



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA

GABRIELE GRIS

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO INICIAL DE UM JOGO EDUCATIVO PARA  
AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTOS PRÉ-ARITMÉTICOS

SÃO CARLOS - SP

2021

GABRIELE GRIS

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO INICIAL DE UM JOGO EDUCATIVO PARA  
AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTOS PRÉ-ARITMÉTICOS

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Psicologia, da Universidade Federal  
de São Carlos, como requisito parcial para obtenção  
do título de doutora em Psicologia

Orientador: Prof. Dr. João dos Santos Carmo

Coorientadora: Profa. Dra. Silvia Regina de Souza

São Carlos-SP

2021



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Psicologia

---

## Folha de Aprovação

---

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Gabriele Gris, realizada em 14/12/2021.

### Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Camila Domeniconi (UFSCar)

Prof. Dr. José Aires de Castro Filho (UFC)

Prof. Dr. Márcio Borges Moreira (UNICEUB)

Prof. Dr. Marcelo Henrique Oliveira Henklain (UFSCar)

Profa. Dra. Síntria Labres Lautert (UFPE)

Profa. Dra. Raquel Maria de Melo (UnB)

Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro (UFC)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia.

## **FINANCIAMENTO**

Esse trabalho recebeu o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio de bolsa de Doutorado vinculada ao projeto “Análise aplicada do comportamento e tecnologias assistivas para pessoas com atraso no desenvolvimento cognitivo”, submetido ao Edital nº 59/2014 PGPTA e aprovado sob processo número 88887091031201401. Houve também apoio da CAPES pelo programa PROEX.

O jogo foi desenvolvido com recursos da Fundação Araucária – Apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico do Paraná via Programa Institucional de Pesquisa Básica e Aplicada, Convênio 001/2017. O projeto aprovado para o qual foram destinados recursos é de coordenação da professora Dra. Silvia Regina de Souza, coorientadora deste trabalho.

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Comportamento, Cognição e Ensino (INCT-ECCE; CNPq processo nº 465686/2014-1; FAPESP processo nº 2014/50909-8).

## AGRADECIMENTOS

Em 2017, quando iniciei o doutorado, lembro de ter falado para a Silvia - minha coorientadora – que este seria o período mais produtivo da minha vida. Não foi como eu esperava. Meus agradecimentos aqui são um registro público do meu maior carinho aos que me acompanharam nesse processo, tanto academicamente quanto dando colo durante os períodos difíceis.

Ao João, que me deu a oportunidade de ingresso no programa antes do que eu havia planejado, por meio de um processo de seleção de fluxo contínuo. Desde lá, foram incontáveis as oportunidades oferecidas e garantias de que confiava em mim e no meu trabalho. Obrigada por compreender a minha necessidade de caminhar sozinha e a sensibilidade de me procurar ao identificar que as coisas estavam difíceis para mim.

À Silvia, a quem devo enorme parte do meu crescimento. A oportunidade de ser coorientada por quem me incentivou desde a graduação foi um privilégio. A discussão sem barreiras hierárquicas - “você é minha colega de trabalho e amiga” – ainda me desconcerta, mas também me enche de orgulho.

Aos meus orientadores eu também agradeço a oportunidade de acompanhar/coorientar seus alunos de iniciação científica. Maria Luiza, Cleiton e Samuel foram presentes divididos comigo. Aos três, agradeço não apenas pela ajuda com as coletas de dados, mas também pela generosidade de permitir que eu fizesse parte da formação de vocês.

Ao Luís que não desistiu do *Korsan* e trabalhou arduamente para colocar o jogo “de pé”. Ao Lucas que sempre ouviu tudo que eu falava da tese com o maior interesse, como se fosse a coisa mais interessante do mundo.

Aos colegas de UFSCar que sempre valorizaram minha participação e ouviram antes de muita gente as ideias ainda meio sem forma que eu apresentava. Em especial, agradeço à

Livia, à Luiza e ao Rafa que se tornaram três queridos amigos e fizeram os dois primeiros anos da minha vida em São Carlos divertidos e leves.

Aos incríveis pesquisadores do grupo de trabalho de desenvolvimento de programas de ensino do INCT-ECCE que me acolheram e permitiram que eu fizesse parte ativa das discussões e projetos propostos.

Aos membros da banca de defesa, professores Marcelo, Juscileide, Aires, Síntria, Raquel e Márcio, por todas as contribuições e pelo respeito durante a arguição. À professora Camila Domeniconi que gentilmente aceitou presidir a banca de defesa. Agradeço também ao professor Jair Lopes Junior que compôs a minha banca de qualificação e possibilitou que o trabalho fosse bastante aprimorado a partir daquele momento.

Aos meus queridos amigos do Psicologia no Sofá, Ludmila, Karina, Mayron e Luísa. Vocês foram tantas vezes audiência para discutir questões de pesquisa, da pós-graduação, mas também das dificuldades da vida. O compartilhamento de memes e o hábito de chorar e rir das desgraças faz muitos dos meus dias melhores.

À Catarina e ao Lauro pela acolhida nos momentos de dor e de festa.

Aos meus pais, que mesmo que eu vá para cada vez mais longe, estão sempre presentes na minha vida. Ao meu irmão, que sempre tem as coisas certas para me falar e que me ensina tanto pelo modelo de pessoa que se tornou. O apoio de vocês é a base de cada passo que eu dou.

Ao Fe, que embarca em todos os meus sonhos e caminha comigo a cada passo da minha e da nossa história.

Compositor de destinos

Tambor de todos os ritmos

Tempo, tempo, tempo, tempo

Entro em um acordo contigo

Tempo, tempo, tempo, tempo

- *Oração do Tempo, Caetano Veloso*

## RESUMO

Gris, G. (2021). *Desenvolvimento e avaliação inicial de um jogo educativo para avaliação de comportamentos pré-aritméticos* (Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Psicologia). Universidade Federal de São Carlos.

Dificuldades enfrentadas por estudantes brasileiros em Matemática podem ser reflexo de aprendizagens insuficientes desde os primeiros anos de escolarização. Instrumentos de avaliação sistemática e cuidadosamente desenvolvidos podem contribuir para o mapeamento de repertórios considerados básicos. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um jogo educativo para a avaliação de comportamentos pré-aritméticos em crianças no início da escolarização. O capítulo 1 teve por objetivo identificar e descrever operacionalmente os preditores e indicadores de sucesso em aritmética por meio de uma revisão sistemática de literatura. Revisamos 13 estudos – 11 longitudinais e 2 transversais – e identificamos 31 preditores e 15 indicadores de sucesso. Observamos grande dispersão conceitual e operacional, não sendo possível identificar um consenso sobre habilidades básicas importantes para a aprendizagem posterior em aritmética. Após revisar estudos de desenvolvimento, conduzimos uma revisão sistemática de literatura com ênfase na produção analítico-comportamental. O Capítulo 2 teve por objetivos identificar as principais características dos estudos em Análise do Comportamento que investigam repertórios pré-aritméticos e discutir a adequação do conceito de habilidades pré-aritméticas. Foram incluídos para análise 21 estudos entre estudos sobre comportamento conceitual numérico e propostas de currículos que abarcam principalmente relações entre numerais e conjuntos. Também discutimos a adequação do conceito de habilidades pré-aritméticas e propomos que o conjunto de estudos identificados seja nomeado como “comportamentos pré-aritméticos”. Após as revisões dos dois primeiros capítulos, operacionalizamos as tarefas de um jogo educativo para avaliação de comportamentos pré-aritméticos e coletamos evidências de validade baseada no conteúdo do jogo Korsan: Pré-Aritmética (Capítulo 3). Após agrupamento e aplicação de critérios de inclusão e exclusão, restaram 74 comportamentos-objetivos que foram traduzidos em tarefas de jogo. Foram conduzidas análises semânticas, de usabilidade e engajamento com dois participantes (8 e 10 anos de idade) e análise de conteúdo a partir da consulta a três especialistas. Posteriormente avaliou-se o alinhamento das tarefas propostas no jogo com um recorte da Base Nacional Comum Curricular a partir da análise de quatro especialistas. No exame conduzido pelos especialistas o conteúdo do jogo foi considerado apropriado para avaliar repertórios pré-aritméticos. Identificamos a necessidade de alterar aspectos visuais e de redação das instruções para melhor se adequar ao público-alvo. No estudo 4 buscamos coletar evidências para refinar o instrumento a partir da aplicação do jogo principalmente a uma amostra mais nova do público-alvo. Participaram do estudo 7 crianças, com idades entre 4 e 8 anos de idade. Identificamos tarefas de diferentes níveis de dificuldade, conforme antecipado pelos especialistas na análise nível de desafio na avaliação de alinhamento. Ajustes são sugeridos para que o jogo funcione como uma ferramenta adequada de avaliação, cumprindo também os objetivos de engajamento e divertimento característicos de bons jogos.

**Palavras-chave:** Pré-aritmética. Jogo Educativo. Análise do Comportamento. Educação Infantil. Ensino Fundamental.



## ABSTRACT

Gris, G. (2021). *Development and initial assessment of an educational game to assess pre-arithmetic behaviors* (Doctoral Thesis, Graduate Program in Psychology). Federal University of São Carlos.

Some difficulties faced by Brazilian students in Mathematics may reflect insufficient learning from the first years of schooling. Assessment instruments developed systematically and thoroughly can contribute to the mapping of basic repertoires. This work aimed to develop an educational game to assess pre-arithmetic behavior in children at the beginning of school education. Chapter 1 aimed to identify and operationally describe the predictors and indicators of success in arithmetic through a systematic literature review. We reviewed 13 studies - 11 longitudinal and two cross-sectional - and identified 31 predictors and 15 indicators of success. We observed large conceptual and operational dispersion, and it was not possible to identify a consensus on basic skills that are important for later learning in arithmetic. After reviewing developmental studies, we conducted a systematic literature review with an emphasis on behavior-analytic production. Chapter 2 aimed to identify the main characteristics of studies in Behavior Analysis that investigate pre-arithmetic repertoires and discuss the adequacy of the concept of pre-arithmetic skills. Twenty-one studies were included for analysis, divided between studies on numerical conceptual behavior and curriculum proposals that mainly cover relations between numerals and sets. We also discuss the adequacy of the concept of pre-arithmetic skills and propose that the set of studies identified be named "pre-arithmetic behavior". After revising the first two chapters, we operationalized an educational game's tasks to evaluate pre-arithmetic behaviors and collected validity evidence based on the content of Korsan: Pre-Arithmetic (Chapter 3). After grouping and applying inclusion and exclusion criteria, 74 objective-behaviors remained that were translated into game tasks. Semantic, usability, and engagement analysis were conducted with two participants (8 and 10 years old). Content analysis was also performed after consulting three experts. Subsequently, it was evaluated the alignment between proposed in-game tasks and Base Nacional Comum Curricular based on the analysis of four experts. In the experts' evaluation, the game content is considered appropriate for evaluating pre-arithmetic repertoires. We identified the need to change the visual and wording aspects of the instructions to fit the target audience best. In study 4, we collected evidence to refine the instrument by mainly applying the game to a younger target audience. Seven children, aged between 4 and 8 years old, participated in the study. As anticipated by experts in the challenge level analysis, we identified tasks of different difficulty levels, one of the components in the alignment assessment. Adjustments are suggested so that the game works as a suitable assessment tool while also fulfilling good games' engagement and fun goals.

**Keywords:** Pre-arithmetic. Educational game. Behavior Analysis. Child education. Elementary School.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama Esquemático do Modelo de Relações de Equivalência .....	26
<b>Figura 2</b> Primeira Versão dos Jogos de Dominó Utilizados .....	28
<b>Figura 3</b> Protótipo Analógico do Jogo Korsan .....	30
<b>Figura 4</b> Imagens das Telas de Jogo e Dominós da Primeira Versão Digital do Jogo Korsan .....	33
<b>Figura 5</b> Telas de Jogo da Segunda Versão Digital Testada do Jogo Korsan .....	34
<b>Figura 6</b> Linha do Tempo com os Principais Eventos dos Estudos com Jogos.....	36
<b>Figura 7</b> Exemplo de como as Habilidades Identificadas nos Estudos foram Reescritas.....	51
<b>Figura 8</b> Fluxograma das Etapas de Busca até a Inclusão dos Artigos.....	53
<b>Figura 9</b> Diagramas dos Preditores e Indicadores de Sucesso em Matemática .....	63
<b>Figura 10</b> Fluxograma das Etapas de Busca até a Inclusão dos Textos.....	90
<b>Figura 11</b> Etapas para o Desenvolvimento de um Instrumento de Avaliação Educacional .	119
<b>Figura 12</b> Etapas do Procedimento Iterativo de Design de Jogos.....	128
<b>Figura 13</b> Etapas para o Desenvolvimento de Jogos como Instrumentos para Avaliação Educacional.....	129
<b>Figura 14</b> Exemplo de Composição de Tarefas .....	137
<b>Figura 15</b> Exemplos de Cada Tipo de Tarefa .....	138
<b>Figura 16</b> Imagens dos Cenários de Jogo .....	142
<b>Figura 17</b> Exemplo de Item do Questionário Respondido pelos Juízes Especialistas.....	144
<b>Figura 18</b> Síntese dos Resultados após Avaliação de Validade Semântica e de Conteúdo..	146
<b>Figura 19</b> Exemplo de Tarefa do Jogo e Habilidades Correspondentes no Formulário para Análise da Blueprint .....	156
<b>Figura 20</b> Exemplo de Item dos Questionários para Avaliação de Centralidade de Conteúdo, Desempenho e Fonte do Desafio .....	157

