

Jogos educativos digitais e modelo de rede de relações: desenvolvimento e avaliação do protótipo físico do jogo *Korsan*

Digital educational games and model of network relations: development
and evaluating of the physical prototype of *Korsan* game

Juegos educativos digitales y red de relaciones: desarrollo y evaluación del
prototipo físico del juego *Korsan*

Gabriele Gris¹, Sílvia Regina de Souza²

[1] [2] Universidade Estadual de Londrina | **Título abreviado:** Jogos educativos para Matemática | **Endereço para correspondência:** Rua Espírito Santo, 1037, Apto 301. Centro, Londrina/PR. CEP 86010-510 | **Email:** grisgabriele@gmail.com | DOI: 10.18761/pac.2016.003

Resumo: O presente estudo teve por objetivos: (a) descrever, com base nos princípios da Análise do Comportamento e do *design* iterativo, o procedimento de desenvolvimento de uma versão de um protótipo físico do jogo educativo digital *Korsan*; e (b) avaliar a usabilidade e o engajamento promovidos pelo jogo. Secundariamente pretendeu-se avaliar o ensino e o teste de relações condicionais matemáticas apresentadas pelo jogo e seu efeito sobre a resolução de problemas de adição e subtração. Participou uma criança de 6 anos de idade. Foram ensinadas e testadas, por meio de jogos de dominó adaptados, relações condicionais com números, conjuntos de pontos e problemas de adição e subtração com algarismos e na forma de balança com incógnitas nas posições *a*, *b* e *c*. Usabilidade e engajamento foram avaliados pelo registro categorizado de comportamentos do participante nas sessões. Observou-se melhora no desempenho do participante na resolução de problemas de adição com incógnita na posição *b* e de subtração com incógnita na posição *a*. Observou-se manutenção do engajamento do participante e necessidade de ajustes para melhorar a usabilidade na versão digital do jogo. Futuras pesquisas poderiam fazer os ajustes sugeridos e investigar os efeitos do jogo sobre a resolução de problemas de indivíduos com baixo desempenho inicial.

Palavras-chave: jogos, rede de relações, Matemática, dominó.

Abstract: This study aims: (a) to describe, based on Behavior Analysis and iterative design's principles, the development procedure of one version of a physical prototype of *Korsan*, a digital educational game; and (b) to evaluate the usability and engagement promoted by the game. Secondly, it was intended to evaluate teaching and testing of mathematical conditional relations presented by the game and its effect over solving of addition and subtraction problems. The subject was a 6 years old child. It was taught and tested, by means of adapted domino games, conditional relations with numbers, point sets, addition and subtraction problems, these tested with algorithms and balance, with unknown terms in *a*, *b* and *c*. Usability and engagement were evaluated by the subject's categorized registry of behaviors. It was observed improvement in subject's performance over resolution of addition problems with the unknown term in position *b* and subtraction problems with the unknown term in position *a*. It was observed maintenance in subject's engagement and the need of adjustment to enhance usability in the digital version of the game. Future research could make the suggested adjustments and investigate the effects of the game on problem solving of individuals with low initial performance.

Key-words: games, relation networks, Mathematics, domino.

Resumen: El presente estudio tuvo por objetivos: (a) describir, con base en los principios del Análisis de la conducta y del *diseño* interactivo, el procedimiento de desarrollo una versión de un prototipo físico del juego educativo digital *Korsan*; (b) evaluar la usabilidad y el compromiso promovidos por el juego. Secundariamente se pretendió evaluar la enseñanza y test de relaciones condicionales matemáticas presentadas por el juego y su efecto sobre la resolución de problemas de suma y sustracción. Participó un niño de 6 años de edad. Fueron enseñados y probados, por medio de juegos de dominó adaptados, relaciones condicionales con números, conjuntos de puntos y problemas de suma y sustracción con números y en la forma de balanza con incógnitas en las posiciones *a*, *b* e *c*. Usabilidad y compromiso fueron evaluados por el registro categorizado de comportamientos del participante en las sesiones. Se observó mejora en el desempeño del participante en la resolución de problemas de suma con incógnita en la posición *b* y de sustracción con incógnita en la posición *a*. Se observó mantenimiento del compromiso del participante y necesidad de ajustes para mejorar la usabilidad en la versión digital del juego. Futuras investigaciones podrían hacer los ajustes sugeridos e investigar los efectos del juego sobre la resolución de problemas de individuos con bajo desempeño inicial.

Palabras clave: juegos, red de relacionamientos, Matemáticas, dominó.

A presença de jogos digitais na vida das pessoas é evidenciada pela movimentação financeira da indústria de *games*, que alcançou cifras superiores a U\$80 bilhões em 2014. O Brasil se destaca como o quinto maior mercado consumidor de jogos digitais em âmbito mundial (Newzoo, 2014). A familiaridade dos jovens com os jogos digitais indica qual é o perfil dos aprendizes do século XXI e aponta a necessidade de transformações nos processos de ensino e aprendizagem que acompanhem a evolução da tecnologia (Prensky, 2001/2012). Em razão dessas transformações, pesquisadores que buscam tecnologias para auxiliar procedimentos de ensino e processos de aprendizagem destacam a possibilidade de utilizar jogos digitais, considerando suas características motivacionais e sua popularidade com indivíduos de diversas faixas etárias. Apesar do evidente potencial do uso de jogos educativos, autores como Connolly, Stansfield e Hainey (2009) apontam para a falta de dados de avaliações de jogos como ferramentas de ensino. A despeito da vasta literatura que registra o uso de jogos educativos, All, Castellar e Van Looy (2014) afirmam que as diferentes medidas de avaliação de eficácia dos resultados, os diferentes métodos de coleta de dados e resultados inconclusivos ou difíceis de interpretar dificultam avaliações mais precisas da utilidade de jogos em contextos de ensino.

As avaliações, descritas em revisões de literatura, de jogos com objetivos educativos (All, et. Al., 2014; Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey, & Boyle, 2012; Girard, Ecalle, & Magnan, 2013) geralmente apresentam estudos nos quais se empregam delineamentos de grupos com análise estatística dos resultados. Uma alternativa a esse tipo de avaliação pode ser encontrada em delineamentos de sujeito único, nos quais o número de participantes pode ser pequeno e a análise dos dados ocorre de maneira individualizada para cada participante (Matos, 1990). Há registros, na literatura nacional, de estudos nos quais jogos foram avaliados a partir dessa perspectiva como o de Panosso e Souza (2014) que utilizaram um jogo para trabalhar escolhas alimentares com crianças que faziam seleção restritiva alimentar. No que se refere ao ensino de relações condicionais que fazem parte da rede de relações das habilidades monetárias destacam-se os de Xander (2013) e o de Haydu e Zanluqui (2013).

O desenvolvimento e uso de jogos para ensino de Matemática é socialmente relevante uma vez que a matemática é tradicionalmente considerada uma disciplina de difícil compreensão e que alcança altos índices de reprovação. Tais descrições são reforçadas por problemas de desempenho dos estudantes brasileiros em exames de avaliação de qualidade de ensino. Resultados da Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA), por exemplo, indicaram que em 2014, 57,07% dos estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental apresentaram conhecimento insuficiente em Matemática. Ou seja, esses estudantes não sabiam, por exemplo, resolver problemas com números naturais maiores do que 20 com a ideia de retirar (INEP, 2015). Exames nacionais como o ENEM apresentam dados semelhantes para estudantes de outras faixas etárias (Espanhol & Lisboa, 2015).

Diante da possibilidade do uso de jogos digitais em contextos educativos para o ensino de Matemática e das contribuições da proposta analítico-comportamental, o presente estudo tem por objetivos: (a) descrever, com base nos princípios da Análise do Comportamento e do *design* iterativo, o procedimento de desenvolvimento de uma versão de um protótipo físico do jogo educativo digital *Korsan* (Gris & Souza, 2016); (b) avaliar a usabilidade e o engajamento promovidos pelo jogo. Secundariamente pretendeu-se avaliar o ensino e o teste de relações condicionais matemáticas apresentadas pelo jogo e seu efeito sobre a resolução de problemas de adição e subtração.

Para tanto, será discutida a possibilidade de utilização de diferentes tipos de jogos em contextos educacionais e em seguida será apresentada uma proposta analítico-comportamental para o desenvolvimento de jogos educativos, bem como o procedimento de *design* iterativo, destacando a etapa de avaliação de jogos. Por fim, será apresentado o protótipo físico do jogo “*Korsan*” desenvolvido com base no modelo de rede de relações condicionais, e o procedimento empregado para sua avaliação em relação ao engajamento, a usabilidade e ao cumprimento dos objetivos de ensino.

Jogos Digitais na Educação

Discussões sobre as características que podem tornar os jogos ferramentas úteis para o ensino não são recentes na literatura tanto da área da Educação como na de Jogos. Em 1980, Thomas Malone descreveu que bons jogos educativos deveriam apresentar objetivos claros, resultados incertos, *feedback*, nível de dificuldade crescente, elementos de fantasia, além de respostas adequadas às ações do jogador. Mais recentemente, Tang, Hanneghan e El Rhalibi (2009) reafirmaram a importância dos jogos terem objetivos claros, destacando que os conteúdos acadêmicos deveriam ser combinados ao enredo e que *feedback* específico deveria ser fornecido para cada ação do jogador. Skinner (1984) também destacou o sucesso dos videogames, além de elencar características que possibilitariam que as crianças utilizassem seu tempo na escola de maneira mais eficiente e, conseqüentemente, aprendessem mais. São essas características: presença de objetivos claros, ensino inicial de comportamentos pré-requisitos para repertórios mais complexos e respeito ao ritmo individual do estudante.

