



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARIA CLARA JAEGER GODOY

**USO DE UM JOGO DE DOMINÓ DIGITAL ADAPTADO
PARA O ENSINO DE SUBTRAÇÃO**

Londrina
2018

MARIA CLARA JAEGER GODOY

**USO DE UM JOGO DE DOMINÓ DIGITAL ADAPTADO
PARA O ENSINO DE SUBTRAÇÃO**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado 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 Arrabal Gil

Londrina
2018

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

Godoy, Maria Clara Jaeger.

Uso de um jogo de dominó digital adaptado para o ensino de subtração / Maria Clara Jaeger Godoy. - Londrina, 2018.
90 f. : il.

Orientador: Sílvia Regina de Souza Arrabal Gil.

Dissertação (Mestrado em Análise do Comportamento) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Análise do Comportamento, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Análise do Comportamento - Tese. 2. Matemática - Tese. 3. Resolução de problemas aritméticos - Tese. 4. Jogos educativos - Tese. I. Gil, Sílvia Regina de Souza Arrabal. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Análise do Comportamento. III. Título.

MARIA CLARA JAEGER GODOY

**USO DE UM JOGO DE DOMINÓ DIGITAL ADAPTADO PARA O
ENSINO DE SUBTRAÇÃO**

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado 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: Prof^a. Dr^a. Silvia Regina de Souza Arrabal Gil

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvia Regina de Souza
Arrabal Gil
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a. Elenice Seixas Hanna
Universidade de Brasília - UnB

Prof^a. Dr^a. Veronica Bender Haydu
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 7 de fevereiro de 2018

AGRADECIMENTOS

A Deus, por proporcionar aprendizado e evolução constantes a cada novo desafio enfrentado.

À minha orientadora, Prof^a. Silvia Souza, por ter me incentivado, desde a graduação, a seguir uma carreira acadêmica e ter depositado confiança em minha capacidade. Silvia, você é uma mulher admirável! Sou muito grata pelos seus ensinamentos e pela parceria de trabalho estabelecida. Espero que possamos repeti-la mais vezes.

Aos meu pais, Rita e Carlos, por me guiarem e proverem apoio de todas as formas, não apenas durante o mestrado, mas em todas as etapas que o precederam e conduziram-me até aqui. Concluir esta fase só foi possível porque pude contar com vocês.

Aos meus familiares, tia Ana, vovó Esther e Lu que torceram, oraram e vibraram comigo a cada conquista. Agradeço as sugestões e os conselhos que acompanharam nossos cafés da tarde.

Ao meu namorado, Leandro, pelo apoio incondicional em minhas escolhas. Você partilhou comigo cada momento dessa jornada e vibrou com minhas conquistas mais que eu mesma. Foi compreensivo com a minha ausência e soube pacientemente respeitar a montanha-russa de emoções que uma pós-graduação pode propiciar em determinados momentos. É um clichê, mas eu realmente não tenho palavras para agradecer o seu companheirismo. Você é incrível!

À querida amiga, Gabriele Gris, por ter me permitido trabalhar com o “Korsan” e ter se mostrado tão solícita para auxiliar com dúvidas e problemas durante a coleta.

Aos colegas do grupo de estudos e do LADEJE, em especial à Beatriz Suzuki, por terem me ouvido falar incansavelmente do “Korsan”. Agradeço as sugestões de pesquisa, a troca de conhecimentos e os momentos de descontração.

Aos colegas de mestrado, particularmente, Anne Bogo, Glisiane Canali, Shimeny Michelato e Matheus Elias pela amizade e parcerias de trabalho estabelecidas.

Aos professores do mestrado, com os quais tive o prazer de aprender nesses dois anos.

Ao Prof. João dos Santos Carmo, pela disponibilidade e sugestões no trabalho desenvolvido.

Às Prof^{as}. Elenice Seixas Hanna e Verônica Bender Haydu que, ao aceitarem o convite para compor as banca, engrandeceram o trabalho com suas contribuições.

À Fundação CAPES, pelo auxílio financeiro durante o programa de mestrado.

À toda a equipe da escola em que a pesquisa foi desenvolvida, agradeço a receptividade, a disponibilidade e a confiança em meu trabalho.

Aos pais que confiaram seus filhos a mim durante o período da pesquisa e às crianças que aceitaram embarcar nessa aventura comigo, proporcionando momentos dos quais sempre me lembrarei com muito carinho! Sem elas, este trabalho não seria possível.

Por fim, mas não menos importante, aos meus filhos de pelo, Lucy e Sky, pelo companheirismo nas madrugadas de trabalho e por terem aprendido rapidamente a discriminar os dias em que ronronados e lambidas eram mais que necessários.

Brincar com crianças não é perder tempo, é ganhá-lo; se é triste
ver meninos sem escola, mais triste ainda é vê-los sentados
enfileirados em salas sem ar, com exercícios estéreis, sem
valor para a formação do homem.

(Carlos Drummond de Andrade)

GODOY, Maria Clara Jaeger. *Uso de um jogo de dominó digital adaptado para o ensino de subtração*. 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado de Análise do Comportamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

As avaliações da qualidade do ensino no país têm demonstrado que o aproveitamento acadêmico dos alunos em disciplinas consideradas fundamentais, como a matemática, está muito aquém do esperado. Os erros cometidos por aprendizes indicam a necessidade de se repensar o modo como o ensino tem sido conduzido, muitas vezes com práticas coercitivas e pouco reforçadoras. Diante disso, crescente ênfase tem sido dada ao uso de recursos lúdicos em contextos educativos, por exemplo, os jogos. Este estudo objetivou avaliar os efeitos de um jogo de dominó digital adaptado, baseado no modelo de rede de relações, sobre o ensino de operações matemáticas de subtração; e avaliar o funcionamento do jogo no referente à usabilidade e ao engajamento. O estudo foi desenvolvido em etapas de pré-teste, intervenção e sonda. Participaram três crianças, com idade entre 5 e 6 anos, capazes de identificar numerais e quantidades de 1 a 10, que apresentavam ao menos 70% de acertos na resolução de operações de adição e desempenho inferior a 40% de acertos em operações de subtração. No pré-teste, uma versão adaptada do jogo Lince, foi utilizada para avaliar a resolução de operações de adição e subtração com algarismos e na forma de balança. Na intervenção, foi introduzido o jogo de dominó digital “Korsan” para ensino das relações entre numerais/conjuntos (AB/BA), numerais/subtração com algarismos (AC/CA), subtração com algarismos/subtração na forma de balança (CD/DC) e teste das relações entre conjuntos/subtração com algarismos (BC/CB), numerais/subtração na forma de balança (AD/DA), conjuntos/subtração na forma de balança (BD/DB). Ao longo do procedimento, sondas semelhantes em estrutura ao pré-teste foram aplicadas para monitorar alterações no desempenho dos participantes e um teste de generalização foi realizado ao final. Para avaliar a usabilidade e o engajamento, realizou-se um registro categorizado dos comportamentos apresentados pelos participantes nas sessões de intervenção e foram programadas atividades concorrentes ao jogo. Sessões de *follow up* foram realizadas decorridos, no mínimo, 38 dias do término da intervenção. Os resultados mostraram que o jogo consistiu em um recurso viável de ensino. Ao final do procedimento, todos os participantes apresentaram aumento na porcentagem de acertos em operações de subtração e dois apresentaram aumento na porcentagem de acertos em operações de adição, com incógnita em diferentes posições. O jogo mostrou-se atrativo e adequado ao público alvo, embora o engajamento na atividade tenha diminuído ao longo do estudo. Foram observados problemas de usabilidade na interface do jogo e em fases que envolviam operações na forma de balança. Sugestões são apresentadas com o objetivo de aprimorar o instrumento nos aspectos avaliados.

Palavras-chave: Matemática. Análise do Comportamento. Resolução de problemas aritméticos. Jogos educativos.

GODOY, Maria Clara Jaeger. *Use of a digital domino game adapted for teaching of subtraction*. 2018. 90 p. Dissertation (Master's degree in Behavior Analysis) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

The quality of teaching evaluation in the country has demonstrated that the academic performance of students in disciplines considered fundamental, such as mathematics, is far below expectations. Errors committed by students indicate a need to rethink how teaching has been conducted, sometimes demonstrating coercive and no reinforcing practices. Therefore, the use of alternative playful resources in educational contexts, such as games has been receiving particular attention. Accordingly, the present study aimed to evaluate the effects of an adapted digital domino game, based on network relations model, on the teaching of subtraction mathematical operations; and to evaluate the usability and the engagement promoted by the game. The study was developed in pre-test, intervention and probe steps and involved three children (aged between 5 and 6 years). Only children who were able to identify numbers and values from 1 to 10, to answer accurately at least 70% addition problems and performance less than 40% correct answers in tasks of solving subtraction operations were included. In the Pretest, an adapted version of the game "Lince" was used to evaluate the resolution of operations of addition and subtraction with algorithms and balance-type. In the intervention, the digital domino game "Korsan" was used to teach the relations between numerals/collections (AB/BA), numerals/subtraction with algorithms (AC/CA), subtraction with algorithms/subtraction balance-type (CD/DC) and to test the relations between collections/subtraction balance-type (AD/DA), numerals/subtraction balance-type (AD/DA), collections/subtraction balance-type (DB/BD). Throughout the procedure, probes similar in structure to Pretest were applied to investigate changes in the performance of participants and a generalization test was applied at the end. In order to evaluate usability and engagement, there was a categorized record of the behaviors presented by the participants during the intervention sessions and competing activities with the game were also scheduled. Follow-up sessions were carried out at least 38 days after the end of the intervention. The results showed that the game consisted of a viable teaching resource. At the end of the procedure, all the participants presented an increase in the percentage of correctness in subtraction operations and two presented an increase in the percentage of successes in addition operations, with unknown in different positions. The game demonstrated to be attractive and appropriate to the target audience, although engagement in activity declined throughout the study. Usability problems were observed in the game interface and in phases involving balance-type operations. Suggestions are presented with the aim of improving the instrument.

Keywords: Mathematics. Behavior Analysis. Arithmetic problem solving. Educational games.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Exemplo das cartas entregues ao jogador.....	25
Figura 2. Exemplos dos diferentes tipos de carta e dos bastões que compõem o jogo Tapa Certo adaptado.....	26
Figura 3. Tabuleiros das versões adaptadas do jogo Lince para avaliação da resolução de operações com algarismos (A) e na forma de balança (B).....	27
Figura 4. Exemplos dos dominós utilizados para ensino e teste em cada etapa do jogo.....	27
Figura 5. Interface da versão digital do jogo "Korsan".....	28
Figura 6. Esquema das relações ensinadas e testadas pelo jogo digital "Korsan"	33
Figura 7. Porcentagens de acertos em operações de subtração e de adição nas etapas de pré-teste, sondas e <i>follow up</i>	37
Figura 8. Porcentagem de auxílio fornecida para a resolução de operações nas fases de ensino e de erros cometidos em todas as fases do estudo.....	41
Figura 9. Frequência dos diferentes níveis de auxílio registrados por sessão.....	42
Figura 10. Frequência de comportamentos observados na avaliação do engajamento dos participantes	45
Figura 11. Frequência de comportamentos observados na avaliação da usabilidade.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Síntese do Procedimento	30
Tabela 2. Porcentagem de acertos e emparelhamentos/total nas diferentes fases do jogo.....	39
Tabela 3. Proporção de acertos apresentados no teste de generalização.....	43

SUMÁRIO

Apresentação	12
Introdução	14
Método	23
Participantes	23
Local	23
Materiais	23
Instrumentos	24
Folhas de registro	24
<i>Folha de registro de nomeação de estímulos</i>	24
<i>Folha de registro de resolução de operações</i>	24
<i>Folha de registro das jogadas do “Korsan”</i>	24
Cartas do Capitão	25
Jogos de tabuleiro	25
<i>Tapa Certo (versão adaptada)</i>	25
<i>Lince (versão adaptada)</i>	26
Jogo digital “Korsan”	27
<i>Enredo e regras do jogo</i>	27
Teste de generalização	29
Procedimento	29
Avaliação do repertório inicial	30
<i>Seleção dos participantes</i>	30
<i>Pré-teste e sondas</i>	31
Intervenção	31
<i>Ensino e teste de relações condicionais</i>	31
<i>Follow up</i>	35
Avaliação da usabilidade e engajamento	35
<i>Dados de usabilidade</i>	35
Dados de engajamento	36
Resultados	36
Discussão	49
Referências	58

Apêndices.....	66
Apêndice A – Folha de registro do teste de nomeação de estímulos.....	67
Apêndice B – Folha de registro do teste de operações.....	68
Apêndice C – Folha de registro das jogadas.....	71
Apêndice D – Teste de generalização.....	72
Apêndice E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	76
Apêndice F – Categorias de comportamentos observados durante as partidas.....	77
Apêndice G – Níveis de auxílio.....	78
Anexos.....	79
Anexo A – Trilhas dos mapas de ensino e teste do jogo “Korsan”.....	80
Anexo B – Exemplos que compuseram os conjuntos de operações em cada ilha do jogo.....	90

Apresentação

O aprendizado no contexto formal de ensino nem sempre é “prazeroso”. Práticas de controle aversivo na Educação, tais como repreensões verbais, ênfase nos erros e atribuição de notas baixas ainda hoje constituem as principais estratégias educacionais (Carmo & Figueiredo, 2009). Na contramão destas práticas, estudos sobre aprendizagem na Análise do Comportamento permitem afirmar que o ensino é mais efetivo se conduzido pelo emprego preponderante de contingências reforçadoras (Skinner, 1968). É por essa razão que a discussão e o desenvolvimento de tecnologias educacionais que propiciem uma aprendizagem mais “divertida” e atraente têm ganhado destaque.

Jogos e brincadeiras têm sido apontados como uma importante estratégia pedagógica (Gil & De Rose, 2003). A brincadeira e os jogos podem ser interpretados como cunhas comportamentais, uma vez que promovem um contexto de interações que amplia e refina significativamente o repertório da criança, proporcionando acesso a novos ambientes e contingências, com efeitos, em longo prazo, sobre o desenvolvimento comportamental (De Rose & Gil, 2003). O uso de jogos, em especial, permite a programação de contingências para a emissão de respostas específicas frente às quais consequências presumivelmente reforçadoras são apresentadas, sejam elas arbitrárias, como o ganho de pontos, ou naturais, como a interação social e a competitividade proporcionadas pelo jogo.

Ainda que promissor, o desenvolvimento de jogos educativos torna-se uma tarefa extremamente desafiadora diante da ampla oferta de jogos dotados de alta tecnologia disponíveis no mercado. Tradicionalmente, o jogo educativo é considerado “chato”. Isso acontece, pois muitas vezes quem desenvolve esse tipo de tecnologia preocupa-se tanto com o ensino que se esquece de programar os aspectos que o tornam um jogo de fato, isto é, divertido e atraente. Embora não se possa desconsiderar o caráter singular dos reforçadores,

definidos pela filogenia e ontogenia de cada um, e o fato de que diferentes jogos possam ou não agradar a diferentes públicos, espera-se que um jogo educativo proporcione um contexto de ensino que seja atraente ao maior público possível, atuando como uma operação motivacional para a aquisição de novos repertórios.

Com o objetivo de desenvolver e pesquisar jogos educativos que sejam tão divertidos quanto eficazes no processo de ensino e aprendizagem, o Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Jogos Educativos (LADEJE) busca articular os princípios teóricos da Análise do Comportamento aos procedimentos de desenvolvimento de jogos pautados no *Game Design*. Alguns dos estudos já desenvolvidos foram dedicados a uma disciplina vilanizada por muitos: a Matemática. Esta pesquisa foi estimulada em busca de compreender variáveis relevantes ao aprendizado e avançar no desenvolvimento de jogos que possam contribuir ao ensino dessa disciplina, dando continuidade a pesquisas anteriormente conduzidas em nosso laboratório.

O domínio de habilidades matemáticas é requerido em diversas atividades cotidianas, como ao fazer compras, ao verificar as horas ou ao estimar quantidades. Em especial, a capacidade de resolver operações parece ser de grande relevância, pois é pré-requisito para o desempenho em outras habilidades matemáticas. Contudo, os dados da Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Prova Brasil) de 2015 indicam que, dentre os alunos no 5º ano do Ensino Fundamental, apenas 39% apresentam desempenho classificado como adequado em resolução de problemas, índice que diminui para 14% na avaliação dos alunos no 9º ano escolar (QEdu, 2017).

Em nossa cultura é frequente a reprodução de regras que afirmam direta ou indiretamente que a Matemática é uma disciplina de difícil apreensão. Embora essa afirmação seja em parte verdadeira, uma vez que a matemática requer o conhecimento de uma linguagem simbólica específica (expressões, sinais, números etc.), analistas do comportamento entendem que tal dificuldade não justifica um baixo desempenho acadêmico. Os erros cometidos por aprendizes são indicativos de um planejamento inadequado de ensino, conduzido muitas vezes de modo enfadonho e coercitivo (Carmo, 2010). Melhorar o aproveitamento acadêmico requer, portanto, que se especifiquem e se descrevam as contingências envolvidas no estabelecimento do comportamento matemático a fim de gerarem procedimentos de ensino mais eficientes, em um contexto reforçador.

Pesquisadores têm se dedicado a compreender tais contingências e a formular procedimentos de ensino mais eficazes, que possam minimizar os erros dos aprendizes. No referente à matemática, estudos que investigam a resolução de problemas aritméticos, por exemplo, têm mostrado que a posição da incógnita e a forma de apresentação do problema são variáveis relevantes no desempenho de aprendizes (Hiebert, 1982; Rosenthal & Resnick, 1974). Quanto à forma de apresentação, têm-se investigado os efeitos do ensino de problemas aritméticos sob o modelo de balança. Esse modelo foi originalmente proposto por Skemp

(1971) em um livro sobre ensino da matemática e utilizado posteriormente em estudos brasileiros para investigação dos efeitos dessa forma de apresentação de operações sobre a aprendizagem (Capovilla, César, Capovilla, & Haydu, 1997; Haydu, Costa, & Pullin, 2006; Haydu, Lorencete, & Eccheli, 2015; Henklain & Carmo 2013a, 2013b; Iégas & Haydu, 2015).

Investigações na Análise do Comportamento têm utilizado o modelo de equivalência de estímulos (cf. Henklain, Carmo, & Haydu, 2017), que permite descrever as operações envolvidas na formação de uma classe de elementos intercambiáveis entre si e possibilita que, a partir do ensino de poucas relações, se amplie significativamente o repertório do indivíduo. O modelo é definido pela emergência de relações, não diretamente ensinadas, partindo do ensino direto de duas ou mais discriminações condicionais com um elemento em comum. Assim, se diante de um estímulo-modelo A, for ensinada a escolha do estímulo de comparação B (relação AB), e diante do estímulo-modelo B, for ensinada a escolha do estímulo de comparação C (relação BC), diz-se que houve equivalência se emergirem, sem ensino adicional, as relações AA, BB e CC (reflexividade), BA e CB (simetria), AC e CA (transitividade) (Sidman & Tailby, 1982)². O modelo de equivalência engloba o de rede de relações, também caracterizado pelo responder relacional entre estímulos arbitrários, em que algumas relações são diretamente ensinadas e outras emergem a partir destas.

