

Efeitos do jogo Korsan na aprendizagem de subtração em pré-escolares¹

(Effects of the Korsan game on subtraction learning in preschoolers)

Maria Clara Jaeger Godoy*, Silvia Regina de Souza^{*,2},
Gabriele Gris** y João dos Santos Carmo**

*Universidade Estadual de Londrina

**Universidade Federal de São Carlos

(Brasil)

RESUMO

O presente estudo investigou os efeitos de um jogo sobre o desempenho em operações de subtração, baseado no modelo de rede de relações. Adicionalmente, avaliou-se a usabilidade e o engajamento do jogo. Três crianças com idade entre 5 e 6 anos participaram do estudo. No pré-teste, a resolução de operações de subtração com algarismos e na forma de balança foi avaliada por meio de um jogo de tabuleiro adaptado. O jogo de dominó digital “Korsan” foi usado para ensinar as relações entre numerais e conjunto de pontos (AB/BA), numerais e subtração com algarismos (AC/CA), subtração com algarismos e subtração na forma de balança (CD/DC), assim como testar as relações entre conjunto de pontos e subtração com algarismos (BC/CB), numerais e subtração na forma de balança (AD/DA), e conjunto de pontos e subtração na forma de balança (BD/DB). Sondas foram aplicadas para monitorar mudanças no desempenho dos participantes. Para avaliar a usabilidade e o engajamento, os pesquisadores realizaram um registro categorizado dos comportamentos dos participantes ao longo das sessões de intervenção e programaram atividades concorrentes ao jogo. Houve emergências das relações não diretamente ensinadas para os três participantes (relação BC/CB com 83% ou mais de acertos; relação AD/DA com 87% ou mais de acertos; relação BD/DB com 94% ou mais de acertos). Os resultados mostraram que

1 Financiamento: Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología sobre Comportamiento, Cognición y Enseñanza. Fundação Araucária para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná – convênio 001/2017 – Programa Institucional de Pesquisa Básica e Aplicada. O presente trabalho foi realizado também com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

2 Endereço para correspondência: Silvia Regina de Souza. Rua: Álvaro Aloysio de Freitas, 216. CEP: 86060-520. Londrina-PR, Brasil. Telefone: +55 (43) 3371-4227. E-mail: ssouza@uel.br

o jogo consistiu em um recurso didático viável, atrativo aos participantes, embora o engajamento tenha diminuído ao longo do estudo.

Palavras-chave: jogo educativo, jogos digitais, operações de subtração, equivalência de estímulos, criança.

ABSTRACT

Mathematical behavior has been understood as a network of symbolic relations between stimuli (e.g., dictated numeral, printed numeral, signs, quantities, etc.) and/or between stimuli and responses, such as counting, solving operations etc. Researches aimed at developing effective strategies and procedures for the teaching of mathematical repertoires have demonstrated the relevance of variables such as: the position of the unknown quantity, the way of presenting the problem for the resolution of arithmetic problems, and the use of different teaching technologies, such as educational games. It is noteworthy that many researches on effective strategies and procedures for teaching mathematical repertoires focused on addition operations, which indicates the need for more research on subtraction operations. The present study investigated the effects of an adapted digital domino game on subtraction learning, based on the equivalence relations model. Additionally, the game's usability and engagement were evaluated. The study was developed in pre-test, intervention, and probe. Three children aged between 5 and 6 participated in the study. In pre-tests, the resolution of subtraction operations with digits and scales was evaluated through an adapted board game. The digital domino game "Korsan" was used to teach the relations between numerals and dots (AB/BA), numerals and subtraction with digits (AC/CA), subtraction with digits and scales (CD/DC), as well as to test the relations between dots and subtraction with digits (BC/CB), numerals and subtraction with scales (AD/DA), and dots and subtraction with scales (BD/DB). Probes were applied to monitor changes in participants' performances and a generalization test was applied at the end. To evaluate usability and engagement, researchers conducted a categorized record of participants' behaviors during intervention sessions and programmed concurrent activities. Follow-up sessions were carried out at least 38 days after the end of the intervention. At the end of the procedure, all the participants presented an increase in the percentage of correctness in subtraction operations. Two children showed increase in the percentage of successes in addition operations, with the unknown in different positions. Usability problems were observed in the game interface and in phases involving scale operations. The results showed that the game proved to be a viable teaching resource, and attractive to participants, although engagement decreased throughout the study. This research aimed to broaden the scope of studies on educational games based on analytical-behavioral and contribute with proposals to improve the game "Korsan".

Keywords: educational game functionality, digital games, subtraction operation, stimulus equivalence, children.

O comportamento matemático tem sido compreendido como uma rede de relações simbólicas entre estímulos (e.g., entre numerais ditados, numerais escritos, sinais,

quantidades etc.) e/ou entre estímulos e respostas, como contar e resolver problemas numéricos (Carmo, 2000; Rossit & Goyos, 2009). Pesquisas sobre o desenvolvimento de comportamento matemático têm investigado o papel de variáveis cruciais, como: (a) a posição da incógnita (por exemplo, $x-1=1$, posição a; $2-x=1$, posição b; $2-1=x$, posição c), (b) a forma de apresentação do problema aritmético (Hiebert, 1982) e (c) o uso de diferentes tecnologias de ensino, como os jogos educativos (Brandão et al., 2019; Gris et al., 2018a). Um considerável número de estudos se concentrou em procedimentos de ensino eficazes para operações de adição, o que indica a necessidade de mais estudos sobre as operações de subtração.

Henklain e Carmo (2013b) investigaram os efeitos da formação de classes de equivalência entre operações de adição apresentadas em diferentes formas e os efeitos do ensino de algoritmos de adição e subtração sobre o desempenho matemático de oito alunos do 2º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Operações de adição foram ensinadas, variando a posição da incógnita, com apresentação na forma de balança (A), algarismos (B), conjunto de pontos (C) e sentença escrita (D). As relações AB, AC e BD foram ensinadas e as relações BA, CA, DB, DC, CD, AD, DA, BC, CB foram testadas por meio de um *software*. Na sequência, houve o ensino de algoritmos de adição e de subtração por meio de instrução verbal. No pós-teste, todos os participantes apresentaram a formação de classes equivalentes e aumento no número de acertos na resolução de operações de adição e subtração.