Com a finalidade de apoiar ou promover os processos de aprendizagem, alguns educadores têm feito uso de jogos comerciais, ou seja, jogos desenvolvidos e comercializados pela indústria de *games* para fins de entretenimento. O uso de jogos comerciais em sala de aula é defendido por autores como Eck (2006) que discute as vantagens desses jogos, como o menor tempo para implementação, a possível familiaridade dos aprendizes com jogos amplamente conhecidos, além da provável manutenção do engajamento dos jogadores observado fora do contexto formal de ensino. A escolha de jogos comerciais dependerá, como qualquer outra estratégia que vise à aprendizagem, dos objetivos de ensino. Assim, jogos de diferentes gêneros e estilos podem ser utilizados, por exemplo, os jogos *Civilization IV* (Firaxis Games, 2005) para ensino de História, *Roller Coaster Tycoon 3* (Frontier Developments, 2004) para ensino de conceitos de Física (Eck, 2006).

Ainda que o uso de jogos comerciais apresente-se como uma possibilidade viável, nem sempre adaptar os objetivos de um jogo pode ser a escolha mais apropriada. Jogos comerciais muitas vezes

não apresentam objetivos de ensino explícitos que coincidam com os comportamentos ensinados em ambiente acadêmico e sua adaptação pode produzir aprendizagens parciais se comparadas a uma atividade de ensino deliberadamente elaborada com esse propósito. Outra limitação pode ser encontrada na dificuldade por parte dos educadores de identificar os componentes educativos presentes nos jogos comerciais para integrá-los ao processo educativo tradicional (Kirriemuir & McFarlane, 2003). Para além do uso de jogos comerciais, é possível desenvolver jogos com objetivos explicitamente educativos, como se observa em diversas áreas como Ciência da Computação (Papastergiou, 2008), Matemática (Pareto, Arvemo, Dahl, & Gulz, 2011) entre outros.

A avaliação dos efeitos de um jogo digital sobre a compreensão do que os autores chamaram de conceitos básicos de aritmética, atitudes gerais relacionadas à Matemática e autoeficácia em Matemática foi objetivo de um estudo conduzido por Pareto et al. (2011). Participaram do estudo 153 crianças que frequentavam a 3ª e a 5ª série de duas escolas, distribuídas em dois grupos. Foi realizado um Pré-teste escrito composto por problemas aritméticos, questões relacionadas a atitudes gerais e questões sobre autoeficácia em Matemática. Após a avaliação inicial, um grupo fez uso do jogo uma vez por semana por 40 minutos, durante nove semanas, enquanto o outro grupo apenas assistiu às aulas tradicionais. De modo geral, os resultados indicaram melhores desempenhos em Matemática e o relato de maior autoeficácia para o grupo exposto ao jogo.

Ainda que investigações sobre a efetividade de jogos para o ensino tenham crescido nas últimas décadas, a literatura ainda carece de dados sobre avaliações e descrições claras acerca do desenvolvimento dos jogos e de fundamentação teórica que subsidie o desenvolvimento dos mesmos (Kirriemuir & McFarlane, 2004; Connolly et al., 2009). Em relação à fundamentação teórica, como afirmam Perkoski e Souza (2015b), há relações próximas entre os jogos educativos e métodos de ensino com base analítico-comportamental. A presença de objetivos claros e mensuráveis, a exigência de ocorrência em alta frequência das respostas requeridas para alcançar esses objetivos, o uso de reforçadores específicos para respostas também es-

pecificadas, *feedback* constante e planejamento do ritmo de avanço ao longo das fases são algumas das semelhanças citadas.

A proposta de desenvolvimento de um jogo com base nos princípios analítico-comportamentais de aprendizagem passa pelas seguintes etapas: definição de quais comportamentos pretende-se tornar mais prováveis com e no jogo, definição de contingências capazes de evocar esses comportamentos e, por fim, pela organização dos elementos formais do jogo (Perkoski & Souza, 2015b). A definição dos comportamentos que se pretende evocar deve descrever tanto os comportamentos relevantes relacionados ao tema ensinado, quanto os comportamentos que mantenham o jogador engajado na atividade. Planejar contingências que tornem esses comportamentos mais prováveis implica programar consequências reforçadoras contingentes aos comportamentos-objetivo.

Finalmente, após definir e planejar contingências para a emissão dos comportamentos-objetivo, cabe ao *designer* de jogos educativos organizar os elementos formais do jogo. A interação do jogador com o jogo é afetada diretamente pela organização desses elementos, sendo eles tecnologia, enredo, mecânica e estética (Schell, 2008/2011). A tecnologia diz respeito à mídia em que o jogo acontece, seja ela uma plataforma digital, um tabuleiro etc. O enredo ou narrativa é a história a ser contada pelo jogo, a mecânica refere-se às regras e demais procedimentos de funcionamento e a estética relaciona-se a aparência do jogo como cores, sons etc. (Schell, 2008/2011). O arranjo adequado dos elementos formais do jogo de acordo com as características dos jogadores e com os objetivos de ensino aumentam a probabilidade de manutenção do comportamento de jogar.

No desenvolvimento de um jogo educativo, as consequências reforçadoras devem ser programadas de forma que o engajamento do aprendiz e questões relacionadas à usabilidade sejam equilibradas. A usabilidade refere-se a certas características que indicam que a mecânica do jogo é clara e que o jogador aprende as regras suficientemente bem para que sua experiência com todos os elementos do jogo (e.g. caracterização de personagens, técnicas narrativas etc.) não seja prejudicada. De acordo com Sanchez, Zea e Gutiérrez

(2009), a usabilidade “é uma medida de uso do produto que permite aos utilizadores alcançar objetivos concretos em diferentes graus de eficácia, eficiência e satisfação, dentro de um contexto específico de uso”¹ (p. 356).

O engajamento, por sua vez, relaciona-se a um conjunto de respostas dos jogadores para as quais são programados reforçadores que mantenham a probabilidade deles permanecerem jogando. Avaliar usabilidade e engajamento implica avaliar o que autores como Sanchez, et. al (2009) definem como jogabilidade, que exige tanto que os jogadores atinjam os objetivos de ensino quanto o façam emitindo respostas de satisfação e engajamento. A busca pelo equilíbrio entre os objetivos de ensino, usabilidade e engajamento ocorre para que o jogo não destaque exageradamente as questões de ensino em detrimento de aspectos motivacionais ou que se apresente motivador e dinâmico, mas com poucas características educativas (Kirrimuir & McFarlane, 2004).

Além da organização dos elementos descritos, o procedimento de desenvolvimento de um jogo geralmente envolve a repetição de etapas de teste e avaliação do jogo (Schell 2008/2011). De acordo com o procedimento de *design* iterativo, um modelo rudimentar e simples do jogo deve ser criado o mais antecipadamente possível para ser avaliado. Esse modelo, chamado de protótipo funcional, não precisa apresentar refinamentos estéticos, desde que seja possível jogá-lo (Salen & Zimmerman, 2004; Schell 2008/2011).

Espera-se que a cada iteração, o jogo seja jogado por um ou mais jogadores para que posteriormente seja avaliado de maneira a identificar e promover as mudanças necessárias, tornando-o aos poucos mais próximo do modelo final. Em síntese, as interações entre os jogadores ou entre os jogadores e os estímulos do jogo nas partidas-teste, devem modelar o comportamento do *designer*, para que ele modifique o projeto de acordo com o *feedback* recebido por meio da forma como esses jogadores se comportam durante as partidas. O ciclo de testes e avaliações deve ocorrer o máximo de vezes pos-

1 “Usability is a measure of product use whereby users achieve concrete objectives in varying degrees of effectiveness, efficiency and satisfaction, within a specific context of use.”

sível, dentro do tempo estipulado para o desenvolvimento do jogo, para que o maior número de mudanças seja implementado com vistas a aprimorá-lo (Schell, 2008/2011). Os testes de protótipos de jogos educativos são fundamentais para avaliar se o jogo é reforçador para os comportamentos do público-alvo, se os elementos fundamentais funcionam e, é claro, se o jogo ensina e/ou avalia o que se propõe.

Diante dos poucos estudos conduzidos com avaliação sistemática nos testes de protótipos, mesmo um *designer* experiente pode encontrar dificuldades para prever todas as interações do jogador com o protótipo e, salvo raras exceções, mudanças serão sempre necessárias. No caso de um protótipo digital, muito tempo e dinheiro são investidos para que ele seja elaborado, o que torna uma reformulação completa do jogo muitas vezes inviável.

