamente as palavras e em seguida escrevê-las no teclado virtual (figura 1). No decorrer dos níveis são inseridos obstáculos (distratores) em forma de figuras contextualizadas pela instrução, que o sujeito tem que remover para poder digitar a palavra ouvida. O jogador avança um nível com 10 acertos e retrocede um nível com 10 erros.

A fim de estimular a via fonológica do processamento de leitura conforme os modelos descritos, dos 80 estímulos que o game possui, 60 são palavras que não existem (pseudopalavras) e 20 são palavras reais com alta frequência de ocorrência no cotidiano infantil, todas apresentadas aleatoriamente durante as partidas. O intervalo entre ouvir o estímulo e responder, junto com a presença dos distratores, aumenta o tempo entre o processamento do fonema (som) e a escolha do grafema (letra) correspondente. Assim treina-se a memória de trabalho e o componente da alça fonológica.

Pocoloto foi criado utilizando os programas Adobe Flash e AIR. Foram realizados pilotos e testes a fim de revisar eventuais erros. Foram realizadas adaptações no teclado virtual para evitar equívocos provocados pelo uso de pseudopalavras, portanto foram retiradas as letras Y, K, X e W, uma vez que sua escrita, além de rara em português, é irregular.

Figura 1 - Exemplo de jogabilidade e design do game Pocoloto



Fonte: próprios autores

3.2.2 Gremlin Aurora's Mission

Um personagem chamado Aurora lidera uma invasão alienígena, e o jogador utiliza uma nave espacial com canhões de fóton para combater e vencer os inimigos (outras naves e asteroides), que descem da porção superior da tela em direção ao jogador. No enredo e jogabilidade o Gremlin se assemelha a outros games conhecidos, como Galaga, Asteroids e Space Invaders encontrados desde a época de fliperamas e Ataris.

O jogador movimenta a nave utilizando-se das setas do teclado e pressiona a barra de espaço para atirar. Na questão de desenvolvimento, o game possui 10 níveis com dificuldade progressiva, assim como a quantidade de inimigos e projéteis lançados por eles. Há 7 vidas disponíveis, e, ao perder a sétima, o game é encerrado, mas, se passar o décimo nível, o jogador vence.

Este game foi escolhido para o grupo controle por ter características semelhantes ao Pocoloto, como o fato de se passar em um ambiente espacial, possuir 10 níveis, ser 2D, ter a necessidade de colocar um fone e ser desconhecido dos alunos (os participantes foram questionados se conheciam o game). Ademais, o Gremlin trabalha as habilidades de atenção sustentada, velocidade de reação e coordenação motora, não relacionadas àquelas treinadas no Pocoloto. O game foi escolhido por ser gratuito e atualmente não está disponível (os pesquisadores retêm uma cópia).

3.2.3 Instrumentos de avaliação cognitiva

Antes e após o treino foram aplicados os instrumentos de avaliação nesta ordem: teste para discriminação auditiva, 2 testes de memória de trabalho e 3 testes para leitura e escrita. A aplicação da Tarefa Brown-Peterson e dos Dígitos foi registrada em papel, e os demais testes digitais realizados em computadores.

3.2.3.1 Teste de Figura para Discriminação Auditiva (TFDA)

Com o objetivo de avaliar a discriminação auditiva foi utilizada uma versão adaptada do TFDA, na qual foram utilizados 25 pares de palavras, que poderiam ser a mesma palavra ou um de sonoridade parecida (por exemplo, bode /*bodɔzi*/ e bote /*bɔʃfi*/). As palavras foram lidas em voz alta com anteparo na altura da boca, para inviabilizar o auxílio da leitura labial, e cabia ao sujeito ouvi-las e dizer se elas eram iguais ou diferentes. A capacidade auditiva do sujeito foi considerada satisfatória com pelo menos 75% de acerto. Como o game depende de uma boa apreensão auditiva, o desempenho nesse teste foi um critério de exclusão.

