



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

GABRIELE GRIS

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DE  
DOMINÓ DIGITAL ADAPTADO PARA ENSINO DE  
RELAÇÕES CONDICIONAIS MATEMÁTICAS**

---

Londrina  
2016

GABRIELE GRIS<sup>1</sup>

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DE  
DOMINÓ DIGITAL ADAPTADO PARA ENSINO DE  
RELAÇÕES CONDICIONAIS MATEMÁTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise do Comportamento, do Departamento de Psicologia Geral e Análise do Comportamento, da Universidade Estadual de Londrina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Análise do Comportamento.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Regina de Souza

Coorientador: Prof. Dr. João dos Santos Carmo

Londrina  
2016

---

<sup>1</sup> Bolsista CAPES/DS

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Gris, Gabriele.

Desenvolvimento e avaliação de um jogo de dominó digital adaptado para ensino de relações condicionais matemáticas / Gabriele Gris. - Londrina, 2016.  
118 f. : il.

Orientador: Sílvia Regina de Souza Arrabal Gil.

Coorientador: João dos Santos Carmo.

dissertação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Análise do Comportamento, 2016.  
Inclui bibliografia.

1. Jogos Digitais - . 2. Matemática - . 3. Rede de relações - . 4. Game Design - . I. Gil, Sílvia Regina de Souza Arrabal. II. Carmo, João dos Santos. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Análise do Comportamento. IV. Título.

GABRIELE GRIS

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DE DOMINÓ  
DIGITAL ADAPTADO PARA ENSINO DE RELAÇÕES  
CONDICIONAIS MATEMÁTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise do Comportamento, do Departamento de Psicologia Geral e Análise do Comportamento, da Universidade Estadual de Londrina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Análise do Comportamento. Área de concentração: Análise do Comportamento

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Silvia Regina de Souza  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Coorientador: Prof. Dr. João dos Santos Carmo  
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Verônica Bender Haydu  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Paulo Prado  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Filho – UNESP

Londrina, 21 de outubro de 2016.

## AGRADECIMENTOS

Embora eu costume esbravejar sempre que possível o quanto eu gosto de “dar conta” das minhas responsabilidades sozinha, a experiência do Mestrado só foi possível graças a pessoas maravilhosas que sempre estiveram por perto para me ajudar e a quem muito tenho a agradecer.

E eu só cheguei até aqui porque meus pais, Neli e Wilson, durante toda a minha vida abriram mão dos próprios sonhos para que eu pudesse correr atrás dos meus. Eu poderia escrever mil dissertações e agradecê-los em todas e não seria suficiente. Agradeço imensamente também ao meu irmão Junior que, mesmo longe, sempre se fez presente com as ligações carinhosas nos finais de tarde e, que em tempo de dissertação, fez comigo os primeiros *playtests* com as peças de dominó na mesa da cozinha em um feriado qualquer, além de me ajudar a calcular as probabilidades de combinação das peças quando eu não sabia nem por onde começar.

Talvez eu não encontre as palavras certas para agradecer à minha orientadora Silvia, que desde os trabalhos de graduação, projeto de iniciação científica e agora no Mestrado sempre foi para mim um exemplo de docente, pesquisadora e mulher. Obrigada por atender aos meus chamados, me ajudar a enxergar os pontos positivos do jogo e da dissertação e, principalmente por permitir que eu me sentisse segura para tomar as minhas decisões tanto na nossa pesquisa quanto no estágio em docência.

Sou muito agradecida pela oportunidade de ser coorientada nesse trabalho pelo professor João, que me recebeu em São Carlos, deu supervisões atenciosas, emprestou material, conversou sobre detalhes da pesquisa e me ajudou a voltar para casa com um projeto do qual eu já me orgulhava bastante. Agradeço muito pelas sugestões cuidadosas e precisas na reta final do trabalho.

Agradeço à CAPES pela bolsa concedida na maioria do Mestrado e que foi fundamental para arcar com parte das despesas de desenvolvimento do jogo. Com carinho agradeço à equipe do colégio, especialmente à Luciana e a Jaqueline que abriram as portas para a minha coleta de dados. Agradeço também aos pais das crianças que se dispuseram a levar seus filhos no contra turno das aulas para que eles pudessem participar da pesquisa e aos pequenos que me ensinaram muito enquanto aprendiam.

Agradeço à professora Verônica Haydu e ao professor Paulo Prado por prontamente aceitarem o convite para compor a banca desde a qualificação e pelas valorosas contribuições ao trabalho. Agradeço também à professora Ednéia Hayashi que compôs a banca da disciplina de Projetos com a professora Verônica e aos demais professores do programa e do PGAC que contribuíram com a minha formação acadêmica.

Aos queridos colegas do grupo de estudos que foram “orientadores informais” e apoiadores de basicamente qualquer proposta que eu apresentava: muito obrigada! Agradeço especialmente às meninas pelas parcerias nos estudos sobre jogos e à Clara pela enorme ajuda durante a coleta de dados. Não consigo falar no LADEJE sem agradecer à Iza, grande parceira para absolutamente qualquer ideia que dividimos. Obrigada por enxergar potencial no meu trabalho e me incentivar a me expor em diferentes contextos. Sua amizade e parceria são presentes da UEL que engrandeceram a minha caminhada e que pretendo manter em minha vida.

Meus agradecimentos também à Mariana Panosso que desde a sua pesquisa sempre foi alguém com quem eu pude conversar e que sempre me acolheu. Agradeço também à família da Mari que no último ano me “adotou” carinhosamente durante um dos períodos mais complicados do Mestrado e desde então sempre esteve por perto dividindo bons momentos.

Presentes em três semestres do Mestrado, para além da dissertação, agradeço aos alunos das turmas de 2014 e 2015 do curso de Esporte que tornaram as sextas-feiras pela manhã alguns dos meus dias mais desafiadores e felizes nesses dois anos.

No Mestrado também encontrei grandes amigos com quem dividi risadas, buracos quentes, cervejas, fofocas e tudo que fosse necessário para que juntos pudéssemos levar os dias com mais leveza. Ao “Grupinho Top” todo o meu carinho. Agradeço também a Ludmila, que mais do que a melhor colega de apartamento que alguém pode ter, foi também audiência para milhares de dúvidas sobre escolhas de procedimento e para apresentações feitas na véspera.

Aos amores da graduação Kelly, Gui, Ana, Andressa e Lu, que entenderam os meus sumiços e sempre me acolheram nos reencontros, meu abraço forte. Aos queridos “Texugos Malemolentes” que participaram do primeiro *brainstorming* coletivo de ideias para o jogo em troca de comida e cerveja, o meu sincero obrigada! Ao Naka, que aceitou o desafio de programar o jogo sem terminar a nossa amizade com isso: obrigada demais!

Agradeço aos familiares e amigos de Palotina que pacientemente não cobraram mais visitas e que sempre me acolheram nos rápidos reencontros. Um agradecimento especial ao meu avô Wandir que em todos os meus retornos passava cedinho na casa da minha mãe para me dar um abraço, dizer que estava orgulhoso e que era para eu sempre ter força e paciência.

Agradeço à minha terapeuta Cris Mitsi que esteve sempre ao meu lado, acolhendo angústias e me ajudando a seguir mais feliz e confiante.

Ao Felipe, que foi durante todo esse período um grande companheiro, desenhando o protótipo do jogo, comemorando cada conquista, dividindo (e muitas vezes tomando) as minhas dores, além de compartilhar vários finais de semanas de pouco glamour movidos a chimarrão e estudos. Obrigada principalmente pelo exemplo de determinação e persistência, por todo auxílio prestado enquanto eu estive sobrecarregada e por ser “meu esconderijo e meu altar” durante esse tempo de jogos, dissertação, coleta e aulas.

*"Let my playing be my learning and my learning  
be my playing"*

Atribuído a Johan Huizinga

GRIS, Gabriele. **Desenvolvimento e avaliação de um jogo de dominó digital adaptado para ensino de relações condicionais matemáticas**. 2016. 118f. Dissertação (Mestrado em Análise do Comportamento) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## RESUMO

Habilidades matemáticas são requeridas em diversos contextos. Ainda assim, dificuldades são observadas em avaliações formais da aprendizagem de Matemática de alunos de diferentes níveis de ensino. Faz-se necessário desenvolver tecnologias eficazes e motivadoras para o ensino de repertórios matemáticos. O Artigo 1 teve por objetivos: 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 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 foi conduzida uma avaliação do protótipo com uma criança de 6 anos de idade. Foram ensinadas, por meio de dominós adaptados, as relações entre as classes de estímulos numerais (A), conjuntos de pontos (B), problemas de adição com algarismos (C), problemas de adição na forma de balança (D) e posteriormente foram incluídas as classes problemas de subtração com algarismos (C') e problemas de subtração na forma de balança (D'). Inicialmente foram ensinadas as relações AB/BA e AC/CA, testando-se as relações BC/CB. Posteriormente ensinou-se as relações DC/CD e testou-se as relações AD/DA e BD/DB. Na etapa de subtração foram ensinadas as relações C'D'/D'C' e testadas as relações AD'/D'A e BD'/D'B. Os resultados indicaram a manutenção do engajamento do participante durante a intervenção e problemas de usabilidade, que levaram a adequação na mecânica do jogo. O bom repertório inicial do participante não permitiu avaliação conclusiva sobre os efeitos do jogo sobre a resolução de problemas de adição e subtração. O Artigo 2 avaliou os efeitos do ensino de relações condicionais entre numerais, conjuntos de pontos e duas diferentes formas de apresentação de problemas de adição (com algarismos e na forma de balança) promovidos pelo primeiro protótipo digital do jogo *Korsan*, sobre a resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança. O artigo também avaliou o engajamento produzido pelo jogo e sua usabilidade. Essas avaliações foram conduzidas com quatro crianças de 7 anos de idade de uma escola da rede estadual. Foram ensinadas e testadas as mesmas relações descritas na fase de intervenção com adição do Artigo 1. A resolução de problemas de adição foi avaliada por meio de jogos de tabuleiros adaptados em etapas de Pré-Teste, Sondas, Pós-teste e *Follow up*. Os resultados indicaram aumento nas porcentagens de acertos, na resolução de problemas de adição para ambas as formas de apresentação e com incógnitas nas posições  $a, b$  e  $c$  para o P1, o P2 e o P3, e para problemas de adição com algarismos com incógnitas nas posições  $a$  e  $b$  e problemas na forma de balança com incógnitas nas três posições para o P4. Os resultados indicaram que o jogo apresentou usabilidade adequada para os participantes e que a inclusão de elementos de enredo e estética podem promover maior engajamento dos jogadores em futuras versões do jogo.

**Palavras-chave:** Jogos digitais. Matemática. Rede de relações. Game design. Jogos educativos.

GRIS, Gabriele. **Development and evaluation of a digital domino game adapted for the teaching of mathematical conditional relations**. 2016. 118p. Dissertation (Masters in Behavior Analysis) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## ABSTRACT

Mathematical skills are required in different contexts. Still, difficulties are observed in formal assessments of mathematics learning in different educational levels. It is necessary to develop effective and motivating technology for teaching mathematical repertoires. Article 1 aims 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 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. For this, a prototype evaluation with a child six years of age was conducted. Have been taught, through adapted dominoes, the relationship between the numerals stimulus classes (A), sets of points (B), addition problems with numerals (C), addition problems in the form of balance (D) and were subsequently including classes problems subtraction with numbers (C') and subtraction problems in the form of balance (D'). Initially the relations AB / BA and AC / AC were taught, by testing the BC / CB relations. Subsequently taught relationships whether DC / CD and tested the relations AD / DA and DB / DB. In subtraction stage we were taught the C'D relations / D'C' and tested the AD relations / D'A and BD' / D'B. The results indicated the participant engagement maintenance during the operation and usability problems that led to adaptation in game mechanics. The good participant's initial repertoire did not allow conclusive assessment of the effects of teaching on problem solving addition and subtraction. The Article 2 evaluated the effects of teaching conditional relationships between numerals, point sets and two different ways of presenting addition problems (with numbers and in the form of balance) promoted by the first digital prototype of *Korsan* game about solving addition problems with numbers and in the form of balance. The article also evaluated the engagement produced by the game and its usability. These evaluations were conducted with four eight years old children of a state school. They were taught and tested the same relationships described in Article 1 with addition in intervention phase. The resolution and addition problems was evaluated with adapted games in stages Pre-Test Probes, Posttest and Follow up. The results indicated an increase in the percentage of correct answers in addition problems for both forms of presentation and unknowns in positions a, b, and c for the P1, P2 and P3, and addition problems with numbers with unknowns in positions a and b and problems in the form of balance with unknowns in the three positions for the P4. The results indicated that the game showed adequate usability for participants and that the inclusion of history and aesthetics elements can foster greater involvement of players in future versions of the game.

**Keywords:** Digital Games. Mathematics. network relation. Game design. Educational games.

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1

Figura 1.	Exemplos das faces presentes em cada Dominó do protótipo.....	30
Figura 2.	Imagem dos cenários e demais componentes do jogo .....	32
Figura 3.	Classes de estímulos, relações ensinadas e testadas ao longo da avaliação .....	33
Figura 4.	Duração das sessões de ensino e teste de relações condicionais em minutos .....	36
Figura 5.	Frequência acumulada dos comportamentos registrados para avaliação da usabilidade e engajamento.....	37
Figura 6.	Relações ensinadas e testadas por meio dos dominós. ....	40
Figura 7.	Avaliações de adição e subtração com algarismos e na forma de balança ao longo da avaliação do protótipo.....	42

### ARTIGO 2

Figura 1.	Tabuleiros e fichas para marcar os resultados dos problemas de adição (C) dos jogos adaptados “Lince: enterrando tesouros”.....	65
Figura 2.	Imagens da interface do jogo Korsan em sua versão atual.....	66
Figura 3.	Exemplos das faces com as relações trabalhadas na versão atual do dominó .....	69
Figura 4.	Porcentagem de acerto nos problemas de adição com algarismos e na forma de balança ao longo do estudo .....	77
Figura 5.	Frequência acumulada dos níveis de auxílio necessário para a realização dos emparelhamentos ao longo das sessões para cada participante... ..	79
Figura 6.	Frequência acumulada dos comportamentos registrados para a avaliação de engajamento. ....	81
Figura 7.	Frequência acumulada dos comportamentos registrados para a avaliação da usabilidade do software.....	82

## LISTA DE TABELAS

### *ARTIGO 2*

Tabela 1. Síntese do procedimento.....	70
Tabela 2. Cronograma do procedimento em função do delineamento experimental para cada participante .....	74
Tabela 3. Distribuição do número de jogadas corretas e porcentagens de acerto realizadas durante o ensino e teste de relações condicionais.....	75

## SUMÁRIO

Apresentação .....	13
Artigo 1: Jogos educativos digitais e modelo de rede de relações: desenvolvimento e avaliação do protótipo físico do jogo <i>Korsan</i> .....	16
Jogos Digitais na Educação .....	21
Características do jogo “ <i>Korsan</i> ” .....	26
Método .....	29
Participante e Local .....	29
Materiais .....	29
Instrumentos .....	29
Protótipo físico do jogo <i>Korsan</i> . .....	29
Jogos de tabuleiro adaptados .....	29
Folha de registro de sessões do jogo. ....	29
Procedimento .....	29
Desenvolvimento dos protótipos do jogo.. .....	29
Procedimento geral .....	33
Etapas de avaliação e de ensino.....	34
Avaliação da usabilidade e do engajamento do participante. ....	35
Resultados .....	35
Avaliação da Usabilidade e Engajamento do Participante .....	35
Avaliação do Cumprimento dos Objetivos de Ensino.....	39
Discussão .....	43
Referências .....	47
Artigo 2: Efeitos de um jogo de dominó digital adaptado sobre a resolução de problemas de adição .....	53
Método .....	63
Participantes .....	63
Local .....	63
Materiais .....	64
Instrumentos .....	64
“Lince: enterrando tesouros” para problemas com Algarismos. ....	64
“Lince: enterrando tesouros” para problemas na forma de balança. ....	64

Folhas de registro de avaliação de resolução de problemas .....	65
Jogo de dominó digital adaptado.....	65
Folha de registro das jogadas .....	67
Folha de registro dos comportamentos do jogador durante as sessões e dos níveis de auxílio.....	67
Estímulos Experimentais .....	68
Procedimento.....	69
Avaliação da resolução de problemas de adição .....	70
Intervenção.....	71
Atividades concorrentes para avaliação de engajamento.....	73
Delineamento Experimental .....	73
Resultados .....	74
Avaliação do Cumprimento dos Objetivos de Ensino.....	74
Avaliação do Engajamento.....	80
Avaliação da Usabilidade .....	82
Discussão .....	83
Referências .....	89
<b>APÊNDICES</b> .....	98
Apêndice A – Folhas de Registro de Resolução de Problemas.....	99
Apêndice B – Folhas de Registro das jogadas.....	102
Apêndice C – Folha de registro dos comportamentos emitidos pelo jogador durante as partidas e dos níveis de auxílio.....	114
Apêndice D – Categorias de comportamentos observados durante as partidas .....	116
Apêndice E – Descrição dos Níveis de Auxílio .....	117
Apêndice F – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	118

## **Apresentação**

Tradicionalmente a Matemática é considerada uma disciplina difícil por muitos estudantes. O relato dos aprendizes e o baixo desempenho por eles demonstrado em avaliações de diferentes níveis, como o Ensino Fundamental (ANA, 2014) e o Ensino Médio (Espanhol & Lisboa, 2015) são indicadores de problemas nos processos de ensino de aprendizagem da disciplina que mesmo considerada difícil, também é tida como importante pela comunidade. Nesse contexto da disciplina, discute-se a necessidade de produzir tecnologias que auxiliem o ensino da disciplina, tornando a aprendizagem mais prazerosa.

A discussão do potencial de jogos enquanto ferramentas que podem auxiliar o ensino e a aprendizagem da Matemática não é recente (Stodolski, 1988), embora pesquisas que indicam desenvolvimento, adaptação e avaliação de jogos, inclusive digitais, com esse objetivo tenha crescido consideravelmente nas últimas décadas, (Chang, Wu, Weng, & Sung, 2012; Shin, Sutherland, Norris, & Soloway, 2012; Pope & Mangran, 2015; Vankúš, 2008 entre outros). Considerando-se que o mercado de games é o maior e mais rentável da indústria de entretenimento, superando inclusive as indústrias de cinema e música (Newzoo, 2014), e que a familiaridade de aprendizes de diferentes faixas etárias com jogos é uma característica considerada consolidada, diferentes estudiosos defendem que o uso de tais ferramentas para ensino de diferentes habilidades apresenta grande potencial para produzir maior engajamento dos aprendizes, se comparado a procedimentos de ensino tradicionais (Prensky, 2001/2012).