Uma possibilidade de avaliar jogos digitais durante seu processo de desenvolvimento é apresentada por Schell (2008/2011). Esse autor destaca que é possível “prototipar” a ideia de um jogo digital complexo em um jogo mais simples de tabuleiro captando usabilidade e engajamento semelhantes. O desenvolvimento de versões de protótipos de papel, ou protótipo de baixa fidelidade, como ferramenta de avaliação prévia não é restrito ao *design* de jogos, sendo amplamente utilizado na criação de diversos ambientes digitais como sites, aplicativos e quaisquer outros *softwares* que exijam a interface computador-indivíduo (Snyder, 2003). Outra vantagem desse procedimento é a economia de tempo e recursos, uma vez que protótipos físicos em papel podem ser criados mais rapidamente do que versões iniciais de *softwares* e, em consequência, podem ser testados e avaliados mais vezes antes da finalização do produto (Schell, 2008/2011).

Características do jogo “Korsan”

Os protótipos físicos em papel do jogo “*Korsan*” foram elaborados com o objetivo geral de ensinar e testar relações condicionais matemáticas. O jogo está baseado no modelo de rede de relações e equivalência de estímulos e destina-se ao ensino de relações entre numerais, conjuntos de pontos e duas diferentes formas de apresentação de problemas

de adição; e entre numerais, conjuntos de pontos e duas diferentes formas de apresentação de problemas de subtração.

Os modelos de redes de relações e de equivalência de estímulos tem origem nas pesquisas conduzidas por Sidman (1971) e Sidman e Tailby, (1982), guardando muitas semelhanças entre si. O modelo de rede de relações é definido pela formação de uma classe construída a partir de relações arbitrárias entre estímulos, sendo algumas relações condicionais dessa classe ensinadas diretamente e outras emergentes (de Rose, 1993). O modelo de equivalência também demonstra a formação de classes de estímulos arbitrariamente relacionados, definido pela emergência das propriedades específicas de reflexividade, simetria e transitividade. Os modelos são complementares e a compreensão de um se dá pelo entendimento do outro.

No que se refere ao ensino de habilidades matemáticas, procedimentos de ensino baseados no modelo de rede de relações e equivalência de estímulos têm sido amplamente utilizados em estudos sobre ensino e aprendizagem de conceito de número (Escobal, Rossit, & Goyos, 2010; Prado & de Rose, 1999), solução de problemas (Henklain & Carmo, 2013; Haydu, Costa, & Pullin, 2006; Iégas & Haydu, 2015), habilidades monetárias e manuseio de dinheiro (Cavaletti & Carmo, 2012; Rossit & Goyos, 2009). Há inclusive registros na bibliografia de estudos com jogos analógicos baseados no modelo de equivalência de estímulos (Haydu & Zanluqui, 2013) e rede de relações condicionais (Godoy, Alves, Xander, Carmo, & Souza 2015). Em razão de o jogo *Korsan* ter sido desenvolvido a partir do jogo de dominó adaptado usado por Godoy et al. (2015), este estudo será descrito.

O efeito de um jogo de dominó adaptado para o ensino de relações monetárias foi avaliado por Godoy et al. (2015). Participaram duas crianças da Educação Infantil. Os dominós foram desenvolvidos e utilizados para o ensino e teste de relações condicionais e os participantes jogavam individualmente com um pesquisador, devendo emparelhar as peças de dominó corretamente sobre a mesa em turnos. Foram desenvolvidos nove jogos de dominó com diferentes pares de relações. Cada dominó apresentava duas faces. Por exemplo, o Dominó 1 ensinava as relações entre numerais

impressos (A) e conjuntos de pontos (B). Todas as peças do dominó tinham um traço que as dividia ao meio, com estímulos, por exemplo, da classe A à esquerda e da classe B à direita. Nesse exemplo, os jogadores tinham as opções de emparelhamentos AB e BA. As classes de estímulos presentes nos jogos de dominó empregados no estudo eram: numerais impressos (A), conjuntos de pontos (B), problemas de adição (C), valores impressos (D) e valores de cédulas/moeda (E). Inicialmente foram ensinadas as relações AB/BA e AC/CA e foram testadas as relações BC/CB. Posteriormente foram ensinadas as relações AD/DA e DE/ED e testadas as relações DB/BD, EB/BE, EC/CE e DC/CD. Etapas de Pré-teste, Sonda e Pós-teste avaliaram as habilidades de nomeação dos estímulos das classes A, B, D e E, além do manuseio de dinheiro e resolução de problemas de adição após os testes AC/CA e DC/CD.

Observou-se aumento nas porcentagens de acerto nas tarefas de nomeação de numeral impresso (A), valor impresso (D) e valor de cédulas e moedas (E) para ambos os participantes. O P2 apresentou aumento na porcentagem de acerto na nomeação de conjuntos após o início da intervenção, enquanto o P1 já os nomeava corretamente no início do estudo. Antes da intervenção os participantes não resolveram corretamente nenhum dos problemas de adição propostos. Ao final da intervenção, ambos resolveram corretamente 80% das operações.

Com base na literatura sobre as dificuldades encontradas na aprendizagem de Matemática, na eficiência relatada em estudos com base no modelo de rede de relações e equivalência de estímulos e no emprego de jogos de dominós como ferramentas para o ensino, foram estabelecidos como objetivos para o jogo “*Korsan*”: produzir o ensino das relações entre numerais (A), conjuntos de pontos (B), problemas de adição com Algarismos (C) e problemas de adição na forma de balança (D); e entre numerais, conjuntos de pontos, problemas de subtração com Algarismos (C’) e problemas de subtração na forma de balança (D’).

Método

Participante e Local

Participou do estudo uma criança com 6 anos de idade, que frequentava uma escola particular e já apresentava o repertório de nomear números e conjuntos de pontos com numerosidades até 10. A coleta de dados foi realizada na residência do participante com o consentimento dos responsáveis.

Materiais

Para registro das sessões foram utilizados câmera filmadora Sony HDR-CX190, papel e caneta. A análise das filmagens foi feita em um notebook Acer Aspire E1-571-6837.

Instrumentos

Protótipo físico do jogo *Korsan*. Protótipo com cenários de papel e demais componentes físicos para o ensino e teste de relações condicionais.

Jogos de tabuleiro adaptados. Para avaliar solução de problemas de adição e subtração com Algarismos foi desenvolvido um tabuleiro com figuras cuja temática era mapa de tesouro pirata e números de 0 a 10. Para a avaliação de adição e subtração na forma de balança foi desenvolvido um tabuleiro com figuras temáticas de fundo do mar e conjuntos de pontos com numerosidades de 1 a 10 (Figura 2)

Folha de registro de sessões do jogo. Utilizada para registrar a ordem das jogadas e dos emparelhamentos realizados com os dominós.

Procedimento

Desenvolvimento dos protótipos do jogo. Após a definição dos objetivos de ensino, optou-se pela utilização de uma mídia digital para o desenvolvimento do mesmo. O jogo será programado em *Java* para uso na *web*. Foram desenvolvidos quatro protótipos físicos. Os três primeiros protótipos foram testados pela pesquisadora com outros adultos, sem coleta de dados sistemática. Esses primeiros testes de protótipos foram realizados com o objetivo de avaliar a composição das peças do jogo e para a escolha do enredo, a partir dos princípios do *design* iterativo. A fim de avaliar os efeitos do jogo na aprendizagem de relações matemáticas bem como a usabilidade e

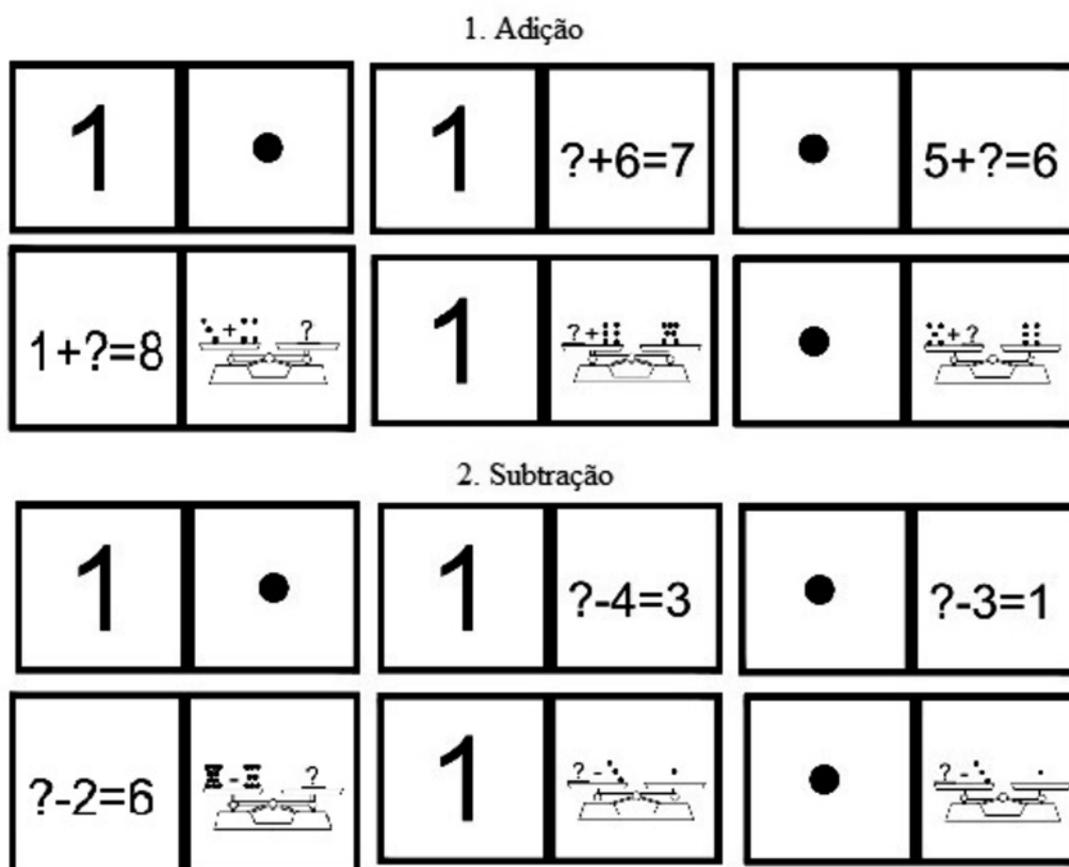


Figura 1. Exemplos das faces presentes em cada Dominó do protótipo. Na figura repete-se o primeiro dominó nas Etapas de Adição e Subtração, para explicitar que a intervenção pode ser feita com o primeiro, o segundo ou ambos os conjuntos de dominós.