Apesar de pesquisas como a de Henklain e Carmo (2013b) contribuírem para elucidar práticas educativas mais efetivas no ensino da matemática, a transposição de conhecimentos da pesquisa básica para o contexto formal de ensino continua sendo um desafio (de Rose, 2010). A fim de superá-lo, analistas do comportamento têm usado jogos aplicados a diferentes contextos de ensino para estabelecer vários repertórios (Azoubel & Pergher, 2017). O uso de jogos em contextos educativos pode ser vantajoso, uma vez que eles podem estabelecer operações motivacionais, consideradas uma variável importante para o aprendizado em qualquer faixa etária (Panosso et al., 2015). Ademais, os próprios componentes de um jogo favorecem o planejamento de condições de ensino, dado o paralelo que apresentam com contextos educativos, tais como: (a) a presença de objetivos claros e mensuráveis, (b) a exigência de emissão de determinadas respostas em alta frequência, (c) o uso de reforçadores específicos, (d) a apresentação de *feedback* constante e (e) o planejamento em etapas para um avanço gradativo em níveis de exigência (Gris et al., 2018b).

Alguns jogos educativos têm sido desenvolvidos por analistas do comportamento direcionados ao ensino de repertórios numéricos. Um exemplo é o jogo de tabuleiro “DimDim: Negociando e Brincando!” (Xander et al., 2016), desenvolvido para o ensino de relações entre notas, moedas e preço impresso, assim como manuseio de dinheiro a partir da simulação de compra, venda e negociação. Jogos convencionais como o dominó também foram adaptados por Godoy et al. (2015) e Gris et al. (2017) como ferramentas para o ensino de relações matemáticas e monetárias.

Um aspecto relevante no desenvolvimento de jogos educativos é que eles sejam tão divertidos quanto eficazes no ensino, razão pela qual tem-se buscado aproximações teóricas entre a Análise do Comportamento e a área de *Game Design* (Linehan et al., 2009). A avaliação do engajamento e da usabilidade contribuem para

o entendimento das interações entre o jogo e o jogador e deveriam ser consideradas no desenvolvimento e avaliação de jogos educativos. Em uma interpretação analítico-comportamental desses conceitos, o engajamento indica a probabilidade de o jogador permanecer jogando, enquanto a usabilidade refere-se à rapidez com que o conjunto de estímulos que compõe o jogo pode tornar-se discriminativo ao jogador, indicando a escolha correta e a sequência de respostas que devem ser emitidas (Suzuki & Souza, 2022).

O jogo de dominó digital “Korsan” (Gris & Souza, 2016b) foi desenvolvido para o ensino de habilidades matemáticas, considerando os conceitos de engajamento e usabilidade. Os autores conduziram dois estudos durante o processo de desenvolvimento e avaliação do jogo. Inicialmente, um protótipo físico foi usado para avaliar a usabilidade e o engajamento (Gris & Souza, 2016a). Participou do estudo uma criança de seis anos, que nomeava conjuntos de pontos e numerais até 10. O enredo escolhido para o jogo consistiu em uma caça ao tesouro pirata, na qual o jogador deveria construir o caminho entre as ilhas do arquipélago, por meio do emparelhamento correto de peças de dominó, em busca de baús do tesouro. O protótipo do jogo foi composto por 11 dominós para o ensino das relações entre numerais (A), conjunto de pontos (B), problemas de adição com algarismos (C) e problemas de adição na forma de balança (D); bem como entre numerais (A), conjunto de pontos (B), 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 do jogo de dominó, os jogadores tinham à disposição diferentes possibilidades de combinação e, a depender das jogadas realizadas, era possível que a partida finalizasse sem que todas as peças tivessem sido emparelhadas.

No segundo estudo, Gris et al. (2018a) implementaram a primeira versão digital do jogo “Korsan”, que foi desenvolvida unicamente para o ensino de operações de adição (classes de estímulos A, B, C, D). As falhas de usabilidade, devido à mecânica característica do jogo, observadas por Gris e Souza (2016a) foram ajustadas por meio da inserção de trilhas pré-montadas, permitindo o emparelhamento de todas as peças. Participaram quatro crianças de sete anos que não sabiam resolver operações de adição. Jogos adaptados foram usados nas fases de pré e pós-teste, e a versão digital do jogo “Korsan” foi usada na fase de ensino. Todos os participantes apresentaram aumento na frequência de respostas corretas na resolução de operações de adição, expressa em algarismos e na forma de balança. Os participantes também descreveram os algoritmos de resolução de operações de adição, indicando que o jogo pode ter ensinado a resolução de problemas matemáticos para além do contexto testado. Dados de engajamento e usabilidade sugeriram que o jogo manteve os participantes engajados na tarefa e não foram identificadas falhas significativas de usabilidade. Apesar disso, as autoras ressaltam que a inclusão de mais elementos de enredo e alterações na estética do jogo poderiam promover maior engajamento.

Os resultados obtidos por Gris e Souza (2016a) e por Gris et al. (2018a) sugerem que o jogo “Korsan” é um recurso pedagógico efetivo para o ensino da matemática e é atrativo aos aprendizes. No entanto, os efeitos do jogo na resolução de outras operações matemáticas não foram investigados. Os autores recomendaram

a inserção de elementos e instruções narrativas adicionais. Estudos que investigam dificuldades de desempenho em subtração têm buscado identificar padrões de erros (Ashlock, 2010; Watson et al., 2018). Tipicamente esse estudos analisam as estratégias de resolução de tarefas de subtração, tanto com algarismos quanto com problemas escritos. Tais erros frequentes podem ser resumidos em dois tipos: erros de cálculo (diferença ou resto) e erro de seguimento de algoritmos (execução da operação).

Sendo a habilidade de subtração uma das operações fundamentais na aprendizagem da matemática elementar, e que será utilizada em contextos rotineiros na vida diária, e considerando as sugestões de Gris e Souza (2016a) e Gris et al. (2018), o presente estudo teve como objetivos: (a) avaliar os efeitos do jogo digital “Korsan” no aprendizado das operações matemáticas de subtração; e (b) avaliar sua funcionalidade em termos de usabilidade e engajamento.

MÉTODO

Participantes e Local

Três crianças com idade entre 5 e 6 anos (duas do sexo masculino e uma do sexo feminino) que frequentavam o ensino regular e apresentaram o consentimento dos responsáveis para a participação na pesquisa. Os participantes foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (a) discriminar corretamente numerais e quantidades de 1 a 10; (b) apresentar, no pré-teste, desempenho igual ou superior a 70% de acertos na resolução de operações de adição com incógnita na posição c; (c) apresentar desempenho inferior a 40% na resolução de operações de subtração. O monitoramento do conteúdo curricular dos participantes indicou que somente o P3 recebeu aulas sobre a resolução de operações de subtração durante a coleta de dados. Antes de iniciar o experimento, os pesquisadores obtiveram aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (parecer nº 2.047.878).