Ainda que o uso de jogos para ensino seja amplamente defendido por estudiosos de diferentes áreas (Gros, 2003; Hui, 2009; Kirriemuir & McFarlane, 2004), algumas críticas são apresentadas diante da proposição de jogos que não apresentam embasamento teórico em alguma teoria da aprendizagem (Ertmer & Newby, 1993; Van Eck, 2006).

Uma alternativa proposta por alguns analistas do comportamento aproxima procedimentos de ensino tradicionais da Análise do Comportamento aos jogos educativos, apontando similaridades com as características dos jogos responsáveis pelo engajamento dos jogadores (Linehan, Roche, Lawson, Doughty, & Kirman, 2009; Linehan; Kirman, & Roche, 2015). Recentemente, estudos nacionais têm apresentado a viabilidade de desenvolver jogos educativos fundamentados nos princípios analítico-comportamentais por meio dos modelos de rede de relações e equivalência de estímulos (Panosso & Souza, 2014; Souza & Hubner, 2010; Xander, Haydu, & Souza, 2016, entre outros.).

Alguns jogos analógicos com base nesses modelos teóricos foram empregados em estudos para o ensino de habilidades matemáticas e monetárias e apresentaram bons resultados (Haydu & Zanluqui, 2013; Godoy, Alves, Xander, Carmo, & Souza, 2015; Xander, Haydu, & Souza, 2016). Além do emprego de jogos enquanto tecnologias educativas há, na literatura analítico-comportamental, descrições de desenvolvimento de jogos com base no procedimento iterativo de design (Perkoski, Gris, Benevides, & Souza, no prelo; Perkoski & Souza, 2015).

Apesar da expansão de estudos conduzidos com jogos, a área ainda carece de descrições precisas de avaliações dessas ferramentas, tanto em relação ao cumprimento dos objetivos de ensino quanto aos aspectos de usabilidade e promoção do engajamento, consideradas importantes na área, visto que se faz necessário buscar evidências da viabilidade de jogos educativos frente a outras ferramentas e procedimentos de ensino (All, Castellar, & Van Looy, 2014). Diante desse contexto, a presente dissertação é composta de dois artigos que descrevem etapas do desenvolvimento e avaliação do jogo educativo digital *Korsan*, para ensino de relações condicionais matemáticas. O Artigo 1 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*. Na avaliação do protótipo físico do jogo percebeu-se a necessidade de alterar elementos da mecânica do jogo, uma vez que foram identificados problemas de usabilidade. Os resultados da avaliação indicaram que o jogo manteve o jogador engajado e que o enredo estava adequado. Com base nesses resultados, foi desenvolvido o primeiro protótipo digital do jogo *Korsan*, no qual foram priorizadas as alterações na mecânica do jogo. Nessa primeira versão digital não foram incorporados todos os elementos do enredo e da estética do jogo. Essa versão do jogo foi utilizada no Artigo 2, que teve por objetivo avaliar os efeitos do ensino de relações condicionais entre numerais, conjuntos de pontos e duas diferentes formas de apresentação de problemas de adição (com algarismos e na forma de balança) promovidos pelo jogo *Korsan*, sobre a resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança bem como o engajamento produzido pelo jogo e sua usabilidade.

Este trabalho foi elaborado de acordo com as novas exigências do Programa de Mestrado em Análise do Comportamento que pressupõe a apresentação da dissertação em formato de artigo.

Artigo 1: Jogos educativos digitais e modelo de rede de relações: desenvolvimento e  
avaliação do protótipo físico do jogo *Korsan*<sup>2</sup>

Gabriele Gris

Silvia Regina de Souza

---

<sup>2</sup> Publicado na Revista Perspectivas em Análise do Comportamento, v. 07, n.01 de 2016

## 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 algorisms 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.

*Keywords:* games, relation networks, Mathematics, domino.

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. Apesar 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, do 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 especificadas, *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”<sup>3</sup> (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

---

<sup>3</sup> “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.”

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 possível, 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.

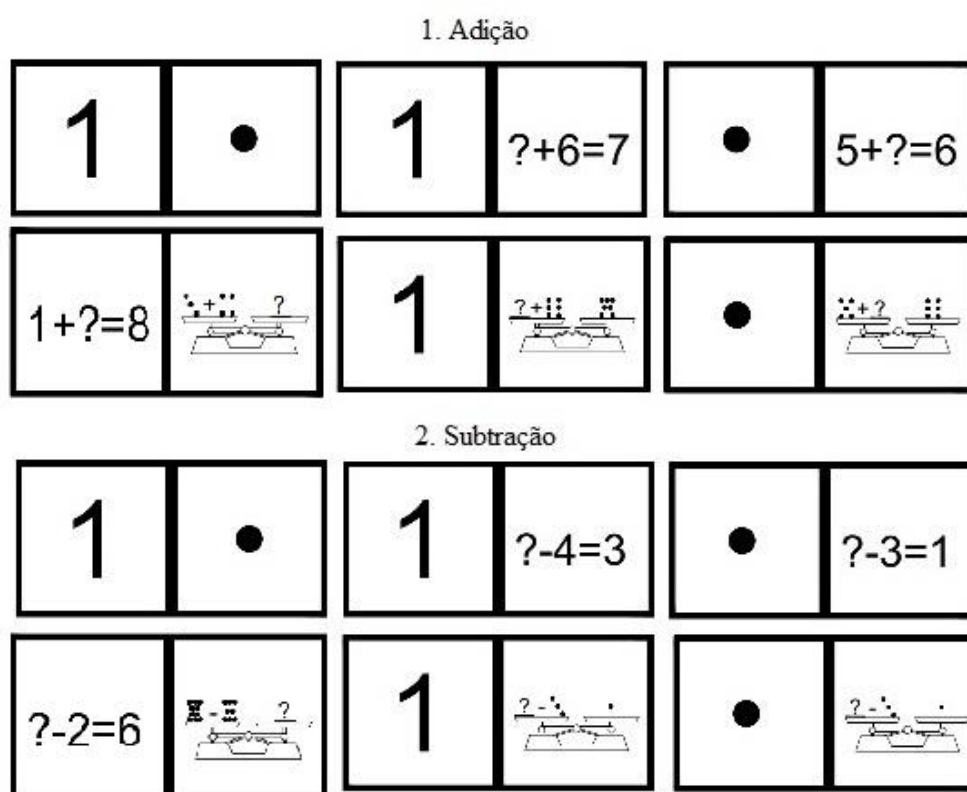
**Jogos de tabuleiro adaptados.** Para avaliar solução de problemas de adição e subtração com Algarismos foi desenvolvido um tabuleiro com figuras cuja temática era mapa de tesouro pirata e números de 0 a 10. Para a avaliação de adição e subtração na forma de balança foi desenvolvido um tabuleiro com 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 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.



*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.

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 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 formam 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.



Figura A



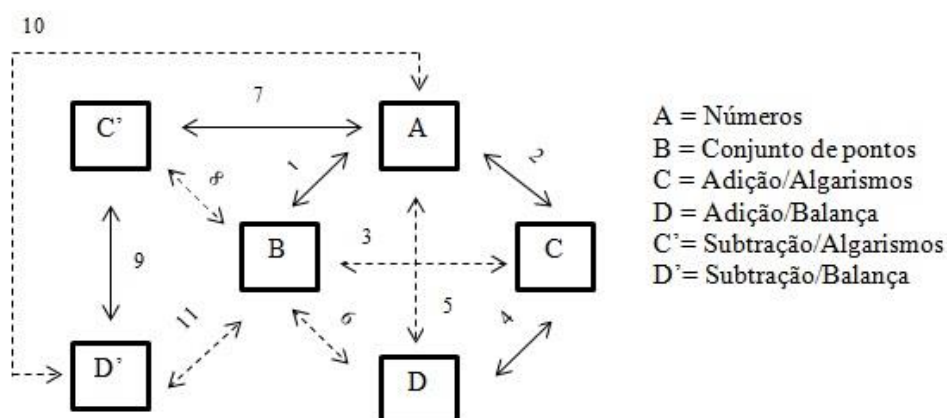
Figura B

*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).

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'/C'A), 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.



*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.

### **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 (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.

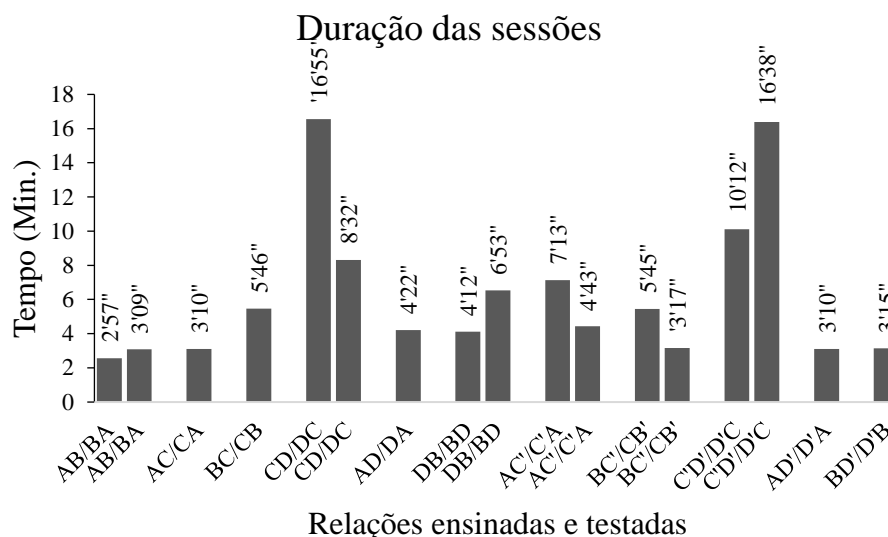
**Avaliação da usabilidade e do engajamento do participante.** Para avaliar o funcionamento do jogo quanto às características de usabilidade e engajamento, realizou-se um registro categorizado dos comentários feitos pelo participante durante as sessões de jogo. Foram utilizadas as seguintes categorias 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**

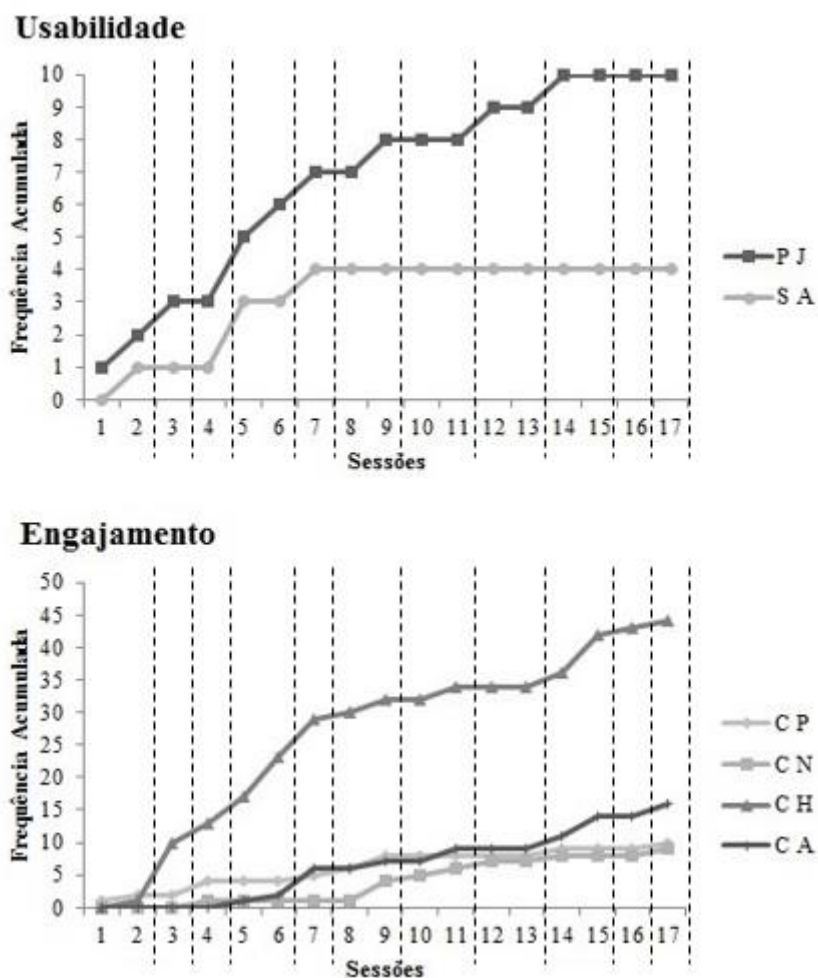
Uma das mediadas da avaliação de usabilidade é o tempo das sessões do jogo. A Figura 4 apresenta a duração de cada sessão de ensino e teste de relações condicionais.



*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, enquanto 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 sobraram 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 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.



*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.

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.

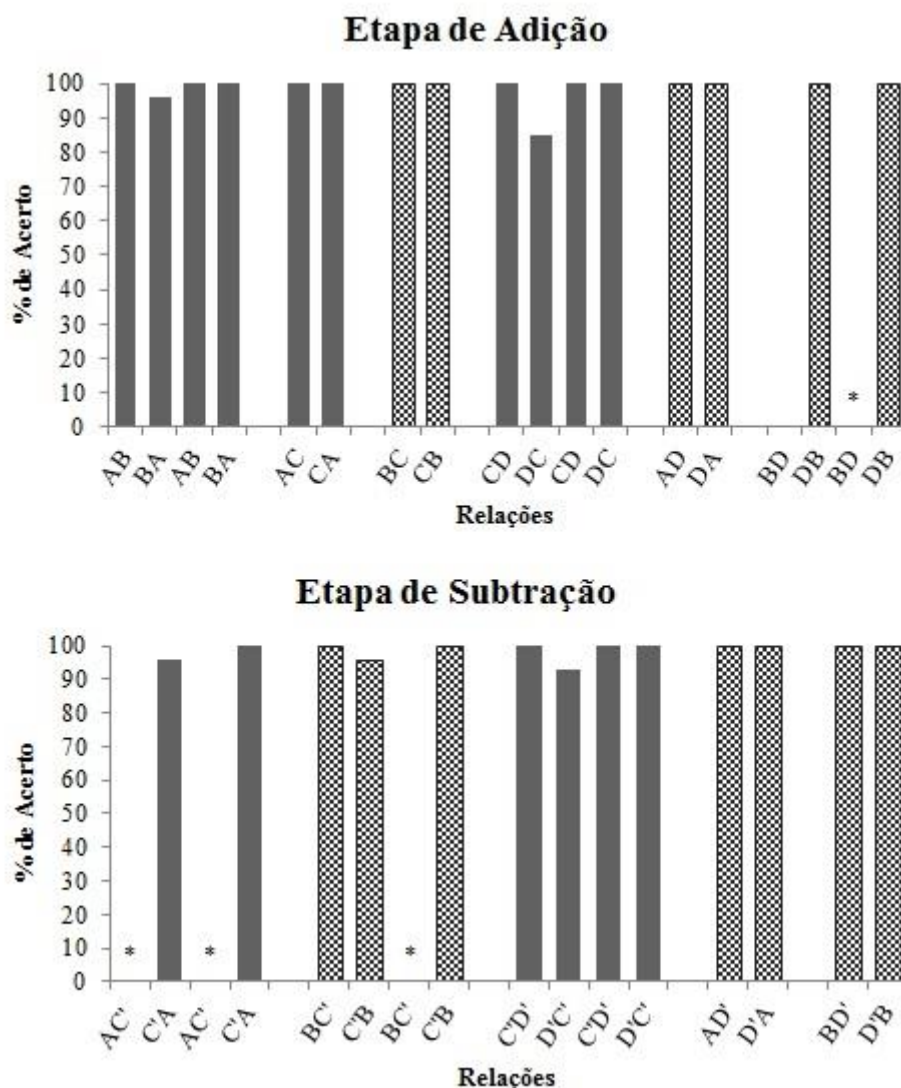


Figura 6. Relações ensinadas e testadas por meio dos dominós. As colunas cinza representam as relações ensinadas e as quadriculadas representam as relações testadas. O asterisco indica que não houve emparelhamento das peças.

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  $AC'/C'A$  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.

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  $c$ ).

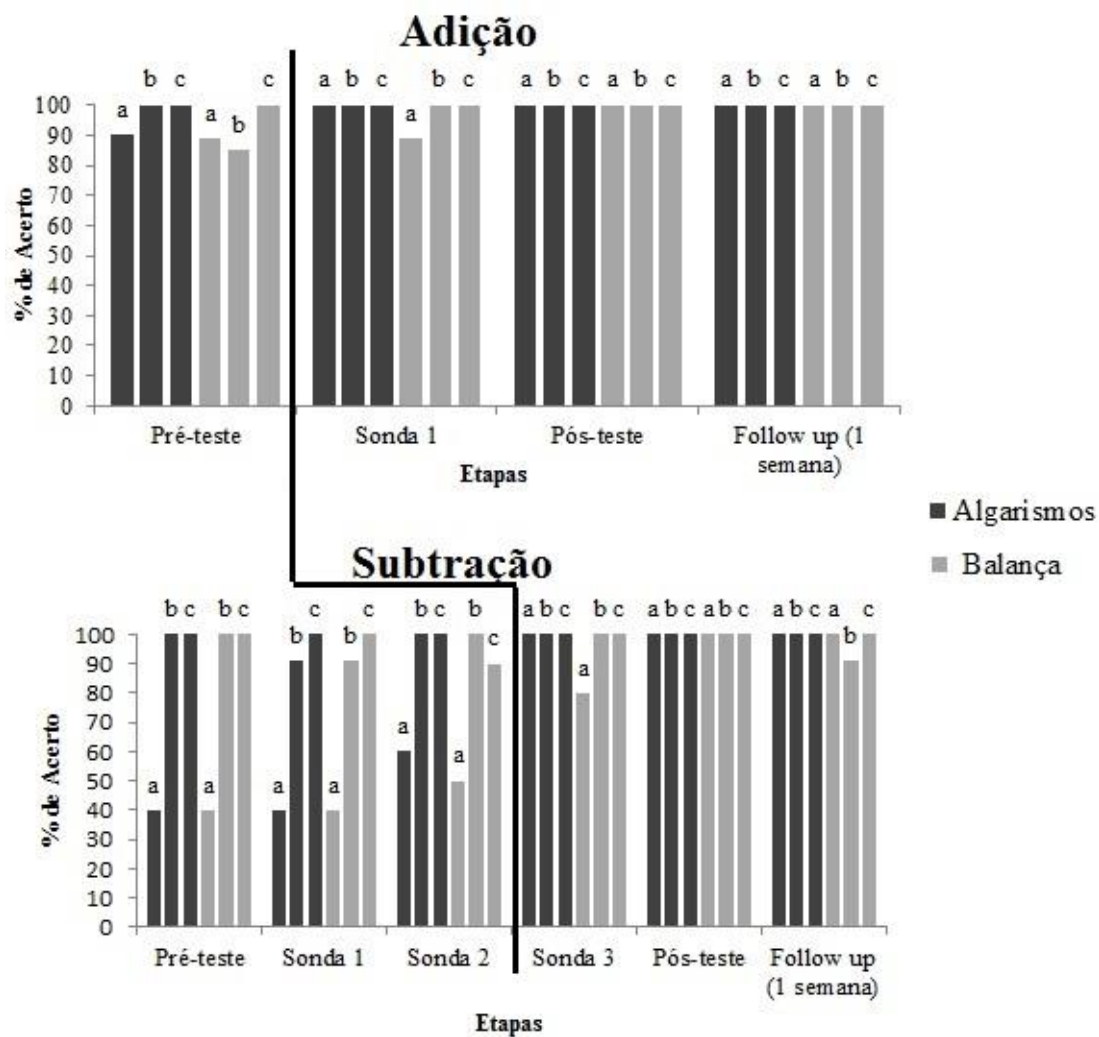


Figura 7. Avaliações de adição e subtração com algarismos e na forma de balança ao longo da avaliação do protótipo. A linha preta indica o início da intervenção nas etapas de adição e subtração.