engajamento dos jogadores durante as partidas foi desenvolvido o quarto protótipo físico, com as mudanças necessárias identificadas nos testes iniciais. Para o teste do último protótipo físico, foram confeccionados 11 jogos de dominós adaptados para ensino e teste de relações entre números, conjuntos de pontos e problemas de adição e subtração. Os problemas de adição e subtração com algarismos e na forma de balança presentes nos dominós eram apresentados com incógnitas nas posições *a*, *b* e *c* ($a+b=c$). A Figura 1 ilustra exemplos das faces dos dominós presentes no protótipo.

O enredo escolhido para o jogo foi o de caça ao tesouro pirata. De acordo com esse enredo, o participante deve ajudar o pirata Bartholomeu a percorrer todas as ilhas do arquipélago resolvendo desafios, isto é, emparelhando corretamente as peças do dominó, até alcançar o baú do tesouro de cada ilha. Cada ilha corresponde a uma relação ensinada

ou testada, ou seja, a um jogo de dominó. O jogador deve passar pelas ilhas na ordem planejada, de acordo com o ensino e teste programado. O enredo direcionou escolhas relacionadas à estética, optando-se pelo uso de imagens como tesouros, ilhas, redemoinhos, fundo do mar azul entre outros.

Quanto às regras e ao funcionamento do jogo, descritos pela mecânica, o jogador deve emparelhar corretamente as faces do dominó de acordo com as relações propostas em cada um deles. O participante deve deslocar o barco até a primeira ilha no cenário principal. No cenário de jogo a pesquisadora apresenta as peças e o participante deve escolher uma peça para iniciar a partida. Há 13 casas demarcadas por conchas e estrelas do mar nas quais as peças devem ser colocadas. O participante pode escolher as casas nas quais realiza os emparelhamentos, mudando as peças de lugar, se necessário. Ao concluir a primeira fase de ensino, o



Figura A



Figura B

Figura 2. Imagem dos cenários e demais componentes do jogo (Figura A) e representação gráfica dos tabuleiros utilizados nas avaliações de resolução de problemas de adição e subtração (Figura B).

participante deve mover o barco para a ilha seguinte no cenário principal e, assim por diante. Nas fases do jogo que correspondem às sessões de ensino de relações condicionais, para cada jogada correta, o jogador é elogiado, enquanto as jogadas incorretas são seguidas de correções e auxílio, se necessário. Para passar de fase são requeridos 100% de acertos nos emparelhamentos. Nas fases de ensino adota-se um procedimento de correção que prevê a repetição de jogadas com as peças anteriormente emparelhadas de forma incorreta. Por exemplo, se na primeira tentativa com um dominó o participante emparelhar incorretamente uma peça, ele terá de repetir a mesma “fase” do jogo na sessão posterior. Na segunda sessão com o mesmo dominó, a peça emparelhada incorretamente na sessão anterior, após ser corretamente emparelhada, é “roubada” pelo personagem caranguejo, exigindo que o participante realize a jogada novamente. Nas fases do jogo que correspondem às sessões de teste de relações condicionais (BC/CB, AD/DA, BD/DB, BC’/C’B, AD’/D’A e BD’/D’B), as jogadas não são seguidas por consequências específicas.

Em decorrência do espaço físico do papel, cada dominó foi subdividido em três jogos, que juntos for-

mam uma fase do jogo. Ao final de cada subdivisão do dominó, o participante recebe uma chave, caso acerte todos os emparelhamentos. Para progredir para a fase seguinte são, portanto, necessárias três chaves, que dão acesso a uma moeda fictícia colocada em um baú de madeira ao lado dos cenários de papel. Nas fases de teste, o jogador sabe apenas ao final de todas as subdivisões da fase quantas chaves conseguiu e se ganhou a moeda. A Figura 2 apresenta os componentes do protótipo físico avaliado nesse estudo e a representação gráfica dos tabuleiros utilizados no Pré-Teste e demais avaliações conduzidas no estudo.

A versão do jogo utilizada na avaliação do protótipo contém 11 jogos de dominós compostos de 31 peças cada um com dimensões de 6cm x 3cm, um cenário principal com dimensões de 42,0cm x 29,7cm, um cenário de jogo com dimensões de 59,4cm x 84,1cm, um barco de papel, três chaves de papel de 5 cm, um baú de madeira, moedas fictícias e um caranguejo de brinquedo.

Procedimento geral. O experimento foi realizado em 14 etapas: Pré-teste, Ensino I (AB/BA, AC/CA), Teste I (BC/CB), Sonda I, Ensino II (DC/CD),

Teste II (AD/DA, BD/DB), Sonda II, Ensino III (AC'/CA), Teste III (BC'/C'B), Sonda III, Ensino IV (C'D'/D'C'), Teste IV (AD'/D'A, BD'/D'B) Pós-teste e *Follow-up*. Todas as sessões eram filmadas para posterior registro. Para possibilitar que o jogo fosse testado o máximo de vezes possível optou-se por avaliar tanto os dominós de adição quanto os de subtração, possibilitando maior número de sessões de jogo.

O ensino e o teste de relações condicionais foi realizado por meio do protótipo físico do jogo "Korsan". A Figura 3 apresenta as classes de estímulos, a ordem e as relações ensinadas e testadas ao longo da avaliação.

Etapas de avaliação e de ensino:

Nas etapas de Pré-teste, Sondas, Pós-teste e *Follow-up* eram realizadas avaliações de resolução de problemas de adição e de subtração, realizadas com os jogos de tabuleiros adaptados.

Para cada avaliação (adição e subtração com algarismos e balança) foram apresentados ao participante, em ordem aleatória, 31 cartões com problemas com incógnitas nas posições *a*, *b* e *c*. O participante foi instruído a localizar o resultado de cada problema no tabuleiro e marcá-lo com uma

ficha de papel. Nenhum *feedback* foi fornecido pela pesquisadora.

Inicialmente realizou-se a etapa de adição na qual o participante foi convidado a jogar com o dominó com faces que apresentavam números e conjuntos de pontos (AB/BA). As peças eram dispostas no cenário de jogo e o participante era instruído a escolher uma peça para iniciar o jogo. Após a escolha da peça a pesquisadora informava ao participante que ele deveria escolher entre as demais peças uma que combinasse com a inicialmente escolhida. Acertos eram seguidos por elogios e erros por correções verbais da pesquisadora (" - Não é essa peça. Olhe novamente para as suas peças para escolher"). Assim que o participante atingisse 100% de acerto sem auxílio da pesquisadora, a relação entre números e problemas de adição com algarismos (AC/CA) era conduzida da mesma maneira. Em seguida realizou-se o teste das relações entre conjuntos de pontos e problemas de adição com algarismos (BC/CB), no mesmo formato de jogo, contudo sem *feedback* para jogadas corretas e incorretas. Por fim, foram ensinadas as relações entre problemas de adição com algarismos e problemas de adição na forma de balança (CD/DC) e testadas as relações entre números e problemas na forma de balança

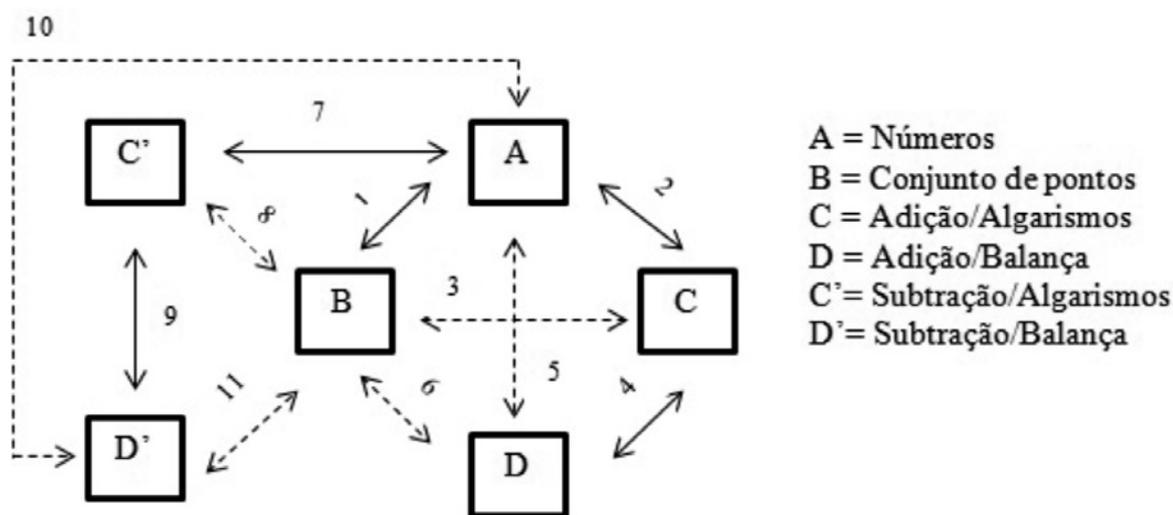


Figura 3. Classes de estímulos, relações ensinadas e testadas ao longo da avaliação. Os números indicam a sequência usada pelo participante para jogar com os dominós. As setas inteiras representam as relações ensinadas e as pontilhadas as relações testadas.