MATERIAL

Cartas do Capitão Bart

Cartas manuscritas confeccionadas em papel A4 com aspecto envelhecido foram usadas para convidar o participante a jogar. As cartas assemelhavam-se a pergaminhos, apresentando o enredo do jogo (contos épicos de piratas).

Jogo de tabuleiro Lince (®GROW) adaptado (Gris et al., 2018)

Usado para avaliar a habilidade de resolver operações de subtração com algarismos e na forma de balança. O jogo era composto por dois tabuleiros com a temática pirata, os quais apresentavam numerais ou quantidades de 1 a 10 e cartões com operações de adição e subtração, que possuíam variação na posição da incógnita (a, b, c).

Jogo digital “Korsan” (Gris & Souza, 2016b)

Jogo de dominó digital programado em JavaScript e PHP para uso na web que trabalha relações condicionais entre numerais (A), conjunto de pontos (B), subtração com algarismos (C) e subtração na forma de balança (D). O enredo consiste em uma caça ao tesouro pirata. Ele possui seis fases que possibilitam o ensino e o teste de relações condicionais numéricas. Os jogadores devem ajudar o pirata (Capitão Bart) a construir o caminho entre as ilhas, resolvendo desafios de dominó, a fim de abrir baús com tesouros. O caminho é composto por trilhas de dominó pré-montadas com três lacunas e seis peças livres (estímulos de comparação). Para seguir de uma ilha para outra, o jogador deve emparelhar corretamente todas as peças de dominó, prestando atenção aos dois lados da peça. A cada fase do jogo são apresentadas algumas telas do jogo são apresentadas na Figura 1.

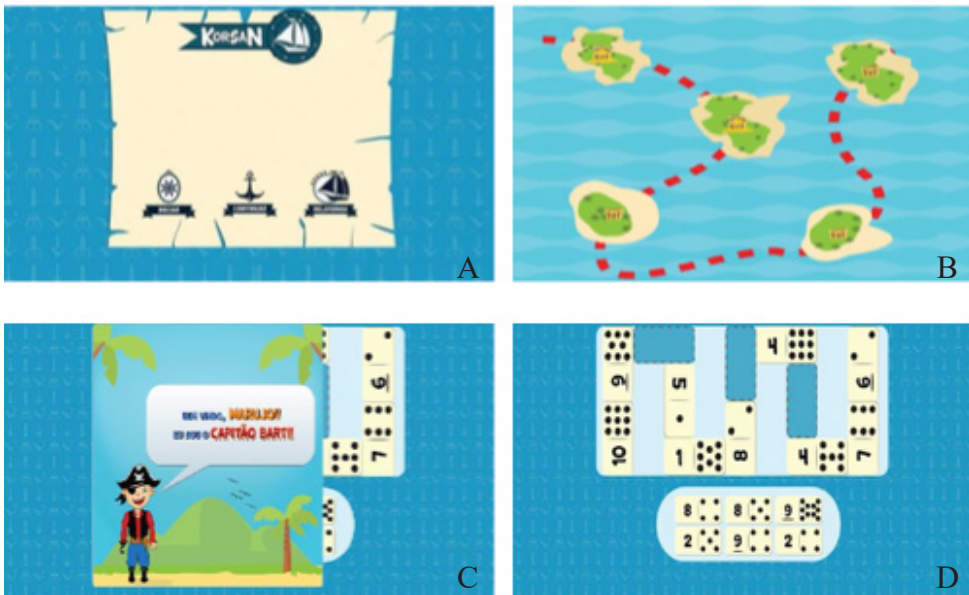


Figura 1. Interface da versão digital do jogo “Korsan”. A parte superior da figura ilustra a tela inicial do jogo (A) e o conjunto de ilhas que compõem um mapa (B). A parte inferior apresenta o personagem Capitão Bart (C) e um exemplo de trilha a ser completada pelo jogador (D)

Na fase de ensino, quando o jogador apresenta respostas corretas, a peça selecionada completa a lacuna e apresenta um movimento característico após o encaixe. Peças emparelhadas não são substituídas por novos estímulos de comparação. Em tentativas incorretas, a peça não se encaixa na trilha. Nesta condição, o pirata

indica que o jogador deve reiniciar as operações naquela ilha. Há um procedimento de correção no caso de o jogador repetir as atividades na ilha: quando a peça de uma jogada em que houve erro anteriormente é encaixada, um caranguejo se desloca pela tela e rouba a peça, exigindo que o participante realize a jogada correta novamente. Nas fases de teste de relações condicionais, o mapa das ilhas aparece em um cenário de tempestade, simulando raios e nuvens carregadas, e não há consequências específicas programadas para as jogadas.

PROCEDIMENTO

O estudo foi conduzido em oito etapas: Pré-teste, Ensino 1 (AB/BA, AC/CA), Teste 1 (BC/CB), Sonda 1, Ensino 2 (CD/DC), Teste 2, (AD/DA, BD/DB), Sonda 2 e *Follow up*. Em todas as etapas, as sessões foram conduzidas individualmente e filmadas para posterior análise de dados.

Pré-teste, Sondas e Follow up

Similares em estrutura, essas etapas consistiram na resolução de operações de adição e de subtração, ou somente na resolução de operações de subtração (Sonda 1), por meio da versão adaptada do Jogo Lince. Cada participante recebeu 30 fichas e 30 cartões com operações de subtração com algarismos ou na forma de balança (a depender da relação a ser testada). A tarefa consistiu em sortear um cartão da pilha, resolver a operação e encontrar a resposta correta no tabuleiro, cobrindo-a com uma ficha. As respostas apresentadas não foram seguidas por consequências.

Ensino e Teste de relações condicionais

Os participantes receberam uma carta do “Capitão Bart” convidando-os a jogar o “Korsan”. A carta e todas as instruções escritas do jogo foram lidas pelo pesquisador. As sessões de ensino duravam o tempo necessário para que o participante concluísse uma fase do jogo (abrisse todos os baús). Cada fase do jogo era composta por 15 jogadas e o participante realizava dois emparelhamentos (considerando os dois lados do dominó) a cada jogada, totalizando 30 emparelhamentos. Em caso de erro de jogada, o participante deveria repetir a ilha do mapa, na qual era realizado o procedimento de correção. As seguintes relações foram ensinadas: numerais e conjunto de pontos (AB/BA), numerais e operações de subtração (AC/CA), subtrações com algarismos e subtrações na forma de balança (CD/DC). A emergência das relações entre conjunto de pontos e subtração com algarismos (BC/CB), numerais e subtração na forma de balança (AD/DA) e conjunto de pontos e subtração na forma de balança (BD/DB). A Tabela 1 apresenta uma síntese do procedimento adotado.