3.2.3.2 Tarefa Brown-Peterson (TBP)

A fim de investigar a capacidade da memória de trabalho, foi utilizada a tarefa Brown-Peterson, que consiste em vinte conjuntos de 3 letras (trigramas). O sujeito deve ouvir os trigramas e repetir as letras que os compõem imediatamente após a vocalização do avaliador (parte I - cinco itens) ou após um breve intervalo de 3, 9 e 18 segundos (parte II - 15 itens). Durante o intervalo, o sujeito deve executar uma tarefa alternativa, fazendo uma contagem progressiva a partir de um dado número de 1 a 30 (adaptado para idade). O *score* máximo é de 60 pontos, pontuando cada letra corretamente vocalizada ou cada trigrama correto. Nesse caso a pontuação máxima é 20. No Pocoloto a memória de trabalho é treinada ao armazenar informações, eliminar o distrator e digitar as letras no teclado virtual.

3.2.3.3 Dígitos Ordem Direta e Inversa

Este teste de memória de trabalho é composto por sequências de números, divididas em duas colunas. Em cada linha o sujeito deve repetir duas sequências de números na ordem certa (OD), depois de trás para frente (OI). Há duas tentativas por item (em cada linha) aplicadas todas as vezes, mesmo com acerto ou erro na primeira tentativa.

A cada item acertado há uma progressão da dificuldade com o acréscimo de mais um número na sequência. Após 2 erros seguidos na mesma linha (OD e OI) o teste é interrompido. O *score* total é de 30 pontos (16 OD e 14 OI) sem limite de tempo. Apesar do Pocoloto não utilizar números, este teste é um dos mais antigos e mais amplamente utilizados para medir memória verbal de curto prazo.

3.2.3.4 Teste de Competência de Leitura de Palavras e Pseudopalavras (TCLPP)

Dois testes foram aplicados para avaliar o desenvolvimento de leitura e escrita, realizados com todas as crianças ao mesmo tempo no laboratório de informática da escola.

No TCLPP uma imagem aparece no monitor e abaixo dela 4 palavras. Três delas estão incorretas, seja por um erro gramatical ou por não corresponder ao que aparece na imagem. Cabe ao examinando clicar com o mouse naquela palavra que não apenas corresponde à imagem, mas que também está escrita corretamente. São 37 itens com 1 ponto por item, totalizando 37 pontos.

3.2.3.5 Teste de Nomeação de Figuras por Escrita (TNF-Escrita)

Imagens aparecem junto a um retângulo, nele deve-se escrever a palavra que corresponde à figura utilizando o teclado do computador. Há um total de 36 itens, com pontuação de 1 ponto por item, totalizando 36 pontos.

3.3 Procedimentos

Ambos os grupos foram submetidos à bateria de testes em dois momentos: pré e pós-treino. O Teste de Figura para Discriminação Auditiva (TFDA) não foi utilizado após o treino, pois já havia sido estabelecida a capacidade auditiva dos sujeitos.

Após a realização dos testes pré-treino, foram escolhidos o grupo experimental e o controle de maneira aleatória. Uma vez que a utilização do game fez parte das atividades escolares regulares, não foi possível realizar amostragem aleatória dos participantes. A turma da manhã foi definida por sorteio como o Grupo Controle (GC), e a da tarde, como o Grupo Experimental (GE).

O GC utilizou o Gremlin Aurora's Mission e, o GE, o Pocoloto durante 10 sessões, 3 vezes por semana, com 45 minutos por sessão. Ao final de cada aplicação, o desempenho do Pocoloto era salvo em um arquivo (pendrive) e o o nível máximo atingido pelo sujeito no Gremlin anotado (papel) , ambos com registros individuais por sessão.

Em ambos os grupos cada sujeito utilizava um computador, sem uso simultâneo de jogadores. Cada criança utilizou um fone supra-auricular. Embora ambos os games possuam sons, os sons do Gremlin são apenas efeitos sonoros e música ambiente, mas os sons do Pocoloto são estímulos sonoros necessários para digitar as palavras. O fone possibilitou que cada um ouvisse apenas o próprio game e reduziu o ruído externo devido ao abafador.

Após o treino, a bateria de testes foi aplicada novamente. E, por fim, um último encontro foi realizado para agradecer aos alunos, colaboradores da escola e para entregar um certificado de participação a cada criança.