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 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](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 braziliense*. Recuperado de [http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/estudante/especial\\_enem/2015/01/13/especial-enem-interna,466144/inep-revela-media-de-notas-dos-alunos-no-enem-2014.shtml](http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/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., Ecalte, 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, G., & Souza, S. R. (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
- Iégas, 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](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 expansion 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 & 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](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).

*Artigo 2:* Efeitos de um jogo de dominó digital adaptado sobre a resolução de  
problemas de adição

Gabriele Gris

João dos Santos Carmo

Silvia Regina de Souza

## Resumo

Jogos podem ser tecnologias úteis no ensino de diversas habilidades, incluindo habilidades matemáticas. Este estudo avaliou os efeitos do ensino de relações condicionais entre numerais, conjuntos de pontos e duas diferentes formas de apresentação de problemas de adição (com algarismos e na forma de balança) promovidos pelo jogo *Korsan*, sobre a resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança bem como o engajamento produzido pelo jogo e sua usabilidade. Participaram quatro crianças com 7 anos de idade que apresentavam baixo desempenho na resolução de problemas aritméticos. O procedimento foi realizado em etapas de avaliações de habilidades e intervenção. Avaliou-se a solução de problemas de adição em etapas de Pré-teste, Sondas, Pós-teste e *Follow up* conduzidas por meio de jogos adaptados. Na Intervenção inicialmente foram ensinadas as relações entre números e conjunto de pontos (AB/BA) e entre numerais e problemas de adição com algarismos (AC/CA). Foram testadas as relações entre conjuntos de pontos e problemas de adição com algarismos (BC/CB). Posteriormente foram ensinadas as relações entre problemas de adição com algarismos e problemas de adição na forma de balança (CD/DC). Finalmente, foram testadas as relações entre problemas de adição na forma de balança e numerais (AD/DA) e entre problemas de adição na forma de balança e conjunto de pontos (BD/DB). Constatou-se aumento nas porcentagens de acertos na resolução de problemas de adição para ambas as formas de apresentação e com incógnitas nas posições *a*, *b* e *c* para o P1, o P2 e o P3, e para problemas de adição com algarismos com incógnitas nas posições *a* e *b* e problemas na forma de balança com incógnitas nas três posições para o P4, que já apresentava bom desempenho nos problemas com incógnitas na posição *c*. Os resultados quanto a usabilidade e ao engajamento permitem afirmar que o jogo se mostrou adequado aos participantes e que a inclusão de elementos de enredo e estética em futuras versões do jogo podem promover maior engajamento dos jogadores.

*Palavras-chave:* Matemática, rede de relações, resolução de problemas, jogos digitais.

### Abstract

Games can be useful Technologies in teaching various skills, math skills included. This paper evaluated the effects of teaching conditional relations between numerals, points sets, and two different ways of presenting addition problems (with algorithms and balance) promoted by Korsan game over addition problem solving with algorithms and balance and engagement produced by the game and its usability. The subjects were four 7 years old children who had lower performance in solving addition problems. The procedure was performed in stages of skills assessment and intervention. It was evaluated addition problem solving in four stages: Pretests, Probes, Posttests and Follow Up, conducted through adapted games. In intervention, initially were taught relations between numbers and points sets (AB/BA) and numerals and addition problems with algorithms (AC/CA). Then, relations between points sets and addition problems with algorithms were taught. After that, were taught relations between addition problems with algorithms and addition problems in balance (CD/DC). Finally, relations between addition problems in balance and addition problems in numerals (AD/DA), and relations between addition problems in balance and points sets (BD/DB) were tested. For P1, P2 and P3 it was found an increase in the percentage of correct answers for both forms of presentation and with unknown factors in positions a, b and c; and for P4, it was found an increase in the percentage of correct answers in addition problems with algorithms with unknown factors in positions a and b, and in addition problems with scales with unknown factors in all positions, hence P4 already had good performance on problems presented in algorithms with unknown factors in position c. The results for usability and engagement allow us to state that the game proved adequate for the participants and the inclusion of plot elements and aesthetics in future versions of the game can foster greater involvement of players.

*Key-words:* Mathematics, network relation, problems solving, digital games.

Estudiosos de diversas perspectivas teóricas demonstram interesse em investigar questões relacionadas ao ensino e aprendizagem da Matemática, dada a sua importância na vida das pessoas e para o desenvolvimento da sociedade. O interesse desses pesquisadores parece justificar-se diante das dificuldades identificadas em vários níveis da Educação. Resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) indicam que a nota média em “Matemática e suas tecnologias” foi a mais baixa entre todas as áreas de conhecimento avaliadas pela prova em 2014 (Espanhol & Lisboa, 2015). Exames internacionais como o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) apresentam a mesma tendência já que o Brasil ocupa a 58ª posição no *ranking* composto por 65 países (PISA, 2012).

A relação dos estudantes com essa disciplina é, muitas vezes, difícil e pode produzir um conjunto de reações emocionais negativas, denominadas de ansiedade à Matemática (Ashcraft, 2002). Os fatores que podem estar relacionados a esse fenômeno são as regras comumente anunciadas sobre a dificuldade de se aprender a disciplina, déficits na formação de professores e variáveis de procedimentos de ensino com ênfase em controle aversivo (Carmo, Mendes, Bottesini-Júnior, Seabra, & Oliveira, 2014). Os problemas de desempenho apresentados em avaliações nacionais e internacionais e o relato de condições aversivas de ensino da disciplina indicam a necessidade de desenvolver procedimentos de ensino eficientes, eficazes e com menor uso de controle aversivo, com vistas a promover o engajamento dos estudantes nas atividades de ensino.

Processos de ensino e aprendizagem de Matemática têm sido estudados em pesquisas brasileiras fundamentadas nos princípios da Análise do Comportamento. Evidência disso é a grande produção aplicada sobre comportamentos matemáticos principalmente a partir da segunda metade da década de 1990 (Del Rey, 2009). Com base no modelo de rede de relações e equivalência de estímulos, têm-se desenvolvido pesquisas de avaliação e ensino em diversas áreas da Matemática como o conceito de número (Escobal, Rossit, & Goyos, 2010; Monteiro

& Medeiros, 2002; Prado & de Rose, 1999), a ordenação (Assis, Magalhães, Monteiro, & Carmo, 2011; Nunes & Assis, 2006; Souza, Miccione, & Assis, 2012) e a resolução de problemas (Haydu, Costa, & Pullin, 2006; Haydu, Lorencete, & Eccheli, 2015; Henklain & Carmo, 2013a, 2013b).

Alguns estudos que investigaram a resolução de problemas utilizaram o modelo da balança em seus procedimentos. O modelo de problemas na forma de balança foi proposto inicialmente por Skemp (1971) e utilizado em estudos que fizeram uso de procedimentos informatizados (Capovilla, César, Capovilla, & Haydu, 1997; Iégas & Haydu, 2015) e de cadernos (Haydu, Andrade, Silva, Pimentel, & Capovilla, 1997). O efeito do ensino de relações de equivalência entre problemas na forma de balança (A), ou seja, operações com representações gráficas de balanças com dois pratos, nos quais havia adição de conjuntos, operações com algarismos (B) e sentenças linguísticas (C) foi avaliado por Haydu et al. (2006). Em todos os conjuntos de estímulos que formavam uma classe, os problemas foram apresentados com incógnitas em diferentes posições ( $x+1=2$  posição *a*;  $1+x=2$  posição *b*;  $1+1=x$  posição *c*). O procedimento de ensino utilizado foi o de escolha de acordo com o modelo (*Matching to sample* ou MTS) com *feedback* verbal no treino, que informava ao participante as respostas corretas e incorretas. O treino foi realizado por meio da apresentação de cartões e uso de um caderno com os problemas. Participaram sete crianças com idades entre 6 e 7 anos que foram expostas ao procedimento de ensino das relações AB e AC, sendo os problemas-modelo sempre apresentados na forma de balança. Foram realizados os testes de simetria (BA e CA), transitividade e transitividade simétrica (BC e CB). Antes da intervenção, a maioria dos participantes apresentava menor porcentagem de acerto nos problemas com a incógnita na posição *a* e *b*. Após o ensino das relações condicionais, para metade dos participantes, houve um aumento nas porcentagens de acerto para todas as formas de apresentação de problemas com incógnitas na posição *b* e *c*. Para os demais participantes observou-se aumento nas

porcentagens de acertos em diferentes formas de apresentação de problemas e posições da incógnita, o que identifica certa variação no desempenho. Além disso, todos os participantes atingiram, nas relações ensinadas, o critério estabelecido no estudo (88,9% de acerto) para se considerar que houve aprendizagem. No teste de relações emergentes apenas um participante não atingiu o critério no teste de duas relações (CA e BC). De modo geral, os participantes formaram classes de equivalência entre os problemas apresentados em diferentes formas, com incógnitas nas posições *a*, *b* e *c* e melhoraram o desempenho na resolução de problemas aritméticos.

Resultados semelhantes foram encontrados em uma replicação realizada por Haydu et al. (2015) conduzida com adultos e idosos e em estudos que utilizaram procedimentos preponderantemente informatizados para verificar a formação de classes de equivalência entre diferentes formas de apresentação de problemas de adição e subtração para crianças (Henklain & Carmo, 2013a; Henklain & Carmo, 2013b). Nesses estudos os problemas foram apresentados na forma de balança, com algarismos e em sentenças escritas. O estudo de Henklain e Carmo (2013b) apresentou ainda problemas na forma de coleções.

Outros estudos, baseados nos modelos de redes de relações e de equivalência de estímulos, fizeram uso de cartões (Cavaletti & Carmo, 2012; Monteiro & Medeiros, 2002) e *softwares* (Araújo & Ferreira, 2008; Magalhães & Assis, 2011; Rossit & Goyos, 2009) para ensino de relações matemáticas e de valores monetários. Apesar da bem documentada eficácia dessas ferramentas para o ensino de relações condicionais, a literatura tem mostrado outras alternativas viáveis para intervenção.

Autores de áreas como o Design de jogos (Hui, 2009; Klopfer, Osterweil, & Salen, 2009; Van Eck, 2006), Educação (Gros, 2003; Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010; Prensky, 2001/2012) e da Análise do Comportamento (Souza & Hübner, 2010; Haydu & Zanluqui, 2013; Panosso & Souza, 2014) destacam a possibilidade de utilizar jogos como ferramentas de

ensino, salientando que muitos estudantes não se mostram engajados com o ensino tradicional e que a familiaridade com os ambientes de jogos (sobretudo os digitais) poderia favorecer a adesão a procedimentos de ensino. Em razão dessas vantagens, estudos sobre a utilização de jogos digitais como ferramentas auxiliares ao ensino de Matemática têm sido conduzidos sob a ótica de diversas perspectivas teóricas e com diferentes finalidades, por exemplo, para o ensino de resolução de problemas (Chang, Wu, Weng, & Sung, 2012; Kebritchi et al., 2010; Shin, Sutherland, Norris, & Soloway, 2012), senso numérico (Pope & Mangran, 2015), conhecimento conceitual e habilidades com números racionais (Chang, Evans, Kim, Norton, & Samur, 2015; Killi, Devlin, Pertulla, Toumi, & Lindstedt, 2015), geometria plana (Vankúš, 2008) entre outros.

Os efeitos do jogo *DimensionM* (Tabula Digita, 2007) sobre o desempenho acadêmico de estudantes do Ensino Médio e sobre o que os autores caracterizaram como a motivação dos estudantes foi investigado por Kebritchi et al. (2010). Participaram 193 estudantes que cursavam a disciplina de Álgebra I e 10 professores. Todos os participantes foram distribuídos em Grupos Experimental (GE) e Controle (GC). Os estudantes do GE jogaram o jogo uma vez por semana por cerca de 30 minutos, durante 18 semanas, enquanto os estudantes do GC participavam de aulas tradicionais de Matemática durante o mesmo período. Os dados de Pré e Pós-testes foram obtidos por meio de um inventário para avaliar a motivação e exames de referência elaborados pelos distritos escolares. De modo geral, os estudantes que jogaram o jogo digital apresentaram melhor desempenho nos exames distritais em relação aos demais alunos. A partir da comparação dos resultados encontrados para os dois grupos, por meio das respostas ao inventário de motivação e das entrevistas, os autores concluíram que o jogo pode produzir efeitos positivos sobre o que eles chamaram de motivação dos estudantes.

Apesar de os resultados encontrados em pesquisas indicarem o potencial de jogos educativos (Hui, 2009; Kebritchi et al., 2010), há na literatura discussões sobre a falta de

embasamento teórico no desenvolvimento e avaliação dessas ferramentas (All, Castellar, & Van Looy, 2014; Kirriemuir & McFarlane, 2004). Van Eck (2006), por exemplo, destaca a necessidade de a aprendizagem baseada em jogos digitais (*Digital game-based learning* ou DGBL) fazer uso de teorias de aprendizagem para melhorar a eficácia dos jogos educativos.

Algumas aproximações entre a elaboração e uso de jogos educativos e os princípios da Análise do Comportamento têm sido feitas por analistas do comportamento (Linehan, Roche, Lawson, Doughty, & Kirman, 2009; Perkoski & Souza, 2015b). Além disso, a possibilidade de combinar jogos ou brincadeiras com procedimentos de MTS e CRMTS (*Constructed Response Matching to Sample*) foi discutida por Haydu e Souza (2012) que enfatizaram a possibilidade de essas tecnologias motivarem a aprendizagem. Alguns jogos analógicos foram desenvolvidos e testados com o objetivo de ensinar relações matemáticas e manuseio de dinheiro com base nos modelos de rede de relações e equivalência de estímulos, utilizando também procedimentos de MTS e CRMTS. Neste cenário é possível citar os estudos de Haydu e Zanluqui (2013), Godoy, Alves, Xander, Carmo e Souza (2015) e Xander, Haydu e Souza (2016).

O desempenho em atividades que envolviam habilidades monetárias de estudantes de diferentes faixas etárias do Ensino Fundamental foi comparado por Haydu e Zanluqui (2013) após a exposição ao jogo de tabuleiro DimDim: Negociando e Brincando!. Participaram 12 crianças com 6, 7 e 8 anos de idade do Ensino Fundamental. O procedimento consistiu em Pré-teste, três partidas do jogo, Sonda, mais três partidas do jogo e Pós-teste. Nas avaliações de Pré-teste, Sonda e Pós-teste, o desempenho com operações de adição, operações de subtração, relação entre cédulas ou moeda com valor impresso, relação entre preço impresso e conjunto de cédulas ou de moeda, ou conjunto de moedas e cédulas, relação entre conjunto de cédulas ou de moeda, ou conjunto de moedas e cédulas e preço impresso foi avaliado por meio de questões de múltipla escolha apresentadas em um caderno. A intervenção foi realizada em

partidas com o jogo e os participantes jogavam em duplas juntamente com a pesquisadora. No início, todos os jogadores recebiam 10 cédulas de R\$ 2,00, R\$ 5,00, R\$ 10,00 e R\$ 20,00, e 10 moedas de R\$ 0,25; R\$ 0,50 e R\$ 1,00. Os números obtidos no lançamento do dado indicavam o número de casas que os peões deveriam ser deslocados no tabuleiro. Em cada casa na qual o peão era posicionado, o participante deveria ler o cartão correspondente ao tipo de casa e, se necessário o pesquisador o auxiliava a realizar a tarefa de acordo com níveis de auxílio pré-estabelecidos. Os resultados indicaram que, de modo geral, os participantes de 6 anos, que apresentaram menores porcentagens de acerto no início do estudo foram os que apresentaram maior grau de aprendizagem após o jogo em comparação aos participantes de 7 e 8 anos.

Habilidades monetárias também foram investigadas por Godoy et al. (2015). Esse estudo avaliou os efeitos de um jogo de dominó adaptado para o ensino de relações monetárias a pré-escolares. Participaram duas crianças com 5 anos de idade que frequentavam a Educação Infantil. O estudo foi conduzido em etapas de avaliação de habilidades de ensino e teste de relações condicionais. Inicialmente (Etapa 1), foram avaliadas as habilidades de nomeação de numeral impresso, valor impresso, valor de cédulas/moeda, conjuntos e de manuseio de dinheiro e operações de adição. Na primeira fase de ensino e teste de relações condicionais (Etapa 2), foram ensinadas as relações entre numeral impresso e conjuntos representados por pontos (AB/BA) e entre numeral impresso e operações de adição (AC/CA). Testou-se a relação entre conjuntos de pontos e operações de adição (BC/CB). Na segunda fase de ensino e teste de relações (Etapa 3), ensinou-se as relações entre numeral impresso e valor impresso (AD/DA) e valor impresso e figura de cédulas/moeda (DE/ED). Posteriormente, foram testadas as relações entre valor impresso e conjunto de pontos (DB/BD), figuras de cédulas/moeda e conjunto de pontos (EB/BE), figuras de cédulas e moeda e operações de adição (EC/CE) e valor impresso e operações de adição (DC/CD). Foram conduzidas sondas semelhantes em estrutura ao Pré-teste após as Etapas 2 e 3. Os resultados do estudo indicaram que os jogos de

dominó foram eficazes no ensino e teste das relações condicionais por ele trabalhadas. Observou-se também aumento na porcentagem de acerto na resolução de operações de adição. Entretanto, nas atividades de manuseio de dinheiro a porcentagem de acerto foi baixa. Os estudos de Haydu e Zanluqui (2013) e Godoy et al. (2015) apresentam avaliações diretas do repertório dos participantes que descrevem a aprendizagem ao longo das intervenções, demonstrando a viabilidade dos jogos em relação ao cumprimento de seus objetivos de ensino. Nesses estudos não foram avaliados, entretanto, outros aspectos dos jogos observáveis na interação do jogador com o jogo, como a usabilidade e o engajamento.