<b>Figura 21</b> Questionários para Avaliação de Nível do Desafio e Equilíbrio.....	158
<b>Figura 22</b> Dados da Análise do Nível de Desafio do Conjunto de Tarefas feita pelos Avaliadores .....	166
<b>Figura 23</b> Questionário para Coleta de Informações de Escolarização dos Participantes ....	185
<b>Figura 24</b> Imagem do Jogo com o Personagem Obstruindo a Tarefa.....	194
<b>Figura 25</b> Tarefa 65 com Duplicação de Estímulo Modelo.....	195
<b>Figura 26</b> Porcentagem de Acerto em Cada Categoria por Participante .....	197

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Strings e Limites Utilizados para a Busca em cada Base de Dados.....	50
<b>Tabela 2</b> Identificação dos Estudos Incluídos na Síntese Final .....	54
<b>Tabela 3</b> Avaliação de Qualidade Individual dos Estudos Incluídos na Síntese .....	55
<b>Tabela 4</b> Strings e Limites Utilizados para a Busca em Cada Base de Dados.....	87
<b>Tabela 5</b> Termos Utilizados, Objetivos Principais e Classes de Estímulos e Respostas Empregadas nos Estudos.....	93
<b>Tabela 6</b> Categorias Temáticas de Cada Programa de Ensino.....	98
<b>Tabela 7</b> Fontes de Dados, Itens Descritos, Excluídos e Seleccionados para a Composição dos Objetivos do Programa .....	136
<b>Tabela 8</b> Categorias Comportamentais do Registro para Avaliação de Engajamento e Usabilidade .....	141
<b>Tabela 9</b> Descrição e Frequência de Ocorrência dos Comportamentos Categorizados para Avaliação de Engajamento e Usabilidade.....	150
<b>Tabela 10</b> Caracterização dos Avaliadores que Participaram da Avaliação de Alinhamento	154
<b>Tabela 11</b> Síntese de Cada Etapa do Procedimento de Avaliação de Alinhamento .....	159
<b>Tabela 12</b> Síntese dos Resultados da Avaliação de Centralidade do Conteúdo .....	161
<b>Tabela 13</b> Síntese dos Resultados da Avaliação de Centralidade do Desempenho .....	162
<b>Tabela 14</b> Resultados da Análise da Fonte de Desafio .....	164
<b>Tabela 15</b> Caracterização dos Participantes.....	184
<b>Tabela 16</b> Duração e Modalidade de Coleta de Dados com Cada Participante.....	187
<b>Tabela 17</b> Comportamentos Emitidos pelos Participantes ao Jogar .....	191
<b>Tabela 18</b> Síntese do Índice de Dificuldade das Tarefas .....	199

## LISTA DE SIGLAS

BE2 - *Building Evidence in Education*

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

DC – Diretrizes Curriculares

DCNEI – Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil

EF – Ensino Fundamental

EGMA – *Early Grade Mathematics Assessment*

EI – Educação Infantil

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

GBL – *Game based learning*

JABA – *Journal of Applied Behavior Analysis*

PCDC – Programação de Condições para o Desenvolvimento de Comportamentos

REMA – *Research-based Early Math Assessment*

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SBER – *Standards-based Educational Reform*

STEM – *Science, Technology, Engineering, Mathematics*

MJBA – *Mexican Journal of Behavior Analysis*

MTS – *Matching to Sample*

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

WJMath – Woodcock-Johnson III

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	18
ALGUMAS PALAVRAS INICIAIS: CONTEXTO PRÉVIO AO DESENVOLVIMENTO DA TESE .....	25
REFERÊNCIAS.....	39
CAPÍTULO 1 - IDENTIFICAÇÃO DE PREDITORES E INDICADORES DE SUCESSO EM ARITMÉTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	44
Método .....	48
Fontes de Informação e Critérios de Inclusão.....	48
Procedimento de Busca e Seleção dos Estudos .....	49
Extração e Análise de Dados.....	51
Avaliação de Qualidade dos Estudos Analisados .....	52
Resultados .....	52
Avaliação da Qualidade dos Estudos .....	54
Identificação dos Preditores e Indicadores de Sucesso .....	56
Análise dos Preditores .....	57
Relações de Maior/Menor em Numerosidade.....	57
Ordem/Ordenação .....	58
Contagem .....	58
Relações Numéricas e Quantitativas Equivalentes .....	59
Relações de Maior/Menor em Dimensões Físicas .....	59
Relações não Numéricas ou Quantitativas.....	59
Pré-Adição.....	60
Unidades de Medida .....	60
Análise dos Indicadores de Sucesso .....	60
Pontuação Geral em Testes que Avaliam Várias Habilidades.....	61
Aritmética .....	62
Linha Numérica .....	62
Relações entre Preditores e Indicadores de Sucesso .....	62
Discussão .....	65
Referências.....	72
CAPÍTULO 2 - COMPORTAMENTOS PRÉ-ARITMÉTICOS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA ANALÍTICO-COMPORTAMENTAL E PROPOSTA DE DEFINIÇÃO .....	79

Método .....	85
Fonte de Informações e Critérios de Inclusão .....	85
Procedimento de Busca e Seleção dos Estudos .....	86
Extração e Análise de Dados.....	88
Resultados e Discussão .....	89
Resultados Quantitativos.....	89
Estudos sobre Conceito de Número/Comportamento Conceitual Numérico.....	91
Programas de Avaliação e Ensino.....	95
Definindo Comportamentos Pré-Aritméticos .....	101
Considerações Finais .....	107
Referências.....	108
<b>CAPÍTULO 3 - ELABORAÇÃO DO CONCEITO E ANÁLISE INICIAL DO JOGO</b>	
“KORSAN: PRÉ-ARITMÉTICA” .....	118
Construção de Instrumentos de Avaliação Educacional .....	118
Aprendizagem Baseada em Jogos para Matemática .....	124
Estudo 1: Conceito do jogo e proposição dos Comportamentos Pré-Aritméticos Avaliados por meio do Jogo .....	131
Método .....	131
Materiais.....	131
Procedimento.....	131
Proposição do Conceito do Jogo .....	131
Delimitação das Tarefas do Jogo .....	131
Resultados .....	134
Conceito do Jogo.....	134
Delimitação das Tarefas do Jogo .....	135
Estudo 2: Primeiro Teste de Conceito– Aspectos de Engajamento, Usabilidade, Semânticos e de Conteúdo .....	138
Método .....	139
Participantes .....	139
Investigação da Validade Semântica, de Engajamento e de Usabilidade.....	139
Investigação da Validade de Conteúdo .....	139
Materiais.....	139
Fichas para Investigação de Validade Semântica, de Engajamento e de Usabilidade ..	139
Jogo Korsan: Pré-aritmética (V.01).....	141
Questionário para Investigação de Validade de Conteúdo .....	143

Local.....	144
Procedimento.....	144
Investigação de Validade Semântica, de Engajamento e de Usabilidade.....	144
Investigação da Validade de Conteúdo .....	145
Resultados e Discussão .....	145
Análise Semântica e de Conteúdo.....	145
Avaliação de Engajamento e Usabilidade.....	149
 Estudo 3: Alinhamento do “Jogo Korsan: Pré-Aritmética” à Base Nacional Comum	
Curricular .....	151
Método .....	153
Participantes .....	153
Materiais.....	154
Recorte da BNCC .....	154
Questionários para Avaliação de Centralidade de Conteúdo, Desempenho Desafio e Equilíbrio .....	156
Procedimento.....	158
Análise da Blueprint .....	159
Avaliação de Centralidade de Conteúdo, Desempenho, Desafio e Equilíbrio .....	160
Resultados e Discussão .....	160
Avaliação de Centralidade do Conteúdo.....	160
Avaliação de Centralidade do Desempenho .....	162
Avaliação de Fonte e Nível de Desafio.....	164
Avaliação de Equilíbrio e Alcance.....	167
Considerações Finais .....	169
Referências.....	171
 CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DO JOGO KORSAN: PRÉ-ARITMÉTICA VERSÃO 0.18	
.....	182
Método .....	183
Participantes e Considerações Éticas .....	183
Local.....	184
Materiais e Instrumentos .....	184
Questionário de Informações dos Participantes.....	185
Korsan: Pré-Aritmética Versão 0.18 .....	185
Ficha de Registro para Avaliação de Engajamento e Usabilidade .....	185
Procedimento.....	186
Resultados e Discussão .....	187



Uso de Controles e Ações no Jogo.....	188
Jogabilidade em Coleta de Dados Presencial e Remota.....	191
Resultados das Iterações Realizadas a Partir da Primeira Avaliação.....	195
Indícios de Identificação dos Níveis de Dificuldades das Tarefas.....	196
Considerações Finais .....	200
Referências.....	202
ALGUMAS PALAVRAS FINAIS .....	205
Apêndice A – Protocolo de Revisão Elaborado para a Busca Descrita no Capítulo 1 .....	210
Apêndice B – Planilha de Extração de Dados dos Estudos Incluídos no Capítulo 1.....	212
Apêndice C – Avaliação de Qualidade dos Estudos Incluídos no Capítulo 1 .....	218
Apêndice D – Protocolo de Revisão Elaborado para a Busca Descrita no Capítulo 2 .....	247
Apêndice E – Conceito do jogo baseado em Boller e Kapp (2018) e Shell (2014).....	249
Apêndice F - Ficha de Questões Preliminares para o Desenvolvimento de Instrumentos (baseada em Cohen et al., 2014) .....	250
Apêndice G – Fichas Preliminares Preenchidas para Descrição do Conceito do Jogo .....	251
Apêndice H – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	254
Apêndice I – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....	256
Apêndice J – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	258
Apêndice K – Ficha de Registro para Análise Semântica .....	259
Apêndice L – Ficha de Registro Categorizado para Engajamento e Usabilidade .....	262
Apêndice M - Itens não Compreendidos pelos Participantes ou para os quais Foram feitas Sugestões de Alterações.....	263
Apêndice N – Objetivos de aprendizagem e desenvolvimento e habilidades da BNCC explorados na avaliação de alinhamento.....	265

Apêndice O - Lista de Alterações Solicitadas a Cada Versão .....	267
Apêndice P – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	305
Apêndice Q – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido .....	308
Apêndice R – Índices de dificuldades das tarefas.....	311

## APRESENTAÇÃO

Este trabalho partiu da necessidade de olhar com atenção para os anos iniciais da escolarização das crianças. Mais especificamente para os primeiros contatos com relações matemáticas nos quais se deve garantir experiências que “recriem em contextos significativos para as crianças, relações quantitativas, medidas, formas e orientações espaço temporais” (Ministério da Educação, 2010, p. 25–26). Acreditamos que esse contato não deva ser acidental, como também preveem as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (DCNEI) ao explicitar a importância de práticas pedagógicas com intencionalidade educativa<sup>1</sup> para garantir que as crianças tenham seus direitos relacionados à educação respeitados. Mais do que isso, defendemos que os direcionamentos para criar esses contextos de aprendizagem devem ser buscados na literatura científica.

A presença de discussões sobre exploração e ampliação de conceitos e relações matemáticas nas DCNEI (Ministério da Educação, 2010; Ministério da Educação, 2017), indica a necessidade da formação de indivíduos que ajam de forma competente em situações que requerem repertórios matemáticos. A Matemática escolar prevista para o Ensino Fundamental (EF), por sua vez, é formada basicamente pelos campos da aritmética, álgebra, geometria, estatística e probabilidade, cuja aprendizagem é provavelmente favorecida pelo ensino de repertórios mais simples, como os definidos para a Educação Infantil (EI).

Apesar das descrições nos documentos oficiais, a maioria dos estudantes brasileiros não alcança a proficiência esperada nos diversos níveis da educação básica. Nas avaliações referentes a área “Matemática e suas Tecnologias” do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, o desempenho médio em 2018 foi de 535,5, em 2019 caiu para 523,1 e em 2020 para 520,73 pontos (Truffi, 2020; Tancredi, 2021) considerando que a maior nota obtida foi 975

---

<sup>1</sup> Defesa de que as aprendizagens decorrentes de interações com o mundo físico e social não devem resultar apenas em um processo de desenvolvimento natural ou espontâneo.

Análises do desempenho dos estudantes brasileiros medido pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) indicam que dificuldades nos anos iniciais do EF apresentam repercussões importantes nos anos seguintes. Em 2017, 30,1% dos estudantes dos anos iniciais do EF não alcançaram desempenho satisfatório em matemática, enquanto para os anos finais essa porcentagem foi ainda maior: 61,4% (Matijascic & Rolon, 2021). A prova de matemática do Saeb qualifica os resultados em níveis crescentes de proficiência: do zero ao 10. São considerados resultados satisfatórios aqueles cuja pontuação atinja o nível 4 ou superior. O baixo desempenho nos anos iniciais e finais, permite a inferência de que déficits inicialmente observados, tem consequências a longo prazo. Assim, o desenvolvimento de procedimentos para avaliar precisamente as dificuldades e subsidiar a elaboração de condições de ensino que reduzam tais dificuldades torna-se relevante.

De modo geral, dificuldades em tarefas básicas<sup>2</sup> comuns ao início da escolarização como contagem, identificação de padrões, seriação, comparação de numerosidades, entre outros tendem a produzir desempenhos insuficientes em matemática em anos posteriores (Hirsch et al., 2018; Jordan et al., 2006). Esses dados sugerem a importância de investigações relacionadas à avaliação, ao ensino e à aprendizagem de repertórios básicos, anteriores ao ensino formal da matemática prevista para o EF. No presente trabalho, a partir de uma análise conceitual da literatura analítico-comportamental propomos nomear esses repertórios de **comportamentos pré-aritméticos**, definindo-os como *relações funcionais aprendidas entre estímulos ou propriedades desses estímulos e respostas definidas socialmente como anteriores a indicadores de sucesso em aritmética*.

---

<sup>2</sup> No capítulo 1 discutiremos em mais detalhes o difícil consenso a respeito de quais tarefas podem ser representativas desse repertório considerado “básico”. Atualmente, considerando os documentos brasileiros, esses repertórios são contemplados principalmente no Campo de Experiências “Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações” da EI e na área da Matemática do 1º e 2º ano do EF da BNCC.