(AD/DA) e entre conjuntos de pontos e problemas na forma de balança (BD/DB).

Com o fim da etapa de adição, deu-se início à etapa de subtração. Essa etapa foi conduzida em sequência semelhante à etapa de adição, contudo houve a inclusão das classes de estímulos de subtração (C' e D') no lugar das classes de adição (C e D). Ademais, os dominós utilizados para ensinar as relações AB/BA não foram usados nesta etapa, pois estas relações foram ensinadas na etapa de adição.

Avaliação da usabilidade e do engajamento do participante. Para avaliar o funcionamento do jogo quanto às características de usabilidade e engajamento, realizou-se um registro categorizado dos comentários feitos pelo participante durante as sessões de jogo. Foram utilizadas as seguintes categorias de comportamentos descritas por Perkoski e Souza (2015a): perguntas sobre o jogo (PJ), comentários positivos sobre o jogo (CP), comentários negativos sobre o jogo (CN), solicitação de ajuda para

executar ações do jogo (SA). Foram também incluídas mais duas categorias para completar a análise: comentários sobre assuntos alheios ao jogo (CA) e comentários sobre o enredo/história (CH). Foi também registrada a duração das sessões de jogo.

Resultados

O protótipo do jogo foi avaliado quanto à usabilidade e ao engajamento e, secundariamente quanto ao cumprimento dos objetivos de ensino. A seguir são apresentados os resultados de cada uma dessas avaliações.

Avaliação da Usabilidade e Engajamento do Participante

Uma das mediadas da avaliação de usabilidade é o tempo das sessões do jogo. A Figura 4 apresenta a duração de cada sessão de ensino e teste de relações condicionais.

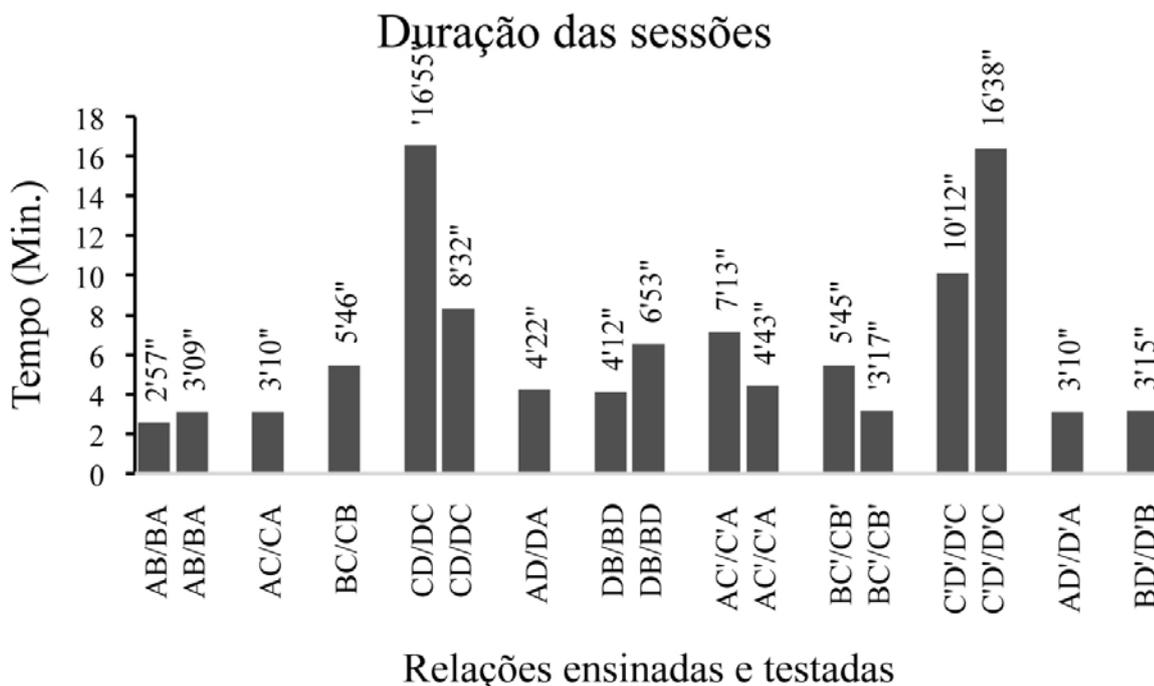


Figura 4. Duração das sessões de ensino e teste de relações condicionais em minutos.

O tempo médio das sessões foi de 6 minutos e 28 segundos. A variabilidade geral no tempo das sessões pode ser explicada pela diferença na natureza das tarefas, uma vez que algumas relações são mais complexas que outras. Por exemplo, a relação entre problemas com Algarismos e problemas sob a forma de balança é mais complexa que a relação entre números e conjuntos de pontos e, portanto, o tempo para a realização das sessões também é diferente. É possível, entretanto, comparar a duração das sessões de ensino ou teste das relações que foram repetidas. Nas sessões nas quais houve repetição das relações (relações AB/BA, DB/BD e C'D'/D'C) o tempo na segunda sessão foi maior do que na primeira, enquan-

to para as relações CD/DC, AC'/C'A e BC'/C'B ocorreu o contrário. A não diminuição na duração das sessões de repetição em relação às primeiras pode indicar problemas de usabilidade, provavelmente em razão das combinações das peças. Nas sessões de repetição nas quais houve aumento no tempo de duração, observou-se que sobram peças a serem emparelhadas (o jogo “fechou”), sendo necessário que o participante as reorganizasse para concluir o emparelhamento de todas, o que provavelmente explica o maior tempo dispendido nas sessões e problemas com a mecânica do jogo.

Além do tempo, os comentários emitidos pelo participante durante as sessões foram categorizados

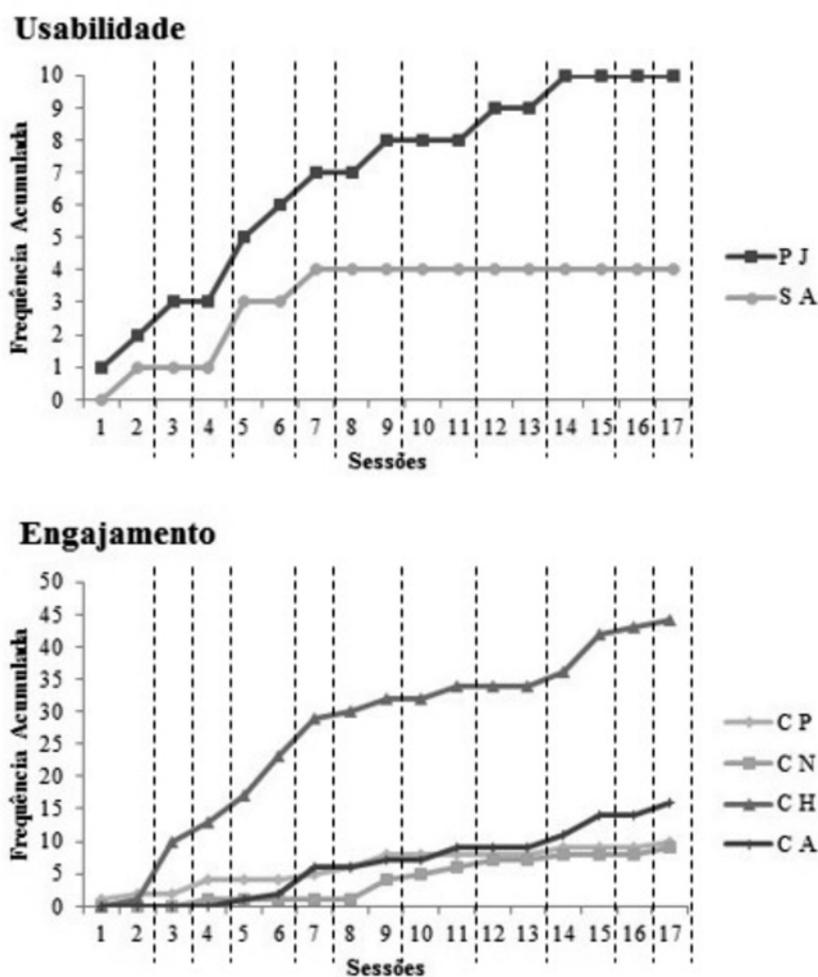


Figura 5. Frequência acumulada dos comportamentos registrados para avaliação da usabilidade e engajamento. Na avaliação de usabilidade PJ refere-se a perguntas relacionadas ao jogo e SA a solicitação de ajuda para realizar as ações do jogo. Na avaliação de engajamento CP refere-se a comentários positivos sobre o jogo, CN a comentários negativos sobre o jogo, CA a comentários sobre assuntos alheios ao jogo e, finalmente, CH a comentários sobre o enredo/história. As linhas verticais indicam a separação das relações ensinadas em cada sessão.

para avaliar usabilidade e engajamento. As categorias de comportamentos foram separadas didaticamente em dois grupos. A Figura 5 apresenta a frequência acumulada dos comportamentos registrados para a avaliação de usabilidade e engajamento.