Um estudo que investigou o efeito da variação da posição da incógnita e da forma de apresentação sobre a resolução de problemas aritméticos utilizando o modelo de equivalência de estímulos foi o de Haydu, Costa e Pullin (2006). Participaram 7 crianças da 1ª série do Ensino Fundamental, submetidas a um pré-teste com operações de adição apresentadas nos formatos de balança (A), algarismos (B) e sentenças escritas (C), com variação da posição da incógnita em a (minuendo), b (subtraendo) e c (resto). Foi programado um treino preparatório

² A relação CA (transitividade simétrica) implica simultaneamente transitividade e simetria e, por isso, é considerada a relação de equivalência por excelência (Matos, 1999). Alguns estudos consideram a emergência de relações equivalentes a partir do teste dessa relação, mesmo quando a emergência de relações simétricas não é descrita devido à ausência de testes ou por provável interferência de outras variáveis, como a estrutura do treino, conforme observado em Saunders e Green (1999).

com o intuito de familiarizar os participantes com a apresentação de problemas no modelo de balança. Utilizou-se uma pasta catálogo para o ensino de relações condicionais AB e AC e teste das relações de simetria e equivalência (BA, CA, BC, CB). Ao final, foi aplicado um pós-teste semelhante ao pré-teste. Observou-se que, em geral, os participantes apresentaram maior porcentagem de erros no pré-teste quando a incógnita estava nas posições a e b . Tais dificuldades foram minimizadas após a aplicação do programa de ensino que contribuiu para melhorar o desempenho na resolução de problemas com incógnita nas diferentes posições. Resultados semelhantes foram encontrados por Haydu, Lorencete e Eccheli (2015) em replicação com participantes em fase de alfabetização da Educação de Jovens e Adultos.

Seguindo a mesma linha dos estudos anteriormente descritos, Henklain e Carmo (2013a) avaliaram se a formação de classes de equivalência entre problemas de adição em diferentes formas de apresentação teria efeito sobre a resolução de operações de adição e subtração. Adicionalmente, investigou-se o efeito do ensino de algoritmos de adição e subtração sobre o desempenho dos participantes. Participaram oito alunos do 2º, 4º e 5º anos do Ensino Fundamental. O estudo foi composto por fases de pré-teste, formação de classes de equivalência, ensino de algoritmos e pós-teste. No pré-teste, avaliou-se a resolução de operações de adição e subtração nos formatos algarismos, coleções, balança e sentenças escritas. Um problema exemplo foi resolvido pelo pesquisador diante do participante no início de cada prova do pré e pós-teste. A intervenção teve início com a etapa de formação de classes de equivalência, na qual foram apresentadas operações de adição, com numerosidade de 1 a 9 e variação da posição da incógnita em a , b e c , nos formatos balança (A), algarismos (B), conjunto de pontos (C) e sentença escrita (D). Por meio de um *software*, os participantes foram expostos ao ensino das relações AB, AC e AD e teste das relações BA, CA, DB, DC, CD, AD, DA, BC e CB. Na sequência, iniciou-se a fase de ensino de algoritmos por instrução verbal: inicialmente, foram ensinados algoritmos de resolução de operações de adição e,

posteriormente, os de subtração, com incógnita em diferentes posições (a , b , e c). Ao final de cada etapa de intervenção (formação de classes de equivalência, ensino do algoritmo de adição e ensino do algoritmo de subtração) pós-testes similares ao pré-teste foram aplicados. Um teste de generalização avaliou a resolução de problemas de adição e subtração na forma de sentenças escritas e ditadas, com valores de 1 a 15.

Observou-se que a formação de classes de equivalência produziu aumento nas porcentagens de acerto de resolução de problemas de adição e nas de subtração para todos os participantes, mesmo nos formatos de sentença escrita, em que maiores dificuldades foram identificadas no pré-teste. O ensino dos algoritmos produziu variações no desempenho dos participantes comparando-se o 1º, o 2º e o 3º pós-teste: alguns apresentaram aumento contínuo na porcentagem de acertos, enquanto outros apresentaram aumento inicial e decréscimo posterior. Os autores destacam, entretanto, que a comparação entre o pré-teste e o 3º pós-teste permite afirmar que todos os participantes apresentaram aumento na porcentagem de acertos ao final da intervenção e que, portanto, os procedimentos adotados contribuíram para a melhora da eficácia em resolução de problemas de adição e de subtração, embora o ensino de algoritmos devesse ser revisto para garantir desempenhos mais estáveis.

Os estudos descritos utilizaram pastas catálogo e um *software* como recursos pedagógicos, porém a programação de contingências de ensino pode ser feita por meio de outros instrumentos. Jogos, por exemplo, têm se destacado como uma alternativa para a aquisição de repertórios acadêmicos variados, inclusive para o ensino de conhecimentos matemáticos, seja por meio de adaptações de jogos comerciais, que não trazem conteúdo pedagógico de forma explícita (Moita, Luciano, Costa, & Barbosa, 2013; Tong, Yang, Han, & Velasquez, 2014), seja pelo desenvolvimento de jogos educativos (Bakker, Heuvel-Panhuizen, & Robitzsch, 2015, 2016; Jardim, Lopes, & Alexandre, 2010; Mota & Pimentel, 2014; Silva, Silva, Luz, Silva, & Martins, 2014).

O uso de jogos aplicado ao contexto educativo pode ser vantajoso uma vez que eles podem promover situações nas quais operações motivacionais estejam em vigor, variável importante para a aprendizagem em qualquer faixa etária (Panosso, Souza, & Haydu, 2015). Ademais, o planejamento de condições de ensino pode ser favorecido pelos próprios componentes de um jogo, que apresentam paralelos com metodologias de ensino na Análise do Comportamento (Perkoski & Souza, 2015). Assim como na programação de ensino, jogos educativos possuem objetivos claros e mensuráveis; requerem alta frequência de emissão de determinadas respostas; usam reforçadores específicos para cada comportamento em particular, fornecem *feedback* constante a respeito do desempenho e demandam um planejamento em etapas para um avanço gradativo em nível de exigência, de acordo com o ritmo do próprio jogador (Linehan, Roche, Lawson, Doughty, & Kirman, 2009).

As características constitutivas dos jogos e seus paralelos com metodologias de ensino na Análise do Comportamento levam a crer que os jogos apresentariam potencialidade como tecnologias para o ensino de repertórios acadêmicos. No que se refere ao ensino da matemática, alguns jogos têm sido desenvolvidos por analistas do comportamento. Um exemplo é o jogo de tabuleiro *DimDim: Negociando & Brincando!* (Sdoukos, Pellizzetti, Ruas, Xander, Souza, & Haydu, 2010), que tem por objetivo o ensino de relações monetárias e manuseio de dinheiro, por meio da simulação de um contexto de comércio na cidade; a trilha do jogo permite aos jogadores comprar e vender itens ou ainda trocar notas com o banco.

Jogos convencionais também foram adaptados, como pode ser observado nos estudos de Godoy, Alves, Xander, Carmo e Souza (2015) e Gris, Alves, Assis e Souza (2017). Godoy et al. (2015) utilizaram dominós adaptados como ferramenta para o ensino, a fim de investigar seu efeito sobre a aprendizagem de relações matemáticas e monetárias. O estudo foi conduzido em etapas de avaliação (pré-teste e sondas) e intervenção. Participaram duas

crianças da Educação Infantil, que não apresentavam conhecimento prévio de operações do campo aditivo e do manuseio de dinheiro. Nas etapas de avaliação, verificou-se o desempenho em nomeação de numeral impresso (por exemplo, 1), conjunto de pontos, valor impresso (por exemplo, R\$ 1,00), valor de cédulas e moedas, resolução de operações de adição e manuseio de dinheiro. Na etapa de intervenção, dominós adaptados foram utilizados para ensino e teste de relações condicionais entre numeral impresso (A), conjunto de pontos (B), operações de adição (C), valor impresso (D), figuras de notas e de moedas (E). Foram ensinadas as relações AB/BA, AC/CA, AD/DA e DE/ED e testada a emergência das relações BC/CB, DB/BD, EB/BE, EC/CE e DC/CD. Os resultados mostraram que os participantes aprenderam as relações ensinadas e que houve emergência das relações testadas.

Esse estudo foi replicado por Gris et al. (2017), cujo objetivo foi o de investigar os efeitos do uso de jogos nas etapas de pré-teste e sondas. Participaram oito crianças distribuídas em dois grupos: com o Grupo 1, as etapas de avaliação foram conduzidas por meio de apresentação de cartões; com o Grupo 2, a avaliação foi realizada por meio de um jogo (Tapa certo adaptado). O mesmo procedimento de intervenção de Godoy et al. (2015) foi adotado. Adicionalmente, foi testada a relação AE/EA. Verificou-se que houve aprendizagem das relações ensinadas e emergência das relações testadas, com exceção das relações AD/DA e EC/CE para dois participantes. Resultados da comparação entre grupos levaram os autores a formular a hipótese de haver a possibilidade do uso de um jogo na etapa de avaliação ter contribuído para a diminuição da variabilidade no responder. Observações não sistemáticas sugerem que as avaliações conduzidas por meio do jogo tornaram a atividade mais atrativa e podem ter contribuído para o interesse dos participantes ao longo da pesquisa.

Os resultados de Gris et al. (2017) ressaltam a relevância de que as atividades programadas sejam atrativas ao público-alvo. Embora os jogos utilizados por Sdoukos et al. (2010), Godoy et al. (2015) e Gris et al. (2017) tenham sido avaliados sistematicamente

quanto a sua eficácia para o ensino, aspectos relacionados às características motivacionais não passaram por avaliação formal. Olhar para esses aspectos permite evitar o chamado efeito “brócolis com chocolate”: a proposta de uma atividade enfadonha com um “verniz” de diversão (Bruckman, 1999). Planejar e avaliar a interação entre o jogo e o jogador pode ser tão importante quanto planejar contingências de ensino, uma vez que um jogo “chato” ou muito difícil de ser compreendido pode diminuir o interesse dos jogadores.

Com a proposta de produzir jogos igualmente divertidos e eficazes no ensino, aproximações teóricas entre a Análise do Comportamento e a área de *Game Design* têm sido realizadas (Linehan, Kirman, & Roche, 2015). Conceitos do *Game Design*, como engajamento³ e usabilidade⁴, contribuem à compreensão dessas interações e devem ser levados em consideração no desenvolvimento e avaliação de jogos educativos.

Uma interpretação analítico-comportamental desses conceitos permite compreender engajamento como uma classe de comportamentos que indicam maior probabilidade do jogador permanecer jogando (Gris, 2016). A usabilidade refere-se ao quão rapidamente o conjunto de estímulos que compõe o jogo pode tornar-se discriminativo ao jogador, indicando quando e quais respostas devem ser emitidas. Os elementos que compõem o jogo devem ser programados de modo a facilitar a emissão destas respostas e minimizar a ocorrência de erros, tornando as regras claras e de fácil compreensão.

Alguns jogos educativos desenvolvidos por analistas do comportamento fazem essa articulação entre áreas, como é o caso do jogo de dominó digital “Korsan” (Gris & Souza, 2016), voltado ao ensino de habilidades matemáticas. Seu desenvolvimento foi pautado no procedimento de design iterativo, de acordo com o qual a elaboração de um jogo passa pela

³ Embora frequentemente utilizado, não há uma definição formal de engajamento na área de *Game Design*. Na literatura, o conceito aparece atrelado à motivação e refere-se, em geral, ao ato de participar voluntariamente de determinada atividade.

⁴ A usabilidade é definida como uma medida de avaliação da eficácia, eficiência e satisfação no uso de um produto em um contexto específico de utilização (ISO 9241-11). No contexto do jogo, a usabilidade refere-se ao quão intuitivas as ações do jogo podem ser ao jogador, de modo a permitir que ele compreenda rapidamente suas regras e consiga executar os comandos necessários sem dificuldades.

criação de protótipos rudimentares que permitem, com base na experiência do jogador, aprimorar o jogo em ciclos de teste, avaliação e reformulação até que o modelo final seja produzido (Schell, 2008/2011). Foram conduzidos dois estudos para o desenvolvimento do jogo. O Estudo 1, que utilizou um protótipo físico, teve como objetivo primário avaliar a usabilidade e o engajamento promovidos pelo jogo e, secundariamente, investigar o seu efeito sobre a resolução de problemas de adição e subtração. O protótipo foi baseado no modelo de rede de relações e equivalência de estímulos⁵ e permite o ensino e o teste de relações condicionais no campo aditivo (adição e subtração). O enredo escolhido consiste em uma caça ao tesouro pirata, na qual o jogador deve construir o caminho entre as ilhas do arquipélago, emparelhando corretamente as peças de dominó em busca de baús de tesouro. O protótipo foi composto de 11 dominós que trabalhavam as 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'). Os resultados indicaram que o jogo manteve o engajamento do participante, apesar da necessidade de ajustes: devido à mecânica característica de um jogo de dominó, era comum que o jogo “fechasse” sem que todas as peças tivessem sido emparelhadas. Quanto ao efeito sobre a aprendizagem, não foi possível uma avaliação precisa devido ao alto desempenho inicial do participante em resolução de problemas matemáticos.

No Estudo 2 foi implementada a primeira versão digital do jogo “Korsan”, programada apenas para o ensino de operações de adição (classes de estímulos A, B, C, D). As falhas de usabilidade observadas no Estudo 1 foram corrigidas por meio da inserção de trilhas de dominó pré-montadas, que possibilitassem o emparelhamento de todas as peças. De forma semelhante ao estudo anterior, buscou-se avaliar o jogo como procedimento de ensino,

⁵ Por tratar-se de um jogo de dominó, diferentemente do proposto por Sidman e Tailby (1982), a relação de simetria é ensinada, uma vez que os emparelhamentos podem ocorrer de modo bidirecional (tanto AB, quanto BA).

bem como o engajamento e a usabilidade do *software*. Participaram quatro crianças com 7 anos de idade, que não sabiam resolver problemas aritméticos de adição. Jogos adaptados foram utilizados na coleta de dados do pré-teste e pós-teste e a versão digital do jogo “Korsan” foi utilizada na intervenção. Os resultados mostraram aumento na frequência de operações de adição corretamente resolvidas, nas formas de balança e algarismo, para todos os participantes. Dados sobre engajamento e usabilidade coletados a partir de observação direta e sistemática sugeriram que o jogo foi capaz de manter os participantes engajados na tarefa mesmo na presença de atividades concorrentes e que não houve falhas significativas quanto à usabilidade. Apesar disso, as autoras ressaltam que a inclusão de mais elementos de enredo e alterações na estética poderiam promover maior engajamento. Ao final da intervenção, os participantes descreveram algoritmos de resolução das operações de adição, o que fornece indícios de que o jogo possa ter ensinado a resolução de problemas matemáticos para além do contexto testado.

Os resultados obtidos por Gris e Souza (2016) e Gris (2016) sugerem que a continuidade dos estudos com o jogo “Korsan” poderia ampliar os conhecimentos a respeito do uso de jogos educativos no ensino de repertórios matemáticos. Considerando a importância do desenvolvimento de tecnologias de ensino que promovam um contexto mais reforçador, considerando os estudos que sugerem a eficácia do modelo de rede de relações e equivalência de estímulos na compreensão e ensino do comportamento matemático; considerando a viabilidade dos jogos como ferramenta educativa, o presente estudo teve por objetivos: (a) avaliar os efeitos do jogo de dominó digital “Korsan” sobre a aprendizagem de operações matemáticas de subtração; e (b) avaliar seu funcionamento no referente à usabilidade e o engajamento promovidos pelo jogo.

Método

Participantes

As crianças foram indicadas pela direção da escola e aquelas que não se enquadraram nos critérios de inclusão foram dispensadas. Participaram três crianças com idade entre 5 e 6 anos, duas do sexo masculino e uma do sexo feminino. Para integrar o estudo, os participantes deveriam: identificar numerais e quantidades com numerosidade de 1 a 10; apresentar desempenho igual ou superior a 70% em resolução de operações de adição com incógnita na posição *c* e apresentar desempenho inferior a 40% em resolução de operações de subtração, nas atividades de pré-teste. Somente um dos participantes (P3) havia passado pelo ensino formal de operações de subtração no início da intervenção. Para os demais, foi realizado acompanhamento do conteúdo curricular, a fim de garantir que não passassem por tal ensino durante a coleta de dados. Crianças que frequentassem Atendimento Educacional Especializado (AEE) foram excluídas.

Local

A coleta de dados foi realizada em uma escola da rede particular de ensino, no laboratório de informática da instituição. As sessões foram conduzidas no período de atividades recreativas na escola e, embora não houvesse circulação de pessoas estranhas à pesquisa no local, era possível ver e ouvir as demais crianças que estivessem nestas atividades durante as sessões.

Materiais

Para registro e análise dos dados foram utilizados *notebook* Dell Inspiron 5458, câmera filmadora Sony Handcam HDR-CX190, tripé, lápis e papel. O registro das jogadas foi realizado com auxílio dos *softwares* Camtasia e a TubeCatcher.

Instrumentos

Para a seleção de participantes e pré-teste, versões adaptadas dos jogos Tapa Certo⁶ e Lince⁷ (Gris, 2016) foram utilizadas para avaliação das habilidades de nomeação (de numerais e conjuntos) e de resolução de operações, respectivamente. Na etapa de intervenção, o jogo “Korsan” em sua versão digital foi usado para ensino e teste de relações condicionais. As respostas foram anotadas em folhas de registro. A fim de proporcionar maior imersão no jogo, ao longo do procedimento, os participantes receberam “Cartas do Capitão Bart”.

Folhas de Registro.

Folha de registro de nomeação de estímulos (Apêndice A). Usada na etapa de seleção dos participantes, contém duas tabelas com numerais de 1 a 10 para marcação das respostas dos participantes no jogo Tapa Certo adaptado.

Folha de registro de resolução de operações (Apêndice B). Contém as operações de adição e subtração apresentadas nas etapas de pré-teste e sondas, divididas em 3 colunas, de acordo com a posição da incógnita. As operações apresentam-se nos formatos algarismos e balança, conforme a habilidade avaliada.

Folha de registro das jogadas do “Korsan” (Apêndice C). Usada na fase de intervenção, possibilita a identificação da relação ensinada ou testada, duração da sessão e o registro de observações. A folha apresenta cinco colunas para registro da ilha, nº da jogada, comportamentos ocorridos durante a sessão, erros cometidos, auxílio requerido para a resolução de operações e para a execução da jogada.

⁶Originalmente, o objetivo do jogo Tapa Certo é conquistar mais pares de cartas iguais que os adversários. O jogador deve encontrar entre os cartões quadrados uma imagem igual à figura do cartão redondo disposto na mesa e capturar a figura antes de seus adversários, utilizando um bastão com ventosa.

⁷Originalmente, no jogo Lince, o objetivo é conquistar mais pares de cartas iguais que os adversários. Os jogadores recebem cartões com figuras que devem ser localizadas em um tabuleiro com várias imagens. Vence cada rodada e conquista os cartões aquele que localizar as figuras mais rapidamente.

Cartas do Capitão.

Cartas manuscritas confeccionadas em papel A4 com aspecto envelhecido, assemelhando-se a pergaminhos (Figura 1). Usadas em diferentes etapas do procedimento, convidavam o participante a iniciar e prosseguir nas atividades do jogo. As cartas, não utilizadas em pesquisas anteriores com o “Korsan”, foram inseridas com o objetivo integrar as diferentes etapas do estudo em uma narrativa única, proporcionando ao jogador maior imersão no jogo.