Cabe ressaltar que a análise apresentada neste trabalho não cobre todos os repertórios esperados, mas parte da ideia de que alguns repertórios simples podem ser recombinaados e servir de base suficiente para vários outros mais complexos.

Consideramos também que a avaliação, ocupa lugar central no processo educacional, dada sua importância não apenas como medida de verificação de aprendizagem, mas também por fornecer indícios para o planejamento do ensino imediato e a longo prazo. Consideramos importante a proposta de Botomé e Rizzon (1997) que trata a avaliação como um processo de interação educativa para além da simples medida de desempenho. Interativa, pois depende de outras condições no processo educativo como o diagnóstico de necessidades de aprendizagem, definição de objetivos, planejamento sequenciamento desses objetivos e, por consequência, das atividades previstas para garantir as aprendizagens. O sucesso dessas condições depende diretamente de uma avaliação precisa e alinhada ao ensino planejado.

Ressalta-se que na EI a avaliação não deve ter objetivo de seleção, promoção ou classificação, mas de análise crítica do acompanhamento das crianças em “situações nas quais possam desempenhar um papel ativo em ambientes que as convidem a vivenciar desafios e a sentirem-se provocadas a resolvê-los” (Ministério da Educação, 2017, p. 39). Atualmente a EI é avaliada nacionalmente apenas de maneira indireta, por meio de questionários respondidos por secretários de educação, diretores e professores (Ministério da Educação, 2021a, 2021b). O acompanhamento do desenvolvimento das crianças deve ser feito pelas professoras, com base na legislação vigente, que preconiza que as avaliações devem ser realizadas e documentadas a partir de múltiplas estratégias, baseadas em brincadeiras e interações (Ministério da Educação, 2010, 2017). Assim, o principal objetivo desta tese foi desenvolver um jogo educativo para a avaliação de comportamentos pré-aritméticos em crianças no início da escolarização. Para atender ao objetivo geral, este trabalho está organizado em quatro capítulos. Ainda que cada capítulo esteja relacionado aos demais – o que é muitas vezes

explicitamente citado no texto – optamos por apresentar cada capítulo de forma independente, inclusive com uma seção de referências ao final de cada um deles.

Antes de apresentar brevemente cada um dos capítulos aqui propostos, é preciso reconhecer que as reflexões e o próprio jogo desenvolvido neste trabalho se devem ao esforço coletivo desenvolvido ao longo de anos de parcerias e estudos. Sintetizamos o percurso que tornou possível este trabalho, em uma pequena seção introdutória chamada de “algumas palavras iniciais” que antecede os capítulos desta tese. Nela apresentamos os estudos que nos deram direcionamentos teóricos e metodológicos para a elaboração dos primeiros jogos. Aproveitamos o espaço para apresentar também uma pequena linha do tempo dos jogos que antecederam o apresentado neste trabalho. Pedimos a compreensão quanto ao formato provavelmente incomum da seção, mas a forma como entendemos o desenvolvimento de tecnologias educacionais de base analítico-comportamental, não nos permitiu fazer de outra forma. O desenvolvimento dos estudos aconteceu lado a lado com o aperfeiçoamento dos jogos, conforme preconiza o procedimento iterativo de *design*<sup>3</sup> (Perkoski et al., 2016). Após a seção de revisão de alguns estudos que antecederam este, apresentamos os quatro capítulos da tese.

O primeiro capítulo apresenta uma revisão sistemática da literatura a partir de estudos longitudinais e transversais que investigaram relações entre o desempenho no início da escolarização e em anos posteriores. Para investigar o papel específico de diferentes repertórios no sucesso escolar, o capítulo teve por objetivo identificar e descrever operacionalmente os preditores e indicadores de sucesso em aritmética. Consideramos a operacionalização desenvolvida uma contribuição relevante para futuras propostas de programas de avaliação e ensino, e, de modo específico para este trabalho, como uma orientação para a proposição das tarefas avaliativas do jogo.

---

<sup>3</sup> Procedimento de *design* que preconiza que as decisões sejam tomadas a partir dos resultados observados na experiência de jogar o jogo durante seu processo de desenvolvimento. Cada partida teste, ou *playtest*, proporciona um conjunto de dados que permitem o aperfeiçoamento do jogo.

Para além da revisão dos estudos longitudinais e transversais, consideramos também as possíveis contribuições da Análise do Comportamento para a compreensão e intervenção sobre comportamentos pré-aritméticos. Assim, o segundo capítulo buscou responder “como a literatura analítico-comportamental têm investigado repertórios anteriores à aprendizagem de aritmética?”, e teve por objetivos: a) identificar as principais características dos estudos em Análise do Comportamento que investigam esses repertórios; e b) discutir a adequação do conceito de habilidades pré-aritméticas aos achados do presente estudo. Para atender aos objetivos foi realizada uma revisão sistemática de literatura sobre conceito de número/comportamento conceitual numérico e habilidades pré-aritméticas integrando estudos que, em nosso entendimento, encontravam-se dispersos. A partir da integração da literatura foi possível proceder uma análise conceitual dos termos utilizados.

Os dois primeiros capítulos serviram como fonte de informações para a proposta apresentada no Capítulo 3 que teve por objetivos operacionalizar as tarefas do jogo e coletar as primeiras evidências de validade baseada no conteúdo do jogo. Buscamos integrar a literatura de aprendizagem baseada em jogos (*Game Based Learning* – GBL) e de construção de instrumentos para avaliação educacional, por considerarmos que a efetividade de um jogo educativo reside tanto na qualidade instrucional ou avaliativa quanto nos aspectos característicos dos jogos. Conduzimos uma avaliação-piloto com dois participantes com 8 e 10 anos de idade, e consultamos especialistas em duas ocasiões, para avaliar a adequação teórica e o alinhamento das tarefas do jogo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). No Capítulo 4 conduzimos um novo estudo de avaliação do jogo com cinco crianças mais novas (4 a 6 anos), para avaliar o jogo para esta amostra. Também apresentamos o jogo a uma criança de 10 anos e uma de 8 para verificar se as alterações feitas a partir dos resultados do Capítulo 3, tornavam o jogo mais adequado para crianças desta idade. Ao final, discutimos as etapas necessárias para a finalização do instrumento.

## Referências

- Botomé, S. P., & Rizzon, L. A. (1997). Medida de desempenho ou avaliação da aprendizagem em processo de ensino: Práticas usuais e possibilidades de renovação. *Chronos*, 30(1), 7–34.
- Hirsch, S., Lambert, K., Coppins, K., & Moeller, K. (2018). Basic numerical competences in large-scale assessment data: Structure and long-term relevance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167, 32–48.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.015>
- Inep, & Ministério da Educação. (2021). *Cartilha Saeb 2021*. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.  
[https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes\\_e\\_exames\\_da\\_educacao\\_basica/cartilha\\_saeb\\_2021.pdf](https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/cartilha_saeb_2021.pdf)
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77(1), 153–175. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x>
- Matijascic, M., & Rolon, C. E. K. (2021). *Objetivos de desenvolvimento sustentável e desafios decorrentes das oportunidades escolares no ensino fundamental brasileiro* (Nº 2679; Textos para discussão, p. 42). IPEA.  
<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10732>
- Ministério da Educação. (2010). *Diretrizes curriculares nacionais para a educação infantil*.  
[http://agendaprimeirainfancia.org.br/arquivos/diretrizescurriculares\\_2012.pdf](http://agendaprimeirainfancia.org.br/arquivos/diretrizescurriculares_2012.pdf)
- Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Curricular Comum*. Secretaria de Educação Básica. [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf)



- Perkoski, I. R., Gris, G., Benevides, R. R., & Souza, S. R. (2016). Desenvolvimento de jogos educativos com base analítico-comportamental: O procedimento de design iterativo. In J. C. Luzia, G. B. Filgueiras, A. E. Gallo, & J. Gamba (Orgs.), *Psicologia e análise do comportamento: Saúde, educação e processos básicos* (p. 58–56). Eduel.  
<https://bit.ly/3mmihqW>
- Tancredi, S. (2021, março 30). *Inep solta médias e notas máximas e mínimas do Enem 2020*. Super Vestibular. <https://vestibular.mundoeducacao.uol.com.br/noticias/inep-divulga-medias-e-notas-maximas-e-minimas-do-enem-2020/342477.html>
- Truffi, R. (2020, janeiro 17). *Desempenho de estudantes no Enem piorou em 2019, aponta Inep*. Valor Econômico.  
<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2020/01/17/desempenho-de-estudantes-no-enem-piorou-em-2019-aponta-inep.ghtml>

## ALGUMAS PALAVRAS INICIAIS: CONTEXTO PRÉVIO AO DESENVOLVIMENTO DA TESE

Antes de apresentarmos os estudos que compõem o eixo central desta tese (Capítulos 1 a 4), consideramos necessário localizar como o presente trabalho se relaciona com as pesquisas de base analítico-comportamental sobre ensino, aprendizagem e avaliação de matemática já realizadas e, em especial, às que trataram do desenvolvimento de jogos educativos. Assim, essa seção introdutória tem o objetivo de apresentar brevemente o contexto de estudos prévios, destacando principalmente a produção de conhecimento resultado do desenvolvimento de pesquisas que utilizaram jogos como instrumentos educativos.

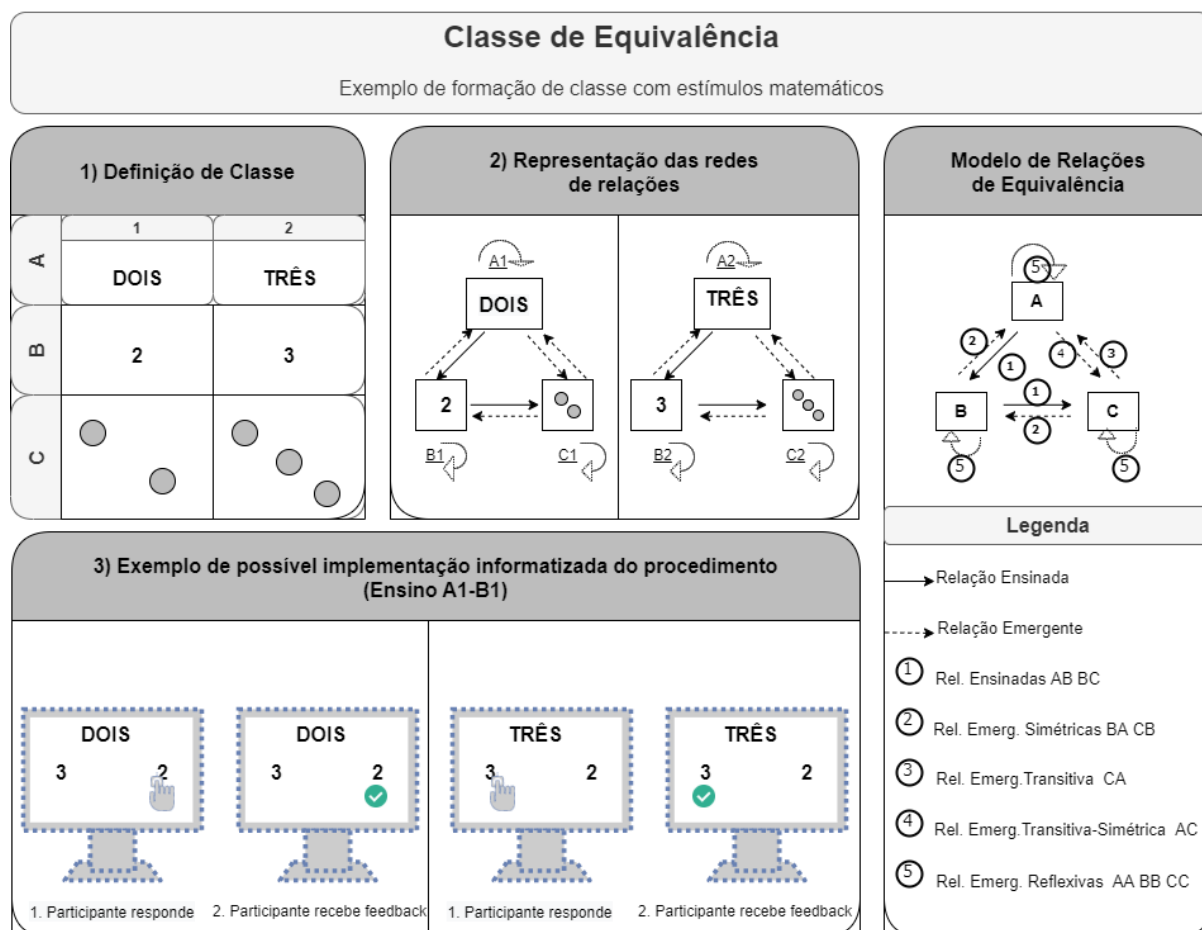
Pesquisas que buscam favorecer a melhora no desempenho de resolução de problemas de adição e subtração têm sido consistentemente conduzidas por analistas do comportamento (e.g., Amaral, 2018; Amaral et al., 2019; Haydu et al., 2006, 2015; Henklain & Carmo, 2013b, 2013a). Nos estudos de Haydu et al. (2006, 2015) foram ensinadas relações de equivalência entre três formas de apresentação de problemas de adição com incógnitas em diferentes posições possíveis ( $x+2=3$  posição *a*;  $2+x=3$  posição *b*;  $1+2=x$  posição *c*). Utilizou-se cartões e cadernos para o ensino de discriminações condicionais.