Na avaliação de usabilidade observa-se que a partir da 7ª sessão o participante não solicitou a ajuda da pesquisadora para executar ações do jogo, o que pode indicar que o participante passou a compreender e a dominar a mecânica do jogo ao longo das sessões. Apesar da frequência de perguntas sobre o jogo ser baixa (10 perguntas), elas ocorreram até a 14ª sessão. É possível que a ausência de modelo de como emparelhar as peças dos dominós, que não foi fornecido pela pesquisadora antes de cada fase, possa ter contribuído para a manutenção das perguntas relacionadas ao jogo o que representa indícios de problemas de usabilidade. As deficiências identificadas na usabilidade, contudo, não foram suficientes para diminuir a frequência de jogadas do participante, nem para levá-lo a desistir de jogar. Quanto ao engajamento do jogador, a emissão de comentários relacionados ao enredo do jogo em alta frequência ao longo das sessões é um dado que parece indicar que a história contada foi adequada para manter o engajamento de uma criança de 6 anos. Quanto aos comentários sobre assuntos alheios ao jogo, verifica-se que este tipo de comentário foi emitido com maior frequência nas últimas sessões, o que pode indicar que o engajamento diminuiu com o passar da intervenção. É possível também que respostas requeridas ao final do jogo (relativas aos problemas de subtração) fossem mais difíceis para o participante, que poderia apresentar comportamentos de fuga (comentando sobre outros assuntos) diante dos problemas apresentados nos dominós. Ainda assim, esse dado deve ser analisado com cautela uma vez que a coleta foi realizada na sala da residência do participante por onde passavam outras pessoas sobre quem se referiam a maioria dos comentários dessa natureza (e.g., “*Meu pai vai viajar hoje*” e “*Meu irmão acordou*”). A presença de outras pessoas pode ter atuado como evento concorrente a situação de jogo. Os comentários negativos emitidos, sobretudo, a partir da 9ª sessão, apesar de poderem indicar diminuição do engajamento, parecem ser mais um indício de falha na usabilidade, uma vez que a maioria dos

comentários dessa categoria era de críticas à dificuldade de emparelhar todas as peças sem sobrar nenhuma (e.g., “*Ah, que droga fechou de novo!*”). Apesar dos comentários negativos emitidos, o participante não pediu para interromper a atividade. Ressalta-se que a coleta de dados foi realizada na casa do participante e, por diversas vezes, a televisão estava ligada, havia brinquedos disponíveis (bola, cama elástica etc.) em locais conhecidos pelo participante e próximos dele e, mesmo nas sessões nas quais foram emitidos comentários negativos sobre o jogo, o participante não fez menção de trocar de atividade e assistir televisão ou brincar com os brinquedos, por exemplo. De modo geral, os resultados indicaram que o jogo parece manter o engajamento e que não há a necessidade de implementar grandes mudanças nesse sentido para a versão digital do jogo.

Avaliação do Cumprimento dos Objetivos de Ensino

O jogo apresentou 11 dominós correspondentes a diferentes fases, contudo em decorrência da necessidade de repetição de alguns deles, foram realizadas 17 sessões de jogo com o participante. A Figura 6 apresenta as porcentagens de acertos do participante para todas as relações ensinadas e testadas na avaliação do protótipo.

Na etapa de adição foi necessário que o participante repetisse uma vez as fases do jogo correspondentes ao ensino das relações AB/BA e CD/DC e a fase de teste da relação BD/DB para alcançar 100% de acertos nos emparelhamentos das peças. Ressalta-se que para a relação BD (relação entre número de pontos e adição na forma de balança) não houve tentativa de emparelhamento das peças.

Quanto às sessões com os dominós da etapa de subtração, foi necessário repetir uma vez o ensino das relações ensinadas AC'/CA e D'C'/C'D' e da relação testada BC'/C'B para que o participante alcançasse 100% de acertos nos emparelhamentos. O participante não emitiu nenhuma tentativa de emparelhamento das relações AC' (entre numeral e problemas de subtração) e BC' (entre número de pontos e problemas de subtração). De forma geral, os dados indicam que houve o aprendizado das relações ensinadas e a emergência das relações testadas.

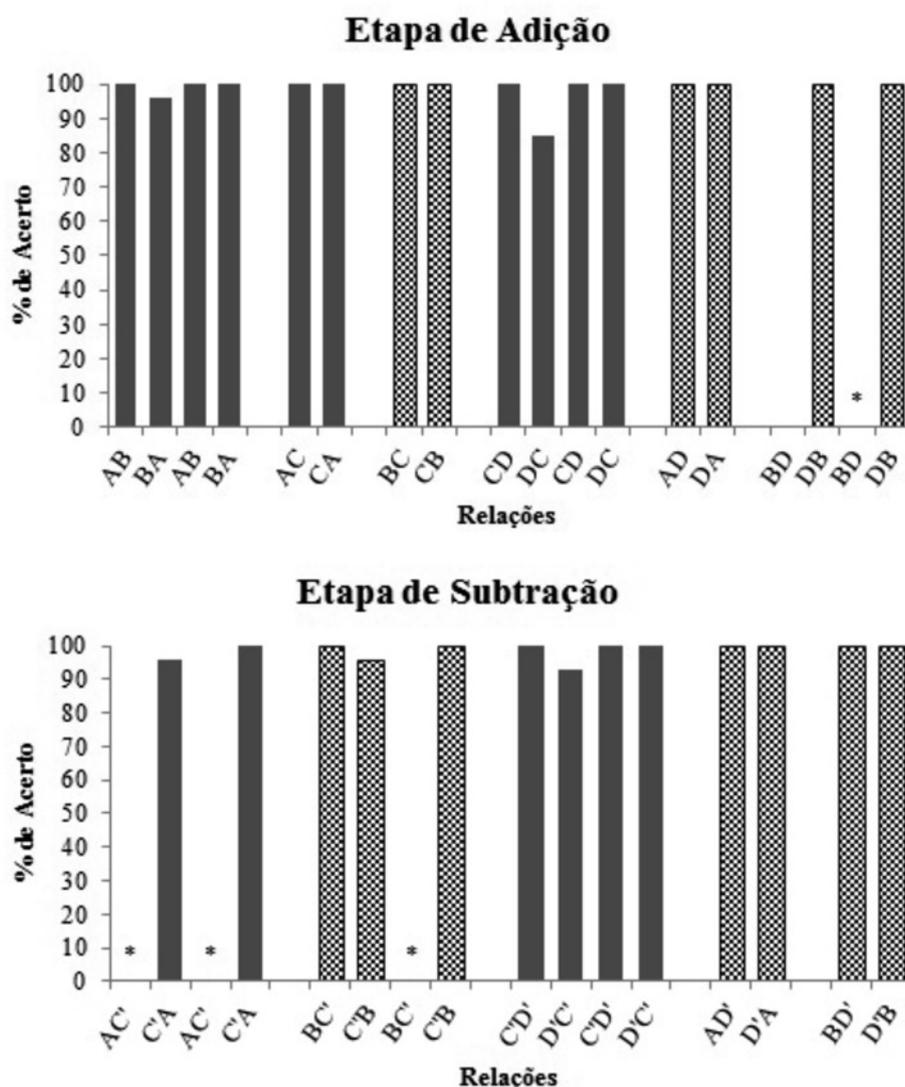


Figura 6. Relações ensinadas e testadas por meio dos dominós. As colunas cinza representam as relações ensinadas e as quadriculadas representam as relações testadas. O asterisco indica que não houve emparelhamento das peças.

A Figura 7 apresenta os resultados das sessões de pré-teste, sonda e pós-teste para os problemas de adição e subtração com incógnita nas três posições (*a*, *b* e *c*).

Os resultados obtidos por meio das sessões de Pré-teste, Sondas e Pós-teste indicam que o participante já apresentava bom repertório de resolução de problemas de adição antes do início da intervenção com o jogo, alcançando mais de 80% de acerto em todas as posições de incógnitas nas duas formas de apresentação de problemas. Após o início da intervenção, houve aumento nas porcentagens de acerto para os problemas de adição com algarismos

e incógnita na posição *a*, bem como, para problemas de adição na forma de balança com incógnitas nas posições *a* e *b*. Na sessão de *follow-up* realizada uma semana após o final da intervenção com o jogo, as porcentagens de acerto foram mantidas em 100% para todas as formas de problemas apresentados com incógnitas em todas as posições.