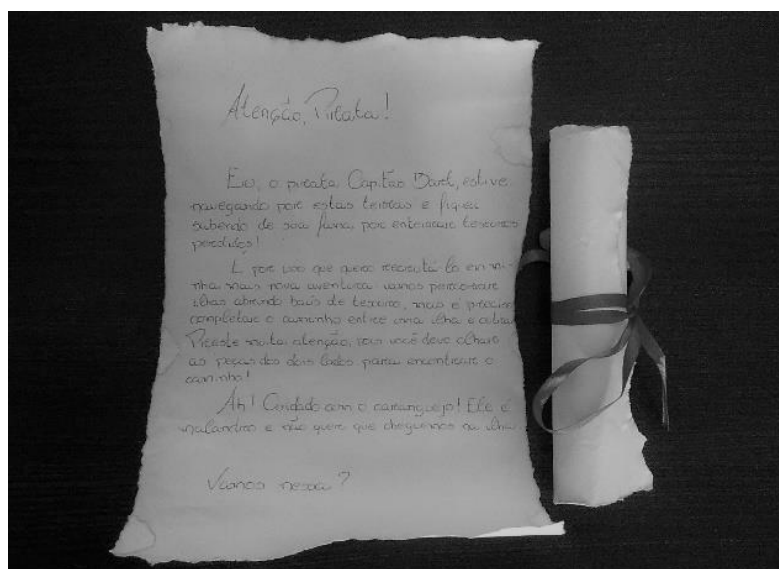


Figura 1. Exemplo das cartas entregues ao jogador.

Jogos de tabuleiro.

Tapa Certo (versão adaptada). Composto por dois bastões próprios do jogo e 100 cartões: 2 montes com numerais impressos de 1 a 20 (ao todo, 40 cartões com numerais), 2 montes com conjuntos de pontos (ao todo, 40 cartões com pontos) e 10 cartões com figuras usadas no jogo (por exemplo, caranguejo, baú), como mostra a Figura 2.



Figura 2. Exemplos dos diferentes tipos de carta e dos bastões que compõem o jogo Tapa Certo adaptado.

Lince (versão adaptada). Composto por dois tabuleiros, conforme a habilidade a ser avaliada, um com numerais de 1 a 10 (Figura 3A) e outro com quantidades de 1 a 10 (Figura 2B), 30 fichas e 120 cartões (60 cartões com operações com algarismos – 30 de adição e 30 de subtração – e 60 cartões com operações na forma de balança – 30 de adição e 30 de subtração). As operações apresentavam variação da posição da incógnita em a (por exemplo, $? - 3 = 5$), b (por exemplo, $10 - ? = 5$) e c (por exemplo, $6 - 2 = ?$), com 10 cartões para cada uma das posições.

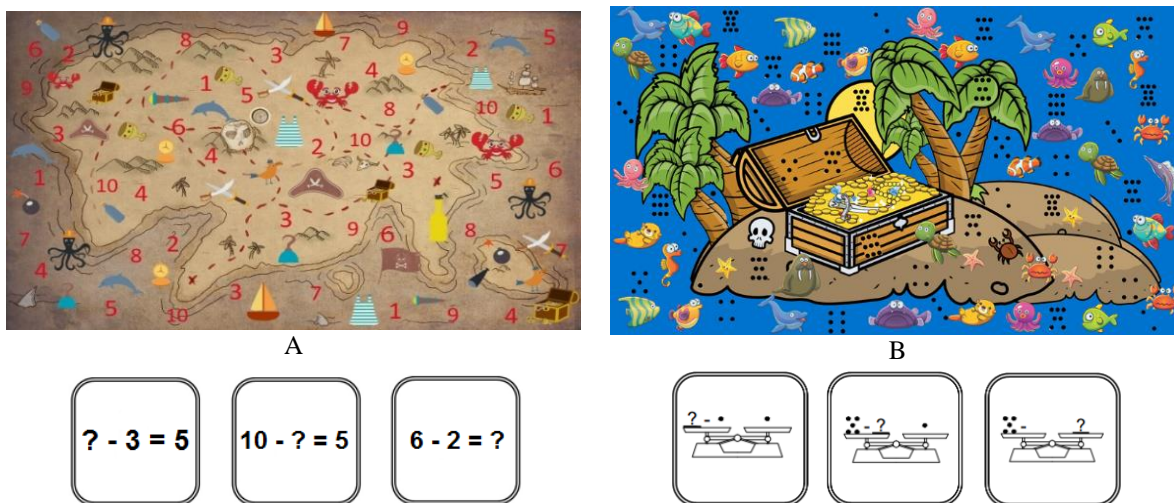


Figura 3. Tabuleiros das versões adaptadas do jogo Lince para avaliação da resolução de operações com algarismos (A) e na forma de balança (B). Abaixo exemplos dos respectivos cartões usados, com variação na posição da incógnita em a , b e c .

Jogo digital “Korsan”.

Foi utilizada a versão *Java* para uso na *WEB* do jogo “Korsan” desenvolvido por Gris e Souza (2016, Anexo A). O jogo consiste em um dominó digital que trabalha relações condicionais entre numerais (A), conjunto de pontos (B), operações de subtração com algarismos (C) e operações de subtração na forma de balança (D). A Figura 4 apresenta exemplos das faces de dominós trabalhados no jogo.

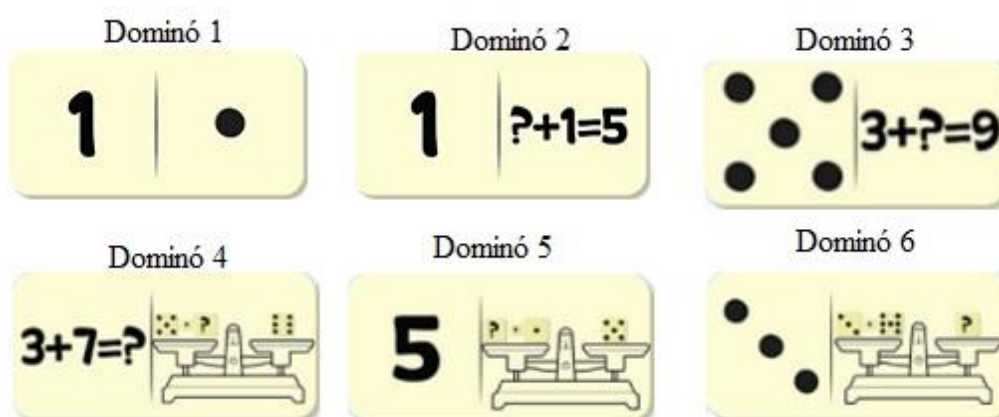


Figura 4. Exemplos dos dominós utilizados para ensino (Dominós 1, 2 e 4) e teste (Dominós 3, 5 e 6) em cada etapa do jogo.

Enredo e regras do jogo. O jogo possui como tema uma caça ao tesouro pirata. O participante deverá ajudar o pirata Bartholomeu (Capitão Bart) a percorrer todas as ilhas do arquipélago, resolvendo desafios de dominó para abrir os baús do tesouro. A interface da versão digital do jogo “Korsan” é apresentada na Figura 5.

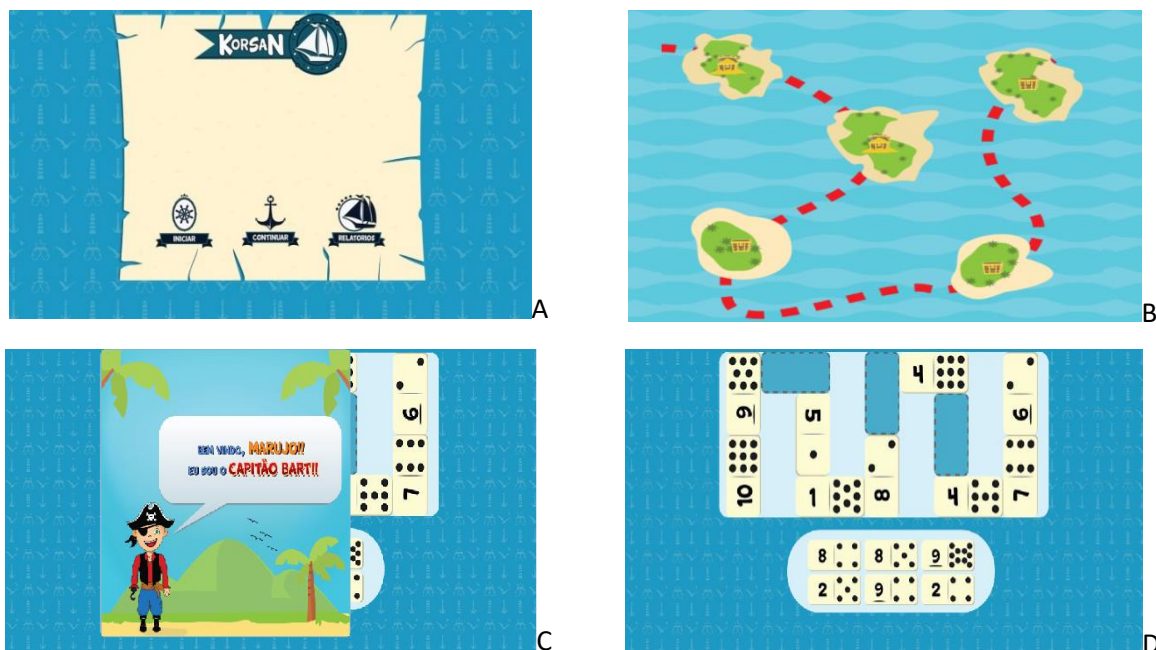


Figura 5. Interface da versão digital do jogo “Korsan”. A parte superior da figura ilustra a tela inicial do jogo (A) e o conjunto de ilhas que compõem um mapa (B). A parte inferior apresenta o personagem Capitão Bart (C) e um exemplo de trilha a ser completada pelo jogador (D).

O jogo apresenta seis mapas. Cada mapa possibilita o ensino ou teste de uma relação e possui cinco ilhas com baús. O caminho entre as ilhas é composto por trilhas de dominó pré-montadas, com três lacunas e seis peças móveis (estímulos de comparação). O jogador deve emparelhar corretamente as faces do dominó a fim de completar o caminho entre ilhas, prestando atenção aos dois lados da peça. Em cada ilha, um novo conjunto de exemplares da relação a ser ensinada ou testada é apresentado. Há consequências programadas para jogadas corretas e incorretas nas fases de ensino das relações condicionais. Nas jogadas corretas, a peça selecionada pelo participante completa a lacuna na trilha e apresenta um movimento característico após o encaixe. Peças encaixadas corretamente não são repostas por um novo estímulo de comparação. Ao completar cada trilha, o pirata aparece em destaque com a mensagem “Muito bom! Vamos para a próxima ilha!” e o baú do tesouro presente na ilha é

aberto. Nas jogadas incorretas, a peça não é emparelhada e retorna ao monte. A mensagem “Ops! Não é essa peça!” é exibida e o jogador pode tentar novamente. Após concluir a ilha em que houve um emparelhamento incorreto, o pirata exibe a mensagem “Tivemos alguns problemas nessa parte da viagem! Volte e jogue essa ilha novamente” e o baú da ilha não se abre por completo. Ao jogar novamente a ilha, é previsto um procedimento de correção em que há repetição de jogadas com as peças emparelhadas incorretamente: quando a peça de uma jogada em que houve erro anteriormente é encaixada corretamente, um caranguejo se desloca pela tela e a mensagem “O caranguejo roubou sua peça!” é exibida, exigindo que o participante realize a jogada novamente. Nas fases do jogo que correspondem às sessões de teste de relações condicionais, os mapas aparecem em um cenário de tempestade e não há consequências específicas programadas para as jogadas.

Teste de generalização.

O teste (Apêndice D) foi composto por operações de subtração e de adição no formato de coleções de objetos, em disposição espacial variada, e operações de subtração no formato de sentenças ditadas, com variação da posição da incógnita em *a*, *b*, e *c*.

Procedimento

Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP-UEL) sob parecer nº 2.047.878, cinco crianças foram selecionadas. Em seguida, houve a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice E) pelos responsáveis. Das crianças selecionadas, uma desistiu ao iniciar a intervenção e outra foi desligada na fase de Ensino II do estudo por apresentar respostas emocionais, como choro diante de dificuldades em executar a tarefa proposta. O estudo foi conduzido em fases de avaliação de habilidades (pré-teste e sondas), ensino e teste de relações condicionais, de acordo com um delineamento do tipo AB. A Tabela 1 sintetiza as etapas que compõem a pesquisa.

Tabela 1

Síntese do procedimento

Etapa	Fase	Atividade
1	Pré-teste	Resolução de operações de adição e subtração.
	Ensino I	Ensino da relação condicional entre numerais e conjuntos (AB/BA).
2	Ensino II	Ensino da relação condicional entre numerais e operações de subtração com algarismos (AC/CA).
	Teste I	Teste da relação condicional entre conjuntos e subtração com algarismos (BC/CB).
3	Sonda I	Resolução de operações de subtração.
	Ensino III	Ensino da relação condicional entre subtração com algarismos e subtração na forma de balança (CD/DC).
4	Teste II	Teste da relação condicional entre numerais e subtração na forma de balança (AD/DA).
	Teste III	Teste da relação entre conjuntos e subtração na forma de balança (BD/DB).
5	Sonda II	Resolução de operações de adição e subtração.

Avaliação do repertório inicial.

Seleção dos participantes. Consistiu nos testes de nomeação de estímulos e de resolução de operações de adição. O teste de nomeação de estímulos foi conduzido por meio da versão adaptada do jogo Tapa Certo, no qual foram dispostos sobre a mesa cartões com figuras relacionadas à temática do jogo (pirata, tesouro, papagaio etc.) e cartões com numerais impressos ou conjuntos de pontos, a depender da habilidade avaliada. Cada jogador recebeu um bastão com ventosa na ponta usado para capturar as cartas e um monte de cartões, que continham estímulos com numerosidade de 1 a 10 para o participante e de 11 a 20 para o pesquisador. A seguinte instrução foi fornecida: “Você deverá sortear um dos seus cartões e dizer em voz alta o número (ou quantas bolinhas) tem nele. Depois você deverá bater com o seu bastão sobre o cartão igual ao que você sortear que está na mesa. Se não souber, apenas pegue o cartão igual ao seu”. Pesquisador e participante jogaram em turnos alternados. As sessões foram filmadas para posterior registro das respostas. As respostas dos participantes

não foram seguidas por consequências específicas, exceto as respostas aos cartões com figuras.

Pré-teste e sondas. O pré-teste e as sessões de sonda consistiram na resolução de operações de adição e subtração, por meio da versão adaptada do jogo Lince. O participante recebeu 30 fichas com um “x”, 30 cartões com operações de adição ou subtração, nos formatos algarismo ou balança (conforme a habilidade a ser avaliada) e a seguinte instrução: “Neste jogo há vários números que são tesouros perdidos. Para encontrá-los você terá de resolver as continhas que estão nesses cartões e achar a resposta de cada uma no tabuleiro. Quando encontrar, enterre seu tesouro colocando uma dessas fichas que tem um “x” sobre ele. 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 tarefa consistia em sortear uma carta do monte, resolver a operação e localizar a resposta no tabuleiro, cobrindo-a com uma ficha. Sondas semelhantes em estrutura ao pré-teste foram aplicadas após a conclusão das fases de teste do jogo. As sessões foram filmadas para posterior registro e as respostas não foram seguidas de consequências específicas.

Intervenção.

Ensino e teste de relações condicionais. Participantes que atendiam aos critérios de seleção do estudo receberam, na primeira sessão de intervenção, uma carta do personagem “Capitão Bart”, convidando-os a jogar: “Atenção, pirata! Eu, o Pirata Capitão Bart, estive navegando por essas terras e fiquei sabendo de sua fama por enterrar tesouros perdidos! É por isso que quero recrutá-lo em minha mais nova aventura: vamos percorrer ilhas abrindo baús de tesouro, mas para isso é preciso completar o caminho entre uma ilha e outra. Preste muita atenção, pois você deve olhar as peças dos dois lados para encontrar o caminho. Ah! Cuidado com o caranguejo! Ele é malandro e não quer que cheguemos à ilha. Vamos nessa?”. A carta, bem como todas as instruções escritas no jogo foram lidas pelo pesquisador.

Na sequência, o pesquisador apresentou a tela inicial do jogo que exibia a mensagem “Bem-vindo à nossa aventura pirata! Clique na âncora e embarque nesse desafio”. Ao clicar na âncora, o jogador era conduzido ao primeiro mapa do jogo e instruído a clicar na primeira ilha do mapa, onde o pirata (Capitão Bart) aparece em destaque e apresenta o objetivo do jogo: “Bem-vindo, marujo! Eu sou o capitão Bart! Nessa aventura vamos encontrar as peças que estão faltando no caminho [pirata aponta para lacuna na imagem modelo]”. O procedimento foi composto por fases de ensino, que trabalhavam as relações entre numerais e conjunto de pontos (AB/BA), entre numerais e operações de subtração (AC/CA), entre operações de subtração com algarismos e na forma de balança (CD/DC) e fases de teste das relações entre conjunto de pontos e operações de subtração com algarismos (BC/CB), numerais e operações na forma de balança (AD/DA) e entre conjuntos de pontos e operações na forma de balança (BD/DB). Os exemplares que compuseram cada uma dessas relações podem ser consultados no Anexo B. A cada dominó de ensino, o pirata apresentava a nova classe incluída e indicava como deveriam ocorrer os emparelhamentos. A Figura 6 apresenta as relações ensinadas e testadas durante o jogo na ordem em que foram apresentadas no estudo.

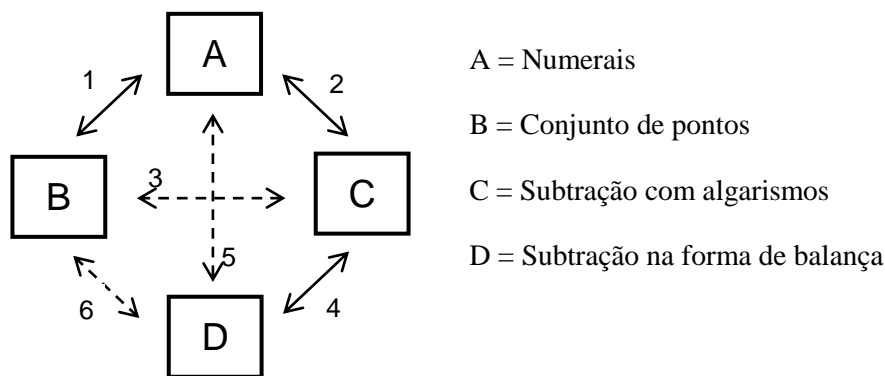


Figura 6. Esquema das relações ensinadas e testadas pelo jogo digital “Korsan”. As relações ensinadas são representadas por setas contínuas e as relações testadas por setas pontilhadas. Os números indicam a ordem em que as relações foram apresentadas ao longo das sessões.

Para avançar nas fases do jogo, foi adotado critério de 90% de acertos sem auxílio para a resolução de operações para o P1 e o P3. Para o P2 foi adotado o critério de 80% de acertos sem auxílio. Optou-se por diferenciar o critério de maestria do P2 devido à grande distinção do repertório inicial desse participante em relação aos demais no pré-teste. Caso qualquer um dos participantes concluísse um mapa de ensino solicitando auxílio da pesquisadora para resolver as operações em mais de 10% dos emparelhamentos, o mapa era repetido até que o critério de aprendizagem fosse atingido.