A compreensão de engajamento enquanto predisposições para permanecer jogando permite o desenvolvimento de avaliações diretas do comportamento. Por meio dessa compreensão infere-se engajamento a partir de classes de comportamentos que indicam maior probabilidade de o jogador permanecer na atividade, tais como falar positivamente sobre o jogo, permanecer na tarefa na presença de atividades concorrentes etc. (Gris & Souza, 2016a). Em relação à usabilidade, as medidas são utilizadas para verificar se os objetivos de interação do usuário com o sistema são alcançados. Para tanto, são avaliados aspectos de eficácia que indicam o número e a qualidade dos objetivos alcançados, aspectos de eficiência que indicam a quantidade de recursos dispensados (tempo, esforço físico e cognitivo etc.) e a satisfação frente aos objetivos alcançados (ISO 9241-11). Assim como em *softwares* em geral, nos jogos digitais as avaliações de usabilidade são realizadas para verificar se o sistema (jogo) é intuitivo o suficiente para que o jogador passe a maior parte do tempo executando com sucesso ações para alcançar os objetivos propostos pelo jogo e não emitindo quaisquer outras respostas. Assim, para efeito desse estudo engajamento refere-se às classes de comportamento que indicam maior probabilidade de o jogador permanecer na tarefa e usabilidade refere-se aos comportamentos que indicam a aprendizagem das regras e da mecânica do jogo, além daqueles relacionados à qualidade com que as jogadas são realizadas.

A partir da literatura apresentada, observa-se que o ensino de relações condicionais tem se mostrado um procedimento eficiente para o ensino de diferentes habilidades matemáticas. Considerando a importância do desenvolvimento de tecnologias educacionais que auxiliem o ensino da Matemática, a eficiência de procedimentos com base nos modelos de redes de relações e de equivalência de estímulos e a possibilidade de utilizar jogos digitais, o presente estudo tem por objetivo avaliar os efeitos do ensino de relações condicionais entre numerais, conjuntos de pontos e duas diferentes formas de apresentação de problemas de adição (com algarismos e na forma de balança) promovidos pelo jogo *Korsan*, sobre a resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança bem como o engajamento produzido pelo jogo e sua usabilidade.

## **Método**

### **Participantes**

Participaram do estudo quatro crianças com 7 anos de idade, sendo duas do sexo masculino (P1 e P2) e duas do sexo feminino (P3 e P4), que nomeavam numerais e conjuntos de pontos com numerosidades até 10. Foram excluídas crianças que alcançaram desempenho igual ou superior a 60% nas avaliações de habilidades de resolução de problemas aritméticos no Pré-teste. Os participantes foram indicados pela pedagoga responsável pelo período no qual estudavam. As crianças que não atingiram o critério de inclusão no estudo foram dispensadas e outras crianças indicadas até que o número de participantes fosse atingido.

### **Local**

A coleta de dados foi realizada em uma escola estadual de aplicação pedagógica (escola experimental), em sala cedida pela instituição, com mesa e cadeiras disponíveis, iluminação apropriada (janelas e lâmpadas) e na qual, durante a pesquisa, não houve circulação de pessoas estranhas à coleta de dados.

## **Materiais**

Foram utilizados para registro e análise de dados, lápis, caneta, câmera, filmadora, tripé e *notebook* Acer Aspire E1-571-6837 com acesso à internet para o jogo *Korsan* e com o software Webinaria para gravação da tela do notebook e do áudio das sessões. Foram utilizados enquanto atividades concorrentes lápis de cor, giz de cera, papel, canetinhas, giz e quadro negro, raquetes e bolinhas de tênis de mesa

## **Instrumentos**

Para a avaliação de habilidades (Pré-teste, Sondas, Pós-testes e *Follow up*) foram utilizados jogos “Lince: enterrando tesouros”<sup>4</sup> adaptados para avaliar resolução de problemas de adição (com algarismos e na forma de balança). Na intervenção empregou-se o jogo de dominó digital adaptado *Korsan* (Gris & Souza, 2016b) para o ensino e teste de relações matemáticas. Foram usadas folhas de registros para as avaliações de resolução de problemas de adição, para registro das jogadas, para registro dos comportamentos dos participantes durante as sessões e do auxílio fornecido pela pesquisadora.

**“Lince: enterrando tesouros” para problemas com algarismos.** Composto por um tabuleiro com numerais de 0 a 10, 30 fichas para marcar resultados e 30 cartões com problemas de adição com algarismos e incógnitas nas posições *a*, *b* e *c*.

**“Lince: enterrando tesouros” para problemas na forma de balança.** Composto por um tabuleiro com conjuntos de pontos com numerosidades de 1 a 10, 30 fichas e 30 cartões com problemas de adição na forma de balança e incógnitas nas posições *a*, *b* e *c*. A Figura 1 apresenta os tabuleiros do jogo “Lince: enterrando tesouros” para os problemas com algarismos (A) e na forma de balança (B) e as fichas utilizadas para marcar os resultados (C).

---

<sup>4</sup> Originalmente no jogo “Lince”, o objetivo é conquistar mais pares de cartas iguais do que os jogadores adversários. Os jogadores recebem cartões com figuras que devem ser localizadas no tabuleiro que possui várias imagens; vence cada rodada e conquista os cartões o jogador que localizar as figuras mais rápido.



Figura 1. Tabuleiros e fichas para marcar os resultados dos problemas de adição (C) dos jogos adaptados “Lince: enterrando tesouros” para a avaliação de resolução de operações de adição com algarismos (A) e na forma de balança (B).

**Folhas de registro de avaliação de resolução de problemas** (Apêndice A). Foram utilizadas para registrar as repostas dos participantes e consistiam em folhas com os problemas de adição com algarismos e na forma de balança avaliados nos jogos adaptados do Lince.

**Jogo de dominó digital adaptado.** O jogo *Korsan*, em sua versão atual, permite o ensino e teste de relações condicionais com o objetivo de ensinar a resolução de problemas de adição. O enredo do jogo é de uma aventura pirata na qual o participante ajuda o pirata a encontrar os baús do tesouro, respondendo corretamente aos desafios (ensino ou teste de relações condicionais). A Figura 2 apresenta a tela inicial do jogo (A), a tela de entrada dos mapas de ensino das relações (B), um exemplo de um mapa (C) e um exemplo de uma tela de ensino (D).

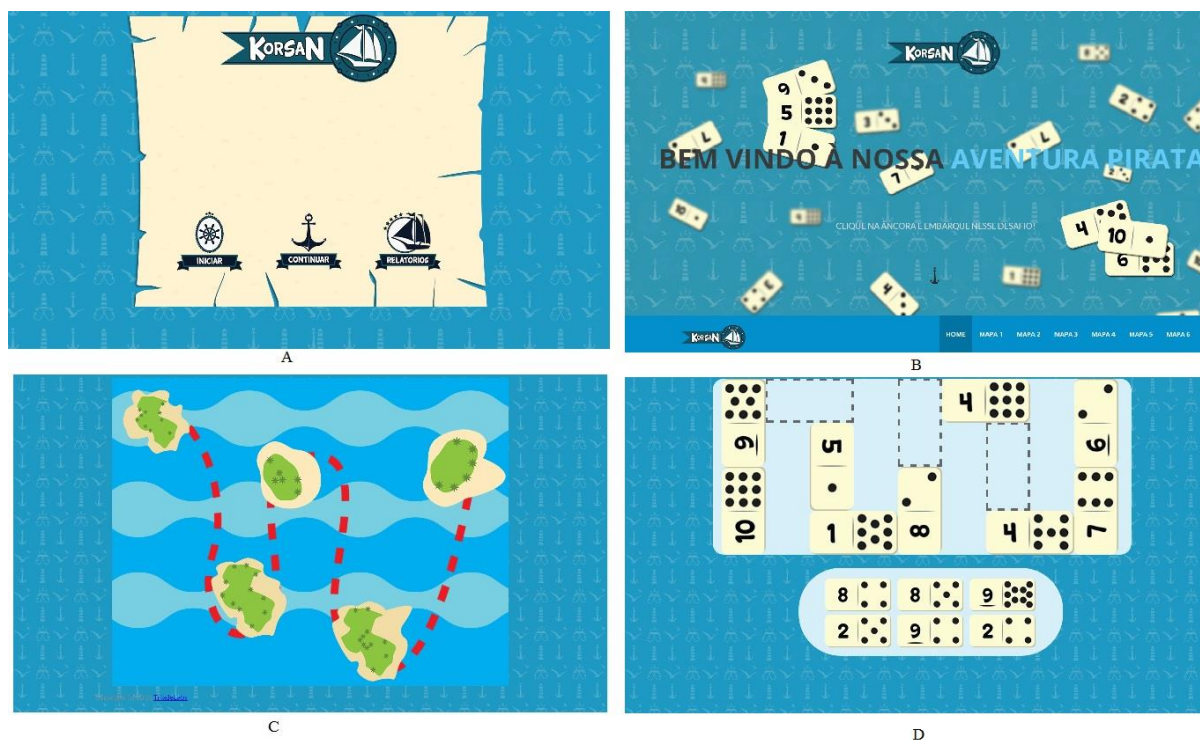


Figura 2. Imagens da interface do primeiro protótipo digital do Jogo *Korsan*.

O jogo digital é composto por um cenário principal (Figura 2, C) no qual são apresentados mapas que correspondem às fases de ensino e teste de relações condicionais. Cada mapa apresenta cinco ilhas. Em cada ilha, uma trilha de dominós com três lacunas é apresentada (Figura 2, D). Cada ilha ensina ou testa uma determinada relação (e.g., AB e BA), totalizando 30 relações ensinadas ou testadas (e.g., 5 ilhas nas quais, em cada uma delas, três relações AB e três BA são ensinadas). Na atual versão do jogo não estão presentes todos os elementos da estética e do enredo, como baús de tesouros e o pirata que serão incorporados aos cenários na próxima versão digital do jogo.

A característica de um jogo de dominó pressupõe que seja possível emparelhar peças (estímulos-comparação) de ambos os lados de uma peça já apresentada (estímulo-modelo). No jogo *Korsan* existem trilhas pré-programadas com lacunas a serem completadas. Para que emparelhe corretamente a peça, o jogador deve realizar os cálculos de ambos os lados. Isso foi programado a fim de garantir que o jogador não realize o emparelhamento sem atentar para um dos lados da peça. Assim, as relações de simetria (e.g. BA) são ensinadas pelo jogo,

diferentemente do que explicita o modelo de equivalência de estímulos (Sidman & Tailby 1982), que descreve que a simetria é uma das propriedades que deve emergir a partir do ensino de, no mínimo, duas relações condicionais.

**Folha de registro das jogadas** (Apêndice B). Corresponde às imagens das telas de ensino e teste das relações condicionais que eram impressas para registrar as jogadas feitas pelos participantes.

**Folha de registro dos comportamentos do jogador durante as sessões e dos níveis de auxílio** (Apêndice C). Foi utilizada para registrar as opiniões e comentários do jogador sobre o jogo durante as sessões, com o objetivo de avaliar usabilidade e engajamento. Também foi utilizada para registrar o auxílio oferecido pela pesquisadora nas etapas de ensino das relações condicionais e o número de vezes nas quais o jogador não conseguia executar a tarefa de arrastar a peça para as lacunas da trilha.

O registro dos comportamentos foi feito empregando-se dez categorias adaptadas dos estudos de Perkoski e Souza (2015a) e Gris e Souza (2016a). Para avaliar usabilidade as categorias utilizadas foram: perguntas sobre o funcionamento do jogo (PJ) e solicitação de ajuda para executar as ações do jogo (SA). Para a avaliação de engajamento foram utilizadas quatro categorias que dão indícios de engajamento do jogador: comentários positivos sobre o jogo (CP), comentários sobre o enredo/história do jogo (CH), comemorar (CM) e demonstrar aprovação (DA). Finalmente, foram utilizadas quatro categorias de comportamentos que dão indícios de baixo engajamento: comentários negativos sobre o jogo (CN), comentários sobre assuntos alheios ao jogo (CA), solicitar para interromper a atividade (SI) e solicitar para trocar de atividade (TA) como mostra o Apêndice D. O registro categorizado de comportamentos foi feito pela pesquisadora e por uma observadora independente. A observadora passou por uma sessão de treinamento na qual foi realizada a categorização conjunta de um trecho de uma sessão de jogo com o auxílio da descrição dos comportamentos a serem observados (Apêndice

D). Dúvidas foram esclarecidas e discutidas com base nas descrições dos comportamentos. A observadora externa realizou o registro de 31% das sessões e a concordância entre as observadoras foi de 79,2 %.

O registro de níveis de auxílio foi adaptado do modelo utilizado por Perkoski e Souza (2015a) com base no Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade – PEDI (Mancini, 2005). No presente estudo ele foi utilizado como uma medida para avaliar a aprendizagem dos participantes durante as etapas de ensino de relações condicionais. O registro era realizado na mesma folha de registro dos comportamentos emitidos em sessão. Foram registrados cinco níveis de auxílio (Apêndice E): (a) independente – o jogador é capaz de realizar as ações da jogada sem auxílio, escolhendo a peça dentre as opções e arrastando até a lacuna, (b) Supervisão – a pesquisadora descreve para o jogador qual é a sequência de comportamentos esperados para realizar a jogada, como olhar para a lacuna, escolher a peça e arrastar etc., (c) Assistência mínima – o jogador necessita de auxílio direto da pesquisadora que aponta para a tela do jogo, solicitando que o participante descreva os estímulos das peças para depois fazer a jogada, (d) Assistência moderada – o jogador necessita de auxílio constante da pesquisadora que indica a lacuna, lê os estímulos das peças e explica a tarefa e (e) Assistência total – o jogador não realiza as ações, devendo a pesquisadora realizá-las.

### **Estímulos Experimentais**

Os participantes foram expostos aos seguintes estímulos: numerais impressos (A), conjuntos de pontos (B), problemas de adição com algarismos (C) e problemas de adição na forma de balança (D). Nas classes C e D a posição da incógnita foi variada em  $a$ ,  $b$  e  $c$ . Cada dominó apresentava duas classes de estímulos, uma em cada face. A Figura 3 ilustra exemplos das faces dos dominós com exemplos de pares de estímulos ensinados ou testados pelo jogo.



Figura 3. Exemplos das faces com as relações trabalhadas por cada dominó na versão atual do jogo.

### Procedimento

Após aprovação do projeto pelo parecer 1.356.677 do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP-UEL) foi iniciado o processo de seleção dos participantes que aconteceu por indicação da escola, desde que atendessem aos critérios previamente estabelecidos. Os responsáveis receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecidos (Apêndice F). O estudo foi conduzido em fases de avaliação de resolução de problemas de adição (Pré-teste, Sondas, Pós-teste e *Follow-up*) e intervenção (ensino e teste de relações condicionais). As sessões de jogo eram realizadas individualmente com cada participante. A Tabela 1 apresenta uma síntese do procedimento empregado com os participantes.

Tabela 1

*Síntese do procedimento.*

<b>Fase</b>	<b>Atividade</b>
Pré-teste	Resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança por meio dos tabuleiros do jogo “Lince: enterrando tesouros”.
Ensino 1	Ensino das relações entre numerais e conjuntos de pontos (AB/BA) e entre numerais e problemas de adição com algarismos (AC/CA) por meio do jogo <i>Korsan</i> .
Teste 1	Teste das relações condicionais entre conjuntos de pontos e problemas de adição na forma de balança (BC/CB) por meio do jogo <i>Korsan</i> .
Sonda	Resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança por meio dos tabuleiros do jogo “Lince: enterrando tesouros”.
Ensino 2	Ensino das relações entre problemas de adição com algarismos e problemas de adição na forma de balança (CD/DC) por meio do jogo <i>Korsan</i> .
Teste 2	Teste das relações condicionais entre numerais e problemas de adição na forma de balança (AD/DA) e entre conjuntos de pontos e problemas de adição na forma de balança (BD/DB) por meio do jogo <i>Korsan</i> .
Pós-teste	Resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança por meio dos tabuleiros do jogo “Lince: enterrando tesouros”.
<i>Follow-up</i>	Resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança por meio dos tabuleiros do jogo “Lince: enterrando tesouros”.

**Avaliação da resolução de problemas de adição.** Realizada em fases de Pré-teste, Sondas, Pós-teste e *Follow-up*, as avaliações eram semelhantes em estrutura. Para avaliar a resolução de problemas de adição, o participante era apresentado a um tabuleiro adaptado do jogo Lince com numerais ou conjuntos de pontos e recebia a seguinte instrução: “- Nesse jogo a sua missão é enterrar os números que são o seu tesouro. Você vai receber vários cartões com continhas e terá de encontrar a resposta para cada uma delas nesse tabuleiro. Quando encontrar, esconda o número com uma dessas fichas que tem um “x” para marcar o lugar onde seus tesouros estão escondidos. Preste atenção para resolver corretamente, pois eu não vou lhe dizer se as respostas estão corretas. Se não souber a resposta, esconda seu tesouro em outro lugar”. A pesquisadora distribuía para o participante 30 cartões com problemas de adição com algarismos ou na forma de balança e 30 fichas para marcar as respostas. Os cartões tinham

impressos sobre eles 10 problemas de adição com incógnitas na posição  $a$ , 10 na posição  $b$  e 10 na posição  $c$ . Na avaliação de resolução de problemas de adição com algarismos, a pesquisadora apresentava os cartões e o participante deveria procurar no tabuleiro adaptado do jogo Lince (Figura 1 A) o número correspondente à resposta do problema previamente sorteado e marcá-la com uma ficha. Para avaliar a resolução de problemas na forma de balança o procedimento era semelhante, contudo o participante deveria localizar em outro tabuleiro adaptado do jogo Lince (Figura 1 B) o conjunto de pontos correspondente às respostas ao problema anteriormente sorteado. Nenhuma consequência era fornecida pela pesquisadora. As jogadas eram filmadas para posterior registro. O objetivo do *Follow up* foi verificar a manutenção do desempenho dos participantes após o término da intervenção e a possibilidade de generalização. Além da atividade comum às outras avaliações foram apresentados individualmente aos participantes problemas com algarismos e na forma de balança com incógnitas nas posições  $a$ ,  $b$  e  $c$  e solicitou-se que os mesmos explicassem como resolveriam cada problema. Esse procedimento foi realizado a fim de verificar se os participantes seriam capazes de descrever o algoritmo de resolução dos problemas.

**Intervenção.** Esta fase foi realizada por meio do jogo *Korsan* para verificar se o jogo produzia o ensino e teste das relações entre numerais, conjuntos de pontos e diferentes formas de apresentação de problemas de adição (algarismos, balança). Inicialmente foram ensinadas as relações entre numerais e conjuntos de pontos (AB/BA) e entre numerais e problemas de adição com algarismos (AC/CA) [Ensino 1]. Foram testadas as relações entre conjuntos de pontos e problemas de adição com algarismos (BC/CB) [Teste 1]. Posteriormente foram ensinadas as relações entre problemas de adição com algarismos e problemas de adição na forma de balança (CD/DC) [Ensino 2]. Finalmente foram testadas as relações entre problemas de adição na forma de balança e numerais (AD/DA) e entre problemas de adição na forma de balança e conjunto de pontos (BD/DB) [Teste2].