3.4 Análise de Dados

Os dados foram comparados por meio do programa estatístico SPSS 13. As pontuações nos testes pré e pós-treino foram comparados por meio do teste Análise de Variância (ANOVA) de medidas repetidas. O tempo (pré e pós-game) e game (Pocoloto/Gremlin) foram fatores intragrupos, e o game, foi avaliado também como fator entre grupos.

4 Resultados

No Teste de Figura para Discriminação Auditiva (TFDA), todos os sujeitos atingiram o *score* necessário (mínimo de 75% de acerto), demonstrando discriminação auditiva adequada para progredir nas avaliações.

Na comparação do desempenho das crianças antes e depois do treino utilizando o game, notou-se efeito no GE para memória de trabalho para as letras avaliadas pela Tarefa Brown-

Peterson (TBP). As crianças que jogaram o Pocoloto melhoraram a pontuação geral para trigramas ($F_{[1,27]} = 8,467$; $p = 0,007$), quando comparadas com crianças do GC. A análise para cada tempo de atraso entre o estímulo e a evocação do item pela criança, mostrou que a melhora mais significativa foi na TBP com maiores atrasos. Ou seja, as crianças treinadas com o Pocoloto melhoraram a retenção e a evocação dos estímulos após 18 segundos ($F_{[1,27]} = 9,148$; $p = 0,005$) e 3 segundos ($F_{[1,27]} = 5,19$; $p = 0,031$).

A diferença entre os grupos quando a pontuação total foi calculada em cima de cada letra corretamente evocada (sem a necessidade de todo trigrama) foi apenas marginal, com GE tendo melhor pontuação ($F_{[1,27]} = 2,902$, $p = 0,10$). Mesmo nesse caso, a diferença entre os grupos foi significativamente maior no intervalo de tempo de atraso mais amplo com 18 segundos ($F_{[1,27]} = 4,325$, $p = 0,047$) e apenas marginal nos 3 segundos ($F_{[1,27]} = 3,748$, $p = 0,063$). O teste de memória de trabalho Dígitos não mostrou efeito de treino.

Quanto aos testes de leitura e escrita, ambos os grupos mostraram melhora na pontuação do pré quando comparado ao pós-treino, porém sem interação com o tipo de game. No Teste de Competência de Leitura de Palavras e Pseudopalavras (TCLPP), o efeito de Tempo foi significativo para pontuação total ($F_{[1,27]} = 90,862$; $p = 0,002$), e o mesmo ocorreu no Teste de Nomeação de Figuras por Escrita (TNF-Escrita) ($F_{[1,27]} = 5,655$; $p = 0,025$).

Quando o desempenho nos testes foi comparado separadamente para cada grupo com teste t pareado, apenas o GE mostrou melhora significativa após o treino (TCLPP: $t = 3,873$, $p = 0,002$; TNF-Escrita: $t = 4,040$, $p = 0,001$). Já no GC a melhora nos testes de leitura e escrita após o treino não foi significativa (TCLPP: $t = 1,398$, $p = 0,185$; TNF-Escrita: $t = 1,622$, $p = 0,129$).

Tabela 1 - Pontuações médias para cada grupo (Pocoloto e Gremlin) antes (Pré) e depois do treino (Pós)

Teste	Pocoloto		Gremlin		$F_{[1,27]}$	p
	Pré	Pós	Pré	Pós		
TBP Acerto trigramas	0,40(0,6)	1,67(2)	1,14(1)	0,71(1)	8,467	0,007
TBP trigramas 3 segundos	0,27(0,6)	1,07(1)	0,64(0,8)	0,42(0,6)	5,19	0,031
TBP trigramas 9 segundos	0,07(0,3)	0,20(0,4)	0,21(0,6)	0,29(0,6)	0,07	0,793
TBP trigramas 18 segundos	0,07(0,3)	0,40(0,6)	0,29(0,5)	0,0 (0,0)	9,15	0,005
TBP Acerto letras	15,40(2)	17,67(6)	16,00(6)	14,43(5)	2,902	0,1
TBP letras 3 segundos	6,33(2)	7,40(3)	7,07(3)	5,93(3)	3,748	0,063
TBP letras 9 segundos	4,93(2)	5,20(2)	4,43(3)	4,57(2)	0,689	0,913