Nas etapas de ensino, era possível solicitar auxílio do pesquisador para resolver as operações. Frente a dificuldades em resolver problemas com a incógnita na posição *c* (por exemplo, $3 - 1 = ?$), foi feita a seguinte intervenção: “Observe essa conta, é uma conta de menos [aponta o sinal]. Isso significa que temos um tanto de coisas representadas por esse número aqui (3) [aponta e mostra nos dedos] e tiramos esse outro tanto (1) [aponta e retira um dedo]. Quanto restou? Conte quantos dedos temos aqui e descubra quanto é (?)”. Quando o participante apresentava dificuldade na resolução de problemas com incógnita na posição *b* (por exemplo, $3 - ? = 2$), era dada a seguinte instrução: “Veja, essa é uma conta de menos

[aponta o sinal], mas dessa vez a interrogação está no meio [aponta], então eu preciso descobrir o quanto foi tirado desse número [aponta o número 3]. Tenho um número (3) [aponta e faz 3 com os dedos], então fui abaixando os dedos até que restaram somente 2 levantados [aponta o resultado da conta e fornece modelo]. Quantos dedos eu baixei? [espera o participante responder e fornece *feedback*]. Então $3 - 1 = 2$ [apontando a operação na tela]”. Para auxiliar na resolução de operações com incógnita na posição *a* (por exemplo, $? - 1 = 2$), o participante recebeu a instrução: “Novamente é uma conta de menos, mas agora a interrogação está no começo [aponta]. Eu tinha um número que não sei qual é e dele tirei 1 [aponta o número na operação e baixa um dedo]. Depois que tirei 1, ainda me restaram 2 [levanta 2 dedos]. Para saber quanto eu tinha no começo, basta juntar esse número que tirei com o que sobrou ao final [levanta novamente o dedo e aproxima dos outros já levantados]. Com quanto ficamos? Conte você! [espera o participante responder e fornece *feedback*]. Então $3 - 1 = 2$ [apontando]”.

Nas fases de teste, a seguinte mensagem aparecia na tela: “Ocorreu uma tempestade e o Capitão Bart não consegue navegar até esse mapa. Ele não poderá lhe ajudar dizendo se você está no caminho certo [abre a trilha de teste]”. O participante era avisado de que não receberia *feedbacks* a respeito de seu desempenho e não poderia solicitar auxílio para a resolução das operações. Ao completar cada ilha a mensagem “Vá para a próxima ilha e ao final veremos se será necessário voltar para pegar algum tesouro” era exibida. Somente ao concluir todas as ilhas da fase, os tesouros eram exibidos e o participante repetia as ilhas em que não havia conseguido abrir os baús. Auxílio para manusear o *mouse*, para arrastar as peças e para clicar nos ícones foi fornecido sempre que necessário em todas as fases do estudo.

Ao concluir o último mapa de teste, uma nova carta foi entregue à criança, indicando que ela deveria realizar as atividades de sonda novamente: “Olá, Marujo! Foi uma aventura e

tanto até aqui, não? Desvendamos mapas, enfrentamos tempestades e viajamos por muitas ilhas resolvendo desafios em busca de tesouros perdidos. Parabéns! Você se saiu muito bem, mesmo com o caranguejo malandro tentando te impedir! Agora só faltam mais alguns desafios por vencer para conquistar o título de Capitão Pirata. Não desanime! Preciso de sua ajuda para enterrar os últimos tesouros do mapa. Vamos juntos?”. Após concluir as tarefas da Sonda II, uma última carta foi entregue ao participante com congratulações por ter vencido todos os desafios propostos e o teste de generalização foi aplicado.

Follow up.

Decorridos 38, 55 e 72 dias do término da intervenção com o P1, o P2 e o P3 respectivamente, sessões de *follow up* foram realizadas com a rerepresentação da atividade de resolução de operações de subtração nos formatos algarismo e balança. O número de dias para a aplicação do *follow up* variou em razão das férias escolares e feriados ocorridos nesse período.

Avaliação da usabilidade e do engajamento.

Foi realizado um registro categorizado dos comportamentos ocorridos ao longo das sessões (Apêndice G), adaptado das categorias descritas por Perkoski e Souza (2015) e Gris e Souza (2016) para a avaliação da usabilidade e do engajamento dos participantes.

Dados de usabilidade. Constituíram categorias de avaliação da usabilidade: perguntas sobre o jogo (PJ) e solicitação de ajuda para executar ações do jogo (SA). A fim de determinar a autonomia dos participantes na compreensão e execução da tarefa, foi realizado um registro dos níveis de auxílio ofertados para a execução das jogadas, adaptado de Gris (2016) e do Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade – PEDI (Mancini, 2005) (Apêndice H). Adicionalmente, computou-se a eficiência dos participantes em desempenhar a principal tarefa motora requerida no jogo: arrastar a peça de dominó para a lacuna.

Dados de engajamento. As categorias para avaliação do engajamento foram divididas em categorias que indicam alto engajamento – demonstrar aprovação (DA), comentários sobre o enredo/história (CH), comemorar (CM), resolver operações verbalmente ou não (e.g., contar usando os dedos, sem verbalizar) (RO) – e categorias que indicam baixo engajamento – demonstrar desaprovação (DD), comentários sobre assuntos alheios ao jogo (CA), solicitação para interromper a atividade (SI). As sessões foram conduzidas sempre na presença de atividades concorrentes, como atividades de desenho e pintura, brincadeiras ao ar livre, uso de jogos comerciais e apresentação de filmes e desenhos animados, que foram utilizados como medida adicional na avaliação do engajamento.

Resultados

Foram realizadas ao todo 11 sessões para o P1 (5 de ensino e 6 de teste), 11 sessões para o P2 (7 de ensino e 4 de teste) e 16 sessões para o P3 (7 de ensino e 9 de teste). O tempo total em sessões de ensino para o P1 foi de 2h 47min 50s, para o P2 foi de 5h 1min 4s e para o P3 de 3h 49min 10s. O tempo médio que o P1 permaneceu jogando foi 11min 43s, o P2 12min 45s e o P3 22min e 53s. A Figura 7 apresenta a porcentagem de acerto obtida nas sessões de pré-teste, sondas e *follow up* nas contas de subtração (gráficos à esquerda) e adição (gráficos à direita) com algarismos e na forma de balança, de acordo com a posição da incógnita. Operações de adição foram apresentadas aos participantes somente nas fases de pré-teste e Sonda 2.

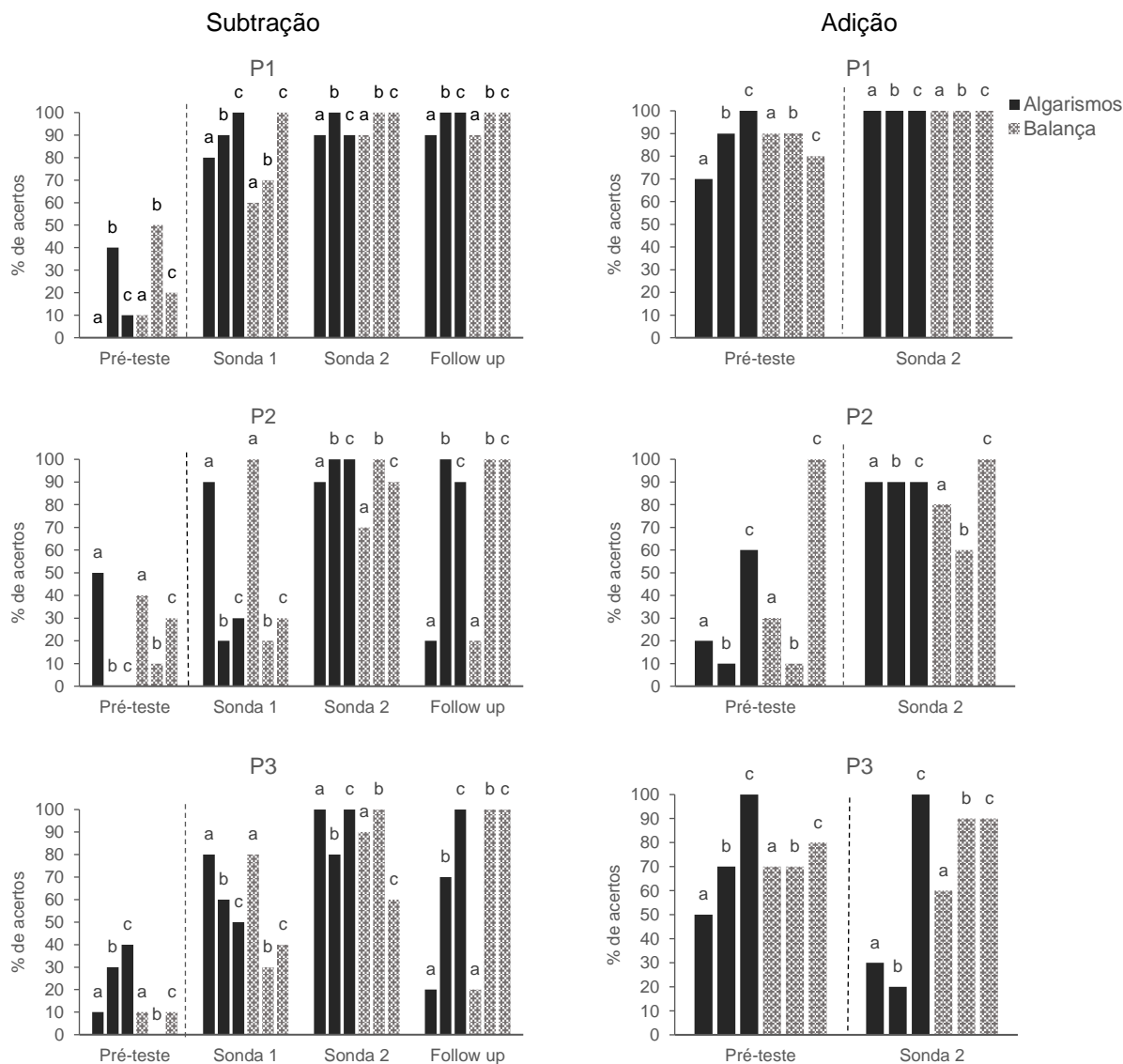


Figura 7. Porcentagens de acertos em operações de subtração e de adição nos formatos algarismo e balança nas etapas de pré-teste, sondas e *follow up* de acordo com a posição da incógnita – *a*, *b* e *c* – apresentada acima de cada barra. A linha tracejada marca o início da intervenção.

Após o início da intervenção, houve aumento na porcentagem de acertos nas contas de subtração para todos os participantes. Nas contas de adição houve aumento na porcentagem de acerto apenas para o P1 e o P2, nos formatos algarismo e balança, embora para as contas com incógnita na posição *c* (algarismo para o P1 e balança para o P2) o desempenho já fosse de 100% no pré-teste. Os desempenhos do P2 e do P3 não se

mantiveram na sessão de *follow up*, em operações de subtração com incógnita na posição *a*. Em comparação ao pré-teste, o P2 apresentou menor número de acertos, enquanto o P3 apresentou índices pouco acima dos observados no período prévio à intervenção. Verificou-se que no *follow up* esses participantes utilizaram o algoritmo de resolução ensinado para operações com incógnita na posição *b*, ao resolver contas com incógnita na posição *a*.

Na Sonda 1 (gráficos subtração), o P2 apresentou aumento do número de acertos em operações de subtração para as três posições de incógnita, embora seu desempenho nas posições *b* e *c* ainda tenha se mantido no nível do acaso. Nesta avaliação, ficou evidente pela fala do participante que a maior parte das operações foi resolvida por meio da soma dos algarismos ou conjuntos apresentados, sem atenção ao sinal da operação e à posição da incógnita. Vale lembrar que o algoritmo de resolução de operações de subtração para incógnita na posição *a* consiste na soma dos valores das posições *b* e *c*, o que justifica o elevado número de acertos desse participante em contas com incógnita na posição *a*. Na Sonda 2, contudo, observou-se aumento das porcentagens de acertos nas contas com incógnita nas posições *b* e *c* e diminuição dos acertos na posição *a*, em relação à sonda anterior, principalmente nos problemas na forma de balança. Nesta fase do estudo, observou-se que as operações foram resolvidas por P2, utilizando os algoritmos ensinados para cada posição da incógnita, respectivamente.

Na avaliação de operações de adição do P3, houve variação da porcentagem de acertos a depender da posição da incógnita e do formato apresentado na Sonda 2: no formato algarismos, houve redução da porcentagem de acertos nas posições *a* e *b*; no formato balança, observou-se aumento da porcentagem de acertos em operações com incógnita nas posições *b* e *c*. Ao resolver operações de adição com algarismos, este participante demonstrou não estar sob controle da posição da incógnita e do sinal de igualdade: diante do sinal de adição, o participante somou os valores presentes na operação, independentemente da posição que

ocupavam. Esse modo de resolução também foi observado em contas na forma de balança, porém em menor frequência.

O número de jogadas necessárias para atingir o critério de aprendizagem em cada fase do estudo variou entre os participantes, em razão dos erros cometidos e do auxílio para a resolução de operações requerido por cada um. A Tabela 2 apresenta o número total de emparelhamentos realizados em cada fase do jogo e a porcentagem de acertos correspondente, incluindo jogadas com auxílio.

Tabela 2

Porcentagem de acertos e emparelhamento/total nas diferentes fases do jogo

Participante/ Relação	P1		P2		P3	
	Emp. corretos /total	Acerto (%)	Emp. corretos /total	Acerto (%)	Emp. corretos /total	Acerto (%)
Ensino AB/BA	30/30	100	33/36	92	39/42	93
Ensino AC/CA	77/78	99	155/156	99	192/198	97
Teste BC/CB	43/48	90	38/42	90	90/108	83
Ensino DC/CD	64/66	97	35/36	97	35/36	97
Teste AD/DA	34/36	94	26/30	87	34/36	94
Teste BD/DB	34/36	94	29/30	97	35/36	97

Observa-se na Tabela 2 que somente o P1 no ensino da relação AB/BA (numerais e conjunto de pontos) atingiu o critério de aprendizagem sem a necessidade de repetição de qualquer uma das ilhas do mapa que compõe esta fase do estudo. Nas demais fases de ensino (AC/CA e CD/DC), todos os participantes necessitaram jogar novamente uma ou mais ilhas do mapa para atingir o critério de aprendizagem. A porcentagem de acerto nas fases de ensino ficou acima de 95% para todos os participantes. Além disso, todos eles apresentaram a emergência das relações testadas e, com exceção dos testes AD/DA (numerais e operações de subtração na forma de balança) para o P2 e BC/CB (conjunto de pontos e operações de subtração no formato algarismos) para o P3, as porcentagens de acertos em cada fase de teste do jogo estiveram acima de 90%.

Um maior número de tentativas foi necessário para o ensino da relação AC/CA (numerais e operações de subtração no formato algarismos) para os três participantes, em especial para o P2 e o P3. Para o P2, o número de tentativas foi devido à dificuldade em atingir o critério de aprendizagem e avançar para a próxima fase, sendo necessárias mais sessões de ensino. O P3 realizou muitos emparelhamentos atentando-se apenas a um dos lados da peça, o que o fez cometer maior número de erros e, por consequência, ter sido necessária a repetição das ilhas que compõem essas fases do jogo. Após duas tentativas de teste, optou-se por realizar mais uma sessão de ensino da relação AC/CA e conduzir nova testagem, na qual se observaram jogadas com atenção a apenas um dos lados da peça. Foram necessárias três sessões do teste BC/CB para que o participante atingisse o critério para prosseguir no estudo (na primeira, o teste da relação foi rerepresentado e, nas demais, o P3 repetiu apenas as ilhas nas quais apresentou erro: quatro ilhas na segunda sessão e uma ilha na terceira sessão). A porcentagem de auxílio fornecido e de erros cometidos pelos participantes em relação à posição da incógnita nas fases de ensino e teste são apresentados na Figura 8.

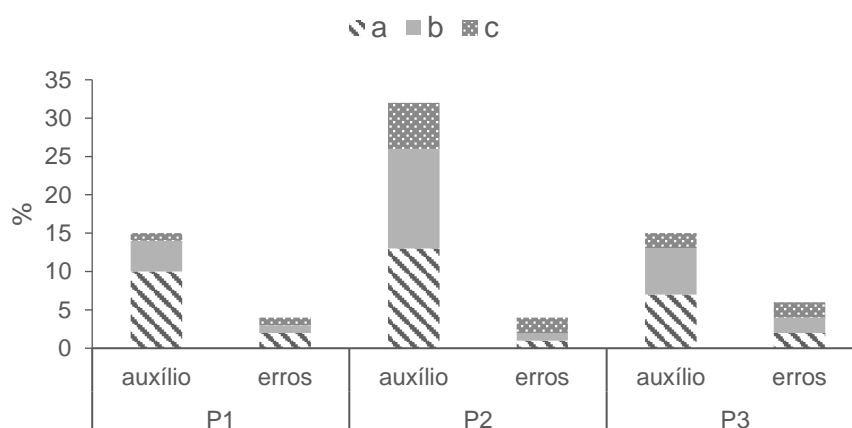


Figura 8. Porcentagem de auxílio fornecida para a resolução de operações nas fases de ensino e de erros cometidos em todas as fases do estudo, por participante, considerando a variação da posição da incógnita em *a*, *b*, e *c*.

No referente aos erros, o P1 cometeu mais erros na posição *a*, o P2 mais erros na posição *c* e não se observou variação expressiva na quantidade de erros cometidos pelo P3, em função da posição da incógnita nas sessões de ensino e teste.

Em relação ao auxílio fornecido para a resolução das operações durante as fases de ensino, o P2 foi o participante que mais necessitou que os algoritmos de resolução fossem repetidos pela pesquisadora (32% dos emparelhamentos realizados com auxílio). Para esse participante, foi adotado um procedimento adicional de ensino: uma caixa contendo 10 canetas esferográficas foi utilizada como material auxiliar para demonstrar os algoritmos. Esse procedimento foi planejado devido à dificuldade do participante em coordenar adequadamente os dedos das mãos para fazer as contas e foi utilizado na resolução de operações pontuais, em duas sessões da fase de ensino AC/CA (numerais e operações de subtração com algarismos). Quanto à posição da incógnita, auxílio foi requerido maior número de vezes em operações com incógnita na posição *a*, seguido, respectivamente, pelas posições *b* e *c* para todos os participantes.

O registro em níveis de auxílio fornece dados adicionais a respeito do desempenho dos participantes ao longo do estudo. A Figura 9 apresenta a frequência dos níveis de auxílio requeridos por cada participante, nas diferentes fases do estudo. Não houve ocorrência do Nível E de auxílio (Assistência Total), no qual a pesquisadora realiza a jogada completa, fornecendo o modelo de resolução e emparelhamento. Por essa razão, tal categoria não foi apresentada na figura.