Quanto à etapa de subtração observa-se que o participante apresentava menor porcentagem de acerto nas duas formas de apresentação de problemas de subtração com incógnitas na posição *a*. No Pós-teste houve aumento nas porcentagens de acerto para 100% nesse tipo de problema. Uma

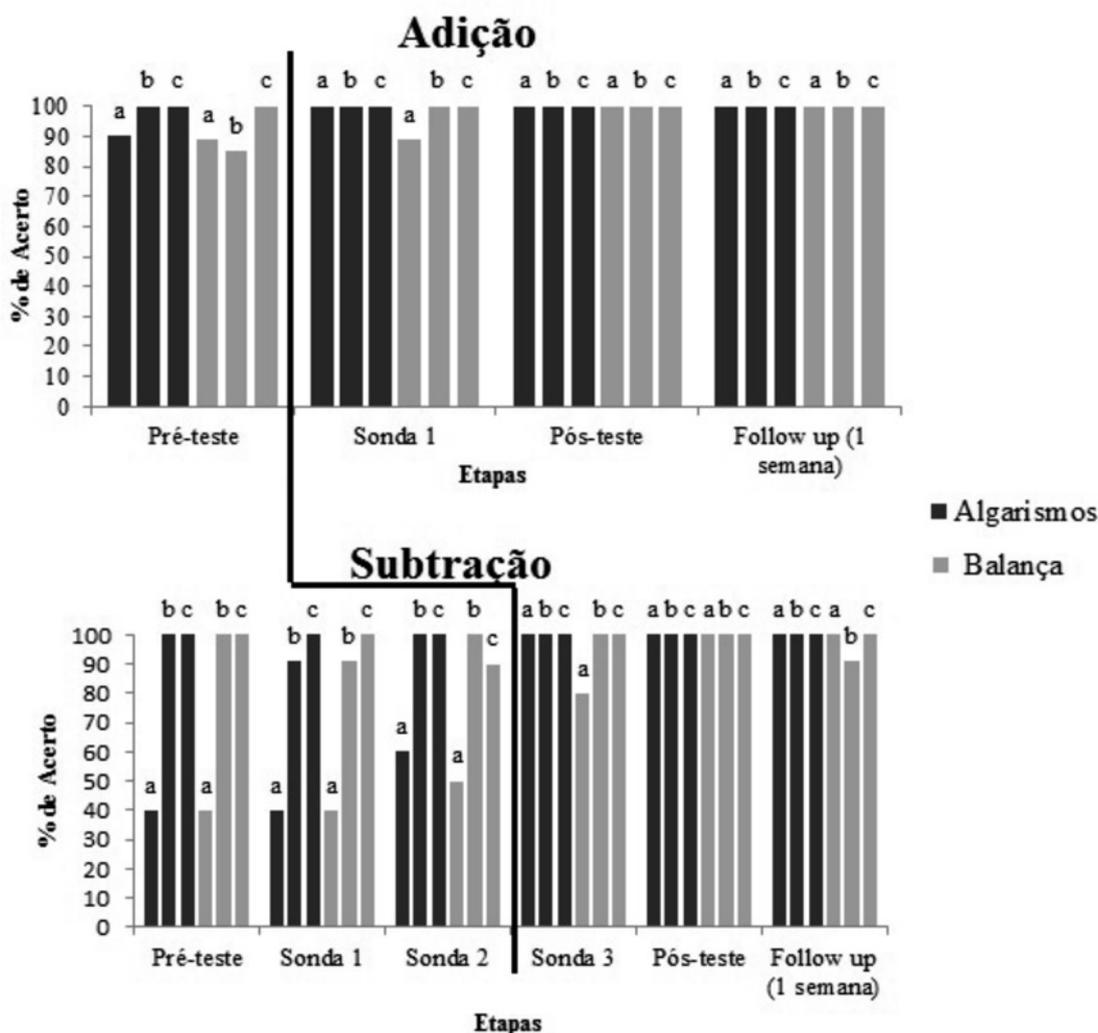


Figura 7. Avaliações de adição e subtração com algarismos e na forma de balança ao longo da avaliação do protótipo. A linha preta indica o início da intervenção nas etapas de adição e subtração.

semana após o final da intervenção, com exceção dos problemas de adição na forma de balança com incógnita na posição *b*, houve manutenção do desempenho nas relações avaliadas.

Discussão

Ainda que seja bem aventada na literatura a possibilidade de usar protótipos físicos, bem como a relevância de se avaliar o jogo precocemente e várias vezes, não há muitos estudos que ilustrem esse procedimento ou que apresentem dados empíricos das avaliações (Kirriemuir & McFarlane, 2004; Connolly et al., 2009). A avaliação de todos os aspectos do

jogo descritos neste artigo foi realizada por meio da observação direta dos comportamentos do participante durante o jogo, buscando preencher lacunas observadas em estudos conduzidos com jogos, que geralmente avaliam tanto o jogo quanto seus efeitos sobre o ensino por meio de questionários ou entrevistas (e.g. Pareto, et. al, 2011; Katmada et. al, 2014). A condução de avaliações por meio de observações diretas na mudança do comportamento do aprendiz, em delineamentos de sujeito único, como realizado no presente estudo, é a principal contribuição da Análise do Comportamento para o procedimento iterativo (Perkoski & Souza, 2015b).

Os resultados da avaliação do cumprimento dos objetivos de ensino dão indícios de que o jogo parece ser útil para ensinar o que se propõe. Ainda que, de modo geral, o participante apresentasse bom desempenho na resolução de problemas de adição e subtração, o jogo parece ter se mostrado uma ferramenta útil para melhorar o desempenho do participante na resolução de problemas de adição com incógnita na posição *b* e de subtração com incógnita na posição *a*. Contudo, o bom desempenho apresentado pelo participante na resolução de problemas de adição e subtração antes da intervenção com o jogo dificultam avaliar com clareza se o jogo atende aos objetivos de ensino.

Quanto à avaliação de usabilidade e engajamento em um protótipo físico cabe destacar algumas implicações em relação aos elementos formais do jogo. A avaliação da mecânica do jogo, por exemplo, pode ser limitada, uma vez que o funcionamento da versão digital do jogo, provavelmente será diferente da apresentada na avaliação do protótipo físico. A apresentação das regras foi feita verbalmente pela pesquisadora, enquanto na versão digital pretende-se que os personagens do jogo o façam utilizando os recursos visuais e sonoros disponíveis ou por meio de tutorial. O *feedback* para as jogadas e o procedimento de correção (caranguejo que roubava peças) foram mediados pela pesquisadora e fornecidos com atraso em algumas jogadas, visto que era necessário conferir os resultados dos problemas emparelhados pelo participante. Conforme descreve Souza (2000) “as relações de contingência que envolvem a contiguidade temporal são mais efetivas que as contingências que envolvem atrasos, na aquisição, na manutenção e na regularidade do comportamento” (p. 128). Na versão digital do jogo, o *feedback* imediato e uniforme programado pode favorecer a aprendizagem não apenas das relações ensinadas, mas também das regras do jogo.

As limitações observadas na avaliação da mecânica do jogo em seu protótipo físico não são tão relevantes na avaliação de outros elementos. O enredo e a estética do jogo, por exemplo, puderam ser aperfeiçoados durante todo o procedimento por meio dos frequentes *feedbacks* fornecidos pelo participante, a respeito de cores e desenhos de personagens, por exemplo. Além disso, mesmo uma

versão desenvolvida em mídia diferente apresenta propriedades semelhantes ao jogo digital que se pretende desenvolver quanto ao enredo e a estética (e.g., mesmos personagens, história a ser contada etc.) e mesmas atividades de ensino.

Finalmente, a avaliação de usabilidade e engajamento foi realizada por meio da categorização dos comportamentos emitidos pelo participante durante as partidas. Observar e categorizar o relato verbal do participante permitiu inferir engajamento enquanto predisposições para agir de certa maneira. Ao discorrer sobre emoções enquanto predisposições, Skinner (1953/2003) exemplifica: “alguém ‘que ama’ mostra uma grande tendência para auxiliar, favorecer, estar com, e cuidar de, e uma pequena inclinação para ofender de qualquer maneira” (p.178). Tratadas dessa forma, classes de comportamentos como falar positivamente sobre o jogo, elogiar e comentar sobre o enredo, bem como permanecer na atividade diante de atividades concorrentes dão indícios do engajamento do participante na atividade.

Os dados dessa categorização mostraram também que apesar da alta frequência de comportamentos que indicam engajamento, mostra-se necessário planejar e implementar ajustes na usabilidade para as próximas versões do jogo. A partir dos comentários emitidos pelo participante durante a avaliação, uma das mudanças que se espera implementar é a apresentação de instruções com modelos de emparelhamentos no início de todas as sessões de ensino, com o objetivo de melhorar a compreensão da tarefa e aperfeiçoar a usabilidade na versão digital do jogo. Espera-se também na versão digital do jogo alterar a possibilidade de emparelhamentos para impedir que o jogo termine sem que todas as relações sejam ensinadas ou testadas. Uma possível forma de implementar essa modificação é por meio de alterações na mecânica do jogo, disponibilizando trilhas de dominó pré-programadas com lacunas a serem preenchidas com as peças.