Tabela 1. Síntese do procedimento

Jogo	Etapa	Fase	Relação condicional ensinada/testada
Lince	Pré-teste	-	Resolução de operações de adição e subtração.
Korsan	Ensino 1	Mapa 1	Numerais e conjunto de pontos (AB/BA).
		Mapa 2	Numerais e subtração com algarismos (AC/CA).
	Teste 1	Mapa 3	Conjunto de pontos e subtração com algarismos (BC/CB).
Lince	Sonda 1	-	Resolução de operações de subtração.
Korsan	Ensino 2	Mapa 4	Subtração com algarismos e subtração na forma de balança (CD/DC).
	Teste 2	Mapa 5	Numerais e subtração na forma de balança (AD/DA).
		Mapa 6	Conjunto de pontos e subtração na forma de balança (BD/DB).
Lince	Sonda 2	-	Resolução de operações de adição e subtração.

O critério de aprendizagem adotado para que os participantes avançassem para uma nova fase do jogo foi de 90% de emparelhamentos corretos para o P1 e o P3 e 80% para o P2 devido à discrepância observada em seus repertórios iniciais. Caso o participante solicitasse auxílio para completar o mapa em mais de 10% das operações, ele jogava novamente com o mesmo mapa até o critério ser alcançado.

Nas fases de teste os participantes não receberam *feedback* para seu desempenho e não podiam solicitar auxílio para a resolução das operações, sendo orientados a seguir para a próxima ilha, independentemente de seu desempenho. Os tesouros eram abertos somente após completar todas as tarefas previstas para cada ilha da fase.

O pesquisador auxiliou os participantes a manusearem o mouse, arrastar as peças e clicar nos ícones sempre que necessário, em qualquer fase do estudo. Após a conclusão da última fase (teste BD/DB), o pesquisador entregou uma nova carta à criança solicitando que ela realizasse as tarefas da Sonda 2 e de generalização. Sessões de *follow-up* ocorreram após 38, 55 e 72 dias do término da intervenção com o P1, o P2 e o P3, respectivamente. O número de dias para o *follow up* variou devido às férias e feriados escolares.

Avaliação da Usabilidade e do Engajamento

A usabilidade e o engajamento foram avaliados por meio de um registro categorizado do comportamento dos participantes durante as sessões, adaptado de Gris e Souza (2016a). A usabilidade foi avaliada a partir da frequência de comportamentos categorizados como: (a) perguntas sobre o jogo (PJ) e (b) solicitação de auxílio para executar ações do jogo (SA). Adicionalmente, computou-se a eficiência dos participantes em arrastar a peça de dominó para a lacuna. A avaliação do engajamento foi dividida em categorias que indicavam 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), solicitar interrupção da atividade (SI). Como medida adicional do engajamento, as sessões foram conduzidas sempre na presença de atividades concorrentes (desenho e pintura, brincadeiras ao ar livre, jogos comerciais, assistir TV).

RESULTADOS

O P1 realizou cinco sessões de ensino e seis sessões de teste, enquanto o P2 e o P3 realizaram sete sessões de ensino cada um e quatro e nove sessões de teste, respectivamente. O tempo total em sessões de ensino para o P1 foi de 2h 47min, para o P2 foi de 5h 1min e para o P3 de 3h 49min. O tempo médio (tempo/número de sessões de ensino) que o P1 permaneceu jogando foi 33min 34s (mínimo 7min 28s e máx. 54min 59s), o P2 43min 1s (mínimo 23min e máx. 1h 4min) e o P3 32min e 44s (mínimo 14min 10s e máx. 1h 1min 10s). A Figura 2 apresenta o desempenho no pré-teste, sondas e *follow up* em operações de subtração (à esquerda) e adição (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.

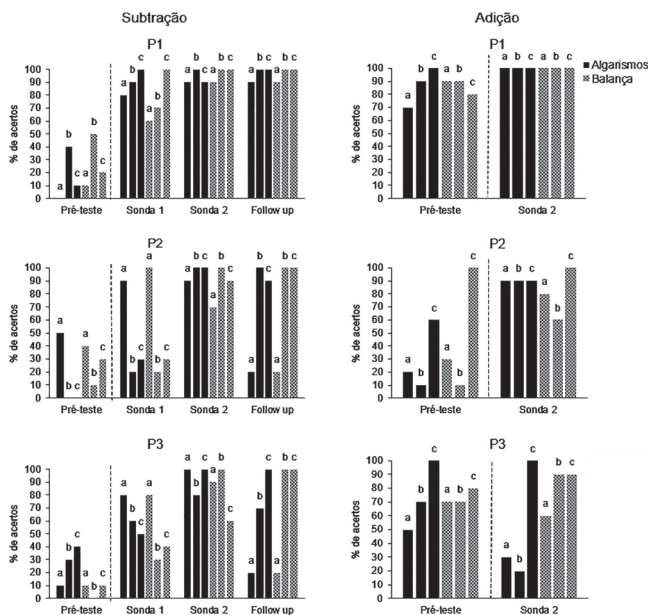


Figura 2. Desempenho em operações de adição e subtração (com algarismos e na forma de balança) no pré-teste, sondas e *follow up* de acordo com a posição da incógnita – a, b e c – apresentada acima de cada barra. A linha tracejada marca o início da intervenção

A partir da intervenção, todos os participantes apresentaram aumento na porcentagem de acertos nas operações de subtração em comparação ao desempenho no pré-teste. Nas sessões de *follow up*, o desempenho do P2 e do P3 variou em operações de subtração com a incógnita na posição a, nas quais ambos apresentaram 20% de acertos. O P2 e o P3 usaram algoritmos para a resolução de subtrações com incógnita na posição b, ao solucionar contas com incógnita na posição a.