Uma discriminação condicional descreve um processo comportamental no qual o quarto elemento da contingência, o estímulo condicional, determina a função discriminativa dos estímulos. Assim, em uma discriminação deste tipo espera-se que os estímulos discriminativos tenham a função modificada a depender do estímulo condicional presente na contingência (Damiani et al., 2010; Sidman & Tailby, 1982). O procedimento geralmente utilizado para estabelecer discriminações condicionais é o de escolha de acordo com o modelo (*matching to sample* – MTS), a partir do qual estímulos-modelo (condicionais) são apresentados antes ou junto de estímulos de comparação (discriminativos) e as respostas são reforçadas se corresponderem ao estímulo-modelo (Sidman & Tailby, 1982). A Figura 1 apresenta um

diagrama esquemático da formação de classes equivalentes e exemplo de parte de um procedimento para a treino de discriminações condicionais com as classes de estímulos número escrito por extenso (A), numeral (B) e conjunto de pontos (C).

**Figura 1**

*Diagrama Esquemático do Modelo de Relações de Equivalência*



Nos estudos de Henklain e Carmo (2013a, 2013b), foram ensinadas relações, por meio de discriminações condicionais, entre diferentes formas de problemas de adição e de subtração por meio do *software* ProgMTS. Amaral (2018) investigou, utilizando também um procedimento informatizado, o efeito da modalidade de dica (figuras ou vídeos) para a emissão de comportamentos precorrentes na aprendizagem de operações de adição e subtração. O conjunto de estudos citado exemplifica o crescente interesse de analistas do comportamento em desenvolver procedimentos de avaliação e ensino de repertórios relacionados à matemática.

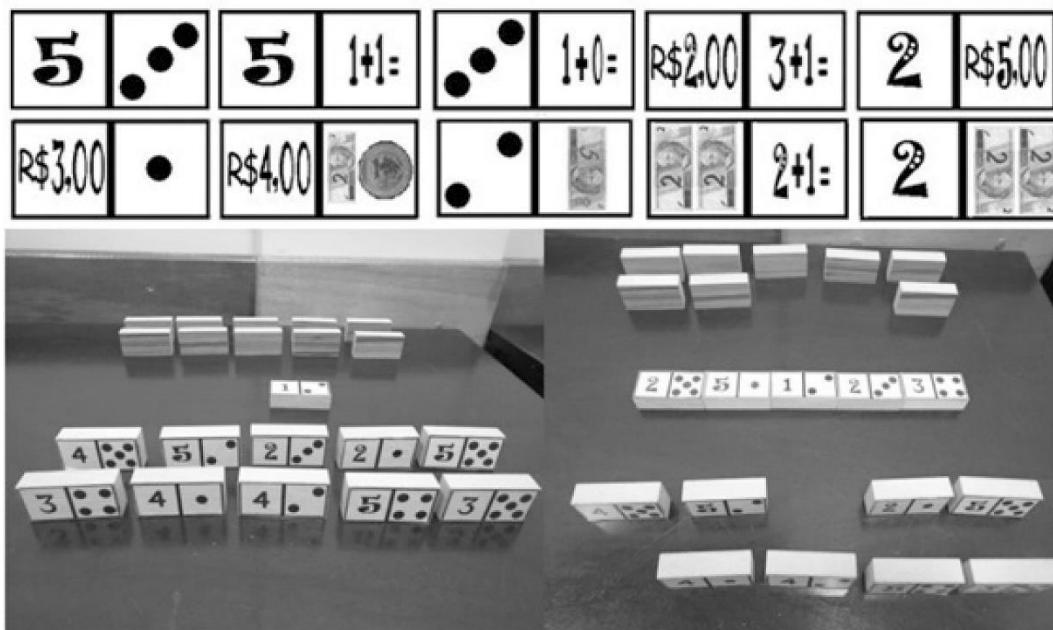
Em todos os estudos citados até aqui tarefas de avaliação e ensino eram intercaladas e o progresso dos participantes era gradual e dependente do desempenho nas etapas anteriores.

Ainda que bem documentada a eficiência de estratégias tradicionais (e.g. tarefas MTS em cadernos ou *softwares*), o uso de jogos como ferramentas de ensino tem sido defendido em razão do perfil dos aprendizes bastante familiarizados com esse tipo de tecnologia (Coutinho et al., 2016; Mavoa et al., 2018; Prensky, 2012). Há também argumentos favoráveis ao uso de jogos educativos, que mostram suas semelhanças com procedimentos de ensino fundamentados em Análise do Comportamento pela presença, por exemplo, de objetivos claros e mensuráveis, planejamento de consequências específicas para respostas, performance mensurável e passível de análise posterior, entre outros (Linehan et al., 2015, 2011).

Uma forma alternativa de promover o ensino de relações condicionais pode ser encontrada nos jogos de dominó, uma vez que durante as partidas são requeridas discriminações condicionais entre formas ou padrões apresentados nas peças expostas e formas ou padrões entre as peças disponíveis para o jogador (de Rose & Gil, 2003). Considerando os argumentos favoráveis ao uso de jogos enquanto ferramentas educativas, alguns estudos utilizaram dominós para o ensino de relações matemáticas e monetárias (Godoy et al., 2015; Gris et al., 2017). Nestes trabalhos observa-se influência direta dos estudos sobre formação de classes de equivalência de estímulos numéricos (Haydu et al., 2006, 2015; Henklain & Carmo, 2013b, 2013a) e monetários (Magalhães & Assis, 2011; Xander et al., 2016). A Figura 2 apresenta uma imagem dos jogos de dominó utilizados por Godoy et al. (2015) e Gris et al. (2017).

**Figura 2**

*Primeira Versão dos Jogos de Dominó Utilizados*



*Nota.* Figura retirada de “Utilização de Jogos Adaptados para Avaliação de Habilidades Matemáticas e Monetárias”, de autoria de G. Gris, H. W. Alves, G. J. A. Assis, e S. R. Souza, 2017. *Temas em Psicologia*, 25(3), p. 1157 (<https://doi.org/10.9788/TP2017.3-12Pt>). Copyright 2017 da Sociedade Brasileira de Psicologia.

Godoy et al. (2015), ensinaram a duas crianças da EI, relações entre numerais e conjuntos de pontos (AB/BA), numerais e operações de adição (AC/CA), numerais e valores impressos (AD/DA) e valores impressos e figuras de cédulas e moedas (DE/ED). Testaram-se as relações entre conjuntos de pontos e operações de adição (BC/CB), conjuntos de pontos e valores impressos (BD/DB), conjuntos de pontos e figuras de cédulas e moedas (BE/EB) e operações de adição e valores impressos (CD/DC). Cada relação era representada por um jogo de dominó composto de 21 peças. Os dois participantes aprenderam as relações treinadas e apresentaram emergência das relações testadas. Observou-se também aumento na porcentagem de acerto na resolução de operações de adição comparando-se os dados de pré e pós-teste (0

para 80%). O estudo de Gris et al. (2017) apresentou procedimento e resultados semelhante aos de Godoy et al. (2015).

A partir dos resultados encontrados por Godoy et al. (2015) e Gris et al. (2017), e as considerações sobre a popularidade dos jogos digitais e o perfil dos aprendizes, Gris e Souza (2016b) desenvolveram o jogo *Korsan*. Trata-se de uma versão digital de dominós adaptados para o ensino de adição e subtração com algarismos e na forma de balança e variação da posição da incógnita em  $a$ ,  $b$  e  $c$ . Uma vantagem dos jogos digitais em relação aos analógicos é o padrão e precisão do *feedback* programado, aspecto importante em contextos de ensino. Outra característica é manipulação de informações em tempo real, que pode permitir, por exemplo, a repetição ou avanço de fases de acordo com parâmetros estabelecidos e o desempenho do jogador sem que para isso seja necessária a interferência de um terceiro (Gris, Perkoski, et al., 2018; Salen & Zimmerman, 2012a). Durante o processo de desenvolvimento do jogo, versões analógicas foram construídas para testar o conceito do jogo desde suas fases iniciais. Uma das versões analógicas foi testada com um participante com 6 anos de idade (Gris & Souza, 2016a) e os resultados forneceram subsídios para o desenvolvimento da versão digital. A Figura 3 apresenta uma imagem do protótipo analógico do jogo *Korsan*.

**Figura 3***Protótipo Analógico do Jogo Korsan*

*Nota.* Figura retirada de “Jogos educativos digitais e modelo de rede de relações: desenvolvimento e avaliação do protótipo físico do jogo Korsan”, de autoria de G. Gris e S. R. Souza, 2016, *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 7(1), p. 122 (<https://doi.org/10.18761/pac.2016.003>). Copyright 2016 do Paradigma - Centro de Ciências do Comportamento.

Além dos já citados estudos de base analítico-comportamental, houve deste ponto em diante, a inclusão deliberada de avaliações de outros aspectos além da aprendizagem. Isso ocorreu paralelamente ao desenvolvimento e avaliação de jogos que incorporavam a literatura de *design* de jogos aos achados em Análise do Comportamento. Esses estudos permitiram a inclusão de avaliações relacionadas ao engajamento e à usabilidade observada durante as partidas com os jogos (e.g., Benevides & Souza, 2019; Gris, Perkoski, et al., 2018; Perkoski et al., 2016; Perkoski & Souza, 2015).

Uma avaliação da primeira versão digital do jogo *Korsan* foi conduzida por Gris, Souza et al. (2018). Foram investigados os efeitos do ensino de relações condicionais entre numerais, conjuntos de pontos e duas diferentes formas de apresentação de problemas de adição (com algarismos e na forma de balança) sobre a resolução de problemas de adição. Neste estudo a escolha das relações condicionais ensinadas ou avaliadas em cada dominó foi fortemente influenciada pelos resultados dos estudos de Haydu et al. (2006, 2015) e de Henklain e Carmo (2013a, 2013b).

Participaram do estudo quatro crianças com 7 anos de idade (doravante chamadas de P1, P2, P3, P4) que frequentavam o 2º ano do EF, em uma escola pública. A resolução de problemas de adição foi avaliada em etapas de Pré-teste, Sondas, Pós-teste e *Follow up* e foi realizada por meio de jogos de tabuleiro adaptados. O ensino e teste de relações condicionais foi feito por meio do jogo *Korsan*. Inicialmente, foram ensinadas as relações entre numerais e conjuntos de pontos (AB/BA) e entre numerais e problemas de adição na forma de balança (AC/CA), testando-se as relações entre conjunto de pontos e problemas de adição com algarismos (BC/CB). Posteriormente foram ensinadas as relações entre problemas de adição com algarismos e problemas de adição na forma de balança (CD/DC), testando-se as relações emergentes entre numerais e problemas de adição na forma de balança (AD/DA) e entre conjunto de pontos e problemas de adição na forma de balança (BD/DB). Após o ensino e teste das relações condicionais, houve melhor desempenho (acima de 80%) na resolução de problemas de adição para ambas as formas de apresentação trabalhadas pelo jogo.

Adicionalmente, foram realizadas avaliações do engajamento e da usabilidade proporcionados pelo jogo. Tais avaliações foram realizadas por meio do registro categorizado de comportamentos dos participantes durante as sessões, buscando medidas diretas e de observação. Assim, os comportamentos eram registrados em categorias pré-definidas que indicavam bom engajamento (e.g., comemorar, emitir comentários sobre o enredo, demonstrar

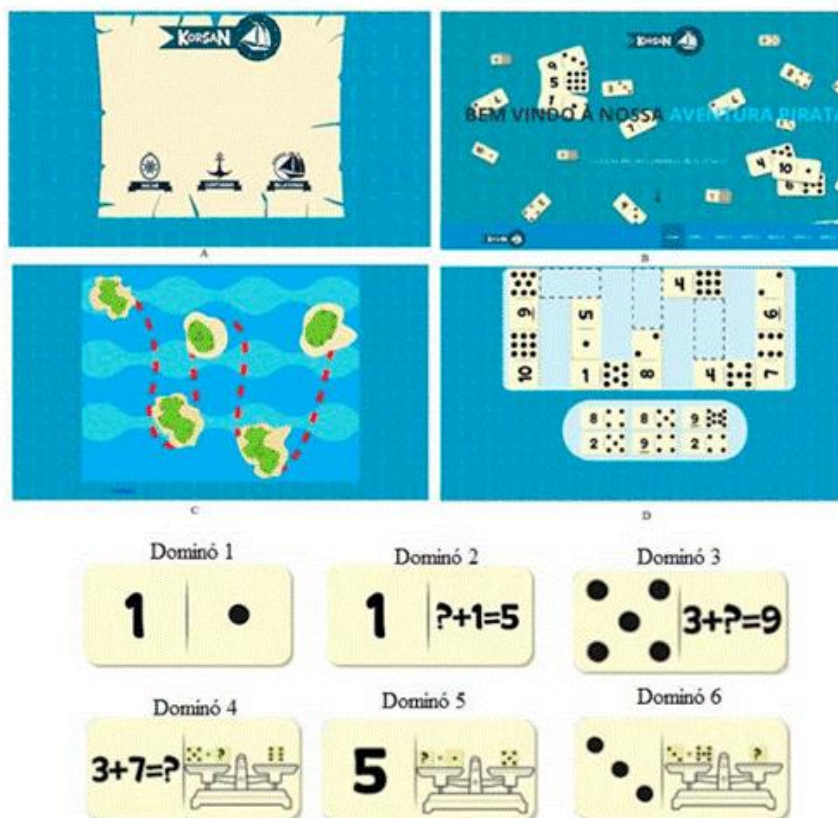


aprovação etc.), baixo engajamento (e.g., comentários negativos sobre o jogo, comentários sobre assuntos alheios ao jogo, solicitar para interromper a atividade e solicitar para trocar de atividade) e indícios a respeito da usabilidade (e.g., perguntar sobre o funcionamento do jogo, solicitar ajuda para executar ações no jogo).