Com esse trabalho espera-se ampliar a literatura sobre o desenvolvimento de jogos educativos de base analítico-comportamental por meio do procedimento iterativo. Futuras pesquisas poderiam testar o jogo com participantes que apresentem baixos desempenhos na resolução de problemas de adição e subtração, em ambiente com maior controle de

variáveis externas, além de implementar as mudanças citadas para alterar a usabilidade, investigando o efeito dessas alterações sobre os aspectos destacados nessa primeira avaliação.

Referências

- All, A., Castellar, E. P. N., & Van Looy, J. (2014). Measuring effectiveness in digital game-based learning: a methodological review. *International Journal of Serious Games*, 1(2), 3-21. doi: 10.17083/ijsg.v1i2.18
- Cavaletti, R. L., & dos Santos Carmo, J. (2012). Ensino de habilidades no uso de dinheiro a idoso com perda de memória por meio de relações condicionais e equivalência. *Interação em Psicologia*, 16(2).
- Connolly, T.M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.004
- Connolly, T., Stansfield, M., & Hainey, T. (2009). Towards the development of a games-based learning evaluation framework. In T. Connolly, M. Stansfield, & L. Boyle (Orgs.), *Games-based learning advancements for multi-sensory human computer interfaces: Techniques and effective practices* (pp.251-273), New York: Information Science Reference.
- de Rose, J. C. C. (1993). Classes de estímulos: implicações para uma análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 9(2), 283-303.
- Del Rey, D. (2009). *Análise do comportamento no Brasil: o que foi pesquisado até 2005 em relação aos comportamentos matemáticos* (Dissertação de Mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia Experimental: Análise do Comportamento, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo). Recuperado de http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=146984
- Eck, R. V. (2006). Digital game-based learning: it's not just the digital natives who are restless. *Educause Review*, 41(2), 16-30.
- Escobal, G., Rossit, R. A. S., & Goyos, C. (2010). Aquisição de conceito de número por pessoas com deficiência intelectual. *Psicologia em Estudo*, 15(3), 467-475. doi: 10.1590/S1413-73722010000300004
- Espanhol, J., & Lisboa, A. P. (2015). MEC revela média de notas dos alunos no Enem 2014. *Correio brasileiro*. Recuperado de http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/eu-estudante/especial_enem/2015/01/13/especial-enem-interna,466144/inep-revela-media-de-notas-dos-alunos-no-enem-2014.shtml
- Firaxis Games Inc. (2005). *Sid Meier's Civilization IV [PC game]*. New York: TakeTwo Interactive Software.
- Frontier Developments (2004). *Roller Coaster Tycoon 3 [PC game]*. New York: Atari Inc.
- Girard, C., Ecalle, J., & Magnan, A. (2013). Serious games as new educational tools: how effective are they? A metaanalysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(3), 207-219. doi:10.1111/j.1365-2729.2012.00489.x
- Godoy, M. C. J., Alves H. W., Xander, P., Carmo, J. S., & Souza, S. R. (2015) Ensino de equivalência monetária por meio de um jogo de dominó adaptado. *Acta Comportamental*, 23(2), 117-135.
- Gris, & Souza. (2016). *Korsan*. Jogo digital.
- Haydu, V. B., Costa, L. P. D., & Pullin, E. M. M. P. (2006). Resolução de problemas aritméticos: Efeito de relações de equivalência entre três diferentes formas de apresentação dos problemas. *Psicologia: reflexão e crítica*, 19(1), 44-52. doi: 10.1590/S0102-79722006000100007
- Haydu, V. B., & Zanluqui, L. V. (2013). Jogo de tabuleiro para ensino de habilidades monetárias: grau de aprendizagem de diferentes faixas etárias. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 4(2), 122-135.
- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. D. S. (2013). Equivalência de estímulos e redução de dificuldades na solução de problemas de adição e subtração. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 29(3), 341-350. doi: 10.1590/S0102-37722013000300012
- Iéguas, A. L. D. F., & Haydu, V. B. (2015). Resolução de problemas aritméticos: efeitos de ensino com uma balança virtual. *Temas em Psicologia*, 23(1), 83-96. doi: 10.9788/TP2015.1-06

- INEP (2015). *Avaliação Nacional de Alfabetização 2014*. Brasília. Recuperado de http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=21091-apresentacao-ana-15-pdf&category_slug=setembro-2015-pdf&Itemid=30192
- Katmada, A., Mavridis, A., & Tsiatsos, T. (2014). Implementing a game for supporting learning in mathematics. *The Electronic Journal of e-Learning*, 3 (12), 230-242.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2003). Use of computer and video games in the classroom. *Level Up: The digital games research conference*, Utrecht University, The Netherlands.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). Literature review in games and learning. *Futurelab series*, 8, 1-35.
- Linehan, C., Roche, B., Lawson, S., Doughty, M., & Kirman, B. (2009). A behavioural framework for designing educational computer games. *Vienna Games Conference: Future and Reality of Gaming*.
- Malone, T. W. (1980). *What makes things fun to learn? A study of intrinsically motivating computer games*. Technical report, Xerox Palo Alto Research Center, Palo Alto: California.
- Matos, M. A. (1980). Controle experimental e controle estatístico: a filosofia do caso único na pesquisa comportamental. *Ciência e Cultura*, 42(8), 585-592.
- Newzoo (2014). *Global Games Market Will Grow 9.4% to \$91.5Bn in 2015*. Disponível em <http://www.newzoo.com/insights/global-games-market-will-grow-9-4-to-91-5bn-in-2015/>
- Panosso, M. G., Souza, S. R., & Haydu, V. B. (2015). Características atribuídas a jogos educativos: uma interpretação analítico-comportamental. *Revista Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 19(2), 233-241. doi: 10.1590/2175-3539/2015/0192821
- Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12. doi:10.1016/j.compedu.2008.06.004
- Pareto, L., Arvemo, T., Dahl, Y., Haake, M., & Gulz, A. (2011). A teachable-agent arithmetic game's effects on mathematics understanding, attitude and self-efficacy. In *Artificial Intelligence in Education* (pp. 247-255). Heidelberg: Springer Berlin.
- Perkoski, I. R. & Souza, S. R. (2015b). Sistematização do procedimento de desenvolvimento de jogos educativos de tabuleiro: Jogo "O Espião". *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 6(2), 4-88. doi: 10.18761/pac.2015.020
- Perkoski, I. R., & Souza, S. R. (2015a). *Desenvolvimento e avaliação de um jogo educativo para ensino de comportamentos de prevenção do bullying escolar* (Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Análise do Comportamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina). Recuperado de: <http://www.uel.br/pos/pgac/wp-content/uploads/2016/01/Desenvolvimento-e-avalia%C3%A7%C3%A3o-de-um-jogo-educativo-para-ensino-de-comportamentos-de-preven%C3%A7%C3%A3o-do-bullying-escolar.pdf>
- Prado, P. S. T. D., & de Rose, J. C. (1999). Conceito de número: uma contribuição da análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 15(3), 227-235.
- Prensky, M. (2012). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. São Paulo: Senac. (Trabalho original publicado em 2001).
- Rossit, R. A. S., & Goyos, C. (2009). Deficiência intelectual e aquisição matemática: currículo como rede de relações condicionais. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 13(2), 213-225.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: game design fundamentals*. MIT Press.
- Sánchez, J. G., Zea, N. P., & Gutiérrez, F. L. (2009). Playability: How to identify the player experience in a video game. In *Human-Computer Interaction-INTERACT 2009* (pp. 356-359). Berlin: Springer.
- Schell, J. (2011). *A arte do game design: o livro original*. Rio de Janeiro: Elsevier (Trabalho original publicado em 2008).
- Sidman, M. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 5-13. doi:10.1044/jshr.1401.05
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching-to-sample: an ex-

- pansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(1), 5-22. doi: 10.1901/jeab.1982.37-5
- Skinner, B. F. (1953/2003). *Ciência e comportamento humano*. São Paulo: Martins Fontes. (Trabalho original publicado em 1953).
- Skinner, B. F. (1984). The shame of the American education. *American Psychologist*, 39, 947-954. doi: 10.1037/0003-066X.39.9.947.
- Snyder, C. (2003). *Paper prototyping: The fast and easy way to design and refine user interfaces*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Souza, D. G. (2000). O conceito de contingência: um enfoque histórico. *Temas em Psicologia da SBP*, 8(2), 125-136.
- Tang, S., Hanneghan, M., & El Rhalibi, A. (2009). Introduction to Game-based learning. In: T. Connolly, M. Stansfield, & Boyle, L. (Orgs.), *Games-based learning advancements for multi-sensory human computer interfaces: Techniques and effective practices* (pp.1-17), New York: Information Science Reference.
- Xander, P. (2013). “*Dimdim: negociando e brincando*” no ensino de habilidades monetárias a pré-escolares (Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Análise do Comportamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina). Recuperado de http://www.uel.br/pos/pgac/wp-content/uploads/2014/03/Dimdim-negociando-brincando_no-ensino-de-habilidades-monet%C3%A1rias-a-pr%C3%A9-escolares.pdf.

Informações do Artigo

Histórico do artigo:

Submetido em: 29/01/2016

Primeira decisão editorial: 13/03/2016

Aceito em: 13/05/2016

Editor Associado: Lidia Maria Marson Postalli