TBP letras 18 segundos	4,13(1)	5,07(2)	4,50(2)	3,93(2)	4,325	0,047
Dígitos	9,67(2)	9,40 (3)	9,57(2)	9,00(2)	0,168	0,685
TCLP Acerto	30,80(4)	32,80(3)	24,93(7)	27,79(6)	90,862	0,002
TNF-Escrita Acerto	19,47(7)	22,33(6)	14,71(6)	16,86(8)	5,655	0,025

Fonte: Dados da pesquisa (elaborada pelos autores)

5 Discussão

A memória de trabalho verbal é de suma importância no processo de alfabetização, pois retém informações verbais temporariamente e possibilita a manipulação destas nas conversões grafofonêmica/fonografêmicas e na compreensão de palavras (BADDELEY, 2010). O uso desta função cognitiva é constante, tanto nas rotinas diárias como no processo de alfabetização, portanto, a possibilidade de ser treinada por meio de um game é altamente relevante. Como uma ferramenta auxiliar de ensino, o game apresenta vantagens: possibilidade de jogar em lugares não restritos à escola, devido à portabilidade da tecnologia; a apreensão da atenção da criança devido ao seu caráter lúdico e intuitivo; desafios e incentivos para se envolver de forma contínua até o final.

De acordo com os dados, o game Pocoloto mostrou efeito positivo no treino de algumas funções cognitivas, mesmo no curto período de 3 semanas. Ao utilizar o Pocoloto, no que se refere à memória de trabalho, o GE demonstrou melhora na capacidade de reter uma informação verbal e evocá-la após breves intervalos de tempo. Por outro lado, o GC teve apenas um pequeno aumento em alguns intervalos ou teve desempenho inferior na testagem pós-treino, o que indica que a melhora pode ser atribuída ao treino com o Pocoloto e não a outros fatores, como maturação natural no curso escolar. Estudos também demonstram que, principalmente em crianças mais novas, a memória de trabalho é um indicativo de um melhor sucesso acadêmico, maior ainda do que a inteligência (ALLOWAY; ALLOWAY, 2010).

Quando nos referimos à memória de trabalho, percebemos que ela é um sistema cognitivo essencial, que está altamente ligado não apenas ao sucesso escolar, mas também a outros contextos fora dela. Isso evidencia a importância de estudos ligados à generalização para outras áreas e conquistas (JAEGGI; BUSCHKUEHL, 2014).

Pocoloto não é voltado para a alfabetização, pois foca no treino da memória de trabalho. Porém, como o conteúdo do game opera com a escrita de pseudopalavras, era esperado que o treino afetasse também essa habilidade. E, de fato, houve uma melhora do GE nas tarefas de leitura e escrita (TCLPP e TNF-Escrita).

Este resultado é coerente com o achado de um estudo (FRANCESCHINI et al., 2013) voltado para o treino na velocidade de leitura em pessoas com dislexia. Com 12 horas jogando games de ação, em 9 sessões de 80 minutos, foi encontrado aumento na velocidade de leitura, mesmo os games não estando diretamente envolvidos em treinos fonológicos ou ortográficos.

Isso também indica que, ao menos em relação à leitura, os treinos curtos podem ter efeitos positivos, e pode ocorrer a generalização para outros domínios.

A generalização está ligada à melhora no desempenho de tarefas que não eram parte do processo treinado. Isso quer dizer que a generalização está ligada à aplicação de conhecimentos, alcançados através dos games, adaptados a novos contextos. A generalização tem ocorrido em treinos com games para memória de trabalho, função executiva e atenção, com resultados positivos em tarefas cognitivas não treinadas. Importante ressaltar, que estas melhoras no desempenho ocorrem mais em habilidades relacionadas à tarefa treinada (JAEGGI; BUSCHKUEHL, 2014).