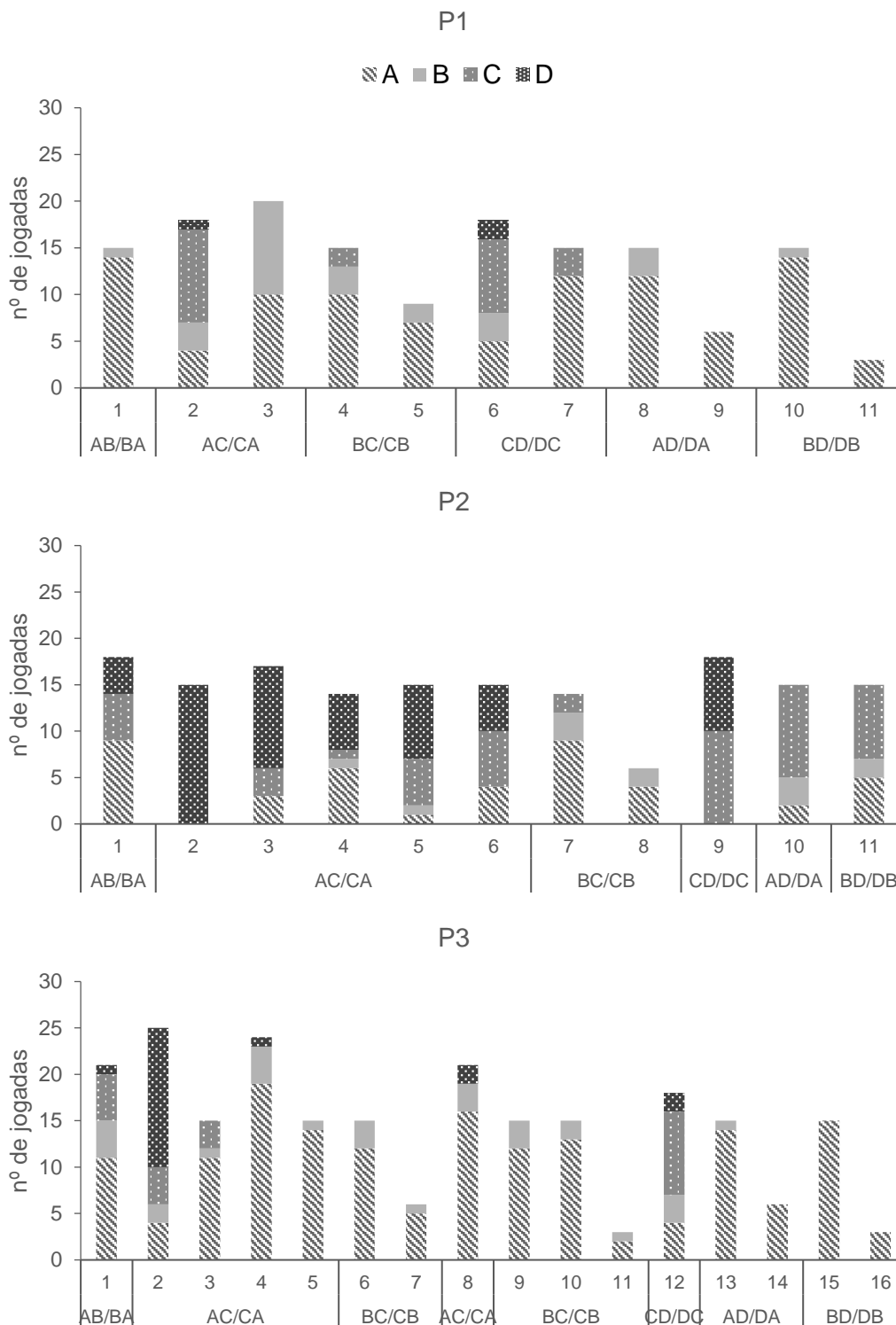


Figura 9. Frequência dos diferentes níveis de auxílio registrados por sessão. O Nível A indica a realização de jogadas independentes; o Nível B realização de jogadas sob supervisão; o Nível C necessidade de assistência mínima e o Nível D corresponde à necessidade de assistência moderada.

Para todos os participantes, os níveis de auxílio C (assistência mínima) e D (assistência moderada) ocorreram com maior frequência nas primeiras sessões de ensino das relações AC/CA (operações de subtração com algarismos e numerais) e CD/DC (operações de subtração com algarismos e operações de subtração na forma de balança) e diminuíram no decorrer das sessões destas fases, aumentando as jogadas com maior grau de independência paulatinamente (Níveis A e B).

Para o P2, o Nível D de auxílio foi o mais requerido ao longo das sessões de ensino da relação AC/CA. Embora tenha havido diminuição da frequência deste tipo de auxílio ao longo das sessões, ele ocorreu até a última sessão desta fase. Este foi o participante que apresentou o menor número de jogadas independentes (Nível A), necessitando de assistência mínima da pesquisadora (Nível C) até a última sessão do estudo.

Ao final do procedimento, foi aplicado um teste de generalização composto por operações de adição e subtração no formato de coleções de objetos e de sentenças-problema ditadas. Foram apresentadas sentenças do tipo transformação e combinação. Os resultados desse teste são descritos na Tabela 3, de acordo com o tipo de conta apresentado.

Tabela 3

Proporção de acertos apresentados no teste de generalização

Participante	Etapa	Corretas/Total							
		Adição			Subtração			Ditado	
		a	b	c	a	b	c	Transf.	Comb.
P1	Pré-teste	1/1	1/1	1/1	0/2	2/2	2/2	1/3	3/3
	Pós-teste	1/1	1/1	1/1	2/2	2/2	2/2	2/2	3/3
P2	Pré-teste	0/1	0/1	1/1	1/2	0/2	0/2	1/3	1/3
	Pós-teste	0/1	1/1	1/1	0/2	2/2	2/2	1/3	2/3
P3	Pré-teste	1/1	1/1	1/1	0/2	2/2	1/2	1/3	0/3
	Pós-teste	0/1	0/1	1/1	2/2	2/2	2/2	2/3	0/3

Com exceção do P2 na resolução de subtração com incógnita na posição *a* e do P3 na resolução de adição com incógnita nas posições *a* e *b*, após a intervenção todos os

participantes mantiveram ou aumentaram o número de acertos nas atividades do teste de generalização. O P1 apresentou aumento na proporção de acertos em operações de subtração com incógnita na posição *a* e em sentenças ditadas do tipo transformação; o P2 em operações de adição com incógnita na posição *b*, operações de subtração com incógnita nas posições *b* e *c* e em sentenças ditadas do tipo combinação; o P3 em operações de subtração com incógnita nas posições *a* e *c* e em sentenças ditadas do tipo transformação. O desempenho do P3 em operações de adição foi similar ao observado na Sonda 2, em que houve redução do número de acertos em operações de adição com incógnita nas posições *a* e *b* após intervenção, pois o participante usou os algoritmos ensinados para a subtração ao resolver as contas de adição com incógnita nessas posições.

Os resultados referentes à avaliação do engajamento promovido pelo jogo são apresentados na Figura 10. As categorias comentários sobre o enredo/história (CH), comemorar (CM), demonstrar desaprovação (DD), comentários alheios ao jogo (CA) e solicitar interrupção da atividade (SI) ocorreram com baixa frequência e, por isso, serão apresentadas somente no corpo do texto.

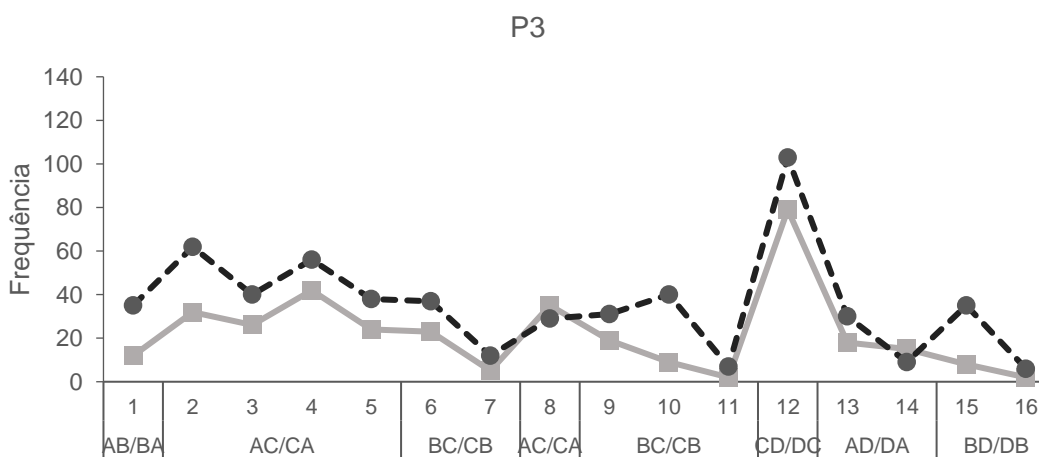
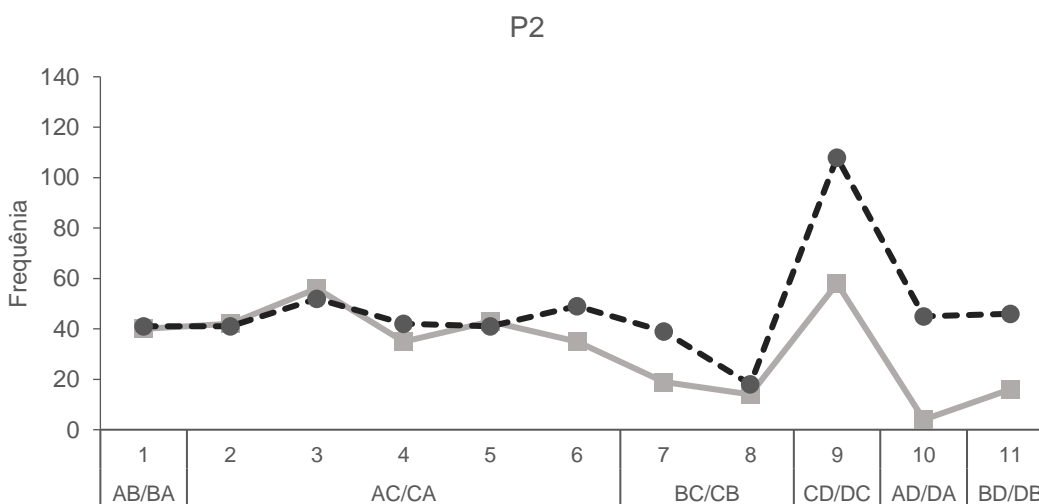
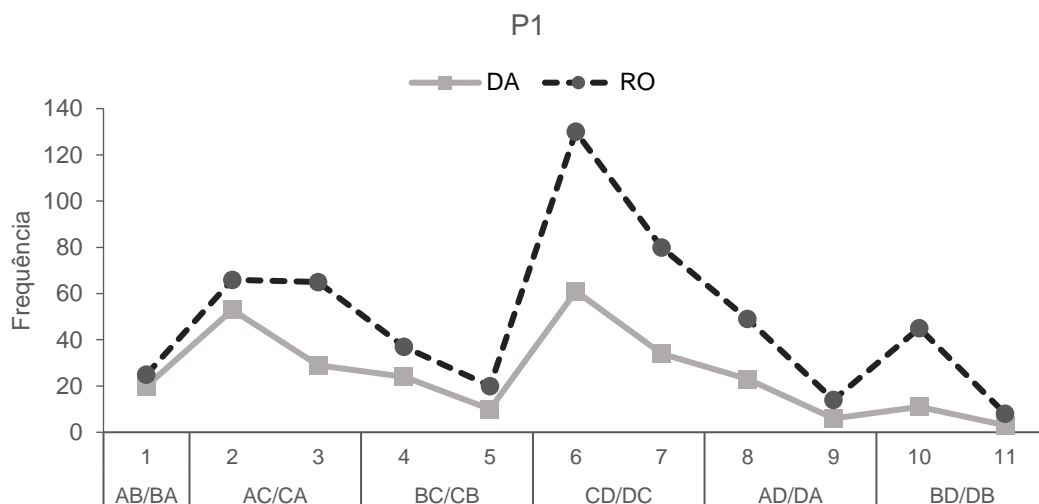


Figura 10. Frequência de comportamentos observados ao longo das sessões conforme registro categorizado para avaliação do engajamento dos participantes. Categorias: demonstrar aprovação (DA), resolver operações (RO).

A respeito dos comportamentos que indicam alto engajamento, observa-se, em geral, maior ocorrência das categorias demonstrar aprovação (DA) e resolver operações (RO). Comportamentos categorizados em DA foram menos frequentes nas fases de teste (BC/CB, AD/DA, BD/DB), principalmente nas últimas sessões, sugerindo perda de engajamento. A diminuição de comportamentos categorizados em DA pode ser um reflexo da menor interação com a pesquisadora e ausência de *feedback* nas jogadas.

Para todos os participantes, observou-se um aumento da frequência de comportamentos da categoria RO (resolver operações) no ensino da relação CD/DC (operações de subtração na forma de balança e operações de subtração com algarismos), o que se justifica pela própria tarefa requerida nesta fase do jogo, em que a criança deveria resolver ao menos quatro operações a cada jogada. O aumento em RO foi acompanhado por aumento em DA, possivelmente pelo sucesso em executar uma tarefa com alto grau de complexidade. Nesta fase, observou-se ainda maior frequência de comportamentos de comemoração (CO) para o P1 e o P2, o que endossa essa hipótese.

Comentários sobre enredo (CH) ocorreram principalmente nas primeiras fases de ensino (AB/BA e AC/CA) e foram mais frequentes para o P2. Os comentários majoritariamente referiam-se aos personagens “caranguejo malandro” e “capitão Bart”, que apareciam apenas em fases de ensino.

Comportamentos que sugerem baixo engajamento ocorreram em menor frequência. Verificou-se aumento da solicitação para interromper a atividade (SI) para o P1 e o P2 a partir da fase de ensino da relação CD/DC (subtração com algarismos e subtração na forma de balança). O P3 solicitou interrupção da atividade uma única vez ao longo do estudo e foi o participante que permaneceu em média mais tempo jogando, inclusive solicitando a realização de sessões duplas. Este participante explicitou diversas vezes que desejava muito avançar nas

etapas do jogo. Apesar disso, todos os participantes após iniciarem a fase CD/DC passaram a declinar o convite da pesquisadora para jogar o “Korsan” em alguns dias, preferindo se manter em outras atividades recreativas (assistir a filmes, brincar no parque ou com jogos comerciais, desenhar etc.).

Comentários alheios ao jogo (CA) ocorreram, em geral, com maior frequência no ensino da relação AC/CA. O registro em vídeo permitiu observar que para o P1, os comentários iniciavam-se quando a incógnita estava na posição *a* e que, portanto, poderiam ser uma esquivada da tarefa. Para o P3, comentários alheios ao jogo foram mais frequentes em sessões extensas, com duração entre 40 minutos e 1 hora (Sessões 4 e 12).

Apesar da baixa frequência, comportamentos da categoria demonstrar desaprovação (DD) ocorreram ao longo de todo o estudo. O P1 e o P2 disseram estar cansados da atividade. Tais comentários foram mais frequentes em sessões extensas e em fases de maior complexidade. Para o P3, verificou-se que os comportamentos apresentados nessa categoria referiam-se principalmente a queixas de usabilidade do jogo, por exemplo, o jogo retornar à tela inicial após a conclusão de cada ilha em vez de conduzir o participante diretamente à fase que estava sendo jogada ou queixas sobre falha no encaixe da peça. Dados a respeito da usabilidade do *software* são apresentados na Figura 11.

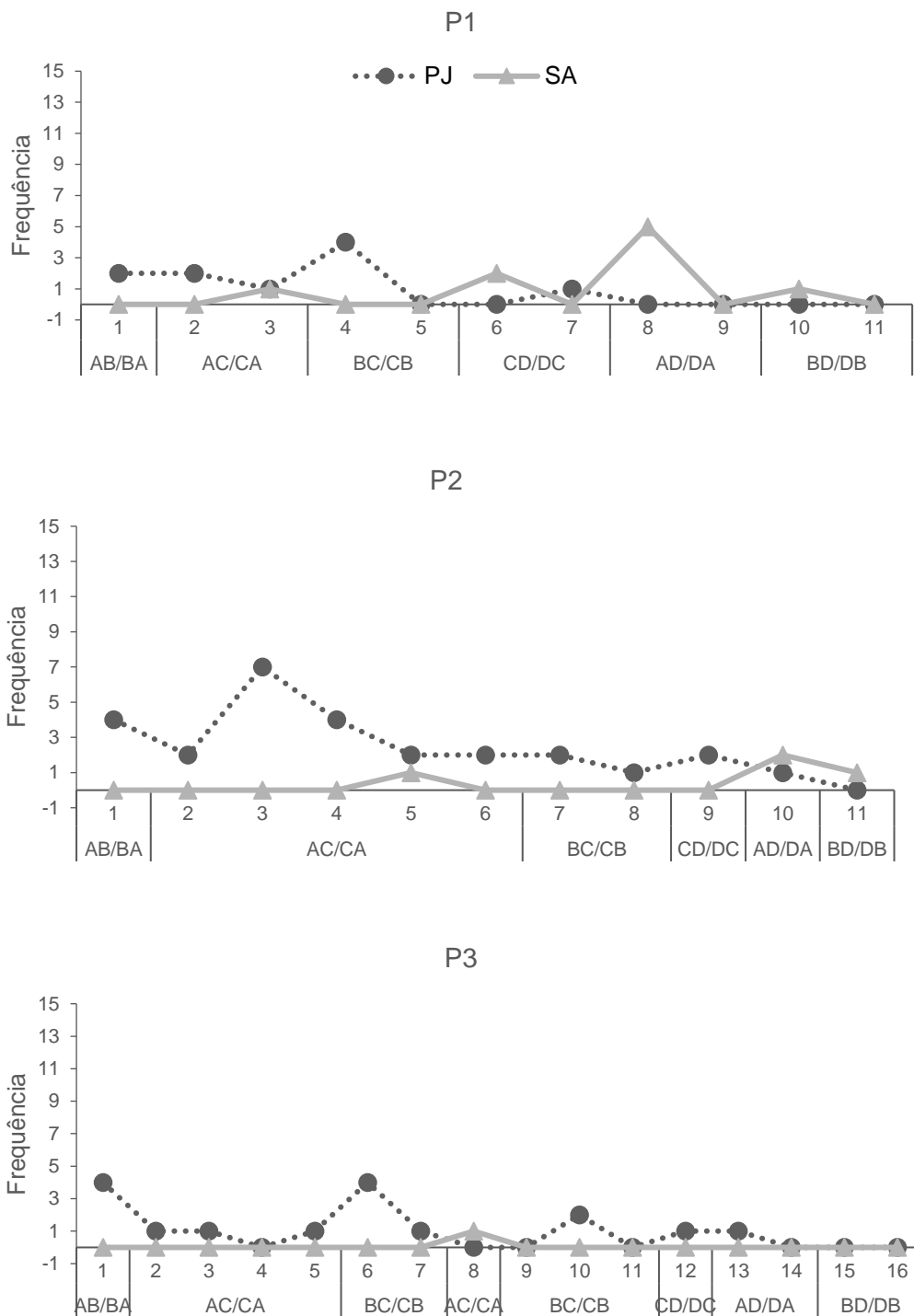


Figura 11. Frequência de comportamentos observados ao longo das sessões conforme registro categorizado para avaliação da usabilidade. Categorias: perguntas sobre o jogo (PJ), solicitar ajuda (SA).

Perguntas sobre o jogo (PJ) ocorreram com maior frequência nas fases iniciais de ensino (AB/BA, AC/CA) e teste (BC/CB) e diminuíram ao longo das sessões. Apesar disso, ainda se observou a ocorrência de comportamentos dessa categoria na penúltima sessão de P2, o que poderia ser um indicativo de falhas na usabilidade. O P2 foi o participante que mais apresentou comportamentos dessa categoria, em especial durante o ensino da relação AC/CA. Para o P1 e o P3 perguntas sobre o jogo, tais como: “É aqui que eu clico?”, “Em qual ilha devo ir agora?”, foram mais frequentes na primeira fase de teste, em que há mudança de cenário e instruções, bem como ausência de *feedback*.

Solicitação de ajuda (SA) foi menos frequente e apareceu principalmente em fases envolvendo operações na forma de balança (D) para o P1 e o P2. Devido ao tamanho da imagem da balança, era necessário que a criança ampliasse e diminuísse a tela para realizar as contas corretamente, motivo da solicitação de auxílio destes participantes.

O registro do número de vezes em que houve falha no encaixe das peças foi utilizado como um dado adicional da usabilidade do *software*. Para o P1, foram registrados erros de encaixe em 23% das jogadas, para o P2 em 7% e para o P3 em 14% das jogadas realizadas.

Durante a coleta de dados com o P2 e o P3, houve um erro no *software* na fase AC/CA: ao emparelhar a peça corretamente, ela deixava de ocupar o espaço destinado e deslocava-se na tela, sobrepondo parcialmente a trilha pré-montada. Este erro permaneceu durante duas sessões (Sessões 3 e 4 para o P2 e Sessões 5 e 8 para o P3), sendo corrigido em seguida.