No início da intervenção, o participante era apresentado ao jogo pela pesquisadora que informava como as tarefas seriam realizadas: “- O nome desse jogo é *Korsan*, e isso quer dizer “Pirata” em outra língua. Você vai jogar com dominós e deverá achar as respostas certas para passar por todos os mapas do jogo”. A pesquisadora fazia a leitura das frases que apareciam na tela para todos os participantes, que apresentavam repertórios de leitura variados. A frase de entrada do jogo informava: “- Bem-vindo à nossa aventura pirata! Clique na âncora e embarque nesse desafio”. O participante era instruído a clicar na âncora e, em seguida, na primeira ilha do primeiro mapa que correspondia ao ensino das relações AB/BA. Nas fases de ensino de relações condicionais eram fornecidas consequências às respostas dos jogadores. Em caso de emparelhamento correto a pesquisadora dizia “- Muito bom!” e, em caso de emparelhamentos incorretos, uma janela de correção aparecia na tela de jogo com a frase “Ops! Não é essa peça” que era lida pela pesquisadora. Ao completar cada ilha (emparelhar três peças) era apresentada na tela uma caixa de texto com a mensagem “Parabéns” também lida pela pesquisadora. Caso uma ou mais peças fossem emparelhadas incorretamente, o participante era instruído pela pesquisadora a jogar novamente na mesma ilha do mapa, até que as três peças fossem jogadas corretamente. Foi adotado um procedimento de correção no ensino que previa a repetição de jogadas com as peças anteriormente emparelhadas incorretamente até que as três peças (seis relações) da ilha fossem emparelhadas de maneira correta. Por exemplo, se na primeira tentativa com um dominó o participante emparelhasse incorretamente uma peça, ele teria de repetir a mesma “ilha” do jogo na sessão posterior (eram requeridos 100% de acerto nas jogadas para avançar no estudo); na segunda tentativa com o mesmo dominó, a peça emparelhada incorretamente na rodada anterior, após ser corretamente jogada, era “roubada” pelo caranguejo (um caranguejo passava pela tela de jogo e uma caixa com o texto: “Ops! O caranguejo roubou a sua peça!” aparecia sobre os dominós), exigindo que o participante realizasse a jogada novamente. Ao final de cada fase de ensino das relações condicionais

*feedback* era fornecido aos participantes. Caso todas as peças fossem emparelhadas corretamente, a pesquisadora falava: “-Parabéns! Já podemos ir para a próxima ilha”. Caso alguma peça fosse emparelhada incorretamente a pesquisadora informava: “-Tivemos um problema e será necessário jogar novamente essa ilha”. Nas fases de teste de relações condicionais, a pesquisadora informava aos participantes que não poderia auxiliá-los, e que ao final do mapa (após emparelhadas todas as peças de todas as ilhas) ele seria informado sobre a necessidade de repetir alguma relação. Assim, caso o participante acertasse todas as tentativas programadas, a pesquisadora dizia: “-Parabéns, já podemos ir para o próximo mapa” e o ensino ou teste seguinte era conduzido. Caso houvesse erro em uma ou mais tentativas, a pesquisadora informava ao final do mapa, quais as ilhas (correspondentes às jogadas incorretas) deveriam ser jogadas novamente.

**Atividades concorrentes para avaliação de engajamento.** Durante toda a intervenção com o jogo *Korsan* havia atividades concorrentes ao jogo, como crianças brincando no pátio. Além disso, foram programadas atividades concorrentes por meio da disponibilidade de lápis de cor, giz de cera, papel, canetinhas, giz e quadro negro, raquetes e bolinhas de tênis de mesa dispostos sobre a mesma mesa na qual eram realizadas as sessões com o jogo. Essas atividades foram planejadas para fornecer uma medida adicional para a avaliação de engajamento no jogo.

### **Delineamento Experimental**

Foi adotado o delineamento de linha de base múltipla entre sujeitos e, portanto, o ensino de relações condicionais foi introduzido em diferentes momentos para cada dupla de participantes (Kazdin, 1982). Assim, dois participantes (P3 e P4) foram mantidos na condição de linha de base até que a primeira fase de ensino (Ensino 1 e Teste 1) fosse concluída para os outros participantes (P1 e P2). Em seguida, o ensino de relações condicionais foi introduzido a segunda dupla de participantes. A Tabela 2\$ apresenta o cronograma das fases do procedimento para cada participante de acordo com o delineamento adotado.

Tabela 2

*Cronograma do procedimento em função do delineamento experimental para cada participante.*

Fase	Participantes			
	P1	P2	P3	P4
Fase 1	Pré-teste	Pré-teste	Pré-teste	Pré-teste
Fase 2	Ensino/Teste I	Ensino/Teste I	L.B.	L.B.
Fase 3	Sonda I	Sonda I	Sonda I	Sonda I
Fase 4	Ensino/Teste II	Ensino/Teste II	Ensino/Teste I	Ensino/Teste I
Fase 5	Pós-teste	Pós-teste	Sonda II	Sonda II
Fase 6	Follow-up	Follow-up	Ensino/Teste II	Ensino/Teste II
Fase 7	-	-	Pós-teste	Pós-teste
Fase 8	-	-	Follow-up	Follow-up

### Resultados

A partir dos objetivos do estudo, o primeiro protótipo digital do jogo *Korsan* foi avaliado quanto à eficiência para o ensino e teste de relações condicionais, à resolução de problemas de adição, ao engajamento promovido e à usabilidade do *software*. A seguir são apresentados separadamente os resultados de cada uma dessas avaliações.

#### Avaliação do Cumprimento dos Objetivos de Ensino

O número total de emparelhamentos necessários para atingir o critério de aprendizagem foi variável em razão da necessidade de repetição de jogadas decorrentes dos erros de cada participante. A Tabela 3 apresenta o número total de emparelhamentos e as porcentagens de acerto dos participantes.

Tabela 3

*Distribuição do número de jogadas corretas e porcentagens de acerto realizadas durante o ensino e teste de relações condicionais.*

Participante/ Relação	P1		P2		P3		P4	
	Jogadas corretas /total	Acerto (%)	Jogadas corretas /total	Acerto (%)	Jogadas corretas /total	Acerto (%)	Jogadas corretas /total	Acerto (%)
Ensino AB/BA	18/19	95	18/19	95	15/15	100	21/23	91
Ensino AC/CA	21/23	91	39/42	93	18/19	95	30/36	83
Teste BC/CB	15/15	100	27/51	53	19/27	70	21/27	78
Ensino BC/CB	15/15	100	24/29	96	15/15	100	18/19	95
Teste AD/DA	15/15	100	23/27	85	17/18	94	19/21	90
Teste BD/DB	15/15	100	18/21	86	15/15	100	15/15	100

O P1 foi o participante que concluiu a intervenção realizando o menor número de emparelhamentos, ao repetir apenas emparelhamentos programados no ensino das relações AB/BA e AC/CA. O P2, por sua vez foi o participante que precisou do maior número total de emparelhamentos. Para esse participante, após duas tentativas com baixas porcentagens de escolhas consistentes com as programadas para o conjunto de peças que compunham o teste da relação BC/CB, optou-se por retornar ao ensino das relações AC/CA para posteriormente retornar ao teste. Observou-se que esse participante com frequência errava o emparelhamento das peças, pois resolvia o problema apresentado na peça para apenas um dos lados da lacuna. Por exemplo, no teste da relação BC e CB, as porcentagens de escolhas consistentes com as programadas pelo pesquisador foram altas (74% e 72%, respectivamente). Contudo, as porcentagens de escolhas consistentes para a sessão foram menores (BC/CB = 53%) uma vez que a jogada era considerada correta apenas se os estímulos apresentados sobre a peça fossem a solução para os problemas apresentados em ambos os lados da lacuna. Para o P3, foi necessário repetir emparelhamentos para o ensino das relações AC/CA e do teste das relações BC/CB e AD/DA, enquanto para o P4, com exceção do teste das relações BD/DB, foi necessário repetir emparelhamentos em todas as sessões. Apesar da variabilidade no número

de emparelhamentos realizados entre os participantes, todos apresentaram 100% de acerto na última tentativa de emparelhamento para todas as relações ensinadas e 100% de escolhas consistentes com as do pesquisador nas relações testadas. O tempo total das partidas variou entre os participantes. O P1 foi o que necessitou de menos tempo para concluir o ensino e teste de todas as relações (1h 54 min e 1seg). Para os demais participantes o tempo total de jogo foi de aproximadamente 3 horas (3h 26 min e 7seg para o P2; 3h 27min e 47seg para o P3; e 3h 13 min e 38seg para o P4). O tempo necessário para concluir as sessões de ensino foi de 59min e 11seg para o P1, 2h 4min e 15seg para o P2, 1h 41min e 59 seg para o P3 e 1h 41min e 15seg para o P4.

Foi avaliado também o efeito do ensino e teste das relações condicionais sobre o repertório de resolver problemas de adição com algarismos e na forma de balança por meio dos jogos Lince: enterrando tesouros. A Figura 4 apresenta os resultados do Pré-teste, Sondas, Pós-teste e *Follow up* para os problemas de adição com incógnitas nas três posições (*a*, *b* e *c*).

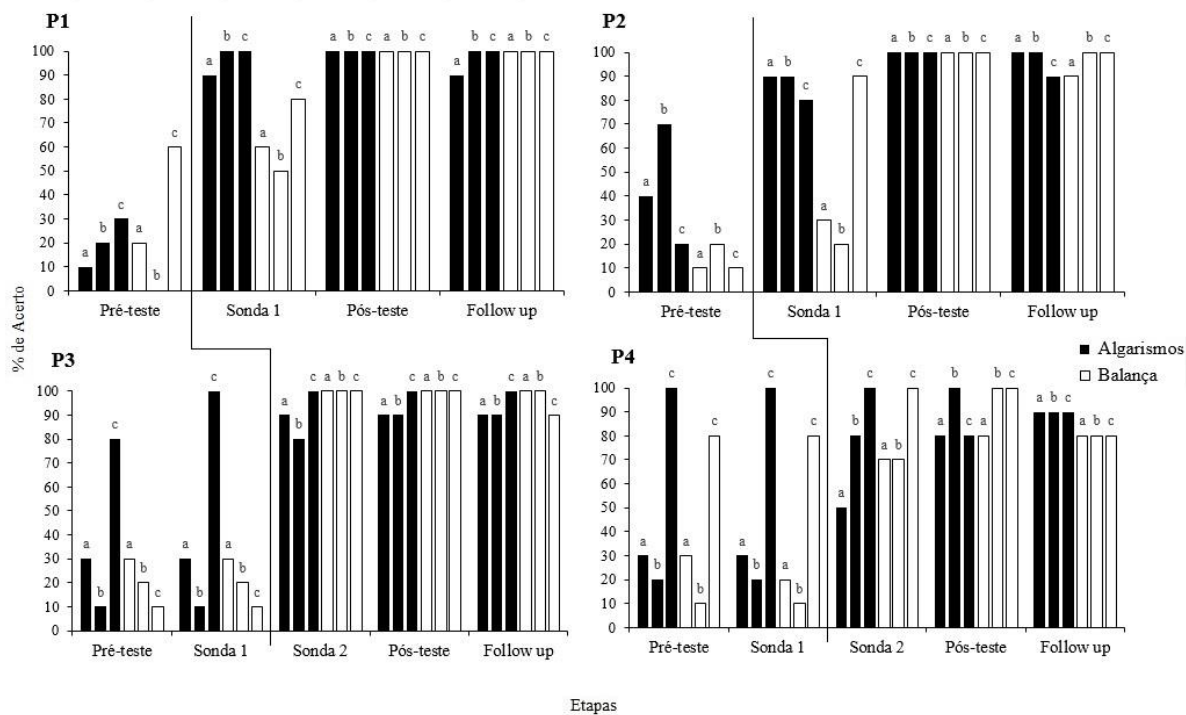


Figura 4. Porcentagem de acerto nos problemas de adição com algarismos e na forma de balança e incógnitas nas diferentes posições ao longo do estudo. A linha preta indica o início da intervenção para cada participante.

Todos os participantes apresentaram desempenho geral inferior a 60% no Pré-teste de resolução de problemas de adição. Antes do início da intervenção, o P1 e o P3 apresentaram desempenhos inferiores a 30% de acerto em todos os tipos de problema, com exceção dos problemas com algarismos com incógnita na posição *c*. O P2 apresentou desempenho inferior a 40% em todos os tipos de problema, com exceção dos problemas com algarismos com incógnita na posição *b*, dos quais 70% foram resolvidos corretamente por ele. O P4 resolveu corretamente todos os problemas de adição com algarismos com incógnita na posição *c* e 80% dos problemas na forma de balança com incógnita na mesma posição. O desempenho na resolução de problemas com incógnitas nas posições *a* e *b*, entretanto, foi inferior a 30%. Não houve mudanças expressivas no desempenho do P3 e do P4, que foram mantidos em linha de base por mais tempo, antes do início da intervenção.

Após o início da intervenção observou-se aumento nas porcentagens de acerto na resolução dos problemas de adição nas duas formas e em todas as posições de incógnita para o P1, o P2 e o P3. Para o P4 observou-se melhor desempenho na resolução de problemas na forma de balança nas três posições de incógnitas e de problemas com Algarismos com incógnitas nas posições *a* e *b*. O P1 e o P2 apresentaram 100% de acerto no Pós-teste, enquanto o P3 apresentou 90% de acerto na resolução de problemas com Algarismos com incógnitas nas posições *a* e *b* e 100% de acerto nos demais problemas. O P4 resolveu corretamente 80% dos problemas com Algarismos com incógnitas nas posições *a* e *c* e na forma de balança com incógnita na posição *a*. Para os demais problemas, o P4 apresentou 100% de acerto no Pós-teste. Foi realizada uma sessão de *Follow up* com cada participante após 36, 35, 49 e 51 dias, respectivamente, para o P1, o P2, o P3 e o P4. A diferença entre os intervalos ocorreu em razão das férias escolares. Todos os participantes apresentaram porcentagens de acerto superiores a 80% para todos os tipos de problemas com incógnitas em todas as posições nessa avaliação e descreveram o algoritmo de resolução para os dois tipos de problemas com incógnitas em todas as posições.

Como critério complementar para a avaliação da aprendizagem dos participantes foi utilizado o registro de níveis de auxílio prestados pela pesquisadora para que os participantes realizassem as tarefas. A Figura 5 apresenta os níveis de auxílio fornecidos pela pesquisadora ao longo de cada sessão de ensino para os participantes.

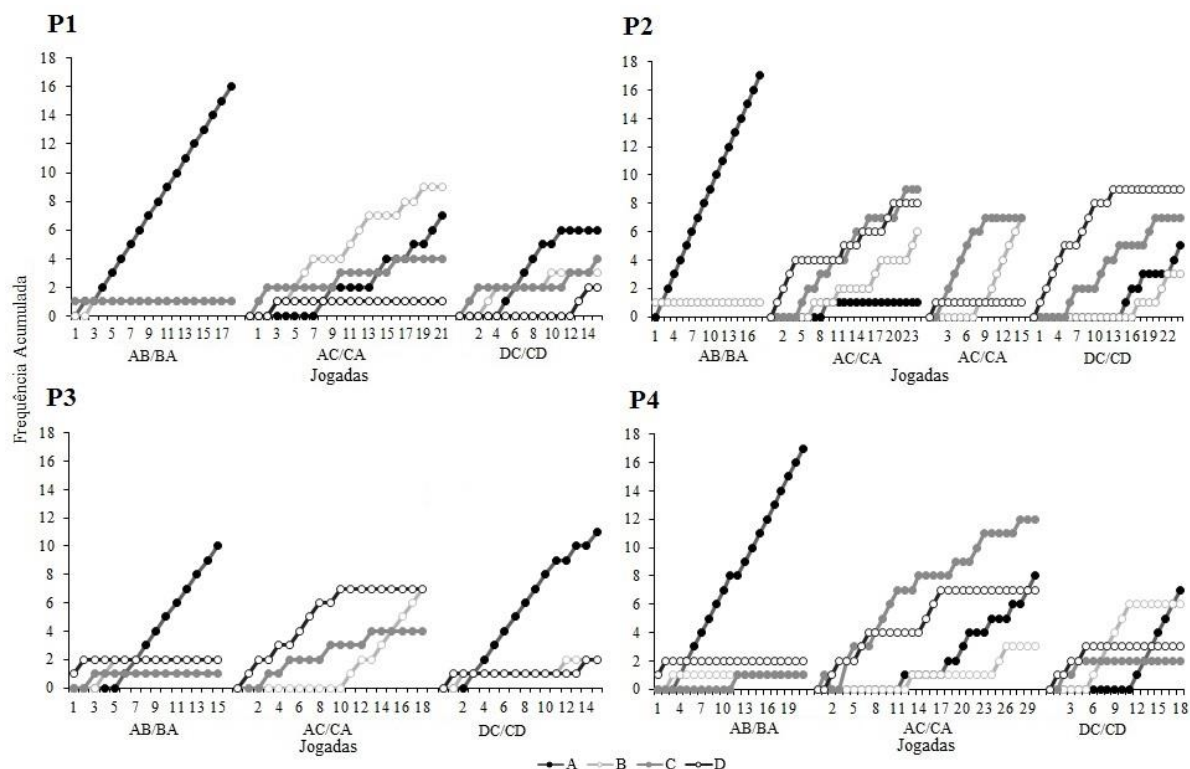


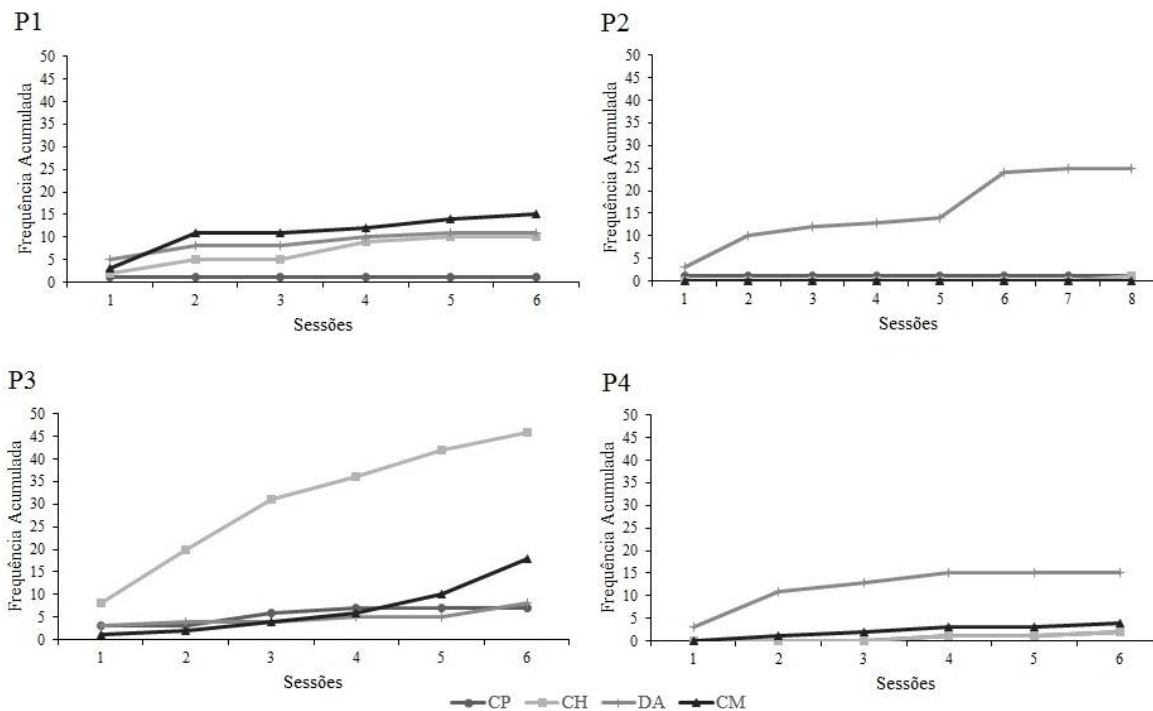
Figura 5. Frequência acumulada dos níveis de auxílio necessário para a realização dos emparelhamentos ao longo das sessões para cada participante.