Ainda não há consenso em aspectos da generalização, incluindo a memória de trabalho. Uma meta-análise agrupou e analisou estudos sobre memória de trabalho, afirmando que não há evidências de que o treino dela generaliza-se de maneira convincente para habilidades cognitivas no "mundo real" (habilidade não verbal e verbal, decodificação de palavras, compreensão de leitura e aritmética), mesmo em avaliações realizadas logo após o treino e em comparação ao grupo controle (MELBY-LERVÅG; REDICK; HULME, 2016). Mas o mesmo trabalho destaca problemas de cunho metodológico, ligados ao poder estatístico e ao tamanho da amostra. Sendo necessário ampliar este poder em estudos futuros e em amostras maiores, para gerar estimativas mais precisas para o efeito estudado (MELBY-LERVÅG; REDICK; HULME, 2016).

Quanto ao desempenho inferior do teste Dígitos, podemos apontar na literatura uma possível resposta. Apesar de existirem estudos com resultados positivos, alguns estudos obtiveram resultados semelhantes aos nossos, encontrando melhora na memória de trabalho, mas não em questões envolvendo matemática (TITZ; KARBACH, 2014; KARBACH; STROBACH; SCHUBERT, 2015). Outro estudo encontrou relação entre crianças com ansiedade ligada a matemática e os seus desempenhos inferiores em memória de trabalho (PASSOLUNGI et al., 2016). Como o treino ocorreu em ambiente escolar, existe a possibilidade de a tarefa Dígitos ter levado as crianças a pensar que se tratava de uma atividade ou prova da escola. Este receio poderia interferir no desempenho de alguns sujeitos e refletir no desempenho geral. A memória de trabalho não poderia ser o problema, pois, no outro teste de memória (TBP), foram encontradas melhoras no desempenho.

O presente estudo contribui no cenário atual ao encontrar resultados favoráveis após o treino com um game, mesmo que em uma pequena amostra e durante um curto período. Possivelmente, um treino prolongado utilizando o Pocoloto, em uma amostra maior, poderia gerar resultados mais evidentes.

O local onde foi realizado o treino é um fator relevante, pois, comparada a uma escola pública, a escola particular tende a ter um desempenho escolar superior, como sinalizado no último Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (2015). A escola particular possui maior acesso a vários tipos de multimídias e plataformas, o que pode influenciar nos resultados, haja vista que um bom aluno tende a ter uma melhora mais sutil após um treino, quando comparado a um aluno de desempenho inferior (TITZ; KARBACH, 2014). Desta maneira, identificamos 3 fatores possíveis que podem ter influenciado nos resultados: duração do treino, tamanho da amostra e desempenho escolar do aluno pré-treino.

Tanto o GC como GE permaneceram no mesmo processo de alfabetização, recebendo estímulos de leitura e escrita na escola. Então podemos ponderar que não é a simples presença de estímulos que promove o desenvolvimento; se este fosse o caso, haveria diferença nos resultados do GC (que eram menores) nos dados pós-treino, todavia, isso não ocorreu; pelo contrário, alguns resultados diminuíram. Isto nos faz considerar a estimulação do game como significativa neste contexto. Levando-se em conta esses pontos, o desenho experimental e as variáveis terem sido controladas, podemos observar que os resultados não são derivados da maturação natural das crianças.

Por fim, apesar dos resultados positivos, faz-se necessário destacar algumas limitações do estudo. A primeira se refere ao baixo número de participantes. Como um dos objetivos foi a aplicabilidade do Pocoloto em uma sala de aula, isso resultou em uma amostra pequena e impediu a distribuição randômica dos participantes em grupos experimental e controle. Outra limitação refere-se ao caráter motivacional. Embora as atividades tivessem uma natureza de diversão e entretenimento, jogar o mesmo game diversas vezes na semana gerou oscilação na motivação de algumas crianças. A presença do aplicativo ajudou na manutenção da motivação até o fim do treino. Esse fator deve ser melhor controlado em estudos futuros, devido à correlação entre o engajamento dos participantes e seu desempenho ao final do treino (JAEGGI et al., 2014). E, também, como a generalização necessita de um tempo após o treino para obter uma comprovação mais significativa, uma reaplicação do Pocoloto seria necessária, para obter dados sobre a fixação do treino a médio-longo prazo. Isto porque a generalização é limitada nos estágios iniciais do treinamento, e até que as regras propostas estejam consolidadas, o aprendiz não direciona seus recursos de processamento cognitivo de forma eficiente, tanto no controle da atenção quanto na flexibilidade cognitiva (BAVELIER; BEDIU; GREEN, 2018).