Todos os participantes apresentaram melhor desempenho em operações de subtração nas Sondas 1 e 2. Na Sonda 1 (Figura 2, Gráficos de subtração), o P2 apresentou aumento do número de acertos de operação com todas as posições de incógnita tanto em operações com algoritmos (posição a = 90%, posição b = 20%, posição c = 30%) quanto em operações na forma de balança (posição a = 100%, posição b = 20%, posição c = 30%), embora seu desempenho nas posições b e c ainda tenha se mantido no nível do acaso. Nesta avaliação, 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, o que justificaria o desempenho na resolução de operações com incógnita na posição a, em que o algoritmo de resolução consiste em somar os valores apresentados nas posições b e c. Na Sonda 2, entretanto, os participantes apresentaram aumento das porcentagens de acertos nas contas com incógnita nas posições b e c e diminuição dos acertos com incógnita na posição a comparativamente à sonda anterior, principalmente nas operações na forma de balança. O P2 utilizou corretamente os algoritmos ensinados para a resolução de operações independentemente da posição da incógnita.

Comparativamente às sondas, o P2 e o P3 apresentaram menor número de acertos nas sessões de *follow up* em operações com incógnita na posição a (20% de acertos), pois nestas contas utilizaram algoritmos de resolução para a posição b. Em operações de adição, o P1 e o P2 apresentaram um aumento do número de acertos tanto com algoritmos quanto na forma de balança, embora o desempenho em operações com incógnita na posição c (com algoritmos para o P1 e na forma de balança para o P2) já fosse de 100% no pré-teste. O desempenho de P3 variou de acordo com a posição da incógnita e a forma de apresentação das operações na Sonda 2 (acertos na posição a = 30%, posição b = 20%, posição c = 100% em operações com algoritmos e acertos na posição a = 60%, posições b e c = 90% em operações na forma de balança). Ao resolver operações de adição com algoritmos, o P3 adicionou os valores, independentemente da posição que ocupavam. Esse modo de resolução também foi observado com menor frequência em contas na forma de balança.

O número de jogadas necessárias para atingir o critério de aprendizagem em cada fase do estudo variou entre os participantes. A Tabela 1 apresenta o número total de emparelhamentos realizados em cada fase do jogo e a porcentagem de acertos correspondente, incluindo jogadas com auxílio.

Tabela 2. Emparelhamentos corretos/Total em diferentes fases do jogo

Participante	P1		P2		P3	
	Emp./total	%	Emp./total	%	Emp./total	%
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

No ensino AB/BA (numerais e conjunto de pontos), somente o P1 alcançou o critério de aprendizagem sem a necessidade de repetição de qualquer uma das ilhas dessa fase. Nas demais fases de ensino (AC/CA e CD/DC), todos os participantes necessitaram jogar novamente uma ou mais ilhas. A porcentagem de acerto nas fases de ensino ficou acima de 95% para todos os participantes e todos apresentaram a emergência das relações testadas.

Um maior número de tentativas foi necessário para o ensino da relação AC/CA (numerais e operações de subtração com algarismos) para todos os participantes, em especial, o P2 e o P3. O P3 repetidamente realizou emparelhamentos atentando-se apenas a um dos lados da peça, o que o fez cometer maior número de erros e repetir as ilhas que compunham essa fase do jogo. Após duas tentativas de teste BC/CB, o P3 passou por uma nova sessão de ensino AC/CA, seguido por uma nova sessão de teste. Foram necessárias três sessões do teste BC/CB para que o participante atingisse o critério para prosseguir no estudo. Na primeira, o teste foi reapresentado e, nas demais, o P3 repetiu somente as ilhas em que havia apresentado erro – quatro ilhas na segunda sessão e uma ilha na terceira sessão, respectivamente. A Figura 3 mostra a porcentagem de auxílio fornecido e de erros cometidos pelos participantes em relação à posição da incógnita nas fases de ensino e teste.

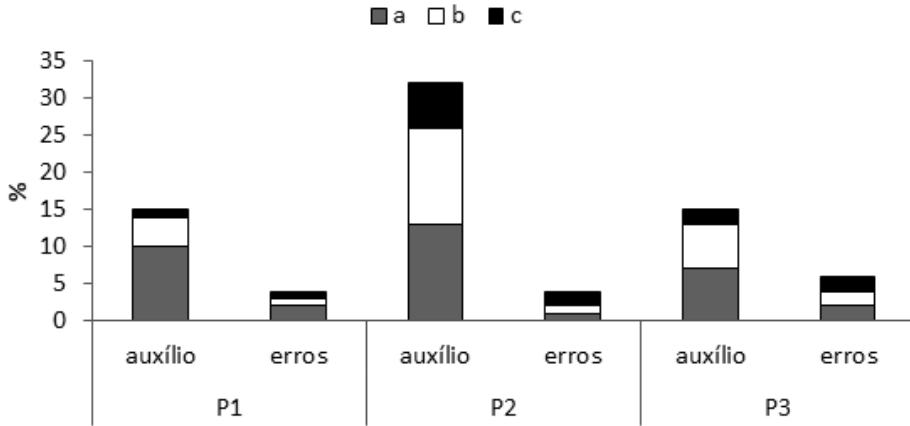


Figura 3. Porcentagem de auxílio fornecida para a resolução de operações nas fases de Ensino e erros cometidos em todas as fases do estudo por participante, considerando a variação da posição na incógnita em a, b, e c

No referente aos erros, o P1 cometeu mais erros na posição a (2%), o P2 na posição c (2%) e não se observou variação expressiva na quantidade de erros cometidos pelo P3 (2% em todas as posições de incógnita), nas sessões de ensino e teste. Em relação ao auxílio fornecido durante as fases de ensino, o P2 necessitou de maior repetição dos algoritmos de resolução (32% dos emparelhamentos realizados com auxílio). Este participante não conseguia contar nos dedos de forma coordenada, então uma caixa contendo dez canetas esferográficas foi usada como material auxiliar para uma demonstração visual dos algoritmos – procedimento usado em duas sessões de ensino AC/CA (numerais e subtrações com algarismos). Quanto à posição da incógnita, todos os participantes necessitaram de auxílio com maior frequência em operações com incógnita na posição a, seguido, respectivamente, pelas posições b e c.

Ao final da intervenção, 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. Após a intervenção, todos os participantes apresentaram a manutenção ou aumento de acerto nos testes de generalização. As exceções foram o P2, na resolução de operações de subtração com incógnita na posição a, e o P3, na resolução de operações de adição com incógnita nas posições a e b.