Os resultados indicaram que o jogo apresentou boa usabilidade, uma vez que apenas P1 emitiu perguntas sobre o funcionamento do jogo em todas as seções. Quanto à solicitação de ajuda para executar ações do jogo, P1 solicitou apenas uma vez, P2 não solicitou ajuda, P3 o fez três vezes e P4 em nove oportunidades. O número foi considerado baixo, pois o número mínimo de tentativas no jogo era de 90. Além disso, todos os participantes apresentaram precisão superior a 80% para emparelhar as peças para todos os participantes. Observou-se bom engajamento dos participantes nas tarefas, pois houve maior frequência dos comportamentos que indicavam engajamento em comparação aos comportamentos que indicavam problemas de engajamento. A Figura 4 apresenta uma imagem das telas da primeira versão digital testada do jogo *Korsan*.

## Figura 4

*Imagens das Telas de Jogo e Dominós da Primeira Versão Digital do Jogo Korsan*



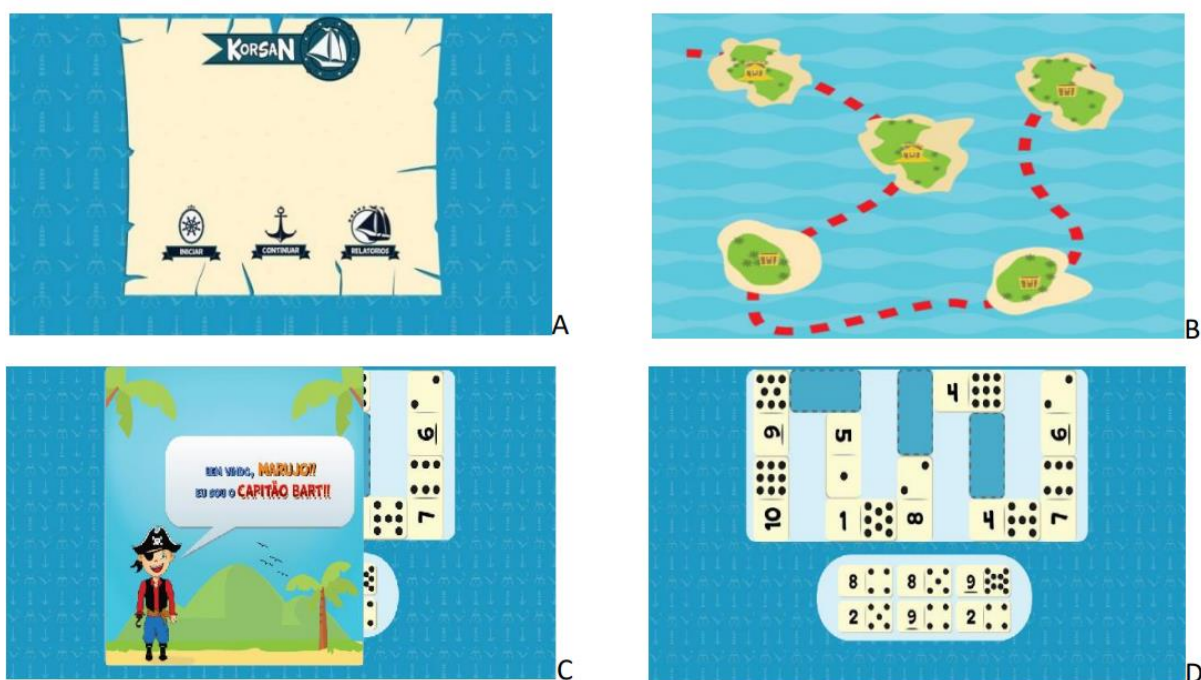
*Nota.* Figura retirada de “Efeitos de um dominó digital adaptado sobre resolução de problemas de adição”, de autoria de G. Gris, S. R. Souza e J. S. Carmo, 2018. CES Psicologia, 11(2), p. 115 (<https://doi.org/10.21615/cesp.11.2.10>). Copyright 2018 da Universidad CES.

Por se tratar da primeira versão digital, nem todos os elementos fundamentais do jogo foram implementados. Um dos modelos teóricos de desenvolvimento de jogos é apresentado por Schell (2014) a partir de quatro elementos formais: tecnologia, mecânica, enredo e estética, que são interdependentes e igualmente importantes para o desenvolvimento completo do jogo. O enredo do jogo de dominó referia-se a uma caça ao tesouro pirata, mas na primeira versão digital não havia figuras de personagens ou baús de tesouros, por exemplo. Uma segunda

versão do jogo *Korsan*, com mais elementos de enredo e estética foi utilizada por Godoy (2018) para o ensino de subtração. Foram incluídas imagens com o personagem principal e *feedback* visual para as fases completadas (baús com tesouros abertos). A Figura 5 apresenta imagens da segunda versão digital testada do jogo *Korsan*.

**Figura 5**

*Telas de Jogo da Segunda Versão Digital Testada do Jogo Korsan*



*Nota.* Figura retirada de “Uso de um jogo de dominó digital adaptado para o ensino de subtração”, de autoria de M. C. J. Godoy, 2018. Dissertação de Mestrado, p. 28 (<https://bit.ly/3jUE1dz>). Copyright 2018 da Universidade Estadual de Londrina.

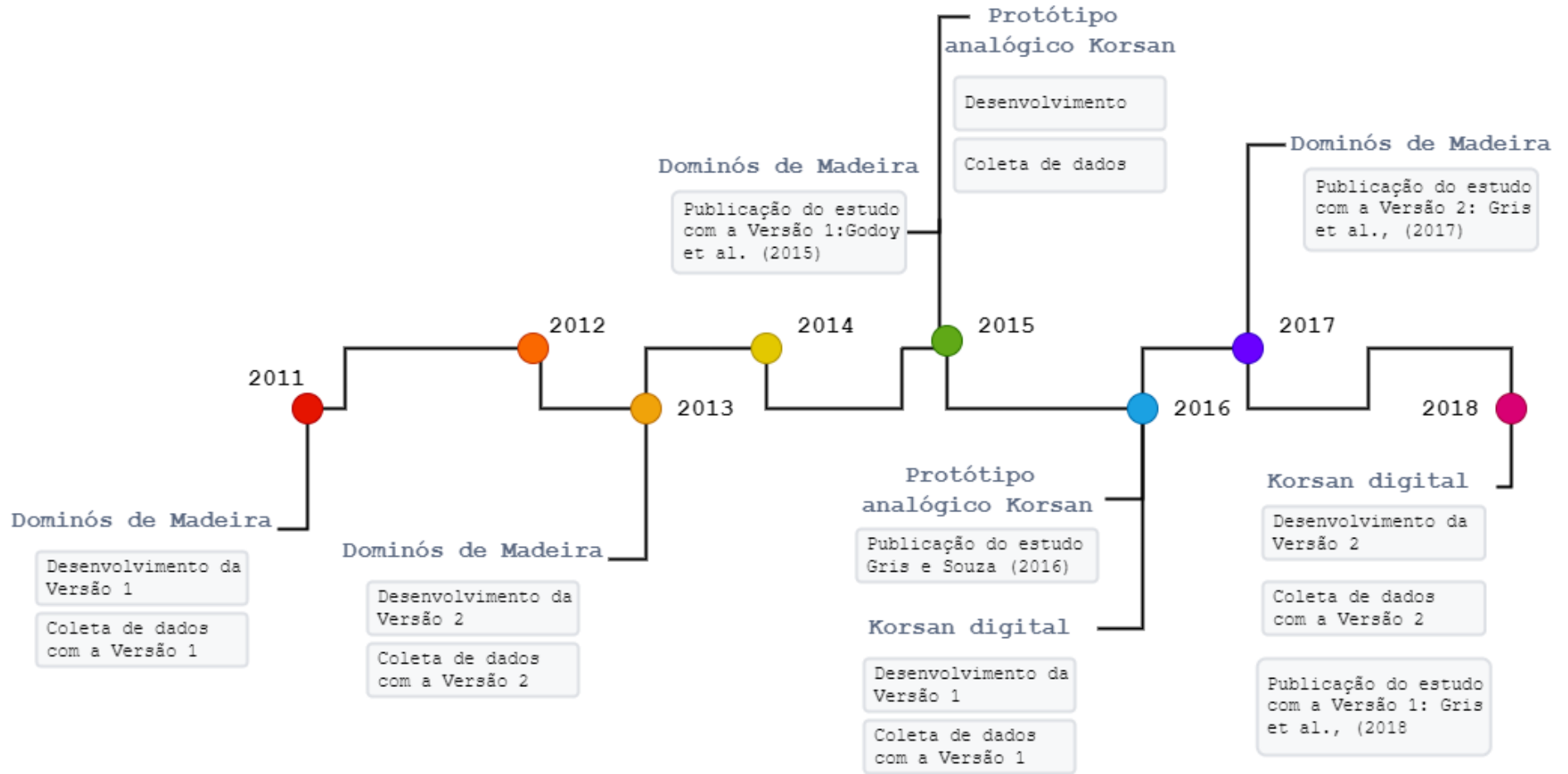
Participaram do estudo de Godoy (2018) três crianças com idades entre 5 e 6 anos e desempenho inferior a 40% em uma avaliação de resolução de problemas de subtração realizada por meio de jogos de tabuleiro adaptados. Todos os participantes apresentaram melhores desempenhos na resolução de problemas de subtração com incógnitas nas posições *b* e *c* ao final do estudo. Apenas um participante apresentou melhor desempenho também na resolução de problemas com incógnitas na posição *a*. Além disso, observou-se que o número

de tentativas necessárias para a formação das classes entre numerais, conjuntos de pontos e problemas com algarismos e na forma de balança foi mais de duas vezes maior do que o observado no estudo de Gris, Souza, et al. (2018). Nesse estudo, a média de tentativas foi de 135, enquanto no estudo de Godoy a média foi 360 tentativas. A autora sugeriu que variáveis como idade e escolarização dos participantes, bem como a diferença de tarefas entre os estudos (adição *versus* subtração) poderiam justificar as diferenças observadas.

Para ilustrar os jogos e respectivos estudos que antecederam a proposta desta tese, desenvolvemos uma breve linha do tempo, apresentada na Figura 6.

**Figura 6**

*Linha do Tempo com os Principais Eventos dos Estudos com Jogos*



Ao final dos estudos citados observou-se evidências da efetividade dos jogos para ensino entre relações condicionais entre diferentes estímulos matemáticos. Cabe ressaltar uma característica dos estudos realizados com as primeiras versões do jogo digital *Korsan*. Em ambos os estudos citados (Godoy, 2018; Gris, Souza, et al., 2018) o repertório de entrada dos participantes foi avaliado apenas em tarefas de nomeação de numerais e conjuntos de pontos e de resolução de operações. Essas avaliações foram realizadas com jogos analógicos adaptados dos jogos comerciais Lince e Tapa Certo. Para a nomeação, a criança deveria bater com um bastão em cima de uma carta igual à mostrada pela pesquisadora, nomeando-a. Na avaliação de resolução de operações os participantes deveriam procurar em um tabuleiro com várias imagens, os números ou conjuntos correspondentes à resposta de uma operação apresentada pela pesquisadora. A avaliação de poucos repertórios – nomeação de numerais e conjuntos e resolução de operações - provavelmente não foi sensível à provável variabilidade de repertórios dos participantes. Identificamos na literatura descrições de complexas redes de relações que compõem o conceito de número ou comportamento conceitual numérico (Carmo, 2002a; Carmo & Galvão, 2000; Monteiro & Medeiros, 2002b; Prado & de Rose, 1999b) e outros repertórios pré-aritméticos (Donini, 2005; Gualberto et al., 2009) e que não haviam sido contemplados nas avaliações de repertório de entrada realizadas por Godoy e Gris, Souza et al.

Duas crianças poderiam ter desempenho semelhante nas avaliações realizadas nos estudos de Gris et al. (2018) e Godoy (2018), e apresentar repertórios bastante diversos. Por exemplo, ambas crianças poderiam responder corretamente à avaliação de nomeação de numerais e conjuntos e responder incorretamente as operações de adição. Uma das crianças poderia, entretanto, saber ordenar conjuntos em sequência crescente, recitar oralmente uma sequência numérica a partir de um número ditado e a outra criança poderia não apresentar esses repertórios. Esses resultados nos apontaram direções de que seria necessário aprofundar o conhecimento sobre esses repertórios mais básicos. Portanto, proposta deste trabalho foi

construída a partir do desenvolvimento de uma nova versão digital do jogo *Korsan*, para avaliação de comportamentos pré-aritméticos.