6 Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo indicaram melhora cognitiva após um breve treino de memória de trabalho, leitura e escrita. Devido aos estudos nesta área serem muito recentes no Brasil e no mundo, o número de fontes e dados está longe do desejado, assim como a existência de um consenso. Porém, com o rápido crescimento de pesquisas sobre este tema, juntamente com o avanço da tecnologia, do mercado de games e do interesse global em realizar tarefas virtuais, estudos como estes são importantes para direcionar o desenvolvimento de outros games para o ensino e aprendizagem, além de servir de contribuição para pesquisas futuras. Salientamos que estudos ecológicos são importantes, porém, no Brasil, a realidade é um pouco diferente: os sistemas computacionais nas escolas dificultam experimentos como este, pois um treino específico em um ambiente escolar exige uma sala com diversos computadores para uma testagem e treino simultâneo com todos os sujeitos. E, hoje em dia, as escolas normalmente têm uma estrutura computacional "fechada", seguindo dois formatos gerais: 1) os computadores são "espelhados" do servidor (normalmente do professor), dificultando a instalação de softwares e salvar arquivos para cada jogador; 2) os computadores possuem uma configuração e instalação pré-definida, de forma que, ao reinicia-los, eles sempre retornarão a

este mesmo padrão, não podendo salvar o progresso na utilização do game. E, para que o game seja instalado, o responsável pela rede precisa editar a configuração e instalar o game individualmente em cada computador, o que demanda muito tempo e exige que este responsável apoie e se interesse pelo projeto.

Estas questões não apenas dificultam a aleatoriedade da amostra (como trocar alunos de sala), mas também exige que se busque apenas locais e sistemas que permitam treinos como este. Isso implica ser a superação desses fatores importante para a realização de estudos ecológicos, para que as pesquisas não sejam forçadas a retornar ao laboratório.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Cruzeiro do Sul e ao CNPq pelo auxílio nas pesquisas. E um agradecimento especial a Gabriela Ferreira Polesi, Abner Rosa Esteves e Vagner Novaes Tranche pela contribuição com as narrações dos personagens e com o enredo do game Pocoloto.

Referências

ALLOWAY, Tracy Packiam; ALLOWAY, Ross G. Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. **Journal of experimental child psychology**, v. 106, n. 1, p. 20-29, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2CXyHTJ>>. Acesso em: 5 out. 2017.

ARAUJO, Joao Batista et al. Para que servem os testes de alfabetização?. **Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 19, n. 73, p. 827-840, 2011. Disponível em:< <http://bit.ly/2HfqCK6>>. Acesso em: 9 maio 2019.

BADDELEY, Alan. Working memory. **Current biology**, v. 20, n. 4, p. R136-R140, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2CYfwJE>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

BANUELOS, Cristina; WOŁOSZYNOWSKA-FRASER, Marta Urszula. GABAergic Networks in the Prefrontal Cortex and Working Memory. **Journal of Neuroscience**, v. 37, n. 15, p. 3989-3991, 2017. Disponível em:<<http://bit.ly/2CUI4DN>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

BAVELIER, Daphné; BEDIQU, Benoit; GREEN, C. Shawn. Expertise and generalization: lessons from action video games. **Current opinion in behavioral sciences**, v. 20, p. 169-173, 2018. Disponível em:<<http://bit.ly/2CVmXB4>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

CASTLES, Anne; RASTLE, Kathleen; NATION, Kate. Ending the reading wars: Reading acquisition from novice to expert. **Psychological Science in the Public Interest**, v. 19, n. 1, p. 5-51, 2018. Disponível em: <<http://bit.ly/2CSIAIH>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

CAVALLINI, Elena et al. Self-help memory training for healthy older adults in a residential care center: specific and transfer effects on performance and beliefs. **International journal of geriatric psychiatry**, v.30, n.8, p. 870-880, 2015. Disponível em:<<http://bit.ly/2CXhx8Q>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

CHEIN, Jason M.; MORRISON, Alexandra B. Expanding the mind's workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task. **Psychonomic bulletin & review**, v. 17, n. 2, p. 193-199, 2010. Disponível em:<<http://bit.ly/2CXU4Eu>>. Acesso em: 6 set. 2017.