O Nível E (assistência total) teve frequência zero nas sessões desse estudo. Na sessão de ensino das relações AB/BA observou-se aumento na independência durante as jogadas de todos os participantes ao longo da sessão. No início do ensino, foi necessário oferecer assistência moderada (Nível D) para o P3 e o P4, assistência mínima (Nível C) para o P1 e supervisão para o P2 (Nível B). Ao final do ensino dessas relações, todos os participantes realizavam as ações com independência total (Nível A). No ensino das relações AC/CA observou-se para o P1 predominância de supervisão e assistência mínima na primeira metade da sessão e independência e supervisão na segunda metade da sessão. Foram realizadas duas sessões de ensino das relações AC/CA para o P2, conforme já descrito. Na primeira sessão, inicialmente observou-se predominância de assistência moderada e assistência mínima e a partir da segunda metade da sessão observou-se a manutenção das ocorrências de assistência mínima e aumento de supervisão. Na segunda sessão de ensino dessas relações observou-se que, no

início da sessão, eram mais comuns jogadas com assistência mínima e moderada e ao final da sessão apenas supervisão. Resultados semelhantes foram encontrados para o P3. Também se observou aumento da independência do P4 nas jogadas durante o ensino das relações AC/CA, uma vez que no início da sessão eram predominantes as jogadas nas quais era necessária assistência moderada, enquanto ao final da sessão houve aumento de jogadas independentes. No ensino das relações DC/CD observou-se que a maioria das jogadas do P1 e do P3 foi independente, ainda que ambos tenham precisado eventualmente de mais auxílio tanto no início quanto no final da sessão. Para o P2, no início da sessão, foi necessário oferecer assistência moderada que, ao longo da sessão, foi substituída por supervisão. O P4 jogou com independência a partir da 12<sup>a</sup> jogada da sessão de ensino das relações DC/CD.

### **Avaliação do Engajamento**

Os comportamentos registrados durante as sessões com o jogo *Korsan* foram separadas em quatro categorias que dão indícios de engajamento e quatro categorias que dão indícios de baixo engajamento do jogador. A Figura 6 ilustra a frequência acumulada dos comportamentos registrados que dão indícios de engajamento. Os comportamentos que indicam baixo engajamento ocorreram em menor frequência e, por isso, não são ilustrados na figura, embora sejam apresentados no corpo do texto.



*Figura 6.* Frequência acumulada dos comportamentos registrados para a avaliação de engajamento. CP (comentários positivos), CH (comentários sobre o enredo/história) DA (demonstrar aprovação) e CM (comemorar).

Observou-se ocorrência dos comportamentos que indicam engajamento para todos os participantes, ainda que em frequências distintas. O P1 emitiu comportamentos de comemorar em maior frequência, enquanto demonstrar aprovação foi a classe emitida com maior frequência por P2 e P4. O P3 foi o participante com maior ocorrência de comportamentos que indicam engajamento, emitindo 46 comentários sobre o enredo e 18 ocorrências do comportamento de comemorar. Apenas o P2 não emitiu o comportamento de comemorar. A respeito dos comentários sobre o enredo do jogo, cabe destacar que sete dos 10 comentários emitidos pelo P1 eram a respeito do caranguejo que “roubava” as peças, assim como o único comentário do P2 e um dos dois comentários do P4. Apenas o P3 comentou principalmente sobre outros aspectos da história do jogo que não o caranguejo.

Quanto aos comportamentos que indicam baixo engajamento, nenhum participante solicitou para trocar de atividade durante as sessões com o jogo, mesmo com outros materiais

disponíveis sobre a mesa. O P1 e o P2 não solicitaram para interromper a atividade enquanto o P3 o fez três vezes a partir da terceira sessão e o P4 uma vez na segunda sessão. O P2 emitiu apenas um comentário negativo e um comentário sobre assuntos alheios ao jogo. Os comentários emitidos em maior frequência para o P1, o P3 e o P4 eram sobre assuntos alheios ao jogo. O P4 emitiu, em média, um comentário negativo por sessão e, de modo geral, a emissão de comportamentos que indicam problemas do jogo em promover engajamento foram observados mais expressivamente apenas para o P4.

### Avaliação da Usabilidade

A usabilidade do *software* foi avaliada por meio dos comentários emitidos durante as sessões com o jogo e da eficiência dos participantes em arrastar as peças de dominó com precisão para as lacunas - principal tarefa motora proposta pelo jogo. A Figura 7 apresenta a frequência acumulada dos comportamentos registrados para a avaliação de usabilidade.

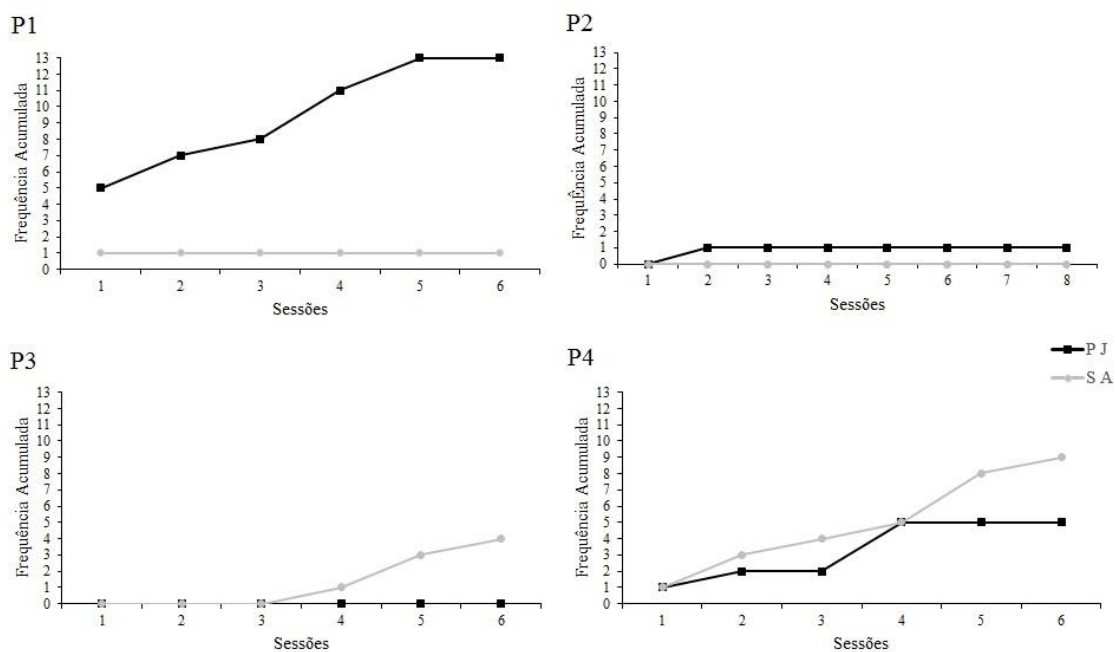


Figura 7. Frequência acumulada dos comportamentos registrados para a avaliação da usabilidade do *software*. PJ refere-se a perguntas sobre o funcionamento do jogo e SA a solicitação de ajuda para executar ações do jogo.

A alta frequência de perguntas sobre o funcionamento do jogo e a emissão desse tipo de comportamento até a penúltima sessão do P1 podem indicar problemas de usabilidade. Ainda que a mecânica fosse semelhante em todas as fases de ensino e teste de relações condicionais, as relações jogadas eram distintas e o P1 manteve o comportamento de perguntar sobre como emparelhar as peças até a quinta sessão. A ausência de instruções no jogo sobre como realizar os emparelhamentos pode ter contribuído para esses resultados para o P1. Resultados semelhantes não foram encontrados para os demais participantes, uma vez que o P4 fez cinco perguntas sobre o funcionamento do jogo até a quarta sessão e o P2 e o P3 não emitiram esse tipo de comportamento. Em relação à solicitação de ajuda para realizar ações do jogo (arrastar peças), o P1 solicitou ajuda uma vez, o P3 solicitou três vezes e o P4 nove vezes. Esse número é considerado baixo, uma vez que o número mínimo de peças emparelhadas durante as seis fases de ensino ou teste do jogo era de 90, sem considerar repetições em razão de possíveis erros. Um dado que confirma essa informação foi obtido a partir do registro da porcentagem de peças jogadas com precisão por cada jogador, ou seja, a porcentagem de jogadas nas quais os participantes conseguiram arrastar a peça para a lacuna da trilha de dominó na primeira tentativa. Todos os participantes obtiveram sucesso em emparelhar peças na primeira tentativa em mais de 80% das jogadas. O P1 jogou com precisão 83% das peças, o P2 92,1%, o P3 90,9% e o P4 88,9%.

### **Discussão**

Ainda que a utilização de jogos como ferramentas educativas tenha crescido extensamente nas últimas décadas, poucos são os estudos que avaliam os jogos quanto aos objetivos de ensino e às características que podem ou não os tornar tecnologias viáveis (Contreras-Espinosa & Eguia-Gómez, 2016; Ke, 2009; Kirriemuir & McFarlane, 2004). Aproximações da literatura do *design* de jogos e princípios da Análise do comportamento são incipientes, embora já existam propostas de desenvolvimento e avaliação de jogos (Gris &

Souza, 2016a; Perkoski & Souza, 2015b), além de avaliações de intervenções que empregam delineamentos de sujeito único (Pereira-Guizzo, 2016). O presente estudo avaliou os efeitos do jogo *Korsan*, sobre a resolução de problemas de adição com algarismos e na forma de balança bem como o engajamento produzido pelo jogo e sua usabilidade.

Os resultados indicaram que o jogo *Korsan* possibilitou o ensino de relações condicionais matemáticas e a emergência das relações testadas, apesar do diferente número de tentativas necessárias pelos participantes para isso. Os dados obtidos nesse estudo, para o ensino de operações de adição por meio de dominós adaptados, corroboram o de outros estudos (Godoy et. al., 2015; Gris, Alves, Assis, & Souza, no prelo). A respeito da posição da incógnita, observou-se que antes da intervenção, o P1, o P3 e o P4 apresentavam menores porcentagens de acerto em ambas as formas de apresentação dos problemas quando a incógnita estava na posição *a* e *b*. Apenas o P2 apresentava melhor desempenho em problemas com algarismos com incógnita na posição *b*. Os dados do P1, do P3 e do P4 estão de acordo com a literatura que indica menores porcentagens de acerto em problemas com incógnitas nas posições *a* e *b* (Hiebert, 1982). A melhora no desempenho de todos os participantes após a intervenção corrobora os resultados de pesquisas que também produziram o ensino de relações condicionais com diferentes formas de apresentação de problemas e com incógnitas em diferentes posições (Haydu et. al. 2006; Haydu et. al., 2015, Henklain & Carmo, 2013a, 2013b). O registro de níveis de auxílio fornecidos pelo pesquisador durante as jogadas dos participantes indicou que para a maioria das relações houve aumento das jogadas independentes ou redução do auxílio oferecido. Esse dado é similar aos encontrados por Haydu e Zanluqui (2013) que observaram redução na porcentagem de auxílio para crianças de 6 anos durante as partidas de um jogo de tabuleiro que ensinava habilidades monetárias.

O arranjo de contingências programadas para o jogo *Korsan* teve por base o ensino de relações condicionais por meio do procedimento de MTS com a apresentação de dois modelos

a cada tentativa programada, por meio das lacunas nas trilhas apresentadas. O ensino de algumas relações (AB/BA, AC/CA e DC/CD) em períodos que podem ser considerados pequenos (59min e 11seg para o P1, 2h 4min e 15seg para o P2, 1h 41min e 59 seg para o P3 e 1h 41min e 15seg para o P4) possibilitou a aprendizagem de outras (BC/CB, AD/DA e BD/DB) que não foram diretamente ensinadas, conforme pressupõe os modelos de redes de relações e equivalência de estímulos (Sidman & Tailby, 1982) além da resolução de problemas de adição em contexto diverso ao do jogo, como avaliado nas Sondas conduzidas com os jogos de tabuleiro *Lince: enterrado tesouros*. Ao final da intervenção, todos os participantes foram capazes também de descrever algoritmos para a resolução de problemas de adição com incógnitas nas posições *a*, *b* e *c*. Ao serem questionados sobre como resolveriam diferentes tipos de problemas, os participantes, a seu modo, descreveram em linhas gerais que caso a incógnita fosse apresentada antes do sinal de igual, eles deveriam descobrir quanto faltava para chegar ao número que era apresentado após a igualdade, e, caso estivesse depois, os participantes descreveram que poderiam “juntar” os dois números ou quantidades que eram apresentados no problema. Cabe ressaltar que as instruções fornecidas pela pesquisadora por meio dos níveis de auxílio e da explicação do funcionamento do jogo pela descrição de como os emparelhamentos deveriam ser realizados, no início das fases de ensino, podem ter favorecido o cumprimento das tarefas pelos participantes. A descrição do algoritmo de resolução de problemas de adição dá indícios de que os participantes podem ter aprendido a resolver problemas em outras situações que não foram testadas.

A avaliação do engajamento promovido pelo jogo foi realizada por meio da categorização dos comportamentos emitidos durante as partidas. A partir desse registro observou-se maior frequência das categorias que indicam engajamento do que de comportamentos que dão indícios de falhas da ferramenta em manter o jogador na atividade. Apesar da variabilidade do tipo e frequência dos comportamentos observados entre os

participantes, observou-se que nenhum deles solicitou a troca de atividade, mesmo tendo outras atividades disponíveis durante as partidas. Esse resultado é similar ao observado na avaliação do protótipo físico do jogo *Korsan* (Gris & Souza, 2016a). O registro categorizado de comportamentos foi adaptado dos protocolos utilizados por Perkoski e Souza (2015a) e Gris e Souza (2016a). Esses estudos conduziram avaliações com versões analógicas de jogos que promoviam a interação entre pesquisador e participante, diferente da interação dos participantes preponderantemente com o jogo digital utilizado nessa pesquisa. Os comportamentos evocados por diferentes interações são também diversos e isso orientou mudanças na escolha das categorias de comportamentos observadas.

Nesse estudo foram incluídas as classes de comportamentos demonstrar aprovação, comemorar, solicitar para interromper a partida e solicitar para trocar de atividade. A inclusão da classe “demonstrar aprovação”, por exemplo, fez-se necessária a partir da observação das filmagens das primeiras sessões nas quais se observou que o P2, não emitia verbalizações sobre o jogo, embora houvesse a ocorrência de outros comportamentos que indicavam o engajamento na tarefa como sorrir ao emparelhar corretamente uma peça. A adaptação das categorias de registro teve por objetivo tornar o protocolo de observação mais sensível às interações dos participantes com um jogo digital, jogado individualmente, que são diferentes daquelas em jogos cuja interação entre jogadores é programada no processo de *design*. A necessidade de adaptações indica, assim, que a elaboração de protocolos de avaliação das características dos jogos deve levar em consideração as especificidades de cada ferramenta, uma vez que os estímulos apresentados e as contingências planejadas são diferentes em jogos produzidos em mídias distintas e com diferentes objetivos de ensino.

A ausência de elementos do enredo e da estética do jogo podem ter influenciado os resultados da avaliação do engajamento. De acordo com Schell (2008/2011), os elementos fundamentais de um jogo são tecnologia, mecânica, estética e enredo, sendo todos igualmente

importantes e interdependentes. Em relação ao enredo, na presente versão digital do jogo, não foram incluídos a narrativa, o personagem pirata, as imagens dos tesouros conquistados e outros elementos que estavam presentes na avaliação do protótipo físico e na qual houve bom engajamento do participante (Gris & Souza, 2016a). Isso pode explicar a baixa frequência dos comentários sobre o enredo do P2 e do P4 e predominância dos comentários sobre o caranguejo – único personagem presente nessa versão do jogo – quando foram emitidos comentários sobre o enredo pelo P1, P2 e o P4.

A respeito da avaliação de engajamento, ressalta-se ainda, que a busca por medidas diretas de observação do comportamento do jogador durante as partidas é coerente com os procedimentos de pesquisa analítico-comportamentais, conforme destacam Perkoski e Souza (2015b), embora difiram das avaliações geralmente conduzidas dos jogos. Ao realizar uma revisão de literatura com o objetivo de mapear os procedimentos empregados para avaliação da efetividade da DGBL, All et al. (2014) indicaram que o engajamento promovido por jogos educativos é citado em avaliações de motivação realizadas principalmente por meio de questionários apresentados após as partidas. Há, ainda, registros de avaliações conduzidas durante as partidas com os jogos que também fazem uso de relato verbal (Schønau-Fog & Bjørner, 2012). A própria área tem apresentado ressalvas quanto ao uso de medidas indiretas. Autores como Wouters, Van der Spek e Oostendorp (2009) afirmam que, apesar dos relatos de que os jogos motivam os jogadores e produzem engajamento, em razão da forma como isso é avaliado não há evidência convincente que valide essa hipótese. Os resultados obtidos nesse estudo indicam a viabilidade de planejar avaliações por meio de observações diretas do comportamento dos jogadores.

Os resultados da avaliação de usabilidade indicaram que as regras dos emparelhamentos das peças nas diferentes fases do jogo poderiam não estar claras para o P1, devido à alta frequência de perguntas sobre o funcionamento do jogo por ele emitidas. É provável que a

ausência de instruções sobre o funcionamento de cada fase que não eram apresentadas pelo jogo possa ter contribuído para esse resultado. Contudo, os resultados obtidos com o registro do comportamento de solicitar ajuda para executar ações do jogo e as porcentagens de acerto dos jogadores ao jogarem as peças com precisão indicam que a usabilidade proporcionada pelo *software* não oferecia dificuldades, indicando que o jogo proporcionou usabilidade adequada para os participantes. Ainda que a principal tarefa executada pelos participantes na interação com o jogo fosse arrastar as peças de dominó, havia outras ações como clicar para acessar os mapas, clicar para escolher os mapas, clicar nas ilhas de cada mapa para acessar as fases de jogo etc. que não foram registradas. O registro completo do uso do jogo poderia fornecer uma avaliação mais completa e segura das questões referentes à usabilidade.