## Referências

- Amaral, A. R. Q. (2018). *Efeito da modalidade de dica para a emissão de comportamentos precorrentes na aprendizagem de operações de adição e subtração* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília]. Repositório Institucional da UnB  
<https://repositorio.unb.br/handle/10482/33856>
- Amaral, A. R. Q., Duarte, Â. M. M., & Melo, R. M. (2019). O uso de dicas para o ensino de leitura e matemática. *Acta Comportamentalia: Revista Latina de Análisis del Comportamiento*, 27(3), 315–332.
- Benevides, R. R., & Souza, S. R. de. (2019). Desenvolvimento e avaliação do jogo educativo “Space Ability: Fazendo contato com Aliens”: comportamentos sociais acadêmicos. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 10(2), 203–221.  
<https://doi.org/10.18761/PAC.2019.v10.n2.02>
- Carmo, J. S. (2002). *Comportamento conceitual numérico: Um modelo de rede de relações equivalentes* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade Federal de São Carlos.
- Carmo, J. S., & Galvão, O. F. (2000). Aquisição do conceito de número em crianças pré-escolares através do ensino de relações condicionais. In J. S. Carmo, L. C. C. Silva, & R. M. E. Figueiredo (Orgs.), *Dificuldades de aprendizagem no ensino de leitura, escrita e conceitos matemáticos* (1º ed, p. 50–87). Unama.
- Coutinho, I. J., Rodrigues, P. R., & Alves, L. G. (2016). Jogos eletrônicos, redes sociais e dispositivos móveis: Reflexões para os espaços educativos. *Obra digital: revista de comunicación*, 10, Article 10.  
<https://raco.cat/index.php/ObraDigital/article/view/315480>
- Damiani, K., Matos, M. A., & Tomanari, G. Y. (2010). Análises do matching de identidade generalizado por contingências de três e quatro termos: Implicações para equivalência



de estímulos. *Psicologia USP*, 21(2), 343–353. <https://doi.org/10.1590/S0103-65642010000200007>

- de Rose, J. C. C. de, & Gil, M. E. 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. Oliani (Orgs.), *Sobre comportamento e cognição: A história e os avanços, a seleção por conseqüências em ação* (Vol. 11, p. 373–381). ESETec.
- Donini, R. (2005). *Identificando comportamentos pré-requisitos para o ensino da adição e da subtração* [Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/16839>
- Godoy, M. C. J. (2018). *Uso de um jogo de dominó digital adaptado para o ensino de subtração* [Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Londrina] Biblioteca Digital da Universidade Estadual de Londrina]. <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000218103>
- 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). Utilização de jogos adaptados para avaliação de habilidades matemáticas e monetárias. *Temas em Psicologia*, 25(3), 1139–1152. <https://doi.org/10.9788/TP2017.3-12Pt>
- Gris, G., Perkoski, I. R., & Souza, S. R. (2018). 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: Ensino, comportamento verbal e análise conceitual* (Vol. 7, p. 50–67). ABPMC. <http://abpmc.org.br/arquivos/publicacoes/15200164548d97054097f6.pdf>

- 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. (2018). Efeitos de um dominó digital adaptado sobre resolução de problemas de adição. *CES Psicología*, 11(2), 111–127. <http://dx.doi.org/10.21615/cesp.11.2.10>
- Gualberto, P. M. A., Aloí, 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), 21–36. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1590/1982-43272356201309>

- Linehan, C., Kirman, B., Lawson, S., & Chan, G. (2011). Practical, appropriate, empirically-validated guidelines for designing educational games. *Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '11*, 1979–1988. <https://doi.org/10.1145/1978942.1979229>
- Linehan, C., Kirman, B., & Roche, B. (2015). Gamification as behavioral psychology. In S. P. Walz & S. Deterding (Orgs.), *The gameful world: Approaches, issues, applications*. (p. 81–105). MIT Press. <https://cora.ucc.ie/handle/10468/3462>
- Magalhães, P. G. S., & Assis, G. J. A. (2011). Equivalência monetária em surdos. *Temas em Psicologia*, 19(2), 443–458.
- Mavoa, J., Carter, M., & Gibbs, M. (2018). Children and Minecraft: A survey of children's digital play. *New Media & Society*, 20(9), 3283–3303. <https://doi.org/10.1177/1461444817745320>
- Monteiro, G., & Medeiros, J. G. (2002). A contagem oral como pré-requisito para a aquisição do conceito de número com crianças pré-escolares [Oral counting as a pre-requisite for the acquisition of the concept of number with pre-scholars]. *Estudos de Psicologia*, 7(1), 73–90. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2002000100009>
- Perkoski, I. R., Gris, G., Benevides, R. R., & Souza, S. R. (2016). Desenvolvimento de jogos educativos com base analítico-comportamental: O procedimento de design iterativo. In J. C. Luzia, G. B. Filgueiras, A. E. Gallo, & J. Gamba (Orgs.), *Psicologia e análise do comportamento: Saúde, educação e processos básicos* (p. 58–56). Eduel. <https://bit.ly/3mmihqW>
- Perkoski, I. R., & Souza, S. R. (2015). O Espião: Uma perspectiva analítico comportamental do desenvolvimento de jogos educativos de tabuleiro. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 6(2), 74–88. <https://doi.org/10.18761/pac.2015.020>

- Prado, P. S. T., & de Rose, J. C. C. (1999). Conceito de número: Uma contribuição da análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa, 15*(3), 227–235.  
<https://doi.org/10.1590/S0102-37721999000300006>
- Prensky, M. (2012). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. Senac.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2012). *Regras do jogo: Fundamentos do game design: Vol. 1 Principais conceitos*. Blucher.
- Schell, J. (2014). *The art of game design: A book of lenses* (2º ed). Morgan Kaufmann Publishers.
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 37*(1), 5–22. <https://doi.org/10.1901/jeab.1982.37-5>
- Xander, P., Haydu, V. B., & Souza, S. R. (2016). Dimdim: Negociando & Brincando no ensino de habilidades monetárias a pré-escolares. *CES Psicología, 9*(1), 89–108.  
<http://dx.doi.org/10.21615/cesp.9.1.6>

## CAPÍTULO 1

### IDENTIFICAÇÃO DE PREDITORES E INDICADORES DE SUCESSO EM ARITMÉTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Espera-se que práticas educativas propiciem a formação integral de indivíduos que apresentem, dentre várias outras habilidades, repertórios matemáticos competentes. É importante que se identifique quais habilidades podem ser predictoras de sucesso em matemática para desenvolver intervenções mais eficientes e eficazes, visando ao sucesso futuro na disciplina. Uma predição baseia-se em uma ordenação de eventos e sugere tão precisamente quanto possível, o que acontecerá em um evento futuro dentro de uma margem de incerteza (Barnes et al., 2020). A realização de estudos longitudinais é recomendada para a identificação de preditores de sucesso e fracasso em matemática (National Mathematics Advisory Panel, 2008). O potencial preditivo de habilidades anteriores ao ensino formal de aritmética, por exemplo, foi investigado em estudos longitudinais (Aunio & Niemivirta, 2010; Desoete et al., 2009; Jordan et al., 2007), nos quais o “sucesso” era, geralmente, avaliado a partir de boa pontuação/desempenho nos testes utilizados.

O potencial preditivo de algumas habilidades no posterior sucesso em aritmética foi observado em um estudo conduzido por Aunio e Niemivirta (2010) na Finlândia. O desempenho de 212 crianças em tarefas de comparação, classificação, correspondência um-a-um, seriação, uso de palavras-número (chamadas de habilidades relacionais), contagem e compreensão geral dos números foi avaliado inicialmente (durante o kinderarten,  $\approx$  6 anos) por meio do *Early Numeracy Test* (Van Luit et al., 2006). No ano seguinte, as crianças realizaram algumas tarefas de aritmética básica e aplicada do *Mathematics School Test* (Ikäheimo et al., 2002). Foram consideradas tarefas de aritmética básica, operações de adição e subtração ditadas e escritas. As tarefas utilizadas para avaliar a aplicação de aritmética referiam-se a problemas em contextos de uso de dinheiro. No modelo estatístico de análise

foram utilizadas como variáveis de controle: idade, gênero e nível de escolarização dos pais. Em síntese, habilidades relacionais e de contagem apresentadas no início da escolarização formal se mostraram preditoras do sucesso em tarefas de aritmética básica e aplicada. Observou-se relação entre a escolarização dos pais e o desempenho das crianças, sendo que níveis mais altos de escolarização foram preditivos de melhores desempenhos nas tarefas de aritmética aplicada. Jordan et al. (2007) investigaram tarefas de contagem, conhecimento de números (identificando antecessor, sucessor, maior, menor etc.), cálculo não verbal<sup>4</sup>, problemas escritos e combinação de números. Aplicou-se as tarefas a 414 crianças seis vezes no período de dois anos (quatro durante o *kindergarten*: em setembro, novembro, fevereiro e abril; e duas durante o 1º ano: em setembro e novembro). Durante o 1º ano foram também aplicados os subtestes de cálculo e problemas aplicados da bateria *Woodcock-Johnson III* (WJMath - McGrew & Woodcock, 2001) a 277 crianças participantes que faziam parte da amostra inicial de 414 crianças. De maneira semelhante aos estudos anteriores, o desempenho nas tarefas avaliadas no início do estudo se mostrou preditor do sucesso em matemática avaliado posteriormente por meio da WJMath. Os autores destacam que todos os participantes eram expostos ao mesmo currículo e pertenciam a um mesmo distrito escolar.

Interessados em examinar o desempenho de estudantes com dificuldades em matemática ao longo da vida escolar, Nelson e Powell (2018) realizaram uma revisão sistemática da literatura analisando 35 estudos de avaliações longitudinais. Diferenças em contagem foram consistentemente observadas comparando-se os estudantes com e sem

---

<sup>4</sup> Tarefa adaptada por Levine, Jordan e Huttenlocher (1992) e que consistia em: a) apresentar um número de fichas para o participante; b) esconder as fichas com um anteparo; c) adicionar ou retirar fichas sob o anteparo diante do participante; d) solicitar que o participante falasse o número total de fichas após essa manipulação. Optou-se por manter o nome da tarefa utilizado pelos pesquisadores (*nonverbal calculation*), ainda que a teoria de base para o conceito de “não verbal” não tenha sido explicitada e divirja, por exemplo, do conceito skinneriano (Skinner, 1957/ 2014) de comportamento verbal.

dificuldade, sendo que os primeiros apresentaram desempenhos inferiores, quando comparados aos últimos. Os autores destacam que em estudos que compreenderam vários conceitos matemáticos, o crescimento da aprendizagem dos participantes com dificuldade, i.e, a aquisição de novos repertórios ao longo do tempo, foi igual ou inferior aos pares sem dificuldade, mantendo ou aumentando a lacuna de desempenho entre os grupos ao longo do tempo.

Apesar das constatações semelhantes em relação ao efeito de habilidades simples sobre desempenhos posteriores, observa-se na literatura variações das habilidades que podem compor um conjunto anterior ao ensino formal de aritmética com potencial de auxiliar no desenvolvimento desses repertórios. Para ilustrar essa diversidade conceitual e terminológica, Aunio et al. (2004) citam: habilidades numéricas básicas; habilidades aritméticas preparatórias; conceitos de números e contagem; conhecimento matemático informal; módulo numérico e senso numérico. Hirsch et al. (2018), ao retomar os termos citados por Aunio et al. (2004), acrescentam ainda: compreensão numérica, competências quantitativo-numéricas pré-escolares e competências numéricas. Podemos citar ainda habilidades pré-aritméticas (Gualberto et al., 2009).

Mesmo quando os termos adotados são idênticos, nem sempre os autores se referem a um único desempenho. Tratemos, a título de exemplo, da contagem. Gelman e Gallistel (1978/1986), ao investigarem o desenvolvimento de conceitos matemáticos com crianças pré-escolares, definiram cinco princípios para a contagem: (a) correspondência um-para-um – nomear todos e cada um dos elementos de um conjunto somente uma vez; (b) estabilidade da ordem – produzir a mesma sequência verbal com o nome dos números a cada contagem; (c) cardinalidade – identificar que o número total de elementos de um conjunto corresponde ao rótulo verbal do último elemento nomeado; (d) abstração – aplicar os princípios anteriores a diferentes arranjos e elementos; e (e) irrelevância da ordem – a ordem de enumeração dos

elementos do conjunto é irrelevante. De acordo com as autoras, os três primeiros princípios (a, b e c) descrevem os procedimentos envolvidos na contagem e os dois últimos (d e e) variações sofisticadas dos primeiros.

A proposta de Gelman e Gallistel (1978/1986) influenciou vários estudos posteriores, conforme identificado por Guimarães (2015), ainda que a base teórica não fosse sempre a mesma das autoras. Buscando propor e avaliar uma sequência hierárquica para ensinar contagem, Guimarães (2015) identificou 10 estudos que operacionalizaram essa habilidade. A autora também comparou as propostas dos estudos com os três primeiros princípios propostos por Gelman e Gallistel (1978/1986) e encontrou divergências. Entre os 10 estudos, oito descreveram o princípio de correspondência um-para-um, embora outras nomenclaturas como enumeração, contar objetos movendo-os e contar objetos fixos e ordenados tenham sido utilizadas. A própria autora utiliza outra nomenclatura para tratar do princípio: intraverbal de sequência numérica. A variedade de descrições também foi observada para os demais princípios. Todos os estudos descreveram tarefas relacionadas ao princípio da ordem estável, relatando-o como contagem oral, recitar números em ordem ou sequência, produção de cadeia numérica, ordem do nome dos números, sequência de palavras numéricas e sequência de resposta-numérica. Quanto à cardinalidade, presente em nove estudos, a autora registrou variações como entender que o último número falado corresponde ao número de itens, cardinação, responder sob controle da última palavra-número falada, responder em sequências duplas: enumeração, contar subconjuntos e selecionar conjuntos do tamanho indicado por um numeral. Além disso, foram observadas propostas que não foram contempladas nos princípios de Gelman e Gallistel (1978/1986). Essa diversidade exemplificada a partir da literatura sobre contagem é recorrente para muitas habilidades básicas.

Ainda que um consenso sobre as descrições dessas habilidades básicas pareça distante, é preciso minimamente identificar quando as mesmas habilidades são nomeadas ou descritas



de maneira diversa na literatura. Muito mais do que por preciosismo conceitual ou pela reivindicação da “melhor” operacionalização, identificar dados que se referem ou podem se referir a um mesmo desempenho permite a comparação de resultados de estudos e o avanço do conhecimento científico de maneira mais coesa. Uma definição operacional deve contemplar o vocabulário básico da ciência, de modo a ser compreendida sem ambiguidades. Nesse sentido, descrições que possam ser compreendidas independente da teoria de base podem facilitar a comunicação sobre um fenômeno que é investigado por pesquisadores de diferentes abordagens teóricas e metodológicas - como é o caso da aprendizagem matemática. Uma definição operacional deve ser sempre colocada em termos de referenciais empíricos mensuráveis, afastando-se da generalidade de uma definição teórica (Bordens & Abbott, 2017).

Diante do exposto, este estudo teve por objetivo identificar e descrever operacionalmente os preditores e indicadores de sucesso em aritmética por meio de uma revisão sistemática de literatura. Foram considerados preditores os repertórios avaliados no início dos estudos e que se foram positivamente relacionados a bom desempenho (indicador de sucesso) em alguma medida posterior de aritmética.