DERRYBERRY, Anne. **Serious games: online games for learning**. White paper: adobe press. 2007. Disponível em:<http://www.adobe.com/resources/elearning/pdfs/serious_games_wp.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2018.

DIAS, Jéssica David et al. USO DE SERIOUS GAMES PARA ENFRENTAMENTO DA OBESIDADE INFANTIL: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2CUCEJ1>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

ELLINGTON, J. Kemp et al. Foreign language training transfer: Individual and contextual predictors of skill maintenance and generalization. **Military Psychology**, v. 27, n. 1, p. 36-51, 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/2CY72CI>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

FRANCESCHINI, Sandro et al. Action video games make dyslexic children read better. **Current Biology**, v. 23, n. 6, p. 462-466, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/2CWN2jj>>. Acesso em: 7 out. 2017.

GAMITO, Pedro et al. Cognitive training on stroke patients via virtual reality-based serious games. **Disability and rehabilitation**, v. 39, n. 4, p. 385-388, 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2CVpbjT>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

GATHERCOLE, Susan E.; BADDELEY, Alan D. **Working memory and language**. Psychology Press, 2014.

HORST, Angelo; KRUSZIELSKI, Leandro. Rotas funcionais de leitura de palavras isoladas em crianças bilíngues. **Psicologia Argumento**, v. 31, n. 72, 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2CXTE0Z>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

IDEB — Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, Resultados e metas, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

JAEGGI, Susanne M. et al. Improving fluid intelligence with training on working memory. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 19, p. 6829-6833, 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/2CXVmPX>>. Acesso em: 9 set. 2017.

JAEGGI, Susanne M.; BUSCHKUEHL, Martin. Working memory training and transfer: theoretical and practical considerations. In: **New Frontiers of Multidisciplinary Research in STEAM-H (Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics, and Health)**. Springer, Cham, 2014. p. 19-43. Disponível em: <<http://bit.ly/2D8rdh1>>. Acesso em: 9 set. 2017.

JAEGGI, Susanne M. et al. The role of individual differences in cognitive training and transfer. **Memory & cognition**, v. 42, n. 3, p. 464-480, 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2CSI0nU>>. Acesso em: 9 set. 2017.

JARVIN, Linda. Edutainment, games, and the future of education in a digital world. **New directions for child and adolescent development**, v. 2015, n. 147, p. 33-40, 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/2CURIQk>>. Acesso em: 15 set. 2017.

JONSDOTTIR, Johanna et al. Serious games for arm rehabilitation of persons with multiple sclerosis. A randomized controlled pilot study. **Multiple sclerosis and related disorders**, v. 19, p. 25-29, 2018. Disponível em: <<http://bit.ly/2CW4q7R>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

KARBACH, Julia; STROBACH, Tilo; SCHUBERT, Torsten. Adaptive working-memory training benefits reading, but not mathematics in middle childhood. **Child Neuropsychology**, v. 21, n. 3, p. 285-301, 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/2CSK27D>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

KATTNER, Florian et al. Perceptual learning generalization from sequential perceptual training as a change in learning rate. **Current Biology**, v. 27, n. 6, p. 840-846, 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2CXVLSg>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

KROESBERGEN, Evelyn H.; VAN'T NOORDENDE, Jaccoline E.; KOLKMAN, Meijke E. Training working memory in kindergarten children: Effects on working memory and early numeracy. **Child Neuropsychology**, v. 20, n. 1, p. 23-37, 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2CW5HMb>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

LAU, Ho Ming et al. Serious games for mental health: are they accessible, feasible, and effective? A systematic review and meta-analysis. **Frontiers in psychiatry**, v. 7, p. 209, 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2CSJmiu>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

LIMELIGHT NETWORKS. **The state of online gaming**. Tempe, EUA, 2018. Disponível em: <<http://bit.ly/2NIKSrz>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

LOFGREN, Krista. **2017 Video Game Trends and Statistics – Who’s Playing What and Why?** Seattle, EUA, Abr. 2017. Disponível em: <<https://bigfi.sh/2NLwNdc>>. Acesso em: 08 fev. 2018.