A Figura 4 mostra os resultados da avaliação do engajamento e da usabilidade. As categorias de engajamento CH, CM, DD, CA, e SI serão apresentadas apenas no corpo do texto, devido a sua baixa frequência de ocorrência. As respostas de alto engajamento, DA (demonstração de aprovação) e RO (resolução de operações) foram observadas com maior frequência. Respostas da categoria DA foram menos frequentes nas fases de teste (BC/CB, AD/DA, BD/DB), principalmente nas

últimas sessões, sugerindo perda de engajamento. Esta redução pode refletir uma menor interação com a pesquisadora e ausência de feedback nas jogadas. Todos os participantes mostraram aumento na frequência de comportamentos RO (130 ocorrências na Sessão 6 do P1, 108 ocorrências na Sessão 9 do P2, 103 ocorrências na Sessão 12 do P3) na fase de ensino CD/DC (operações de subtração na forma de balança e com algarismos). Este aumento está diretamente relacionado à tarefa em que a criança deveria resolver ao menos quatro operações por 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, houve maior frequência de comportamentos de comemoração (CO) para o P1 e o P2, o que endossa essa hipótese.

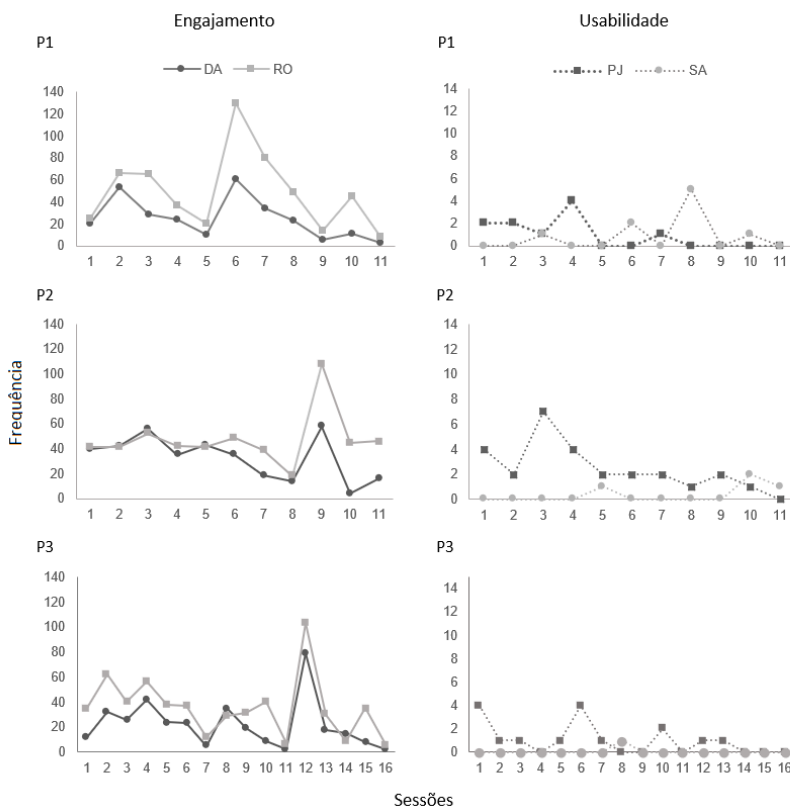


Figura 4. Frequência de respostas apresentadas relacionadas a engajamento e usabilidade. Categorias de engajamento: demonstrar aprovação (DA), resolver operações (RO). Categorias de usabilidade: perguntas sobre o jogo (PJ) e solicitar ajuda (SA).

Comentários do tipo CA (comentários alheios ao jogo) ocorreram com maior frequência no ensino 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, esse tipo de comentário foi mais frequente em sessões extensas, com duração entre 40 minutos e 1 hora (Sessões 4 e 12). Apesar da baixa frequência, DD (demonstrar desaprovação) ocorreu ao longo de todo o estudo. Comportamentos dessa categoria foram mais frequentes em sessões mais longas e fases de maior complexidade. Para o P3, verificou-se que os comportamentos apresentados nessa categoria se referiam principalmente a queixas de usabilidade do jogo, como falhas no encaixe das peças. Perguntas sobre o jogo (PJ) ocorreram mais frequentemente nas fases iniciais de ensino (AB/BA, AC/CA) e teste (BC/CB) e diminuiu ao longo das sessões.

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. Como dado adicional de usabilidade do software, registrou-se o número de vezes em que houve falha no encaixe das peças. Erros de encaixe ocorreram em 23% das jogadas para o P1, 7% para o P2 e 14% para o P3. 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

Os participantes aprenderam a resolver operações de subtração com diferentes formas de apresentação e com incógnita em posições variadas. Nem todas as relações precisaram ser diretamente ensinadas, demonstrando a efetividade do modelo de rede de relações no ensino de repertórios complexos. Tal modelo é relevante para a identificação das relações já estabelecidas e, a partir destas, a seleção daquelas a serem ensinadas, proporcionando economia no ensino (de Rose, 2005). O ensino direto de relações entre numerais, conjunto de pontos, operações de subtração com algarismos, operações de subtração na forma de balança possibilitou a formação de classes de equivalência. Esses resultados validam a tese de que o repertório matemático possa ser compreendido como uma rede de relações (Carmo, 2000; Costa et al., 2020; Rossit & Goyos, 2009).

Ao final da intervenção, o P1 e o P2 apresentaram aumento na porcentagem de acertos na resolução de operações de adição e todos os participantes apresentaram melhor desempenho em operações de subtração, embora o número de sessões para atingir o critério de aprendizagem 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 (Rocha et al., 2021; Wijaya et al., 2021).

Em comparação ao estudo de Gris e Souza (2016a), 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. Variáveis como a faixa etária e a complexidade da tarefa parecem ter sido relevantes para esse aumento do número de sessões de ensino. No estudo conduzido por Gris e Souza (2016a), os participantes apresentavam de um a dois anos a mais de idade, portanto, estavam um ano escolar à frente dos participantes da presente pesquisa.

Contingências de ensino devem ser programadas de maneira gradual, das mais simples para as mais complexas (Skinner, 1968). Resnick et al. (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 na literatura como pré-aritméticas – permitiriam a compreensão de que um número qualquer pode ser composto por subconjuntos, o que levaria a 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 (Lorena et al., 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.