### **Método**

Gerenciamos a busca com o apoio do *software* StArt (Fabbri et al., 2018; Zamboni et al., 2010), por meio do qual foi desenvolvido o protocolo de busca (Apêndice A). O protocolo orientou a busca e o relato foi realizado a partir dos direcionamentos do PRISMA-P (*Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis Protocols* - Moher, et al., 2009; Shamseer et al., 2015).

### **Fontes de Informação e Critérios de Inclusão**

Conduzimos a busca nas bases de dados *ERIC*, *Web of Science* e *Springer* por serem fontes de informação multidisciplinares ou sobre educação e restringimos o período buscado por estudos entre 2013 e 2019. Por se tratar de literatura pouco conhecida por nós, iniciamos a

busca retroativa em 5 anos. Como o número de estudos identificados foi grande – 3280 – não ampliamos o período de busca, buscando tornar a amostra inicial manejável. A busca contemplou estudos transversais e longitudinais por estes analisarem o desempenho de estudantes ao longo dos anos escolares. Incluímos artigos publicados em inglês, que comparassem o desempenho em matemática nos anos iniciais do processo de escolarização em pelo menos um ano posterior e que descrevessem, em alguma medida, as habilidades avaliadas ou tarefas realizadas.

### **Procedimento de Busca e Seleção dos Estudos**

Utilizamos três conjuntos de palavras em português e inglês relacionados ao nível de escolarização, desempenho e matemática. As palavras em inglês são descritores retirados do *Eric Thesaurus* e as palavras em português são termos correlatos.

- Nível de escolarização: preschool child, preschool education, kindergarten, elementary school, high school student, junior high school, middle school student, middle school, pré-escola, educação infantil, pré-escolar, criança da educação infantil, escola, ensino fundamental, ensino médio.
- *Desempenho*: performance, competence, success, predictor, knowledge, relationship, achievement, skill, desempenho, competência, sucesso, preditor, conhecimento, relação, habilidade).
- *Matemática*: mathematics, math, matemática.

Combinamos as palavras em *strings*, de acordo com a sintaxe de cada base de dados e coletamos os dados em 06/08/2019. A Tabela 1 apresenta as *strings* de busca e os limites utilizados.

**Tabela 1***Strings e Limites Utilizados para a Busca em cada Base de Dados*

Base	String	Limites
ERIC	(preschool child OR preschool education OR preschool OR kindergarten OR elementary school OR high school student OR junior high school OR middle school student OR middle school OR pré-escola OR educação infantil OR pré-escolar OR criança da educação infantil OR escola OR ensino fundamental OR ensino médio) AND (performance OR competence OR success OR predictor OR knowledge OR relationship OR achievement OR skill OR desempenho OR competência OR sucesso OR preditor OR conhecimento OR relação OR habilidade) AND (mathematics OR math OR matemática)	“Peer reviewed only,” “Full text available on ERIC”, “Since 2014 (last 5 years)”, “Journal Articles”.
Web of Science	(((ALL(preschool OR "preschool education" OR "preschool child" OR kindergarten OR "elementary school" OR "high school student" OR "junior high school" OR "middle school student" OR "middle school" OR pré-escola OR "educação infantil" OR pré-escolar OR "criança da educação infantil" OR escola OR "ensino fundamental" OR "ensino médio"))) AND (performance OR competence OR success OR predictor OR knowledge OR relationship OR achievement OR skill OR desempenho OR competência OR sucesso OR preditor OR conhecimento OR relação OR habilidade) AND (mathematics OR math OR matemática))))	You searched for: ALL FIELDS: Timespan: Last 5 years
Springer	(((ALL( preschool OR "preschool education" OR "preschool child" OR kindergarten OR "elementary school" OR "high school student" OR "junior high school" OR "middle school student" OR "middle school" OR pré-escola OR "educação infantil" OR pré-escolar OR "criança da educação infantil" OR escola OR "ensino fundamental" OR "ensino médio"))) AND (performance OR competence OR success OR predictor OR knowledge OR relationship OR achievement OR skill OR desempenho OR competência OR sucesso OR preditor OR conhecimento OR relação OR habilidade) AND (mathematics OR math OR matemática))) AND NOT (annals OR meeting OR proceedings OR congress OR conference OR chapter OR encyclopedia OR book OR report OR handbook)	within English Article 2014 – 2019

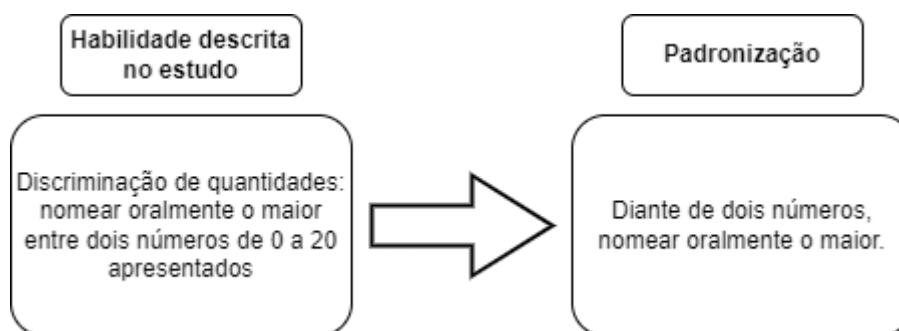
Salvamos e importamos as informações recuperadas a partir da busca em formato completo para o StArt. Identificamos os artigos duplicados e realizamos o rastreamento a partir da leitura dos títulos e resumos, excluindo os que não se enquadravam na proposta da revisão. Por fim, conduzimos a análise de elegibilidade dos estudos restantes, a partir da leitura dos textos completos.

## Extração e Análise de Dados

Elaboramos uma planilha no *software* Airtable (Liu et al., 2012), contendo ano escolar inicial e final avaliada ou idade (quando a informação sobre o ano escolar não estava disponível), habilidade avaliada em cada ano e resultados gerais. Registramos as habilidades descrevendo as tarefas realizadas pelos participantes dos estudos recorrendo aos testes utilizados, quando estivessem disponíveis. Adicionalmente coletamos informações como ano, país onde a pesquisa foi realizada, método e instrumentos para obter dados de caracterização dos estudos (Apêndice B). As habilidades descritas nos estudos foram reescritas registrando-se a condição antecedente e a resposta esperada e que foram listadas separadamente visando a identificar evidências do potencial preditivo dos repertórios descritos nos estudos. A Figura 7 apresenta um exemplo de habilidade identificada em um dos estudos incluídos e a forma como foi reescrita para fins de padronização.

**Figura 7**

*Exemplo de como as Habilidades Identificadas nos Estudos foram Reescritas*



Quando os estudos não apresentavam informações suficientes para essa descrição, registramos apenas uma descrição genérica (e.g., *score em teste de raciocínio matemático*). Chamamos as habilidades avaliadas no início da escolarização de *potenciais preditores*) e as avaliadas posteriormente de *potenciais indicadores de sucesso*. Em seguida, excluimos os

potenciais preditores e indicadores de sucesso cuja relação não foi confirmada nos resultados dos estudos, identificando e analisando, de fato, os *preditores e indicadores de sucesso*.

### **Avaliação de Qualidade dos Estudos Analisados**

Para avaliar a qualidade dos estudos incluídos consideramos: enquadramento conceitual e estado da arte, abertura e transparência, delineamento e método, análises e ferramentas culturalmente adequadas, validade, confiabilidade e clareza (BE2 - Building Evidence in Education, 2015). Esses critérios são descritos nos resultados da avaliação e na avaliação individual dos estudos, apresentada na íntegra no Apêndice C. A avaliação foi realizada pela pesquisadora e revisada pelos orientadores da pesquisa. Não foi realizado cálculo de concordância. Após a análise individual dos estudos, realizamos uma síntese da qualidade geral do conjunto de evidências considerando o tamanho da amostra revisada, o contexto e a consistência de resultados do conjunto de evidências.

A análise de qualidade de pesquisas em educação é relevante para que as evidências sejam avaliadas de maneira justa e equilibrada tanto para a proposição de políticas públicas, quanto para a delimitação de estudos futuros a partir de decisões bem-informadas (EB2, 2015).

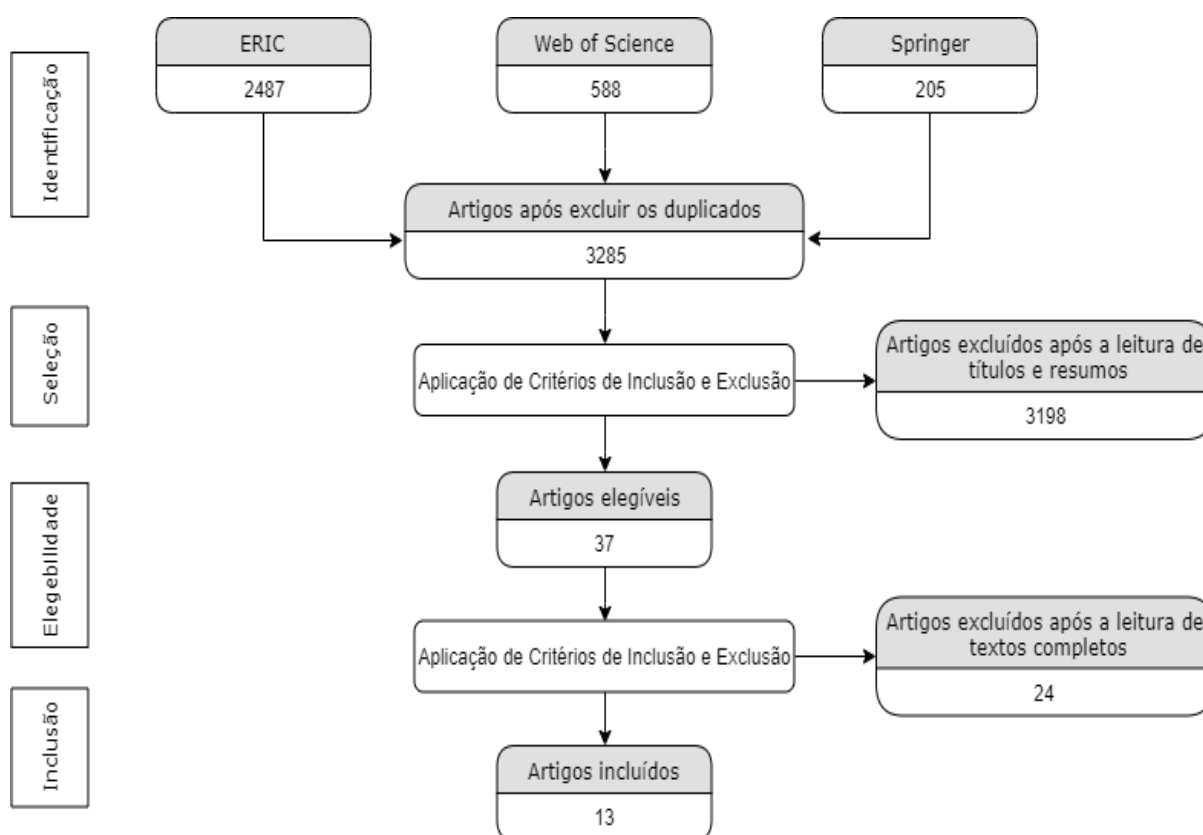
### **Resultados**

Inicialmente identificamos 3280 estudos, dos quais 45 estavam duplicados. A partir da leitura de títulos e resumos, excluimos outros 3128, que não cumpriam os critérios de inclusão. Dos 37 artigos elegíveis para leitura integral, 24 foram excluídos – cinco por não analisarem o potencial preditivo das habilidades avaliadas no início dos estudos, quatro por relacionarem o sucesso em matemática apenas com características do ambiente escolar ou familiar, três por conduzirem as avaliações em um mesmo ano escolar, três por avaliarem apenas habilidades posteriores ao ensino de aritmética, três por analisarem fatores cognitivos, sem relacioná-los às habilidades matemáticas (e.g., memória de trabalho), um por apresentar descrição geral de possíveis preditores (e.g., pensamento algébrico), um por analisar o potencial preditivo na

escolha de estratégias de resolução, um por fazer análise de um instrumento de avaliação, um por avaliar apenas repertórios prévios ao ensino de aritmética e um por ser um trabalho teórico conceitual. A síntese foi feita a partir de 13 artigos. Os resultados das etapas de identificação, seleção inicial, avaliação de elegibilidade e análise para inclusão dos estudos são apresentados na Figura 8.

**Figura 8**

*Fluxograma das Etapas de Busca até a Inclusão dos Artigos*



Em 11 estudos os autores avaliaram o desempenho de seus participantes longitudinalmente, enquanto em dois estudos a avaliação ocorreu de forma transversal (dados coletados simultaneamente para crianças da 1<sup>o</sup> até a 5<sup>o</sup> ano e para crianças entre 6 e 9 anos de idades - anos escolares não identificadas, por se tratar de um estudo transcultural). Os países com mais estudos foram conduzidos foram: Estados Unidos e Holanda. Um estudo analisou dados em três países. Não foram recuperados estudos realizados na América do Sul, Central ou

na África. As principais informações de identificação dos estudos estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2**

*Identificação dos Estudos Incluídos na Síntese Final*

<b>Autoria</b>	<b>Ano</b>	<b>Método</b>	<b>País<sup>a</sup></b>	<b>Cód<sup>b</sup></b>
Conoyer et al.	2016	Longitudinal	USA	A
He et al.	2016	Longitudinal	CHN	B
Koponen et al.	2016	Longitudinal	FIN	C
Laski et al.	2016	Longitudinal	USA	D
Hirsch et al.	2018	Longitudinal	NLD	E
Manfra et al.	2017	Longitudinal	USA	F
Moore e Ashcraft	2015	Transversal	USA	G
Paul et al.	2019	Longitudinal	AUS	H
Nguyen et al.	2016	Longitudinal	USA	I
Xenidou-Dervou et al.	2018	Longitudinal	NLD	J
Vanbinst et al.	2015	Longitudinal	BEL	K
Toll et al.	2015	Longitudinal	NLD	L
Rodic et al.	2018	Transversal	GBR, RUS, CHN	M

<sup>a</sup> As siglas utilizadas para os países estão de acordo com a ISO 3166-1 alfa-3. <sup>b</sup>

O código foi arbitrariamente atribuído aos artigos para identificá-los de maneira mais sucinta na análise de dados.