LOVREGLIO, Ruggiero et al. The Need for Enhancing Earthquake Evacuee Safety by using Virtual Reality Serious Games. In: **Lean & Computing in Construction Congress 2017**. 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2NKuoiT>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

MA, Wei Ji; HUSAIN, Masud; BAYS, Paul M. Changing concepts of working memory. **Nature neuroscience**, v. 17, n. 3, p. 347, 2014. Disponível em: <<https://go.nature.com/2NIIfCt2>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

MEEKES, Wytske; STANMORE, Emma Kate. Motivational Determinants of Exergame Participation for Older People in Assisted Living Facilities: Mixed-Methods Study. **Journal of medical Internet research**, v. 19, n. 7, 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2NMqiGQ>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

MELBY-LERVÅG, Monica; REDICK, Thomas S.; HULME, Charles. Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer” evidence from a meta-analytic review. **Perspectives on Psychological Science**, v. 11, n. 4, p. 512-534, 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2NMrDxm>>. Acesso em: 20 set. 2017.

MOREAU, David; CONWAY, Andrew RA. The case for an ecological approach to cognitive training. **Trends in cognitive sciences**, v. 18, n. 7, p. 334-336, 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2NGZVCq>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

MORTARA, Michela et al. Learning cultural heritage by serious games. **Journal of Cultural Heritage**, v. 15, n. 3, p. 318-325, 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2Hcz2Ci>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

NEWZOO. **Newzoo’s 2017 report: insights into the \$108.9 billion global games market**. EUA, Jun. 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2NLKDFx>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

PASSOLUNGI, Maria C. et al. Mathematics anxiety, working memory, and mathematics performance in secondary-school children. **Frontiers in psychology**, v. 7, p. 42, 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2NGTNkK>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

RHODES, Ryan E. et al. Predictors of stationary cycling exergame use among inactive children in the family home. **Psychology of Sport and Exercise**, 2018. Disponível em: <<http://bit.ly/2NJL0aj>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

ROSA, Pedro J. et al. The effect of virtual reality-based serious games in cognitive interventions: a meta-analysis study. In: **Proceedings of the 4th Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques**. ACM, 2016. p. 113-116. Disponível em: <<http://bit.ly/2NO6frw>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

SCHATTON, Cornelia et al. Individualized exergame training improves postural control in advanced degenerative spinocerebellar ataxia: A rater-blinded, intra-individually controlled trial. **Parkinsonism & related disorders**, v. 39, p. 80-84, 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2NH0axk>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

SCHMIEDEK, Florian; LÖVDÉN, Martin; LINDENBERGER, Ulman. Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: Findings from the COGITO study. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 2, p. 27, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2NILWf3>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SPELLMAN, Timothy et al. Hippocampal-prefrontal input supports spatial encoding in working memory. **Nature**, v. 522, n. 7556, p. 309, 2015. Disponível em: <<https://go.nature.com/2NIgJcc>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

SUSI, Tarja; JOHANNESSON, Mikael; BACKLUND, Per. **Serious games: An overview**. 2007. Disponível em: <<http://bit.ly/2NHyatg>> Acesso em: 08 fev. 2018.

TITZ, Cora; KARBACH, Julia. Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement. **Psychological research**, v. 78, n. 6, p. 852-868, 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2NIImSp>>. Acesso em: 27 jun. 2018.

WEPC. **2018 Video Game Industry Statistics, Trends & Data**. Reino Unido, Mai. 2018. Disponível em: <<http://bit.ly/2NIIWj3>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

Recebido em setembro de 2018.

Aprovado para publicação em maio de 2019.

Camilo Ernesto Subenko Olalla

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Cognição - Universidade Federal do ABC - UFABC, Brasil, camiloolalla@gmail.com

Katerina Lukasova

Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Cognição - Universidade Federal do ABC - UFABC, Brasil, katerinaluka@gmail.com