Variações na dificuldade em resolver as operações também ocorreram em função da posição da incógnita. Houve maior necessidade de auxílio nas posições a e b durante o ensino e maior ocorrência de erros na posição a, nas atividades de pré-teste e de sonda. Esses resultados corroboram estudos em que melhores desempenhos na resolução de operações foram observados com a incógnita na posição c (Henklain & Carmo, 2013b, 2013c). A posição a tende a ser mais desafiadora e produzir mais erros em aprendizes iniciantes, pois é comum que eles adotem estratégias de resolução com representação concreta, por meio dos dedos ou usando objetos (Hiebert, 1982). Quando a incógnita se encontra na posição a, o valor inicial não pode ser representado e a resolução implica a utilização de uma estratégia diferente. Em operações de subtração, deve-se realizar uma adição e vice-versa. Para tanto, Bryant (2013) afirma que é necessário que o aprendiz apresente a noção de inversão, isto é, compreenda a complementaridade das operações de adição e subtração: se um mesmo valor é acrescido 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. Esse tipo de avaliação é frequentemente realizado por meio de questionários (Gris & Bengtson, 2021; Moreno-Ger et al., 2012). Aqui utilizou-se medidas diretas, consistentes com a perspectiva analítico-comportamental, seguindo o proposto por Gris et al. (2018b). 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, consequentemente, seu aprimoramento.

Os resultados da avaliação de usabilidade mostraram que, embora a frequência de perguntas sobre o jogo e solicitações de ajuda tenham sido baixas para todos os participantes, problemas não identificados previamente em Gris et al. (2018a) foram observados neste estudo. Por exemplo, o tamanho reduzido dos estímulos nas operações na forma de balança e falhas de software que levaram à sobreposição de peças na trilha dificultaram a execução da tarefa. Verbalizações espontâneas diante de falhas de encaixe como “Ah, de novo!” ou “É essa, mas não encaixa!” foram frequentes. Durante as sessões, os participantes também se queixaram de problemas de navegabilidade. Esses dados indicam a necessidade de realizar adequações no software, a fim de proporcionar maior eficácia no uso dos comandos programados.

As regras do jogo podem não ter ficado completamente claras aos participantes, uma vez que perguntas sobre quando seria possível avançar para uma nova fase foram recorrentes fora das sessões. O critério de pesquisa para avanço nas fases do jogo foi dependente do desempenho dos participantes sem auxílio da pesquisadora. Entretanto, o jogo não apresentava *feedback* sobre a necessidade de repetição da ilha, caso os participantes solicitassem auxílio. Além disso, quando era fornecido auxílio para a resolução de operações, o jogo conduzia os participantes para a fase seguinte, contrariando o critério de pesquisa. 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 crescente ocorrência de solicitações para 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 et al. (2018a), em que se verificou a manutenção do engajamento dos participantes durante toda a pesquisa. Comportamentos de baixo engajamento ocorreram na mesma fase de ensino (Ensino 2 - operações com algarismos e na forma de balança) para todos os participantes, o que sugere tratar-se de um problema da fase. A complexidade da tarefa aumentou demasiadamente, com consequente aumento no custo da resposta para os participantes, impactando sua permanência na atividade. Nesta fase, o P2 apresentou frequentes verbalizações como “Eu não consigo” e “Está muito difícil”, o que apoia essa suposição.

Além disso, 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. Em estudos que utilizaram operações nesse formato (Haydu et al., 2015; Henklain & Carmo, 2013c, 2013b) os pesquisadores programaram um treino preparatório que incluía uma descrição detalhada do funcionamento da balança e a resolução de operações, com o objetivo de familiarizar os participantes com essa forma de apresentação. Ao contrário do modelo utilizado no jogo, em algumas pesquisas, 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. Nestes estudos, os autores destacam os

efeitos positivos de uma etapa de familiarização, a qual poderia ter contribuído para o desempenho dos participantes.

Há de se considerar ainda a alta frequência de respostas exigidas nesta fase (Ensino 2). O número de operações a serem resolvidas para cada jogada aumentou a complexidade da tarefa e possivelmente tornou a atividade cansativa. No contexto dos jogos, uma das premissas é a de que a tarefa seja desafiadora, pois atividades muito simples podem se tornar enfadonhas ao jogador (Moreno-Ger et al., 2012). Entretanto, a exigência de tarefas excessivamente desafiadoras pode produzir respostas de esquiva (Henklain & Carmo, 2013a), como observado no presente estudo.

Outros comportamentos indicativos de engajamento, como comentários sobre enredo e comemoração, no entanto, foram mais frequentes no presente estudo quando comparado ao de Gris et al. (2018a). Vale lembrar que Gris et al. (2018) utilizaram uma versão mais simples do jogo, que apresentava menos elementos gráficos e de enredo, o que poderia explicar a menor frequência de comportamentos sugestivos de engajamento. Os achados desta pesquisa confirmam que a narrativa é um elemento fundamental na interação entre o jogo e o jogador, conforme descrito por Marques (2014).

Um aspecto essencial dos programas educacionais é a replicabilidade. Com base nos resultados apresentados, sugerem-se algumas modificações para uma versão futura do jogo, as quais poderiam aumentar sua taxa de replay. O ensino da relação entre operações com algarismos e operações na forma de balança deveria ser revisto, de modo a torná-lo 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.

A versão atual do software carece de auxílio ou instrução para a resolução das operações, exigindo 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 incluir mais instruções e dicas, de modo a possibilitar maior autonomia do jogador em seu aprendizado.

Grande parte dos jogos educativos carece de embasamento conceitual em teorias de aprendizagem (Calderón & Ruiz, 2015). 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. A presente pesquisa objetivou ampliar o escopo de estudos sobre jogos educativos baseados em evidências e contribuir com propostas para aprimorar o jogo “Korsan”.

REFERÊNCIAS

Ashlock, R. B. (2010). *Error patterns in computation: Using error patterns to improve instruction* (10th ed). Allyn & Bacon.