Discussão

Conforme os resultados expostos, por meio do jogo “Korsan”, os participantes aprenderam a resolver operações de subtração em diferentes formatos e com incógnita em posições variadas. Nem todas as relações precisaram ser diretamente ensinadas, demonstrando

a eficácia do modelo de rede de relações no ensino de repertórios complexos. A proposta de um ensino fundamentado nesse modelo tem como vantagem a identificação das relações já estabelecidas no repertório do aprendiz e, a partir destas, a seleção daquelas que precisam ser ensinadas, provendo economia no ensino (De Rose, 2005). A partir do ensino direto de algumas relações, a princípio independentes, entre numerais, conjuntos de pontos, operações de subtração com algarismos e operações de subtração na forma de balança, verificou-se a formação de classes de equivalência, validando a tese de que o repertório matemático possa ser compreendido como uma rede de relações, conforme defendido por Prado e De Rose (1999) e Rossit e Goyos (2009).

Ao final da intervenção, houve aumento da porcentagem de acertos para todos os participantes em operações de subtração e para o P1 e o P2 em operações de adição, embora o número de sessões para que fossem alcançados os objetivos de ensino tenha variado entre os participantes. Esses resultados corroboram as pesquisas que sugerem a viabilidade do uso de jogos como um recurso pedagógico para o ensino da matemática (Godoy et al., 2015; Gris, 2016; Gris et al., 2017; Gris & Souza, 2016, Xander, Haydu, & Souza 2016).

Em comparação ao estudo de Gris (2016), que investigou o aprendizado de operações de adição com a primeira versão digital do jogo, nesta pesquisa verificou-se a necessidade de um maior número de sessões de ensino para que os participantes atingissem o critério de aprendizagem proposto. Variáveis como a faixa etária, a escolarização dos participantes e a complexidade da tarefa parecem ter sido relevantes para a produção desse resultado. No estudo conduzido por Gris (2016), os participantes eram mais velhos (um a dois anos) e, portanto, estavam um ano escolar à frente dos participantes da presente pesquisa. Além disso, Gris (2016) investigou apenas a resolução de operações de adição, tarefa de menor complexidade comparada à subtração, uma vez que a resolução de operações de adição envolve o aprendizado de apenas dois algoritmos (um para a resolução de operações com

incógnita nas posições a e b e outro para operações com incógnita em c), enquanto a subtração, tratada neste estudo, requer a aprendizagem de três algoritmos diferentes (um para cada posição de incógnita).

Ao programar contingências de ensino, deve-se garantir que o processo seja gradual, estabelecendo uma hierarquia do mais simples ao mais complexo (Skinner, 1968). Dentro dessa proposta, autores como Resnick, Wang e Kaplan (1973) defendem que o aprendizado de operações do campo aditivo é facilitado pela aquisição prévia de outros comportamentos como a contagem e a seriação. Essas habilidades, denominadas em literatura como pré-aritméticas, permitiriam a compreensão de que um número qualquer pode ser composto por subconjuntos, o que levaria à criança, naturalmente, a ser capaz de somar e de subtrair. Outros autores incluem ainda as habilidades de comparação, classificação qualitativa (maior, menor, igual, diferente) e o reconhecimento de sinais gráficos no contexto matemático (mais, menos, igualdade) como pré-requisitos para a aprendizagem de resolução de problemas matemáticos (Donini, 2005; Gualberto, Alois, & Carmo 2009; Lorena, Castro-Caneguim, & Carmo, 2013).

O presente estudo não contemplou uma avaliação ampla das habilidades pré-aritméticas, de modo que as diferenças observadas entre os participantes nos tipos de erros cometidos e na dificuldade de execução das tarefas propostas poderiam ser devido a variações no repertório de comportamentos pré-requisitos. O P2, por exemplo, ao resolver as contas nas fases iniciais de ensino, apresentou dificuldades em estabelecer relações termo a termo (contava mais de uma vez o mesmo dedo, omitia ou “pulava” dedos) e, na Sonda 1, somou os valores em contas de subtração, independentemente da posição da incógnita e do sinal apresentado. O P3 também demonstrou problemas com a leitura dos sinais gráficos: usou os algoritmos de subtração para resolver as contas de adição com algarismos nas posições a e b . Nas sessões de *follow up*, tanto o P2 quanto o P3 apresentaram baixo desempenho em operações com incógnita na posição a , pois utilizaram estratégias de resolução adequadas para

a incógnita na posição *b*. Erros semelhantes não foram observados com o P1, sugerindo que, possivelmente, o P2 e o P3 não apresentassem algumas das habilidades pré-aritméticas necessárias ao aprendizado da resolução de operações do campo aditivo, ainda que habilidades como a contagem e o sinal gráfico de subtração tenham sido diretamente ensinadas pela pesquisadora ao longo das sessões, durante o ensino dos algoritmos.

Variações na dificuldade em resolver as operações também ocorreram em função da posição da incógnita. Houve maior necessidade de auxílio em operações com incógnita nas posições *a* e *b* durante as fases de ensino, bem como maior ocorrência de erros em contas com incógnita na posição *a*, nas atividades de pré-teste e de sonda. Esses resultados reproduzem os de pesquisas anteriores em que se observaram melhores desempenhos quando a incógnita se encontrava na posição *c* (Henklain & Carmo 2013a, 2013b; Haydu, Costa, & Pullin, 2006). Operações com incógnita na posição *a* tendem a apresentar maior grau de dificuldade e produzir mais erros, pois é comum que aprendizes iniciantes adotem estratégias de resolução que utilizam a representação concreta, simulando os valores expressos na conta com os dedos ou com objetos (Hiebert, 1982). Quando a incógnita se encontra na posição *a*, o valor inicial não pode ser representado e a resolução implica que se utilize uma estratégia diferente, recorrendo-se à operação complementar do sinal gráfico representado: se a conta é uma subtração, deve-se realizar uma soma e vice-versa. Para tanto, Bryant (2013) descreve que é necessário que o aprendiz apresente a noção de inversão, que se refere à complementaridade das operações de adição e subtração: se um mesmo valor é acrescentado a um número e em seguida retirado, retorna-se à quantia inicial.

Além dos objetivos de ensino, o presente estudo se propôs a avaliar a usabilidade e o engajamento promovidos pelo jogo. Na área do *Game Design*, esse tipo de avaliação é frequentemente realizado por meio de questionários, como mostra a revisão de literatura de All, Castellar e Looy (2014). Pretendeu-se utilizar aqui medidas de avaliação condizentes com

a perspectiva analítico-comportamental, seguindo a proposta de Gris e Souza (2016) e de Perkoski e Souza (2015), que demonstraram a efetividade de avaliações baseadas em observações diretas do comportamento dos jogadores. Além disso, a adoção do mesmo procedimento de avaliação utilizado em estudos anteriores com o “Korsan” é proveitosa, pois permite comparações entre as diferentes versões do jogo e, conseqüentemente, seu aprimoramento.

Os resultados da avaliação de usabilidade mostraram que, embora a frequência de perguntas sobre o jogo e solicitações de ajuda tenha sido baixa para todos os participantes, problemas não identificados na primeira versão digital do jogo (Gris, 2016) puderam ser observados na condução deste estudo. A execução da tarefa foi dificultada pelo tamanho reduzido de determinados estímulos – como as operações na forma de balança – e falhas no *software* que levaram à sobreposição das peças na trilha.

Quanto à porcentagem de sucesso em arrastar a peça à trilha, com exceção do P1, o índice de precisão para o encaixe das peças esteve acima de 80% (77% para o P1, 93% para o P2 e 86% para o P3), similar ao relatado por Gris (2016), que o considerou aceitável. Para os participantes desta pesquisa, no entanto, este índice não se mostrou satisfatório: foram frequentes verbalizações espontâneas diante de falhas de encaixe como “Ah, de novo!” ou “É essa, mas não encaixa!”. Problemas de navegabilidade, por exemplo, dificuldade em clicar na âncora em movimento, não identificar em qual ilha do mapa parou e o retorno constante ao início do jogo a cada ilha concluída, também constituíram queixas recorrentes nas sessões. Esses dados indicam a necessidade de realizar adequações no *software*, a fim de proporcionar maior eficácia no uso dos comandos programados.

Deve-se considerar ainda a possibilidade de que as regras do jogo não estivessem completamente claras para os participantes, uma vez que perguntas sobre quando seria possível avançar a uma nova fase foram recorrentes fora das sessões. O critério de pesquisa

estabelecido para o avanço nas fases do jogo fundamentou-se na porcentagem de acertos sem auxílio, porém não foi previsto no jogo um *feedback* para a necessidade de repetição das fases de ensino, em caso de acertos com auxílio para a resolução de operações. Assim, foi frequente que os participantes completassem um mapa com o auxílio da pesquisadora, sendo orientados pelo jogo a seguir para a próxima fase, sem estarem aptos para a tarefa. Nessa condição, contrariamente ao *feedback* programado, o participante deveria repetir o mapa de ensino em que estava. Tal incongruência entre o *feedback* do jogo e os critérios para ascender à próxima fase deixou os participantes confusos. Uma alternativa para a resolução desse problema seria a integração dos níveis de auxílio para a resolução de operações ao jogo e a inserção de um *feedback* que considerasse o critério estabelecido na pesquisa para o avanço de fases.

No decorrer do estudo, os comportamentos indicativos de alto engajamento ocorreram em maior frequência, porém a frequência crescente de respostas de solicitar interrupção da atividade e a recusa ao convite da pesquisadora sugerem a perda do engajamento ao longo das sessões. Esses dados se contrapõem ao estudo de Gris (2016), em que se verificou a manutenção do engajamento dos participantes durante toda a pesquisa. Observou-se que o início da apresentação de comportamentos indicativos de perda de engajamento ocorreu na mesma fase de ensino (relação entre operações com algarismos e na forma de balança) para todos os participantes, o que permite supor que este seja um problema específico da fase. É provável que o grau de complexidade da tarefa tenha aumentado excessivamente, com conseqüente aumento no custo da resposta para os participantes, impactando sua permanência na atividade. A partir desta etapa de ensino, foi frequente na fala do P2 verbalizações como “Eu não consigo” e “Está muito difícil”, o que apoia essa suposição.

Há de se considerar também que, nesta fase, uma nova classe de estímulos foi inserida – operações na forma de balança – e é possível que os participantes não tenham

compreendido corretamente seu funcionamento. Alguns estudos que trabalharam com operações nesse formato como os de Haydu, Costa e Pullin (2006), Haydu, Lorencetti e Echelli (2015) e Henklaim e Carmo (2013a, 2013b) programaram um treino preparatório que incluía uma descrição detalhada do funcionamento da balança e a resolução de operações pelo pesquisador, com o objetivo de familiarizar os participantes com essa forma de apresentação das operações. Ao contrário do modelo apresentado no jogo, em alguns destes estudos a balança era dinâmica: tanto na demonstração inicial quanto no *feedback* das etapas de ensino, a resolução correta do problema levava os pratos da balança ao equilíbrio. Conforme os próprios autores destacam, nos resultados, foram observados efeitos positivos da inserção de uma etapa de familiarização, o que indica que a introdução de uma etapa semelhante poderia ter contribuído ao desempenho dos participantes.

Outro fator a ser considerado é que a exigência no referente ao número de respostas aumentou. Nesta fase de ensino, os participantes deveriam resolver ao menos quatro operações a cada jogada realizada, emparelhando contas com incógnitas em diferentes posições. Por exemplo, para encaixar a peça correta em uma lacuna localizada entre as contas $? - 2 = 5$ (na forma de balança) e $8 - ? = 3$ (na forma de algarismos), seria necessário: (a) resolver a operação $? - 2 = 5$, chegando ao resultado 7; (b) resolver as operações com algarismos para encontrar uma em que a incógnita assumisse o valor 7, como $10 - 3 = ?$, nas peças móveis; (c) resolver a operação $8 - ? = 3$, chegando ao resultado 5; (d) realizar a conta no formato balança da peça selecionada no passo 2, verificando se a incógnita apresenta o valor 5 e, caso não, escolher outra peça móvel e repetir os passos b e d até que fosse encontrada uma peça com os valores de incógnita 7 e 5. A grande quantidade de operações a ser resolvida aumentou a complexidade da tarefa, tornando a atividade cansativa. Em um contexto de jogo, uma das premissas é a de que a tarefa seja desafiadora, porque atividades muito simples podem se tornar enfadonhas ao jogador (Cybis, Betiol, & Faust, 2015). A

exigência de tarefas com alto grau de dificuldade (para as quais o aprendiz não está preparado), porém, pode produzir respostas de esquiva (Henklaim & Carmo 2013c), como observado no presente estudo.

Outros comportamentos indicativos de engajamento, como comentários sobre enredo e comemoração, no entanto, foram mais frequentes no presente estudo. Vale ressaltar que Gris trabalhou com uma versão mais simples do jogo, que apresentava menos elementos gráficos. Os resultados desta pesquisa confirmam o que foi descrito por Schell (2011) – o autor enfatizou a narrativa como um dos elementos fundamentais para a promoção de uma experiência única de interação entre o jogo e o jogador. Observou-se que a inserção de poucos elementos narrativos (o personagem pirata Capitão Bart, as alterações no cenário e os baús do tesouro) teve efeito sobre o tipo de interação estabelecida entre os participantes e o jogo “Korsan”, constituindo variáveis relevantes para o aumento na frequência dos comportamentos relatados.

Um aspecto importante em programas de ensino é o de que estes possam ser reaplicados se necessário. Decorre daí a necessidade do jogo educativo ser instigante e atrativo para ser jogado várias vezes, o que é denominado pelos *game designers* como taxa de *replay*. Com base nos resultados apresentados, sugerem-se algumas modificações para a próxima versão do jogo que poderiam aumentar sua taxa de *replay*: a fase de ensino da relação entre operações com algarismos e operações na forma de balança deveria ser revista, com o objetivo de tornar o aprendizado mais gradual; pequenos ajustes no *software* poderiam melhorar sua usabilidade, por exemplo, a adequação do tamanho de figuras e ícones e a inserção de um avatar que permitisse ao jogador identificar prontamente em qual ilha do mapa se encontra. Sugere-se também incrementar a narrativa, por meio da apresentação de desafios diversificados e inclusão de mais elementos audiovisuais, a fim de promover maior engajamento na tarefa.

Apesar das falhas identificadas, é possível afirmar que o jogo cumpriu seus objetivos de ensino e foi capaz de manter os participantes na atividade proposta, durante o período da pesquisa. Os três participantes aprenderam todas as relações ensinadas por meio do jogo e há indícios de que os efeitos do ensino tenham se generalizado para outros contextos. O P2, por exemplo, foi dispensado do reforço escolar ao final da intervenção por ter melhorado seu desempenho acadêmico em matemática. A professora relatou que esse participante passou a demonstrar mais interesse na disciplina. Esses resultados salientam a importância do uso de recursos lúdicos e de estratégias reforçadoras em contextos de ensino.

Ressalta-se que as instruções de ensino foram mediadas pela pesquisadora, devendo-se considerar a interação desta com o participante nos resultados do presente estudo. A versão atual do *software* não disponibiliza qualquer tipo de auxílio ou instrução para a resolução das operações e, portanto, requer a presença de alguém devidamente treinado para sua aplicação. Por essa razão, não se pode afirmar que os mesmos resultados seriam encontrados se o jogo fosse aplicado sem o devido apoio instrucional. Versões futuras poderiam ser programadas incluindo maior número de instruções e fornecimento de dicas, de modo a possibilitar maior autonomia do jogador em seu aprendizado.

Por fim, vale lembrar que grande parte dos jogos educativos carece de embasamento conceitual em teorias de aprendizagem e a quantidade de jogos fundamentados em princípios da Análise do Comportamento é pequena (Kebritchi & Hirumi, 2008; Wu, Chiou, Kao, Hu, & Huang, 2012). Tentativas de articular diferentes áreas teóricas para a construção de jogos divertidos e eficazes no ensino ainda são incipientes e poucos são os estudos relatados em literatura que buscaram avaliar a questão de forma sistemática. Pretendeu-se com esta pesquisa ampliar o escopo de estudos sobre jogos educativos de base analítico-comportamental e contribuir com propostas para aprimorar o jogo “Korsan”. Estudos futuros poderiam incluir maior número de participantes e refinar os critérios de seleção, integrando a

avaliação das habilidades pré-aritméticas ao pré-teste. Sugere-se ainda que investigações futuras comparem o uso de jogos educativos com outros instrumentos tradicionalmente utilizados como procedimento de ensino (pastas-catálogo, cartões, *softwares*), a fim de avaliar os efeitos de cada procedimento sobre a aprendizagem e o engajamento na tarefa.

Referências

- All, C., Castellar, E. P. N., & Looy, J. V. Measuring effectiveness in digital game-based learning: a methodological review. *International Journal of Serious Games*, 2(1), 3-20. doi: 10.17083/ijsg.vli2.18
- Bakker, M., Heuvel-Panhuizen, M., & Robitzsch, A. (2016). Effects of mathematics computer games on special education students' multiplicative reasoning ability. *British Journal of Educational Technology*, 47(4), 633-648. doi: 10.1111/bjet.12249
- Bruckman, A. (1999). *Can educational be fun? Trabalho apresentado na 1ª Game developers conference*. San Francisco: UBM Tech Network. Resumo retirado de <http://www.cc.gatech.edu/~asb/papers/conference/bruckman-gdc99.pdf>
- Bryant, P. (2013). Childrens understanding and use of inversion in arithmetic. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, (11), 231-238. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/14728/13973>
- Capovilla, F. C., César, O. Capovilla, A. G. S., & Haydu, V. B. (1997). Equação-equilíbrio: o modelo de balança e a análise da resolução de problemas aritméticos em escolares do ensino fundamental. *Torre de Babel: Reflexões e Pesquisa em Psicologia*, 4(2), 189-215.
- Carmo, J. S. (2010). Controle aversivo, ensino das matemáticas em sala de aula e programação de contingências reforçadoras no ensino escolar. In J. S. Carmo & P. S. T.

- Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (pp. 253-271). Santo André: ESETec.
- Carmo, J. S., & Figueiredo, R. M. E. (2009). Ansiedade à matemática em alunos do Ensino Fundamental: achados recentes e implicações educacionais. In R. Wielenska (Org.), *Sobre comportamento e cognição: desafios, soluções e questionamentos* (pp. 488-496). Santo André: ESETec.
- Cybis, W., Betiol, A. H., & Faust, R. (2015). *Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações*. São Paulo: Novatec.
- De Rose, J. C. (2005). Análise comportamental da aprendizagem de leitura e escrita. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 1(1), 29-50. doi: 10.18542/rebac.v1i1.676
- De Rose, J. C., & Gil, M. E. C. A. (2003). Para uma análise do brincar e de sua função educacional. In M. Z. S. Brandão, F. C. S. Conte, F. S. Brandão, Y. K. Ingberman, C. B. Moura, V. M. Silva, & S. M. Olian (Orgs.), *Sobre comportamento e cognição: a histórias e os avanços, a seleção por consequências em ação* (pp. 383-389). Santo André: ESETec.
- Donini, R. (2005). *Identificando comportamentos pré-requisitos para o ensino de adição e subtração* (Dissertação de Mestrado). Disponível em Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.
- Gil, M. E. C. A., & De Rose, J. C. (2003). Regras e contingências sociais na brincadeira de crianças. In M. Z. S. Brandão, F. C. S. Conte, F. S. Brandão, Y. K. Ingberman, C. B. Moura, V. M. Silva, & S. M. Olian (Orgs.), *Sobre comportamento e cognição: a histórias e os avanços, a seleção por consequências em ação* (pp. 383-389). Santo André: ESETec.
- Godoy, M. C. J., Alves, H. W., Xander, P., Carmos, J. S., & Souza, S. R. (2015). Ensino de equivalência monetária por meio de um jogo de dominó adaptado *Acta*

- Comportamentalia: Revista Latina de Análisis del Comportamiento*, 23(2), 117-135.
Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274538523003>
- Gris, G. (2016). *Desenvolvimento e avaliação de um jogo de dominó digital adaptado para ensino de relações matemáticas* (Dissertação de mestrado não publicada). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil.
- Gris, G., Alves, H. W., Assis, G. J. A., & Souza, S. R. (2017). Utilização de jogos adaptados para avaliação de habilidades matemáticas e monetárias. *Temas em Psicologia*, 25(3), 1139-1152. doi: 10.9788/TP2017.3-12Pt
- Gris, G. & Souza, S. R. (2016). Jogos educativos digitais: desenvolvimento e avaliação do protótipo físico do jogo. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 7(1), 114-132. doi: 10.18761/pac.2016.003
- Gualberto, P. M. A., Alois, P. E. & Carmo, J. S. (2009). Avaliação de habilidades pré-aritméticas por meio de uma bateria de testes. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 5(2), 21-35. doi:10.18542/rebac.v5i2.928
- 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
- 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
- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. S. (2013c). Contribuições da Análise do Comportamento à Educação: um convite ao diálogo. *Cadernos de Pesquisa*, 43(149), 704-723. doi: 10.1590/S0100-15742013000200016
- Henklain, M. H. O., Carmo, J. S., & Haydu, V. B. (2017). Produção analítico-comportamental brasileira sobre comportamento matemático e de ensinar matemática: dados de 1970 a 2015. *Temas em Psicologia*, 25(3), 1453-1466. doi: 10.9788/TP2017.3-24
- Hiebert, J. (1982). The position of the unknown set and children's solutions of verbal arithmetic problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(5), 341-349. doi: 10.2307/749008
- Iégas, A. L. F., & Haydu, V. B. (2015). Resolução de problemas aritméticos: efeitos de ensino com uma brosenalança 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.
- Jardim, D., Lopes, P. F., & Alexandre, I. M. (2010). Math4Kids: aprender conceitos de matemática brincando. In L. Valbom (Ed.), ARTECH 2010 "Envisioning Digital Spaces": proceedings of the 5th International Conference on Digital Arts (pp.682-691). Recuperado de <http://docplayer.com.br/2417208-Leonel-valbom-editor-artech-2010-envisioning-digital-spaces-proceedings-of-the-5th-international-conference-on-digital-arts.html>

- Kebritchi, M., & Hirumi, A. (2008). Examining the pedagogical foundations of modern educational computer games. *Computers & Education*, 51(4), 1729-1743. doi:10.1016/j.compedu.2008.05.004
- Lorena, A.B., Castro-Caneguim, J. F., & Carmo, J. S. (2013). Habilidades numéricas básicas, algumas contribuições da Análise do Comportamento. *Estudos em Psicologia*, 18(3), 439-446. doi: 10.1590/S1413-294X2013000300004
- Linehan, C., Kirman, B., & Roche, B. (2015). Gamification as Behavioral Psychology. In S. P. Walz, & S. Deterding (Orgs.), *Thegameful world: approaches issues applications* (pp. 81-105). Cambridge: The MIT Press.
- Linehan, C., Roche, B., Lawson, S., Doughty, M., & Kirman, B. (2009, Set). *A behavioural framework for designing educational computer games*. Trabalho apresentado na Vienna Games Conference: Future and Reality of Gaming, Vienna, Austria. Resumo retirado de http://eprints.lincoln.ac.uk/3330/1/linehan_et_al_FROG_09.pdf
- Mancini, M. C. (2005). *Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI): manual da versão brasileira adaptada/ Marisa Cotta Mancini*, (com base em) Stephen M. Haley (et al.). Belo Horizonte: UFMG.
- Matos, M. A. (1999). Controle de estímulos condicional, formação de classes conceituais e comportamentos cognitivos. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, 1(2), 159-178. Retirado de: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-55451999000200006
- Moita, F. Lucianno, A. P. C., Costa A. T., & Barbosa, W. F. C. (2013). AngryBirds como contexto digital educativo para ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos: relato de um projeto. In I. Fortim & A. S. Petry. *Proceedings of SBGames* (pp.121-127). Recuperado de http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/cultura/Culture-17_full.pdf

- Mota, L. F., & Pimentel, E. P. (2014). Jogo Digital para Motivar a Aprendizagem de Operações Aritméticas na Educação Básica. *LACLO: Novena Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje*, 5(1), 155-165. Recuperado de <http://www.laclo.org/papers/index.php/laclo/issue/view/10/showToc>
- Panosso, M. G., Souza, S. R., & Haydu, V. B. (2015). Características atribuídas a jogos educativos: uma interpretação analítico-comportamental. *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 19, 233-241. doi: 10.1590/2175-3539/2015/0192821.
- Perkoski, I. R., & Souza, S. R. (2015). 'O Espião': uma perspectiva analítico comportamental do desenvolvimento de jogos educativos de tabuleiro. *Revista Perspectivas*, 6(2), 74-88. doi: 10.18761/pac.2015.020
- 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
- QEdU, Fundação Lemann. (2017). *Aprendizado dos alunos: Prova Brasil 2015*. Retirado de: <http://www.qedu.org.br/brasil/aprendizado>
- Resnick, L. B., Wang, M. C., & Kaplan, J. (1973). Task analysis in curriculum design: a hierarchically sequenced introductory mathematics curriculum. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 6(4), 679-710. doi: 10.1901/jaba.1973.6-679
- Rosenthal, D. J. A., & Resnick, L. B. (1974). Children's solution processes in arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 66(6), 817-825. doi: 10.1037/h0021523
- 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. doi: 10.1590/S1413-85572009000200003]

- Saunders, R. R., & Green, G. (1999). A discrimination analysis of training-structure effects on stimulus equivalence outcomes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 72(1), 117-137. doi: 10.1901/jeab.1999.72-117
- Schell, J. (2011). *A arte do game design: o livro original*. Rio de Janeiro: Elsevier (Trabalho original publicado em 2008).
- Sdoukos, S. S., Pellizzetti, G. B. de F. R., Ruas, T. V., Xander, P., Souza, S. R. de, & Haydu, V. B. (2010). Desenvolvimento de um jogo de tabuleiro para o ensino de manejo de dinheiro com base em relações de estímulos equivalentes [Resumo]. *Resumos de Comunicação Científica*, XL Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Psicologia. Curitiba: SBP.
- 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, 5-22. doi:10.1901/jeab.1982.37-5
- Silva, B. C., Silva, P. P., Luz, L. P., Silva, G. S., & Martins, H. P. (2014). Jogos digitais educacionais como instrumento didático no processo de ensino-aprendizagem das operações básicas de matemática. In S. W. M. Siqueira, & S. A. Oesterreich (Orgs.), *Anais do 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp.682-691). doi: 10.5753/cbie.sbie.2014.682
- Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Baltimore: Penguin.
- Skinner, B. F. (1968). *Technology of teaching*. New York, Appleton-Century-Crofts.
- Tong, L., Yang, J., Han, X., & Velasquez, L. (2014). The card game 24 and its application to math education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(4), 624-633. doi: 10.1080/0020793X.2013.868544

- Wu, W. H., Chiou, W. B., Kao, H. Y., Hu, C. H. A., & Huang, S. H. (2012). Re-exploring game-assisted learning research: the perspective of learning theoretical bases. *Computers & Education*, 59(4), 1153–1161. doi:10.1016/j.compedu.2012.05.003
- Xander, P., Haydu, V. B., & Souza, S. R. (2016). “Dimdim: negociando & brincando” no ensino de habilidades monetárias a pré-escolares. *Revista CES Psicología*, 9(1). Recuperado de <http://revistas.ces.edu.co/index.php/psicologia/article/view/3306/2519>

Apêndices

Apêndice B - Folhas de registro de resolução de operações

Participante:

Fase:

Data:

SOMA

Posição A	Posição B	Posição C
$() + 6 = 7$	$5 + () = 6$	$0 + 1 = ()$
$() + 1 = 5$	$1 + () = 9$	$3 + 4 = ()$
$() + 0 = 7$	$1 + () = 4$	$2 + 0 = ()$
$() + 7 = 9$	$3 + () = 9$	$1 + 4 = ()$
$() + 4 = 9$	$4 + () = 5$	$5 + 3 = ()$
$() + 2 = 10$	$5 + () = 9$	$1 + 2 = ()$
$() + 4 = 7$	$1 + () = 10$	$3 + 3 = ()$
$() + 2 = 8$	$0 + () = 5$	$8 + 1 = ()$
$() + 0 = 9$	$4 + () = 6$	$2 + 2 = ()$
$() + 0 = 10$	$0 + () = 10$	$3 + 7 = ()$

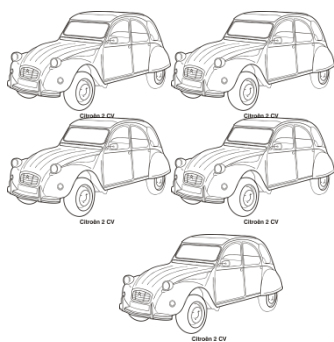
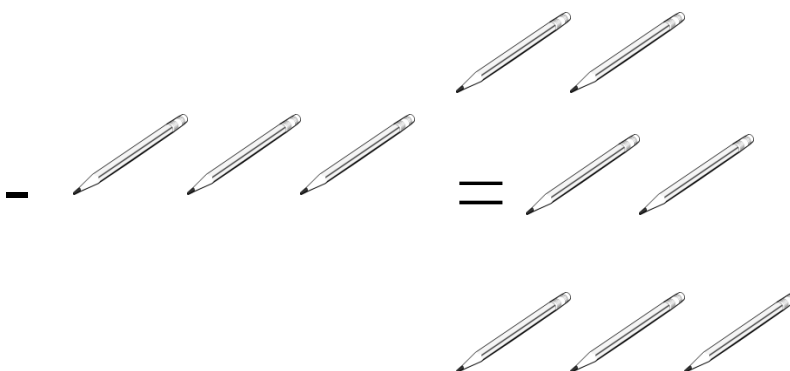
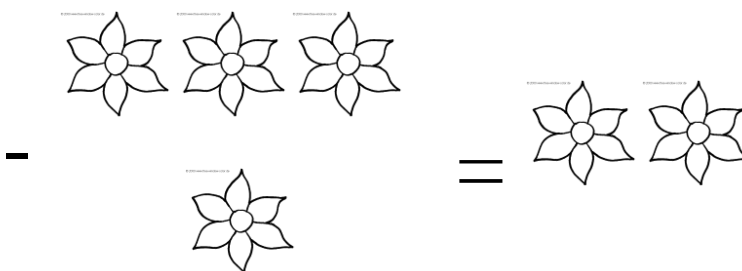
SUBTRAÇÃO

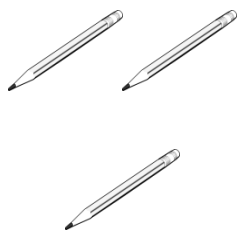
Posição A	Posição B	Posição C
$() - 0 = 1$	$5 - () = 4$	$5 - 0 = ()$
$() - 1 = 1$	$6 - () = 2$	$7 - 1 = ()$
$() - 2 = 3$	$6 - () = 1$	$8 - 7 = ()$
$() - 2 = 6$	$6 - () = 0$	$9 - 2 = ()$
$() - 3 = 1$	$7 - () = 5$	$9 - 0 = ()$
$() - 3 = 0$	$7 - () = 6$	$9 - 6 = ()$
$() - 4 = 2$	$8 - () = 5$	$10 - 6 = ()$
$() - 4 = 3$	$9 - () = 2$	$10 - 8 = ()$
$() - 6 = 3$	$9 - () = 0$	$10 - 2 = ()$
$() - 6 = 4$	$10 - () = 2$	$10 - 0 = ()$

Apêndice D - Teste de generalização

Participante:

Data:





-

=



-

=



-

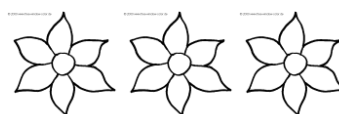
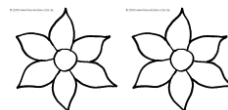
=



+

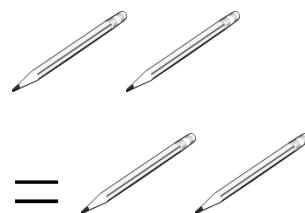


=

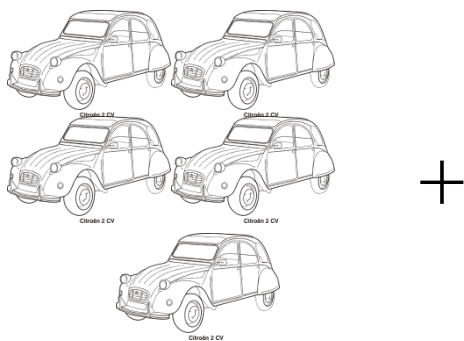




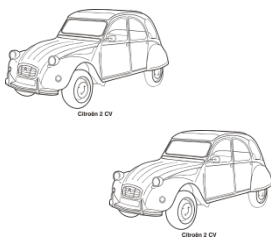
+



=



+



=

Ditado

	Transformação	Combinação
a	Luciano -	Marcos -
b	Maria -	Juliana -
c	Luiza -	Mariana -

Sentenças apresentadas na tarefa de ditado do teste de generalização

Incógnita	Tipo de sentença	
	Transformação	Combinação
Posição a	Luciano tinha alguns carrinhos. Perdeu 2 em uma viagem e ficou com 8 carrinhos. Quantos carrinhos Luciano tinha antes da viagem?	Marcos comprou algumas figurinhas. Três figurinhas vieram repetidas e 6 eram novas. Quantas figurinhas Marcos comprou?
Posição b	Maria tinha 8 lápis de cor. Se ela perdeu alguns e ficou com 5 lápis. Quantos lápis Maria perdeu?	Juliana comprou 7 frutas. Se algumas são maçãs e 2 são peras, quantas maçãs Juliana comprou?
Posição c	Luiza tinha 9 figurinhas e perdeu 4. Com quantas figurinhas Luiza ficou?	Mariana tem 5 bonecas. Duas bonecas falam. Quantas bonecas não falam?

Apêndice E
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“Uso de um jogo de dominó digital adaptado para ensino de subtração”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidar seu filho(a) para participar da pesquisa “Uso de um jogo de dominó digital adaptado para ensino de subtração”, a ser realizada na escola de seu filho. O objetivo da pesquisa é avaliar a efetividade de um jogo de dominó digital adaptado para o ensino de habilidades matemáticas. A participação de seu filho(a) é muito importante e ocorreria por meio da realização de atividades lúdicas adaptadas ao objetivo da pesquisa. A criança será convidada a jogar com a pesquisadora jogos desenvolvidos para o ensino de algumas habilidades matemáticas, em horários previamente estabelecidos com a escola e responsáveis. A pesquisa não apresenta riscos à integridade física de seu filho, embora seja possível que ocorra eventual constrangimento por filmagem ou decepção por dificuldade em avançar as fases. Durante todo o jogo seu filho estará acompanhado por um psicólogo apto a lidar com essas situações e frente à solicitação da criança, o jogo poderá ser interrompido. Os benefícios esperados são o desenvolvimento de novas tecnologias de ensino e possivelmente melhora no desempenho de habilidades matemáticas.

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo o(a) Senhor(a) ou seu filho (a): recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas para os fins desta e de futuras pesquisas e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Ao término da pesquisa, os registros audiovisuais serão destruídos para preservar os participantes.

Esclarecemos ainda, que o(a) Senhor(a) não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação.

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 (Maria Clara Jaeger Godoy; Rua Amador Bueno, nº 350, apto 502; tel: (43) 30375588 ou (44) 99372514; email: mclarajg@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).

Londrina, ____ de _____ de 201__.

Maria Clara Jaeger Godoy
Pesquisadora responsável

Sílvia Regina de Souza
Orientadora

Eu _____, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, autorizo o meu filho(a) _____ a participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima. Autorizo também a divulgação dos resultados dessa pesquisa, assegurado o sigilo.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

Apêndice F

Categorias de comportamentos observados durante as partidas

Avaliação da usabilidade		
Categoria	Definição	Exemplo
Perguntas sobre o funcionamento do jogo	Fazer perguntas que evidenciem dificuldade em compreender como jogar ou qual resposta emitir.	“O que eu faço agora?”, “Onde eu clico?”, “É aqui que devo ir?”
Solicitação de ajuda para executar ações do jogo	Pedir ajuda para clicar ou movimentar peças.	“Não estou conseguindo, como faz?”, “Me ajuda?”
Avaliação do engajamento		
Categoria	Definição	Exemplo
Demonstrar aprovação	Apontar características agradáveis do jogo. Expressar sentimentos positivos em relação ao jogo. Dizer que deseja continuar jogando.	“Que legal!”, “Podemos brincar mais?”, “Quero jogar todas as ilhas hoje!”, sorrir, dar risada.
Comentários sobre o enredo/história do jogo	Emitir comentários sobre elementos da história, dos personagens ou sobre elementos que compõem o jogo.	“O caranguejo se escondeu!”, “Ele roubou minha peça!”, “O mapa 9 tem uma tempestade!”
Comemorar	Expressar satisfação após concluir jogadas ou concluir uma fase.	“Eba!”, “Consegui!”, bater palmas.
Resolver operações verbalmente ou não	Emitir comportamentos precorrentes, vocais ou não, para a resolução das operações apresentadas no jogo.	Contar nos dedos, “Aqui tenho o número que preciso, mas do outro lado da peça não. Essa não serve.”; “O número que falta para chegar em seis é...”.
Demonstrar desaprovação	Apontar características desagradáveis do jogo, demonstrar desaprovação, expressar sentimentos negativos em relação ao jogo.	“Está chato!”, “Não gostei!”, Bufar, “Ai estou cansado de jogar!”
Comentários alheios ao jogo	Iniciar assuntos diferentes dos tópicos apresentados pelo jogo.	“Sabe o que aconteceu com o meu amigo hoje?”
Solicitação para interromper a atividade	Pedir para encerrar o jogo ou afirmar que ao final da jogada quer parar de jogar	“Estou muito cansado, quero parar”; “Não quero mais jogar!”, “Essa é última que jogo.”