Destaca-se que assim como a avaliação de engajamento, buscou-se avaliar a usabilidade do jogo por meio de observações diretas do comportamento. Essa avaliação difere, em alguns aspectos, de avaliações tradicionais de usabilidade de *softwares*. Avaliações de usabilidade geralmente fazem uso tanto de medidas diretas quanto de indiretas. Medidas diretas, chamadas de indicadores de usabilidade, envolvem o registro da porcentagem de usuários que obtiveram sucesso na tarefa, o tempo necessário para a realização, tempo que o usuário ficou envolvido em atividades produtivas e improdutivas (erros, desvios, *loops* do sistema etc.) entre outros (Cybis, et al., 2010). A avaliação do jogo *Korsan* foi semelhante ao indicado na literatura de usabilidade, ao registrar as porcentagens de emparelhamentos precisos das peças pelos participantes.

As medidas indiretas de relato verbal, comumente utilizadas em testes de usabilidade de *software*, são obtidas pela coleta de dados de verbalizações simultâneas e consecutivas. No registro de verbalizações simultâneas, durante o uso do *software*, são feitas perguntas para que respostas e comentários gerais sejam registrados. A avaliação por verbalizações consecutivas constitui-se de uma entrevista posterior ao uso, na qual o usuário é questionado sobre suas

ações para executar as tarefas enquanto assiste a um vídeo de sua interação com o *software* (Cybis, et al., 2010). Embora a avaliação de usabilidade do jogo *Korsan* se pareça com procedimento de registro de verbalizações simultâneas, já que ela foi realizada por meio do registro das verbalizações dos participantes durante o uso do jogo, não foram programadas perguntas pela pesquisadora para os participantes e o registro foi feito a partir das verbalizações espontâneas emitidas. Além disso, foram criadas categorias comportamentais (e.g., Perguntas sobre o funcionamento do jogo e solicitar ajuda para executar ações do jogo) que permitissem a obtenção de resultados quantitativos.

Por fim, o jogo parece cumprir seus objetivos de ensino e apresentar usabilidade adequada para crianças da faixa etária avaliada. Respostas de engajamento foram observadas em frequência e categorias diversas entre os participantes e, provavelmente a implementação de outros elementos de enredo e estética poderiam produzir maior engajamento dos jogadores durante as partidas. Futuras pesquisas podem incorporar tais elementos, além de buscar refinar as avaliações de engajamento e usabilidade, uma vez que o desenvolvimento de medidas de observação direta do comportamento ainda é incipiente. Nesse estudo, foram programadas atividades concorrentes às partidas com o jogo para compor a avaliação de engajamento. Sugere-se que estudos futuros realizem avaliações de preferência com os participantes antecipadamente para programar as atividades concorrentes. Ainda, testes de generalização com problemas em outras formas de apresentação, como sentenças escritas em diferentes estruturas semânticas (e.g. transformação, combinação e comparação) podem ser programados para avaliar a extensão dos efeitos do jogo sobre o comportamento dos jogadores.

## 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
- Araújo, P. M., & Ferreira, P. R. S. (2008). Ensinando subtração para pessoas com deficiência mental com base em relações de equivalência de estímulos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, *24*(3), 313-322. doi: 10.1590/S0102-37722008000300007
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, *11*, 181-185. doi: 10.1111/1467-8721.00196
- Assis, G. J. A., Magalhães, P. G. S., Monteiro, P. D. S., & Carmo, J. S. (2011). Efeitos da ordem de ensino e da transferência de funções sobre relações ordinais em surdos. *Acta Comportamental*, *19*(1), 43-63.
- Capovilla, F. C., César, O., Capovilla, A. G. S., & Haydu, V. B. (1997). Equação-equilíbrio: o modelo da balança e a análise da resolução de problemas aritméticos em escolares do ensino fundamental. *Torre de Babel: Reflexões e Pesquisa em Psicologia*, *4*, 189-215.
- Carmo, J. S., Mendes, A. C., Bottesini-Júnior, D. J., Seabra, D. F. S., & Oliveira, M. A. (2014). Investigando respostas emocionais à Matemática em estudantes de diferentes níveis de ensino. In C. Vichi, E. Huziwara, H. Sadi, L. Postalli (Orgs.), *Comportamento em foco 3* (pp. 391-404), São Paulo: ABPMC.
- Cavaletti, R. L., & Carmo, J. S. (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), 185-197. doi: 10.5380/psi.v16i2.25312

- Chang, M., Evans, M. A., Kim, S., Norton, A., & Samur, Y. (2015). Differential effects of learning games on mathematics proficiency. *Educational Media International*, 52(1), 47-57. doi: 10.1080/09523987.2015.1005427
- Chang, K. E., Wu, L. J., Weng, S. E., & Sung, Y. T. (2012). Embedding game-based problem-solving phase into problem-posing system for mathematics learning. *Computers & Education*, 58(2), 775-786. doi:10.1016/j.compedu.2011.10.002
- Contreras-Espinosa, R. S., & Eguia-Gómez, J. L. (2016). Pesquisa da avaliação e da eficácia da aprendizagem baseada em jogos digitais: reflexões em torno da literatura científica. In L. Alves & I. J. Coutinho (Orgs.), *Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências* (pp.61-76). Campinas: Papirus.
- Cybis, W., Betiol, A. H., & Faust, R. (2010). *Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações*. São Paulo: Novatec.
- 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](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=146984).
- de Rose, J. C. C. (1993). Classes de estímulos: implicações para uma análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 9(2), 283-303.
- 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 Braziliense*. Recuperado de [http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/estudante/especial\\_enem/2015/01/13/especial-enem-interna,466144/inep-revela-media-de-notas-dos-alunos-no-enem-2014.shtml](http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/estudante/especial_enem/2015/01/13/especial-enem-interna,466144/inep-revela-media-de-notas-dos-alunos-no-enem-2014.shtml).
- 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, G., & Souza, S. R. (2016a). Jogos educativos digitais e modelo de rede de relações: desenvolvimento e avaliação do protótipo físico do jogo Korsan. *Revista Perspectivas em Análise do Comportamento*, 7(1), 114-132. doi: 10.18761/pac.2016.003
- Gris, G., & Souza, S. R. (2016b). *Korsan*. [Jogo Digital].
- Gros, B. (2003). The impact of digital games in education. *First Monday*, 8(7).
- Haydu, V. B., Andrade, M. P., Silva, L. S., Pimentel, N. S., & Capovilla, F. C. (1997). Resolução de problemas aritméticos: analisando a participação de processos verbais e da posição da incógnita. *Torre de Babel: Reflexões e Pesquisa em Psicologia*, 4, 217-232.
- Haydu, V. B., Costa, L. P., & 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., Lorencete, C. M., & Eccheli, S. D. (2015). Equivalência de estímulos entre três formas de apresentação de problemas aritméticos: um estudo com adultos e idosos. *Temas em Psicologia*, 23(1), 49-67. doi: 10.9788/TP2015.1-04

- Haydu, V. B., & Souza, S. R. (2012). Contribuições da Análise do Comportamento para o desenvolvimento de tecnologias de ensino. In F. N. Oliveira, P. M. Z. Alliprandini, S. M. F. Meletti (Orgs.), *A educação em reflexão: temáticas da formação de professores* (pp.184-199), Londrina: EDUEL.
- 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. S. (2013a). 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
- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. S. (2013b). Stimulus equivalence and increase of correct responses in addition and subtraction problems. *Paidéia*, 23(56), 349-358. doi: 10.1590/1982-43272356201309
- Hiebert, J. (1982). The position of the unknown set and children's solution for verbal arithmetic problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23, 341-349. doi: 10.2307/749008
- Hui, C. S. (2009). Learning mathematics through computer games. In *Proceedings of 14th Annual Asian Technology Conference in Mathematics*, China.
- Iégas, 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
- ISO 9241-11 (1998). *Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual Parte 11: Orientações sobre usabilidade*. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

- Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. *Handbook of research on effective electronic gaming in education, 1*, 1-32. doi: 10.4018/978-1-59904-808-6.ch001
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education, 55*, 427-443. doi: 10.1016/j.compedu.2010.02.00
- Kiili, K., Devlin, K., Perttula, T., Tuomi, P., & Lindstedt, A. (2015). Using video games to combine learning and assessment in mathematics education. *International Journal of Serious Games, 2*(4), 37-55. doi: 10.17083/ijsg.v%vi%i.98.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). Literature review in games and learning. *Futurelab series, 8*, 1-35.
- Klopfer, E., Osterweil, S., & Salen, K. (2009). *Moving learning games forward*. Cambridge, MA: The Education Arcade.
- 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*.
- Magalhães, P. G. S., & Assis, G. J. A. (2011). Equivalência monetária em surdos. *Temas em Psicologia, 2*, 443-458.
- Monteiro, G., & Medeiros, J. G. (2002). A contagem oral como pré-requisito para a aquisição do conceito de número com crianças pré-escolares. *Estudos em Psicologia, 7*(1), 73-90. doi: 10.1590/S1413-294X2002000100009.
- Nunes, A. L. M., & Assis, G. J. A. (2006). Emergência de classes ordinais após o ensino de relações numéricas. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento, 2*(2), 203-219.
- Panosso, M. G., & Souza, S. R. (2014). Equivalência de estímulos: Efeitos de um jogo de tabuleiro sobre escolhas alimentares. *Acta Comportamentalia, 22*(3), 315-333.

- Pereira-Guizzo, C. S. (2016). Como planejar e avaliar intervenções com jogos digitais na educação especial? In L. Alves & I. J. Coutinho (Orgs.), *Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências* (pp.269-282). Campinas: Papyrus.
- 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>
- Perkoski, I. R., & Souza, S. R. (2015b). “O Espião”: Uma perspectiva analítico comportamental do desenvolvimento de jogos educativos de tabuleiro. *Revista Perspectivas em Análise do Comportamento*, 6 (2), 74-88. doi: 10.18761/pac.2015.020
- PISA 2012 results: creative problem solving: students’ skills in tackling real-life problems. Volume V. OECD. Recuperado de <http://www.wib-potsdam.de/wp-content/uploads/2015/03/PISAProblemSolving2014.pdf>
- Pope, H., & Mangram, C. (2015). Wuzzit Trouble: The Influence of a Digital Math Game on Student Number Sense. *International Journal of Serious Games*, 2(4). doi: 10.17083/ijsg.v1i4.47
- Prensky, M. (2012). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. São Paulo: Senac. (Trabalho original publicado em 2001).

- Prado, P. S. T., & De Rose, J. C. (1999). Conceito de número: uma contribuição da análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 15(3), 227-235. doi: 10.1590/S0102-37721999000300006
- Rossit, R. A. S., & Goyos, C. (2009). Deficiência intelectual e aquisição matemática: currículo como rede de relações condicionais como rede de relações condicionais. *Revista semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional* 13(2), 213-225. doi: 10.1590/S1413-85572009000200003
- Schell, J. (2011). *A arte do game design: o livro original*. Rio de Janeiro: Elsevier (Trabalho original publicado em 2008).
- Schønau-Fog, H., & Bjørner, T. (2012). “Sure, I Would Like to Continue” A Method for Mapping the Experience of Engagement in Video Games. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 32(5), 405-412. doi: 10.1177/0270467612469068
- Shin, N., Sutherland, L. M., Norris, C. A., & Soloway, E. (2012). Effects of game technology on elementary student learning in mathematics. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 540-560. doi:10.1111/j.1467-8535.2011.01197.x
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(1), 5-22. doi: 10.1901/jeab.1982.37-5
- Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Baltimore: Penguin.
- Souza, S. R., & Hübner, M. (2010). Efeitos de um jogo de tabuleiro educativo na aquisição de leitura e escrita. *Acta Comportamental*, 18(2), 215-242.
- Souza, L. B., Miccione, M. M., & Assis, G. J. A. (2012). Expansão de classes ordinais em pré-escolares. *Temas em Psicologia*, 20(2). 413-428. doi: 10.9788/TP2012.2-10.
- Tabula Digita (2007). *DimesionM [PC game]*. New York: Tabula Digita.

- Van Eck, R. V. (2006). Digital game-based learning: it's not just the digital natives who are restless. *Educase Review*, 41(2), 16-30.
- Vankúš, P. E. T. E. R. (2008). Games based learning in teaching of mathematics at lower secondary school. *Acta Didactica Universitatis Comenianae–Mathematics*, 8, 103-120.
- Wouters, P. Van der Spek, E., & Van Oostendorp, H. (2009). Current Practices in Serious Game Research: A Review from a Learning Outcomes Perspective. In T. Connolly, M. Stansfield, & L. Boyle (Orgs.), *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices* (pp. 232-250). Hershey: IGI.
- Xander, P., Haydu, V. B., & Souza, S. R. (2016). “Dim Dim: negociando e brincando” no ensino de habilidades monetárias a pré-escolares. *Revista CES Psicologia*, 9 (1), 65-88.

## **APÊNDICES**

**Apêndice A – Folhas de Registro de Resolução de Problemas**

Nome:

Data:

Avaliação:

Tempo:

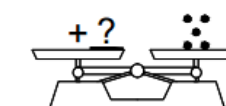
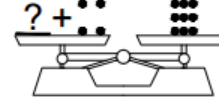
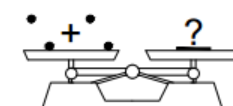
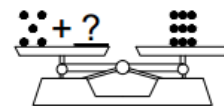
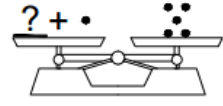
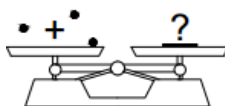
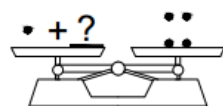
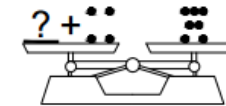
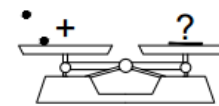
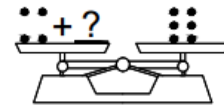
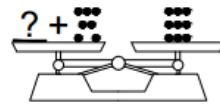
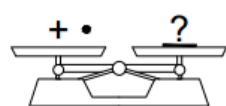
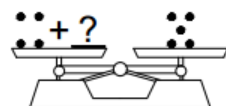
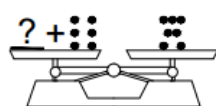
$?+6=7$	$5+?=6$	$0+1=?$	$?+7=9$	$4+?=6$	$2+0=?$
( )	( )	( )	( )	( )	( )

$?+4=7$	$1+?=4$	$1+2=?$	$?+1=5$	$5+?=9$	$2+2=?$
( )	( )	( )	( )	( )	( )

$?+4=9$	$0+?=5$	$1+4=?$	$?+2=8$	$3+?=9$	$3+3=?$
( )	( )	( )	( )	( )	( )

$?+0=7$	$1+?=8$	$3+4=?$	$?+2=10$	$1+?=9$	$5+3=?$
( )	( )	( )	( )	( )	( )

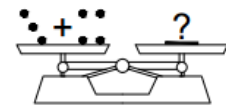
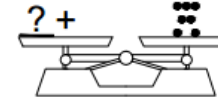
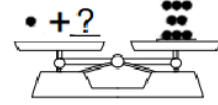
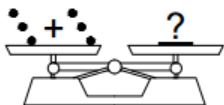
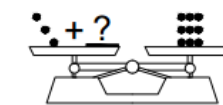
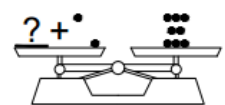
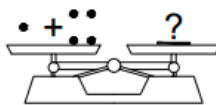
$?+0=9$	$1+?=10$	$8+1=?$	$?+0=10$	$0+?=10$	$3+7=?$
( )	( )	( )	( )	( )	( )







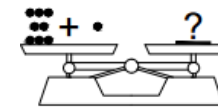
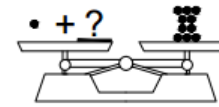
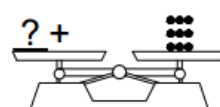
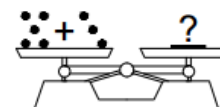
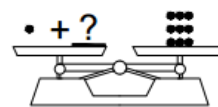
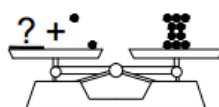






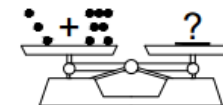
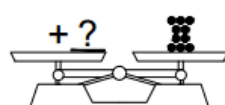
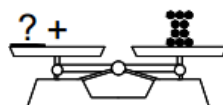













Nome:

Data:

Avaliação:

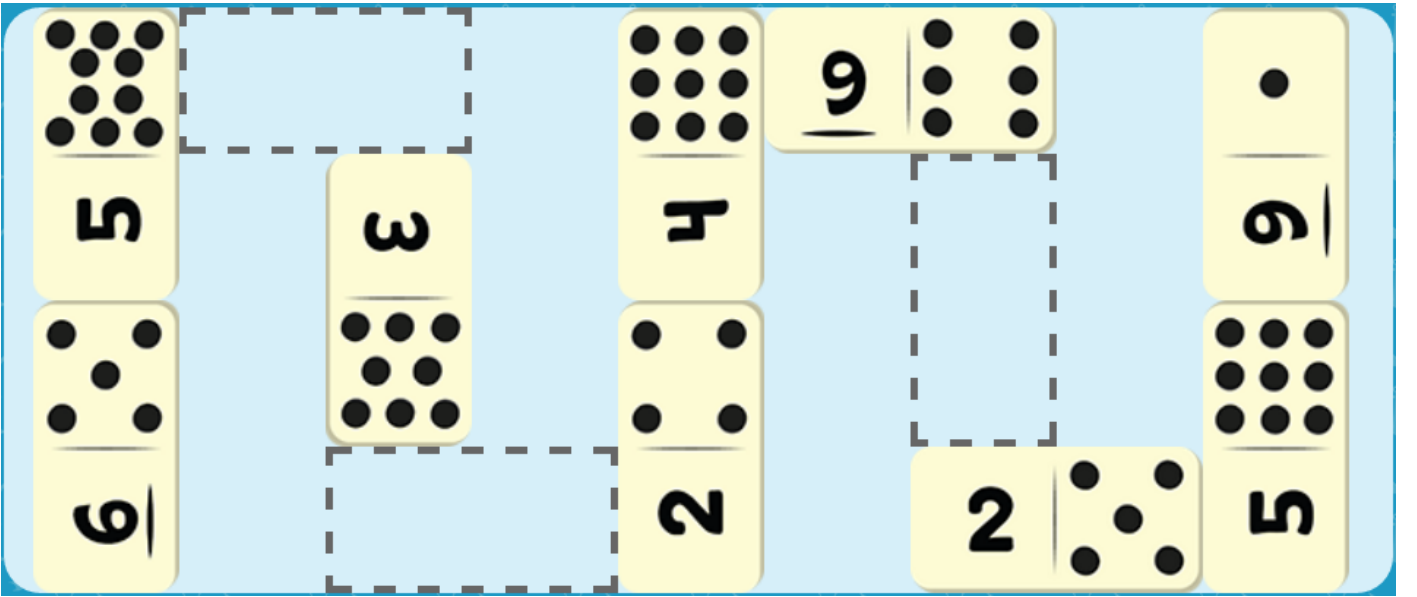
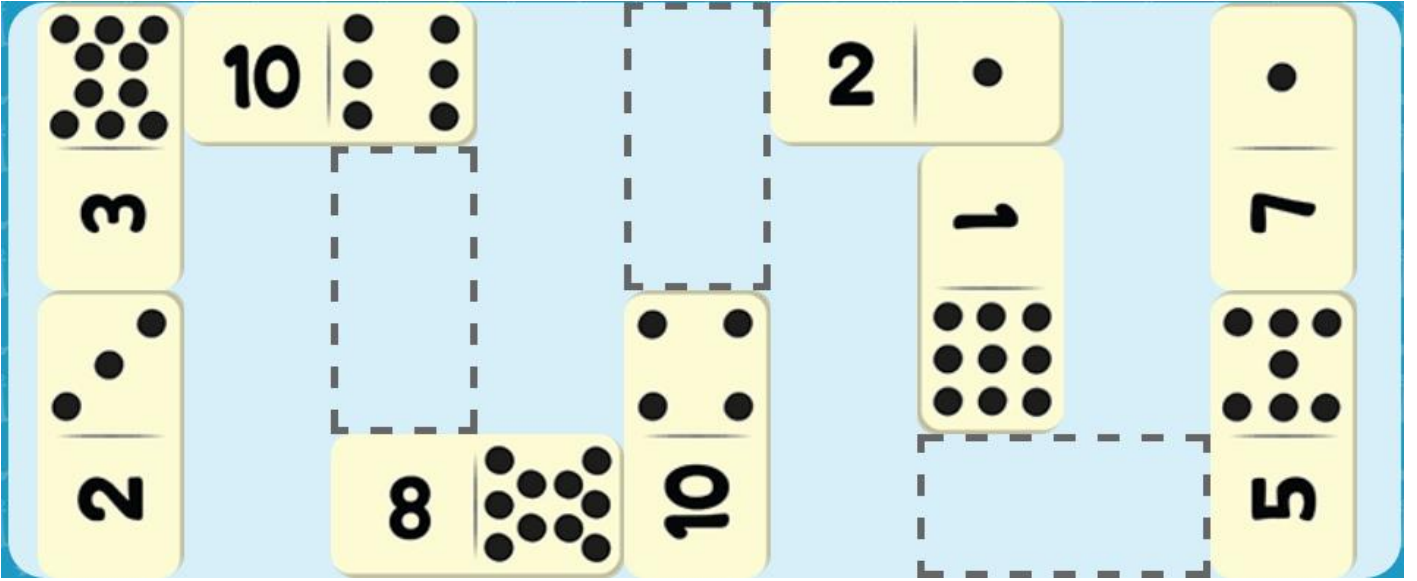
Tempo:

**Apêndice B – Folhas de Registro das jogadas**

A 2x2 grid of dominoes. The top row contains a domino with 10 pips on the left and 9 pips on the right, and a domino with 5 pips on the left and 1 pip on the right. The bottom row contains a domino with 8 pips on the left and 4 pips on the right, and a domino with 7 pips on the left and 6 pips on the right. Dashed lines indicate connections between the top and bottom rows.

A 2x2 grid of dominoes. The top row contains a domino with 4 pips on the left and 3 pips on the right, and a domino with 5 pips on the left and 7 pips on the right. The bottom row contains a domino with 2 pips on the left and 8 pips on the right, and a domino with 1 pip on the left and 6 pips on the right. Dashed lines indicate connections between the top and bottom rows.

A 2x2 grid of dominoes. The top row contains a domino with 5 pips on the left and 2 pips on the right, and a domino with 2 pips on the left and 7 pips on the right. The bottom row contains a domino with 3 pips on the left and 7 pips on the right, and a domino with 1 pip on the left and 8 pips on the right. Dashed lines indicate connections between the top and bottom rows.



$6$	$6 + ? = 10$	$4$	$3 + ? = 7$
$1$	$? + 0 = 10$	$10$	$? + 1 = 10$
$4$	$0 + ? = 7$	$1$	$? + 3 = 4$
$2$	$? + 1 = 7$	$6$	$0 + ? = 2$

$10$	$? + 6 = 7$	$1$	$? + 3 = 9$
$10$	$? + 0 = 3$	$7$	$1 + 1 = ?$
$6$	$8 + 2 = ?$	$2$	$? + 4 = 5$
$4$	$1 + ? = 6$	$5$	$2 + ? = 9$

$4$	$4 + ? = 7$	$3$	$? + 0 = 9$
$8$	$5 + 0 = ?$	$5$	$0 + ? = 10$
$9$	$1 + 0 = ?$	$3$	$? + 0 = 7$
$7$	$4 + 0 = ?$	$7$	$6 + 1 = ?$
$2$	$? + 0 = 10$	$2$	$? + 0 = 10$

7	$i+0=1$	1	$i+1=9$
2	$i+5=?$	10	$i+2=?$
2	$i+3=10$	9	$i+7=?$
7	$i+0=1$	1	$i+3=4$

1	$i+1=6$	5	$0+i=10$
7	$0+i=?$	2	$i+5=9$
3	$i+0=9$	5	$i+1=3$
9	$i+0=?$	1	$i+0=10$

$7 + ? = 9$   
 $? + 6 = 7$   
 $1 + 2 = ?$   
 $0 + ? = 2$   
 $? + 4 = 9$   
 $4 + 0 = ?$   
 $1 = ? + 7$   
 $? + 2 = 7$   
 $7 + ? = 8$

$5 + ? = 9$   
 $1 + 4 = ?$   
 $? = 1 + 0$   
 $? + 6 = 8$   
 $1 + 2 = ?$   
 $? + 0 = 10$   
 $0 = 1 + ?$   
 $5 + ? = 6$   
 $? + 0 = 10$

$? + 0 = 7$   
 $? + 6 = 7$   
 $1 + 1 = ?$   
 $2 + ? = 10$   
 $7 + 2 = ?$   
 $5 + ? = 7$   
 $0 = 0 + ?$   
 $? + 2 = 7$   
 $? + 0 = 7$

2+2=?      5+?=9

0+?=7

6+?=10      ?+2=8

?+1=10

9=1+?

4+?=7      ?+0=9

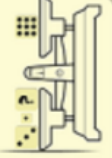
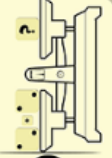








1+0=?

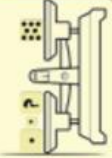
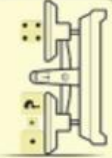

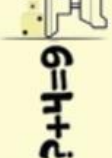
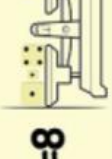
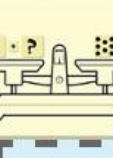


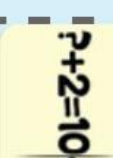

5+?=7      ?+0=10

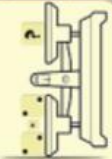


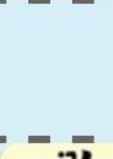


0+?=10

8=?+1

1+4=?

 $2+2=?$	 $?+0=?$	 $2+2=?$	 $2+2=?$	 $0+1=?$
 $1+?=4$	 $5+?=6$	 $8+1=?$	 $6=7+?$	 $?+4=9$

 $?+4=7$	 $3+7=?$	 $1+?=8$	 $5+?=6$	 $9+?=6$
 $2+2=?$	 $2+0=?$	 $?+4=7$	 $3+?=9$	 $4+?=4$

 $6+4=?$	 $1+?=8$	 $?+2=10$	 $?+4=7$	 $9+?=6$
 $5+?=6$	 $4+?=6$	 $8+1=?$	 $3+?=9$	 $5+?=5$

$1+2=8$	$2+2=?$	$4+5=5$	$?+4=?$	$?+2=10$
$6+4=9$	$3+7=?$	$4+4=9$	$?+7=9$	

$5+2=5$	$5+2=6$	$1+2=?$	$?+4=9$
$4+2=4$		$2+2=?$	$8+1=?$
$?+0=7$	$?+7=9$		$6+1=1$

10 3 7 10 6 2 6

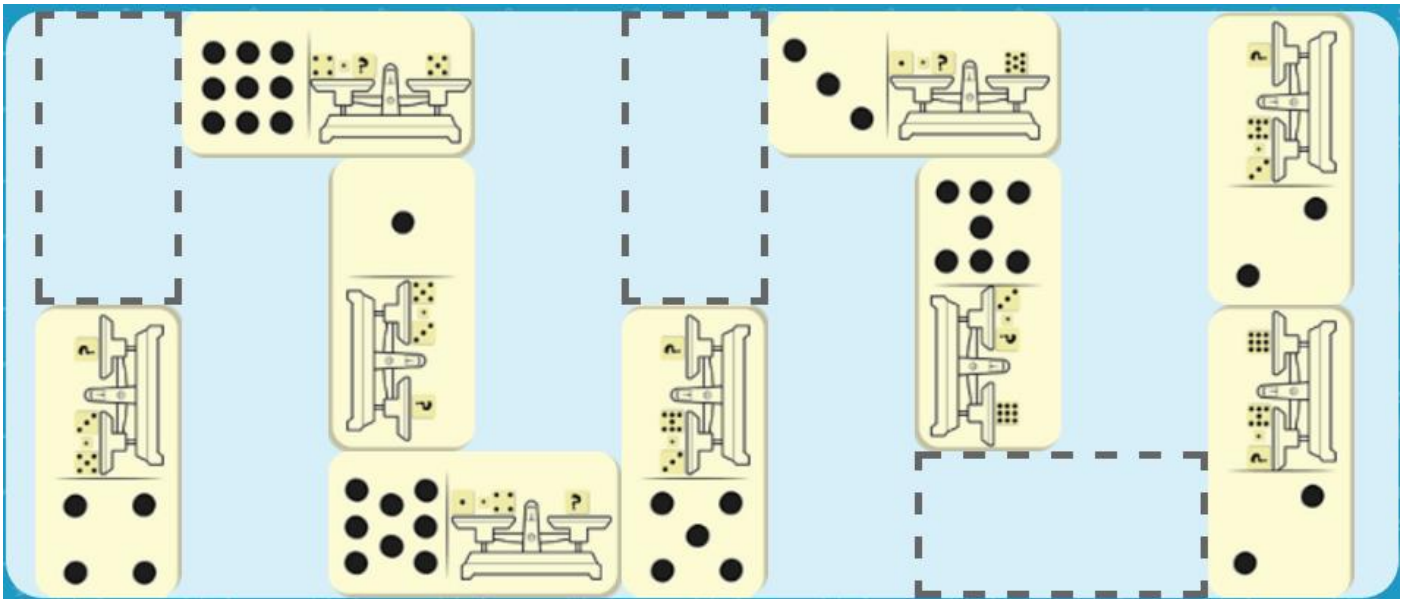
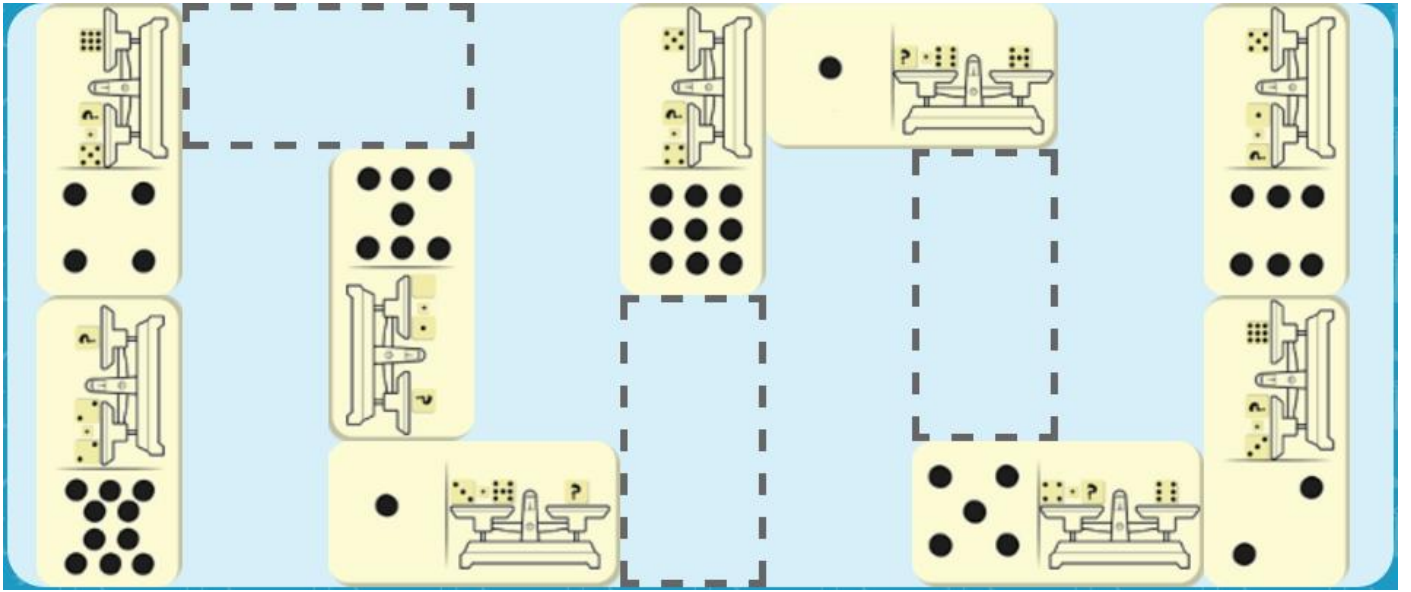
7 4 3 1 2 10 9 6 1 6

5 4 2 5 1 1 7 2 8

4	3	9	2	1
10	1		2	5

1	1	4	3	10
7	2	6	1	







**Apêndice D – Categorias de comportamentos observados durante as partidas**

<b>Categoria</b>	<b>Definição</b>	<b>Usabilidade</b>	<b>Engajamento</b>
Perguntas sobre o funcionamento do jogo	Perguntar o que deve fazer, onde deve clicar, por exemplo.	X	
Solicitação de ajuda para executar ações do jogo	Pedir ajuda para clicar ou movimentar peças.	X	
Comentários positivos sobre o jogo	Apontar características agradáveis do jogo.		X
Comentários sobre o enredo/história do jogo	Emitir comentários sobre elementos da história, dos personagens.		X
Comemorar	Expressar satisfação após concluir jogadas		X
Demonstrar aprovação	Expressar sentimentos positivos em relação ao jogo. Sorrir ou dar risada.		X
Comentários negativos sobre o jogo	Apontar características desagradáveis do jogo, demonstrar desaprovação, expressar sentimentos negativos em relação ao jogo.		X
Comentários alheios ao jogo	Iniciar assuntos diferentes dos tópicos apresentados pelo jogo.		X
Solicitação para interromper a atividade	Pedir para encerrar o jogo ou antecipar que ao final da jogada quer parar de jogar		X
Solicitação para trocar de atividade	Pedir para fazer outra atividade diferente do jogo		X

## Apêndice E – Descrição dos Níveis de Auxílio

### NÍVEIS DE AUXÍLIO

NÍVEL A	NÍVEL B	NÍVEL C	NÍVEL D	NÍVEL E
Independente	Supervisão	Assistência Mínima	Assistência Moderada	Assistência Total
O participante escolhe sozinho a peça dentre as opções (faz a conta, quando necessário) e a arrasta para a lacuna.	A pesquisadora fala o que deve ser feito: “Olhe para o espaço onde falta a peça e veja o que precisa colocar dos dois lados”.	A pesquisadora aponta para a lacuna na tela do computador e solicita que o participante leia o estímulo (número, conjunto de pontos ou solicita que a criança leia a resolva a adição).	A pesquisadora aponta para a lacuna na tela do computador, lê o estímulo de um lado da lacuna e solicita que o participante localize nas opções de peças uma que corresponda ao estímulo lido. Após o participante localizar a peça a pesquisadora repete o mesmo procedimento para o outro estímulo.	A pesquisadora aponta para a lacuna na tela do computador, lê o estímulo e escolhe a resposta certa para o participante.

## Apêndice F – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### “Desenvolvimento e avaliação de um jogo de dominó digital adaptado para ensino de relações matemáticas”.

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidar seu filho para participar da pesquisa “Desenvolvimento e utilização de um jogo de dominó digital informatizado para ensino de relações matemáticas”, a ser realizada na Escola na qual ele está matriculado. O objetivo da pesquisa é investigar a efetividade de um jogo digital de dominó adaptado para o ensino de relações matemáticas. A participação do seu filho é muito importante e ela se daria pela participação em jogos e atividades lúdicas.

Esclarecemos que a participação é totalmente voluntária, podendo o (a) senhor (a) ou seu filho: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa ou ao seu filho. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Esclarecemos que em eventual publicação dos resultados dessa pesquisa em meios científicos não será feita a identificação de seu filho. Esclarecemos ainda, que o(a) senhor(a) e seu filho não pagarão e nem serão remunerados por sua participação.

Os benefícios esperados são o desenvolvimento de tecnologias efetivas para o ensino da Matemática e a possível melhora de desempenho na resolução de problemas. Os riscos que a presente pesquisa pode acarretar ao seu filho são eventuais constrangimentos pela filmagem e decepções por eventualmente não vencer o jogo.

A pesquisadora compromete-se em respeitar as determinações prevista na Lei 8069/90 – Estatuto da Criança e do adolescente – ECA, que resguardam os direitos das crianças e adolescentes, com especial atenção ao Art. 17. Que determina: “O direito ao respeito consiste na inviolabilidade da integridade física, psíquica e moral da criança e do adolescente, abrangendo a preservação da imagem, da identidade, da autonomia, dos valores, ideias e crenças, dos espaços e objetos pessoais.”

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos poderá nos contatar (Gabriele Gris, Rua Espírito Santo, 1037 apto 301, tel: (43)9680-0188, e-mail: grisgabriele@gmail.com), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao (à) senhor(a).

\_\_\_\_\_  
Gabriele Gris

Pesquisadora Responsável

\_\_\_\_\_  
Sílvia Regina de Souza

Orientadora

Eu \_\_\_\_\_, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, autorizo a participação do meu filho \_\_\_\_\_ na pesquisa descrita acima. Autorizo também a divulgação dos resultados dessa pesquisa, assegurado o sigilo.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): \_\_\_\_\_

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_.