- Azoubel, M. S., & Pergher, N. K. (2017). Levantamento sobre a utilização de jogos na Análise do Comportamento Aplicada. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 8(2), 215–225. <https://doi.org/10.18761/PAC.2016.014>
- Brandão, I. A., Whitaker, M. C. O., Oliveira, M. M. C., Lessa, A. B. C. L., Lopes, T. F. S., Camargo, C. L., Silva, J. C., & Moraes, J. A. S. (2019). Electronic games in child and adolescent health care: An integrative review. *Acta Paulista de Enfermagem*, 32(4), 464–469. <https://doi.org/10.1590/1982-0194201900063>
- Bryant, P. (2013). Childrens understanding and use of inversion in arithmetic. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 11(8), 231–238.
- Bryant, P. (2013). Childrens understanding and use of inversion in arithmetic. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 231-238. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/14728/13973>
- Calderón, A., & Ruiz, M. (2015). A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management. *Computers & Education*, 87, 396–422. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.011>
- Carmo, J. S. (2000). O conceito de número como rede de relações. In R. R. Kerbauy (Org.), *Sobre Coportamento e Cognição: Conceitos, pesquisa e aplicação, a ênfase no ensinar, na emoção e no questionamento clínico* (vol. 5, pp. 97–113). ESETec.
- Costa, A. B., Gil, M. S. C. A., & Elias, N. C. (2020). Ensino de matemática para pessoas com deficiência visual: Uma análise de literatura. *Revista Educação Especial*, 33(26), 1–22. <https://doi.org/10.5902/1984686X39191>
- de Rose, J. C. (2005). Análise comportamental da aprendizagem de leitura e escrita. *Revista Brasileira de análise do Comportamento*, 1(1), 29-50. <https://dx.doi.org/10.18542/rebac.v1i1.676>
- de Rose, J. C. C. (2010). Prefácio. In J. S. Carmo, & P. S. T. Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (pp. 7–12). ESETec.
- Godoy, M. C. J., Alves, H. W., Xander, P., Carmo, J. S., & Souza, S. R. (2015). Ensino de equivalência monetária por meio de um jogo de dominó adaptado. *Acta Comportamental*, 23(2), 117–135.
- Gris, G., Alves, H. W., Assis, G. J. A., & Souza, S. R. (2017). The use of adapted games for assessment of mathematics and monetary skills. *Trends in Psychology*, 25(3), 1139–1152. <https://doi.org/10.9788/tp2017.3-12pt>
- Gris, G., & Bengtson, C. (2021). Assessment measures in game-based learning research: A systematic review. *International Journal of Serious Games*, 8(1), 3–26. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v8i1.383>
- Gris, G., & Souza, S. R. (2016a). Jogos educativos digitais e modelo de rede de relações: Desenvolvimento e avaliação do protótipo físico do jogo Korsan. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 7(1), 114–132. <https://doi.org/10.18761/pac.2016.003>
- Gris, G., & Souza, S. R. (2016b). Korsan [Jogo Digital] (1.0) [Computer software]. <http://korsan.triadelabs.com.br/>

- Gris, G., Souza, S. R., & Carmo, J. S. (2018a). Efeitos de um dominó digital adaptado sobre resolução de problemas de adição. *CES Psicologia*, 11(2), 111–127. <http://dx.doi.org/10.21615/cesp.11.2.10>
- Gris, G., Perkoski, I. R., & Souza, S. R. (2018b). Jogos Educativos: Aspectos Teóricos, Aplicações e Panorama da Produção Nacional por Analistas do Comportamento. In D. L. O. Vilas Boas, F. Cassas, H. L. Gusso, & P. C. M. Mayer (Orgs.), *Comportamento em Foco 7: ensino, comportamento verbal e análise conceitual* (vol. 7, pp. 50-67). São Paulo: ABPMC. Recuperado de <https://bit.ly/3j2drfX>
- 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. <https://doi.org/10.9788/TP2015.1-04>
- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. S. (2013a). Contribuições da análise do comportamento à educação: Um convite ao diálogo. *Cadernos de Pesquisa*, 43(149), 704–723. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742013000200016>
- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. S. (2013b). Equivalência de estímulos e redução de dificuldades na solução de problemas de adição e subtração. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 29(3), 341–350. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722013000300012>
- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. S. (2013c). Stimulus equivalence and increase of correct responses in addition and subtraction problems. *Paidéia*, 23(56), 349–358. <https://doi.org/10.1590/1982-43272356201309>
- 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. <https://doi.org/10.2307/749008>
- Linehan, C., Roche, B., Lawson, S., Doughty, M., & Kirman, B. (2009). A behavioural framework for designing educational computer games. *Proceedings of Vienna Games Conference: Future and Reality of Gaming*, 5.
- Lorena, A. B. de, Castro-Caneguim, J. de F., & Carmo, J. S. (2013). Habilidades numéricas básicas: Algumas contribuições da análise do comportamento. *Estudos de Psicologia*, 18(3), 439–446. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2013000300004>
- Marques, L. B. (2014). Estudo de inserção de jogos computadorizados como recurso complementar ao ensino de leitura (Tese de Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, SP. Retirado de http://www.ppgpsi.ufscar.br/pdf/-Marques_052853.pdf
- Moreno-Ger, P., Torrente, J., Hsieh, Y. G., & Lester, W. T. (2012). Usability testing for serious games: Making informed design decisions with user data. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2012(Article ID 369637), 1–13. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/369637>
- Panosso, M. G., Souza, S. R., & Haydu, V. B. (2015). Características atribuídas a jogos educativos: Uma interpretação Analítico-Comportamental. *Psicologia Escolar e Educacional*, 19(2), 233–242. <https://doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0192821>

- 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), 679–709. <https://doi.org/10.1901/jaba.1973.6-679>
- Rocha, C. S., Silva, G. F., Rocha, J. S., & Silva, J. E. (2021). Ensino da matemática em níveis fundamental e médio: Utilizando jogos como ferramentas didáticas. *Research, Society and Development*, 10(6), e26010615756. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15756>
- Rossit, R. A. S., & Goyos, C. (2009). Deficiência intelectual e aquisição matemática: Currículo como rede de relações condicionais. *Psicologia Escolar e Educacional*, 13(2), 213–225. <https://doi.org/10.1590/S1413-85572009000200003>
- Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. Appleton-Century-Crofts.
- Suzuki, B. M., & Souza, S. R. (2022). Avaliação de um jogo de tabuleiro no ensino de palavras com encontros consonantais. *Acta Comportamentalia*, 30(1), 29–50.
- Watson, S. M. R., Lopes, J., Oliveira, C., & Judge, S. (2018). Error patterns in Portuguese students' addition and subtraction calculation tasks: Implications for teaching. *Journal for Multicultural Education*, 12(1), 67–82. <https://doi.org/10.1108/JME-01-2017-0002>
- Wijaya, A., Elmaini, & Doorman, M. (2021). A Learning Trajectory for Probability: A Case of Game-Based Learning. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 1–16.
- Xander, P., Sdoukos, S. S., Pellizzetti, G. B. F. R., Ruas, T. V., Haydu, V. B., & Souza, S. R. (2016). Dimdin: Negociando & Brincando!: Jogo de tabuleiro para o ensino de manuseio de dinheiro. In S. R. Souza, V. B. Haydu, & C. E. Costa (Orgs.), *Análise do Comportamento Aplicada ao Contexto Educacional* (pp. 243–274). Eduel.

(Received: June 24, 2022; Accepted: August 25, 2022)