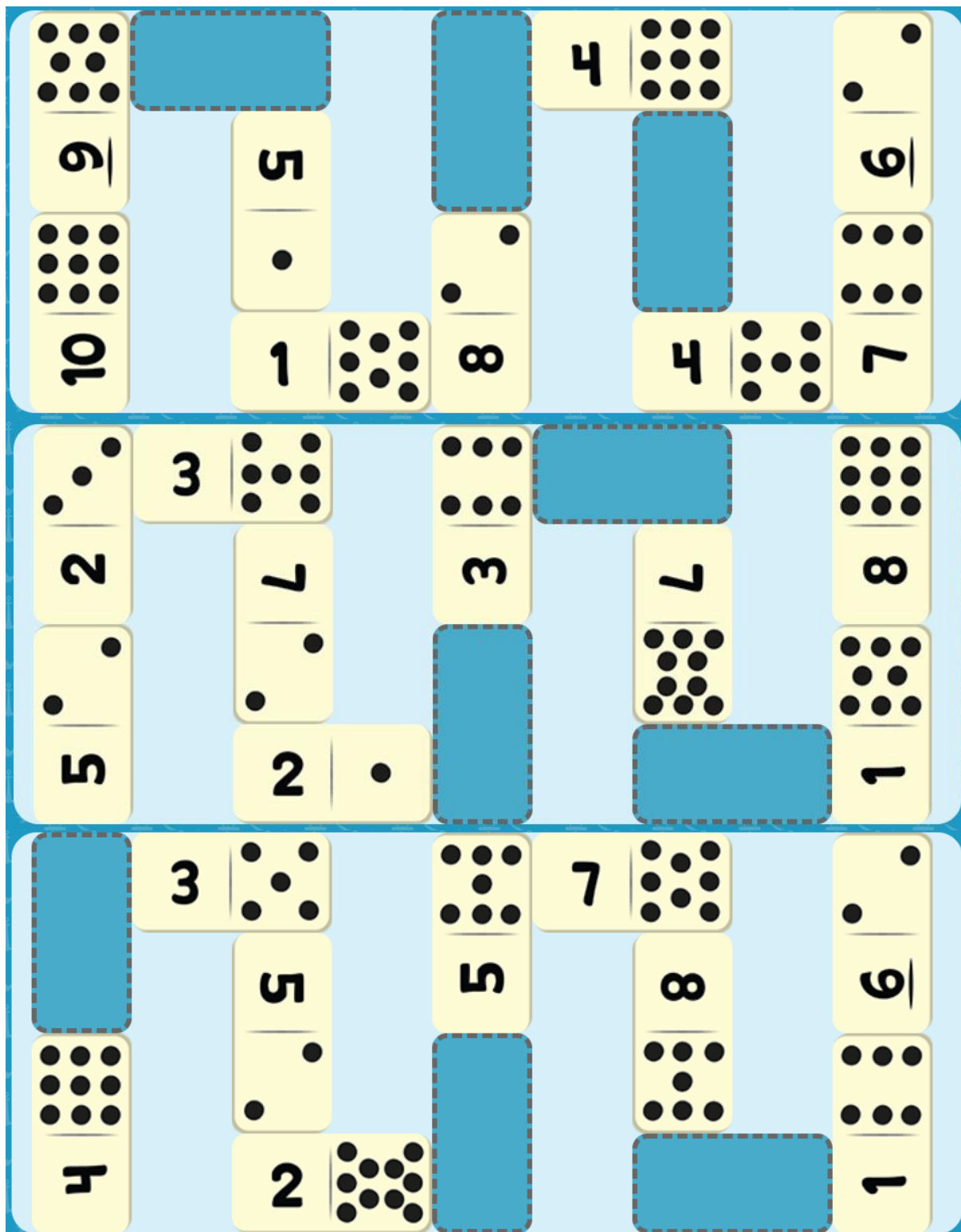
Apêndice G

NÍVEIS DE AUXÍLIO (ADAPTADO DE GRIS, 2016; Mancini, 2005)				
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 subtração). Se necessário, a pesquisadora repete o procedimento para o outro estímulo da peça.	A pesquisadora aponta para a lacuna na tela do computador, lê o estímulo de um lado da lacuna e auxilia o participante (instrui contagem ou realização da conta), para que ele localize nas opções de peças uma que corresponda ao estímulo lido.	A pesquisadora fornece modelo de como realizar as jogadas: aponta para a lacuna na tela do computador, lê o estímulo, aponta e escolhe a resposta certa para o participante, indicando que este deve olhar para os dois lados da peça e realiza o emparelhamento.

Anexos

Anexo A – Trilhas dos mapas de ensino e teste do jogo “Korsan”

Mapa de ensino da relação AB/BA



Top row dominoes (from left to right):

- Top: 2, Bottom: 2 dots
- Top: 3, Bottom: 6 dots
- Top: 10, Bottom: 8 dots
- Top: 2, Bottom: 1 dot

Bottom row dominoes (from left to right):

- Top: 6, Bottom: 3 dots
- Top: 5, Bottom: 6 dots
- Top: 4, Bottom: 2 dots
- Top: 9, Bottom: 5 dots

Missing dominoes (dashed blue boxes):

- Top row, second column: missing top half
- Top row, third column: missing top half
- Top row, fourth column: missing bottom half
- Bottom row, first column: missing bottom half
- Bottom row, second column: missing top half
- Bottom row, third column: missing bottom half

Mapa de Ensino da relação AC/CA

Top row dominoes (from left to right):

- Top: 1, Bottom: $5-2=?$
- Top: 6, Bottom: $3-1=?$
- Top: 10, Bottom: $6-?=3$
- Top: 1, Bottom: $9-0=?$

Bottom row dominoes (from left to right):

- Top: 3, Bottom: $9-?=3$
- Top: 4, Bottom: $?-2=8$
- Top: 9, Bottom: $1-3=?$
- Top: 7, Bottom: $8-?=4$

Missing dominoes (dashed blue boxes):

- Top row, second column: missing top half
- Top row, third column: missing top half
- Top row, fourth column: missing bottom half
- Bottom row, first column: missing bottom half
- Bottom row, second column: missing top half
- Bottom row, third column: missing bottom half

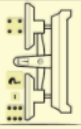
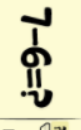


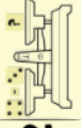
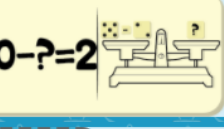

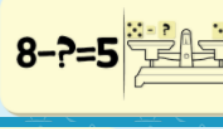
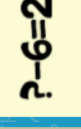


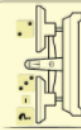

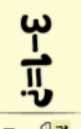

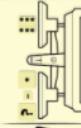
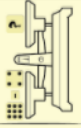
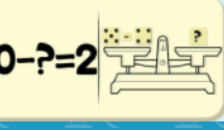
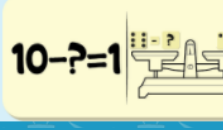

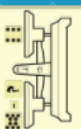



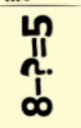
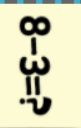

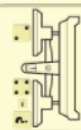
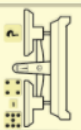
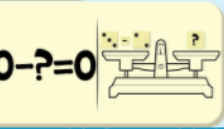
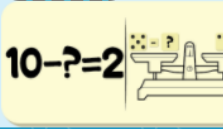
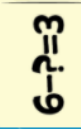
$7 - 3 = 3$	$10 - 2 = ?$	$6 - 2 = ?$	$4 - 5 = 3$	$? - 5 = 3$	$? - 5 = 3$
$? - 0 = ?$	$4 - 0 = ?$	$3 - ? = 2$	$5 - ? = 2$	$8 - ? = 7$	$? - 6 = 3$
7	10	4	5	4	9

Mapa de Teste da relação BC/CB

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

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

Mapa de Ensino da relação CD/DC

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

6-3=6 6-3=4

6-3=1 4-2=1

6-3=1 7-3=2

3-3=1 3-3=1

10-3=1 8-3=1

9-3=1 10-3=6

?-1=1 ?-1=1

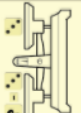

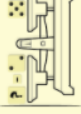




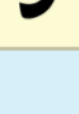
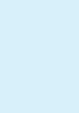
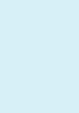
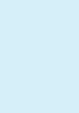
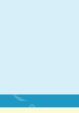
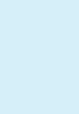




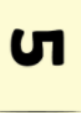



?-0=2 ?-1=3

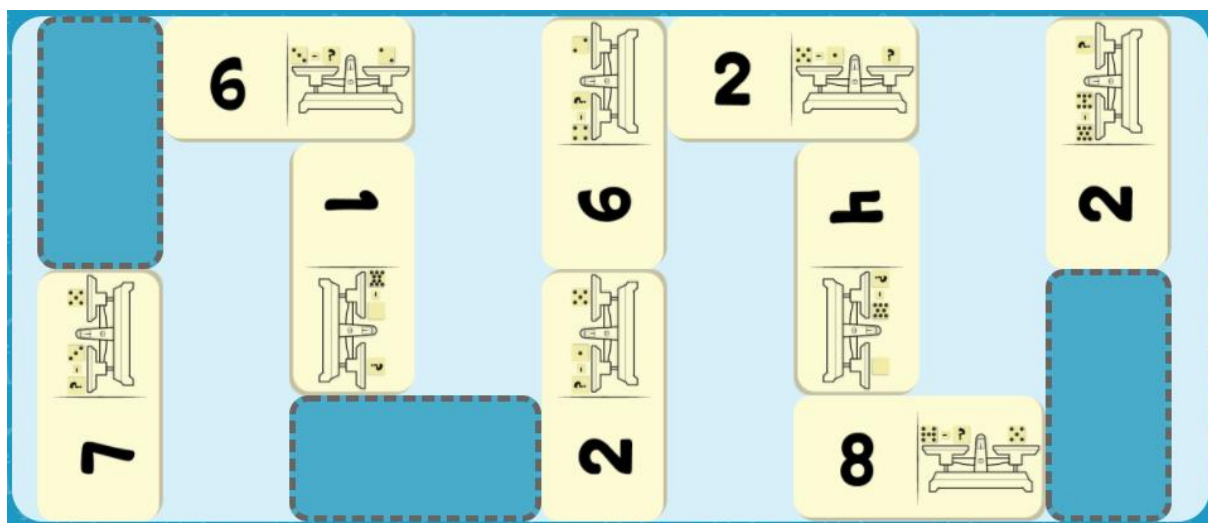
Mapa de Teste da relação AD/DA

10 4 8 5 3

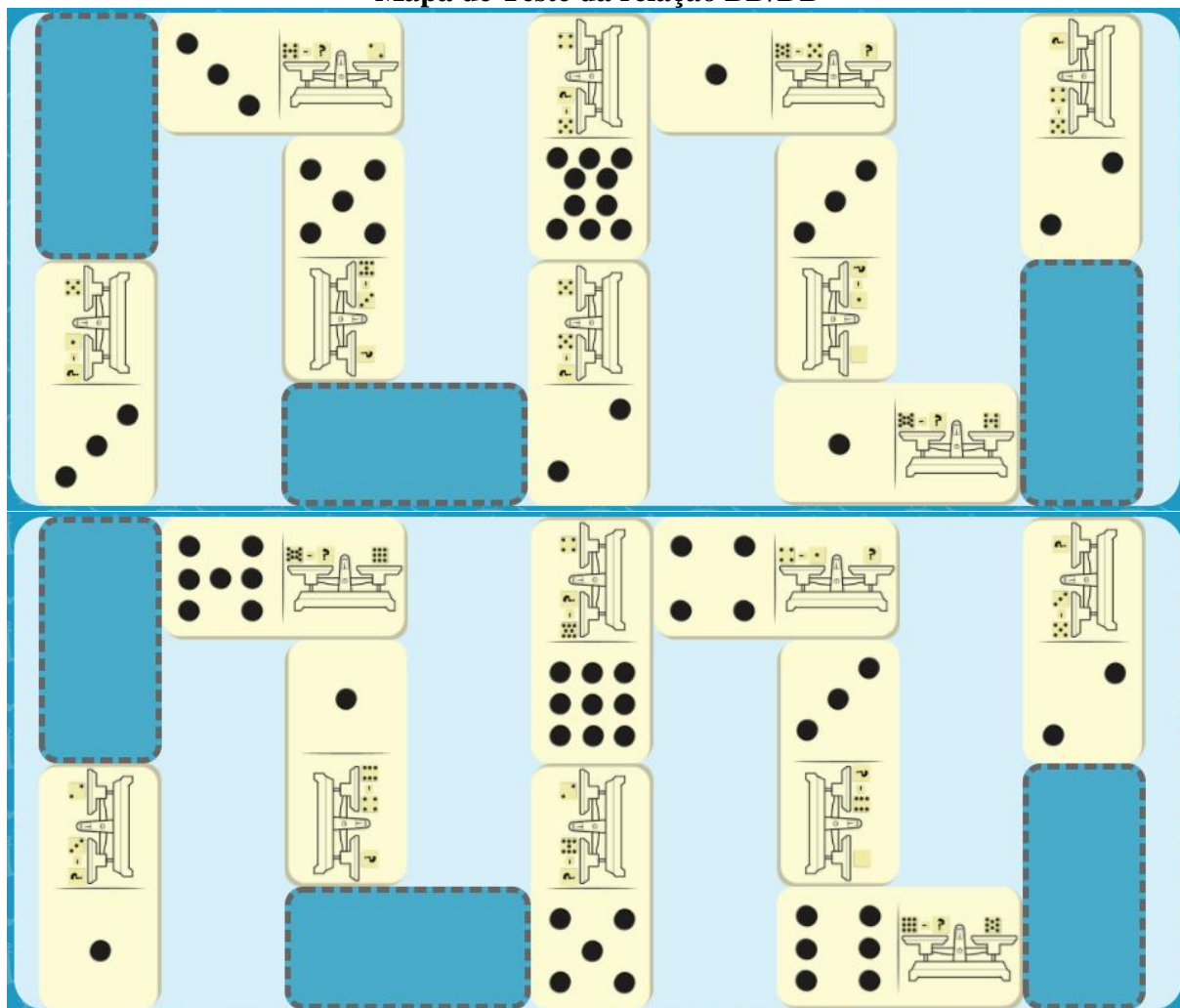
3 8 2 3

10 4

 6	 9	 4	 7	 1	 7	 3
 9	 6	 5	 9	 5	 1	 4
 1	 10	 8	 8	 1	 2	 1



Mapa de Teste da relação BD/DB



The image displays a 3x3 grid of math problems. Each problem consists of a balance scale and a number line. The scale shows weights on both sides, and the number line shows the corresponding numbers. The problems are:

- Row 1:
 - Scale: 3 weights on left, 3 weights on right. Number line: 1, 2, 3. Answer box: []
 - Scale: 1 weight on left, 2 weights on right. Number line: 1, 2. Answer box: []
 - Scale: 2 weights on left, 2 weights on right. Number line: 1, 2. Answer box: []
- Row 2:
 - Scale: 2 weights on left, 3 weights on right. Number line: 1, 2, 3. Answer box: []
 - Scale: 1 weight on left, 2 weights on right. Number line: 1, 2. Answer box: []
 - Scale: 2 weights on left, 2 weights on right. Number line: 1, 2. Answer box: []
- Row 3:
 - Scale: 6 weights on left, 3 weights on right. Number line: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Answer box: []
 - Scale: 5 weights on left, 5 weights on right. Number line: 1, 2, 3, 4, 5. Answer box: []
 - Scale: 5 weights on left, 5 weights on right. Number line: 1, 2, 3, 4, 5. Answer box: []

Anexo B – Exemplos que compuseram os conjuntos de operações em cada ilha do jogo

Mapa	Exemplos apresentados na forma de algarismos				
	Ilha 1	Ilha 2	Ilha 3	Ilha 4	Ilha 5
Ensino da relação AC/CA	$3 - 1 = ?$	$7 - 2 = ?$	$8 - 5 = ?$	$10 - 2 = ?$	$7 - 0 = ?$
	$7 - 3 = ?$	$8 - 7 = ?$	$4 - 0 = ?$	$5 - 3 = ?$	$6 - 2 = ?$
	$6 - ? = 3$	$3 - ? = 0$	$7 - ? = 1$	$7 - 6 = ?$	$? - 3 = 3$
	$2 - ? = 1$	$5 - ? = 1$	$10 - ? = 5$	$8 - ? = 7$	$? - 3 = 7$
	$? - 3 = 1$	$? - 4 = 3$	$3 - ? = 2$	$? - 5 = 4$	$? - 4 = 1$
	$? - 2 = 5$	$? - 2 = 4$	$? - 7 = 2$	$? - 8 = 2$	$? - 5 = 3$
Teste da relação BC/CB	$5 - 2 = ?$	$9 - 5 = ?$	$? - 1 = 8$	$? - 1 = 8$	$5 - ? = 3$
	$5 - 0 = ?$	$8 - 3 = ?$	$6 - 5 = ?$	$? - 2 = 2$	$? - 2 = 7$
	$4 - ? = 2$	$5 - ? = 4$	$10 - ? = 3$	$10 - ? = 0$	$6 - ? = 2$
	$6 - ? = 3$	$? - 3 = 1$	$6 - ? = 4$	$8 - ? = 4$	$3 - ? = 2$
	$? - 3 = 2$	$? - 7 = 1$	$8 - 2 = ?$	$? - 1 = 2$	$? - 1 = 2$
	$? - 0 = 1$	$? - 0 = 10$	$? - 3 = 2$	$5 - 4 = ?$	$5 - ? = 3$
Ensino da relação CD/DC	$3 - ? = 1$	$9 - ? = 3$	$5 - ? = 1$	$8 - ? = 2$	$8 - 3 = ?$
	$7 - 6 = ?$	$3 - 1 = ?$	$8 - 3 = ?$	$4 - 2 = ?$	$5 - ? = 1$
	$? - 1 = 2$	$? - 3 = 4$	$? - 1 = 1$	$? - 1 = 1$	$? - 4 = 0$
	$? - 1 = 4$	$? - 1 = 2$	$? - 2 = 1$	$? - 1 = 1$	$? - 0 = 2$
	$10 - 4 = ?$	$10 - 2 = ?$	$10 - 3 = ?$	$6 - ? = 1$	$10 - 7 = ?$
	$8 - 5 = ?$	$10 - ? = 1$	$10 - ? = 2$	$9 - 2 = ?$	$9 - ? = 1$

Mapa	Exemplos apresentados na forma de balança				
	Ilha 1	Ilha 2	Ilha 3	Ilha 4	Ilha 5
Ensino da relação CD/DC	$6 - ? = 4$	$7 - ? = 1$	$10 - ? = 6$	$7 - ? = 1$	$6 - ? = 2$
	$5 - 4 = ?$	$5 - 3 = ?$	$6 - 1 = ?$	$7 - 5 = ?$	$10 - 5 = ?$
	$6 - 3 = ?$	$9 - 2 = ?$	$4 - 2 = ?$	$6 - 4 = ?$	$7 - 3 = ?$
	$7 - ? = 2$	$3 - ? = 0$	$5 - ? = 2$	$6 - ? = 4$	$5 - ? = 3$
	$? - 5 = 1$	$? - 6 = 2$	$? - 6 = 1$	$? - 5 = 2$	$? - 2 = 1$
	$? - 3 = 0$	$? - 5 = 4$	$? - 4 = 4$	$? - 1 = 4$	$? - 3 = 5$
Teste da relação AD/DA	$? - 1 = 4$	$? - 3 = 3$	$? - 2 = 5$	$? - 2 = 7$	$? - 3 = 5$
	$? - 3 = 1$	$? - 6 = 2$	$? - 2 = 4$	$? - 5 = 5$	$? - 2 = 6$
	$3 - 2 = ?$	$5 - 3 = ?$	$10 - 9 = ?$	$6 - 2 = ?$	$10 - 0 = ?$
	$7 - ? = 3$	$7 - ? = 2$	$10 - ? = 2$	$2 - ? = 1$	$5 - ? = 3$
	$10 - ? = 6$	$10 - ? = 7$	$9 - ? = 1$	$10 - ? = 7$	$7 - ? = 5$
	$8 - 5 = ?$	$4 - 1 = ?$	$7 - 3 = ?$	$3 - 2 = ?$	$9 - 7 = ?$
Teste da relação BD/DB	$? - 1 = 5$	$? - 3 = 2$	$? - 3 = 7$	$? - 2 = 7$	$? - 3 = 3$
	$? - 2 = 1$	$? - 4 = 3$	$? - 5 = 1$	$? - 3 = 0$	$? - 1 = 1$
	$7 - 3 = ?$	$6 - 4 = ?$	$10 - 2 = ?$	$7 - 4 = ?$	$5 - 4 = ?$
	$8 - ? = 6$	$10 - ? = 5$	$6 - ? = 0$	$2 - ? = 1$	$10 - ? = 6$
	$10 - ? = 7$	$9 - ? = 8$	$8 - ? = 4$	$8 - ? = 1$	$9 - ? = 4$
	$7 - 5 = ?$	$8 - 6 = ?$	$6 - 3 = ?$	$7 - 3 = ?$	$6 - 3 = ?$