### **Avaliação da Qualidade dos Estudos**

O guia de avaliação da qualidade das evidências da BE2 faculta ao avaliador atribuir pontuação aos estudos. Optamos por pontuar com 1, 2 ou 3 para apresentar de maneira sintetizada a avaliação dos estudos para cada critério. Cada estudo recebeu uma pontuação referente a cada item de avaliação. A pontuação representou qualidade alta, média e baixa (3, 2 e 1 pontos, respectivamente). A Tabela 3 apresenta uma síntese da avaliação objetiva de qualidade dos estudos.

**Tabela 3***Avaliação de Qualidade Individual dos Estudos Incluídos na Síntese*

Proporção da pontuação obtida/pontuação possível em cada item de avaliação								
	Estado da arte	Abertura e transp.	Delineamento e método	Análises e ferram.	Validade	Confiabilidade	Clareza	Total
<b>A</b>	9/9	11/12	9/9	6/6	9/12	5/6	6/6	55/60 (92%)
<b>B</b>	9/9	9/12	9/9	4/6	8/12	5/6	6/6	50/60 (83%)
<b>C</b>	9/9	8/12	9/9	4/6	9/12	5/6	6/6	50/60 (83%)
<b>D</b>	9/9	8/12	9/9	4/6	9/12	5/6	6/6	50/60 (83%)
<b>E</b>	9/9	10/12	9/9	4/6	9/12	5/6	6/6	52/50 (87%)
<b>F</b>	9/9	9/12	9/9	5/6	9/12	5/6	6/6	52/50 (87%)
<b>G</b>	9/9	9/12	9/9	5/6	9/12	5/6	6/6	52/50 (87%)
<b>H</b>	9/9	9/12	9/9	5/6	10/12	5/6	6/6	53/60 (88%)
<b>I</b>	9/9	10/12	9/9	5/6	10/12	5/6	6/6	54/60 (90%)
<b>J</b>	9/9	9/12	9/9	5/6	10/12	5/6	6/6	53/60 (88%)
<b>K</b>	9/9	9/12	9/9	5/6	11/12	5/6	6/6	54/60 (90%)
<b>L</b>	9/9	7/12	9/9	5/6	9/12	5/6	6/6	50/60 (83%)
<b>M</b>	9/9	9/12	9/9	6/6	9/12	5/6	6/6	53/60 (88%)

*Nota.* Para cada princípio de qualidade, há um número variado de princípios associados e, por isso, há diferenças entre a pontuação máxima possível para cada princípio.

Os estudos incluídos apresentaram alta qualidade quanto ao enquadramento conceitual e estado da arte, robustez do delineamento e método e, por último, clareza. A menor pontuação na avaliação de transparência e abertura, refere-se, principalmente, a não indicação de financiamento ou declaração de ausência de conflitos (Estudos C, D e L). Nenhum dos estudos atingiu a pontuação máxima na avaliação de validade, principalmente por não descreverem suficientemente as condições de realização das pesquisas nas escolas, o que comprometeu a validade externa e a possibilidade de presumir a validade ecológica do estudo. Apesar dessas



insuficiências, todos os estudos incluídos receberam mais de 80% da pontuação máxima possível, podendo, assim, serem considerados de boa qualidade.

Quanto ao tamanho do conjunto de evidências, a análise depende da pergunta de pesquisa, contexto de pesquisa e área de produção. Nelson e Powell (2018) ao discutirem seus dados (maior quantidade de estudos recuperados entre 2006 e 2016), destacaram que a relativa novidade das publicações pode ter sido impulsionada pelo aprimoramento de financiamentos educacionais a projetos de pesquisa relacionados ao ensino e aprendizagem em Matemática no início da escolarização. Libertus et al. (2013) fazem consideração semelhante, afirmando que iniciativas para melhorar o ensino e compreender melhor os fatores que levam as crianças a desenvolverem interesse em disciplinas como Matemática e Ciências são recentes, sobretudo em razão do movimento de Educação STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics* – Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Diante do exposto, consideramos que o recorte de 13 estudos entre os anos de 2013 e 2019 parece razoável.

Quanto ao contexto de realização dos estudos, nenhum deles foi realizado na América do Sul, Central ou na África, conforme descrito na seção de caracterização dos estudos. Quanto à consistência dos resultados, a grande variedade de preditores e indicadores de sucesso, dificulta a identificação de resultados replicados, embora todos apresentem algum resultado positivo da relação entre preditores e indicadores de sucesso (mais detalhes nas próximas seções deste estudo). De modo geral, consideramos que o conjunto de evidências incluído é de boa qualidade, embora limitado pelo recorte de tempo e pela variedade conceitual observada.

### **Identificação dos Preditores e Indicadores de Sucesso**

A avaliação dos potenciais preditores e indicadores de sucesso foi realizada de diferentes maneiras de acordo com o relato dos estudos incluídos na amostra. Em sete deles foram aplicadas tarefas adaptadas ou semelhantes a atividades conduzidas em estudos anteriores, sendo que em três estudos havia algum tipo de dado de validade da avaliação.

Observou-se o uso de testes padronizados em cinco estudos. Além disso, foi realizada uma adaptação de itens de um teste, o uso de um teste não publicado e três conjuntos de tarefas desenvolvidos para os estudos.

Após a identificação de eventuais contextos antecedentes e respostas esperadas, encontramos 39 potenciais preditores e 31 potenciais indicadores de sucesso no conjunto dos estudos analisados. Após eliminar os possíveis preditores que não foram correlacionados à indicadores de sucesso e vice e versa, restaram 31 preditores e 15 indicadores de sucesso.

### ***Análise dos Preditores***

Entre os 31 preditores identificados, verificamos semelhança entre alguns deles, o que nos permitiu a criação de categorias. Agrupamos os preditores nas categorias: *relações de maior/menor em numerosidade, ordem/ordenação, contagem, relações numéricas e quantitativas equivalentes, relações de maior/menor em dimensões físicas, relações não numéricas e não quantitativas, pré-adição e unidades de medida*. Sinalizamos entre colchetes, ao final de cada item listados nas próximas seções, os estudos em que houve confirmação do valor preditivo para sucesso em matemática.

**Relações de Maior/Menor em Numerosidade.** Quatro preditores que compõem essa categoria avaliaram a compreensão de conceitos de maior e menor em relação à numerosidade. Em seis estudos esses preditores foram relacionados a algum indicador de sucesso nos resultados dos estudos.

1. Diante de dois números, nomear oralmente o maior [K] [L] [M].
2. Diante de dois conjuntos de elementos apresentados brevemente, apontar o maior em numerosidade [B] [I].
3. Diante de conjuntos de objetos, identificar qual é maior em numerosidade [E].
4. Diante de conjuntos de objetos, identificar qual é menor em numerosidade [E].

**Ordem/Ordenação.** Quatro preditores avaliaram a organização de sequências e ordem numérica e quantitativa. Quatro estudos relacionaram esses preditores e algum indicador de sucesso.

5. Diante de uma série de quatro números com uma lacuna, falar qual é o número faltante [A] [M].
6. Diante de uma sequência de elementos, identificar se estão em ordem crescente ou decrescente [E].
7. Diante de uma linha com marcação, estimar o número correspondente à marcação (linha numérica) [G].
8. Diante de uma sequência de números com uma lacuna, selecionar a resposta entre duas possíveis [M].

**Contagem.** A contagem oral foi relacionada a indicadores de sucesso em cinco estudos diferentes.

9. Diante de instrução oral, recitar oralmente números em sequência começando do 1 [C] [F] [I].
10. Diante de instrução oral, recitar oralmente números a partir de um número intermediário [C].
11. Diante de instrução oral, recitar oralmente números de trás para frente [C] [I].
12. Diante de conjuntos de objetos, identificar a cardinalidade [E] [F] [G] [I].
13. Diante de um conjunto de elementos, contá-los fazendo correspondência um-a-um [I].

**Relações Numéricas e Quantitativas Equivalentes.** Quatro preditores avaliaram relações entre números, quantidades, nome do número ou outras representações equivalentes. Cada um dos preditores foi relacionado a indicadores de sucesso em um artigo diferente.

14. Diante de instrução verbal, representar um número com blocos (representando unidades e dezenas) [D]
15. Diante do nome no número escrito, identificar o número (símbolo) correspondente [E]
16. Diante de números com múltiplos dígitos, nomear [H]
17. Diante de um conjunto de elementos, identificar o número correspondente [I]

**Relações de Maior/Menor em Dimensões Físicas.** Três preditores avaliaram a compreensão de diferentes dimensões físicas de objetos em um mesmo estudo e foram relacionadas a um indicador de sucesso amplo (escore de teste).

18. Diante de um conjunto de objetos, identificar o maior [F].
19. Diante de um conjunto de objetos, identificar o mais curto [F].
20. Diante de um conjunto de objetos, identificar o mais comprido [F].

**Relações não Numéricas ou Quantitativas.** Sete preditores avaliaram relações não necessariamente numéricas ou quantitativas, como produzir cópia, padrões, nomear estímulos familiares etc. Três estudos relacionaram com indicadores de sucesso.

21. Diante de estímulos visuais familiares apresentados rapidamente, nomeá-los [C].
22. Diante de um conjunto de figuras, identificar as que são iguais [E].
23. Diante de letras, numerais e formas, fazer cópia [F].
24. Diante de instrução, desenhar objetos simples [F].
25. Diante de uma sequência de padrões de figuras, identificar o padrão e completar a sequência [I].
26. Diante de instrução, identificar formas [I].

27. Diante de instrução combinar formas geométricas para formar outras formas [I].

**Pré-Adição.** Dois preditores avaliavam adições simples sem os símbolos formais de aritmética e foram indicadores de sucesso em um estudo.

28. Diante de dois conjuntos de elementos, falar o valor total (soma) [I].

29. Diante de dois números, falar o valor total (soma) [I].

**Unidades de Medida.** Dois preditores avaliaram a identificação e utilização de unidades de medida em um mesmo estudo. Ressalta-se que para esses preditores não havia informações suficientes que descrevessem as tarefas ou permitissem a operacionalização em termos de antecedentes e respostas esperadas. Ambos foram relacionados a indicadores de sucesso em um estudo.

30. Identificar os atributos de comprimento, área, peso e capacidade de objetos do dia a dia [I].

31. Utilizar instrumentos de medida para determinar o comprimento e a largura de objetos [I].

Apenas seis dos 31 preditores foram relacionados a algum indicador de sucesso (descrições avaliadas ao longo dos anos escolares cuja relação foi confirmada nos resultados dos estudos) em mais de um estudo. Três foram categorizados como contagem, dois em maior/menor em numerosidade e um em ordem/ordenação. Os demais foram considerados preditores (descrições avaliadas apenas no início da escolarização, geralmente habilidades mais simples), apenas uma vez, em um estudo cada.

### ***Análise dos Indicadores de Sucesso***

Categorizamos os 15 indicadores de sucesso em: *pontuação geral em testes que avaliam várias habilidades, aritmética e linha numérica*. Assim como na análise dos preditores, os estudos que descrevem os indicadores de sucesso são sinalizados ao final de cada item.

**Pontuação Geral em Testes que Avaliam Várias Habilidades.** Seis dos indicadores de sucesso em matemática referem-se a este tipo de teste. Cada um deles foi utilizado em um estudo distinto.

32. Escore geral em teste estadual para 3º ano (calcular adequadamente multiplicações de 1 a 5, resolver problemas escritos de adição e subtração até 20, ampliar padrões de símbolos ou números a partir de uma regra, identificar formas divididas em frações, comunicar horário em relógio digital ou analógico, comparar e arredondar números próximos a 10 e 100, usar unidades formais de medidas para comunicar comprimento, interpretar dados apresentados em um gráfico) [A].
33. Escore geral em teste com conteúdo até 6º ano (números e relações numéricas, aritmética mental, aritmética escrita, aritmética aproximada, cálculos com frações e porcentagens, uso de unidades de medida) [E].
34. Escore geral em teste que avalia senso numérico e operações, padrões, relações e álgebra, geometria e medida, dados, estatística e probabilidade, processo de cálculo e representações, estimativas, conexões matemáticas, raciocínio e solução de problemas [F].
35. Escore total em teste que inclui frações, geometria, multiplicação, divisão e interpretação de dados [I].
36. Escore total em teste que inclui problemas escritos sobre peso, tempo, comprimento, proporções, números e relações entre números, adição, subtração, multiplicação e divisão [J].
37. Escore em teste de raciocínio matemático (números, relações numéricas, adição e subtração) [L].

**Aritmética.** Oito dos indicadores de sucesso referem-se ao desempenho em tarefas aritméticas, variando-se o tipo de resposta (oral, escrita etc.), a limitação ou não de tempo entre outros.

38. Diante de uma multiplicação de um número de 1 dígito por um de 2, selecionar a resposta correta entre quatro alternativas [B].
39. Diante de operações de adição e subtração, resolvê-las em um tempo limitado (fluência aritmética) [L].
40. Diante de operações de adição, resolvê-las [D].
41. Diante de operações de subtração, resolvê-las [D].
42. Diante de problemas escritos, resolvê-los [D].
43. Diante de uma operação de adição, falar oralmente o resultado [G] [K].
44. Diante de uma operação de subtração, falar oralmente o resultado [G] [K].
45. Diante de um problema de subtração, selecionar a resposta entre duas possíveis [M].

**Linha Numérica.** Uma tarefa de linha numérica foi avaliada como indicador de sucesso em um estudo.

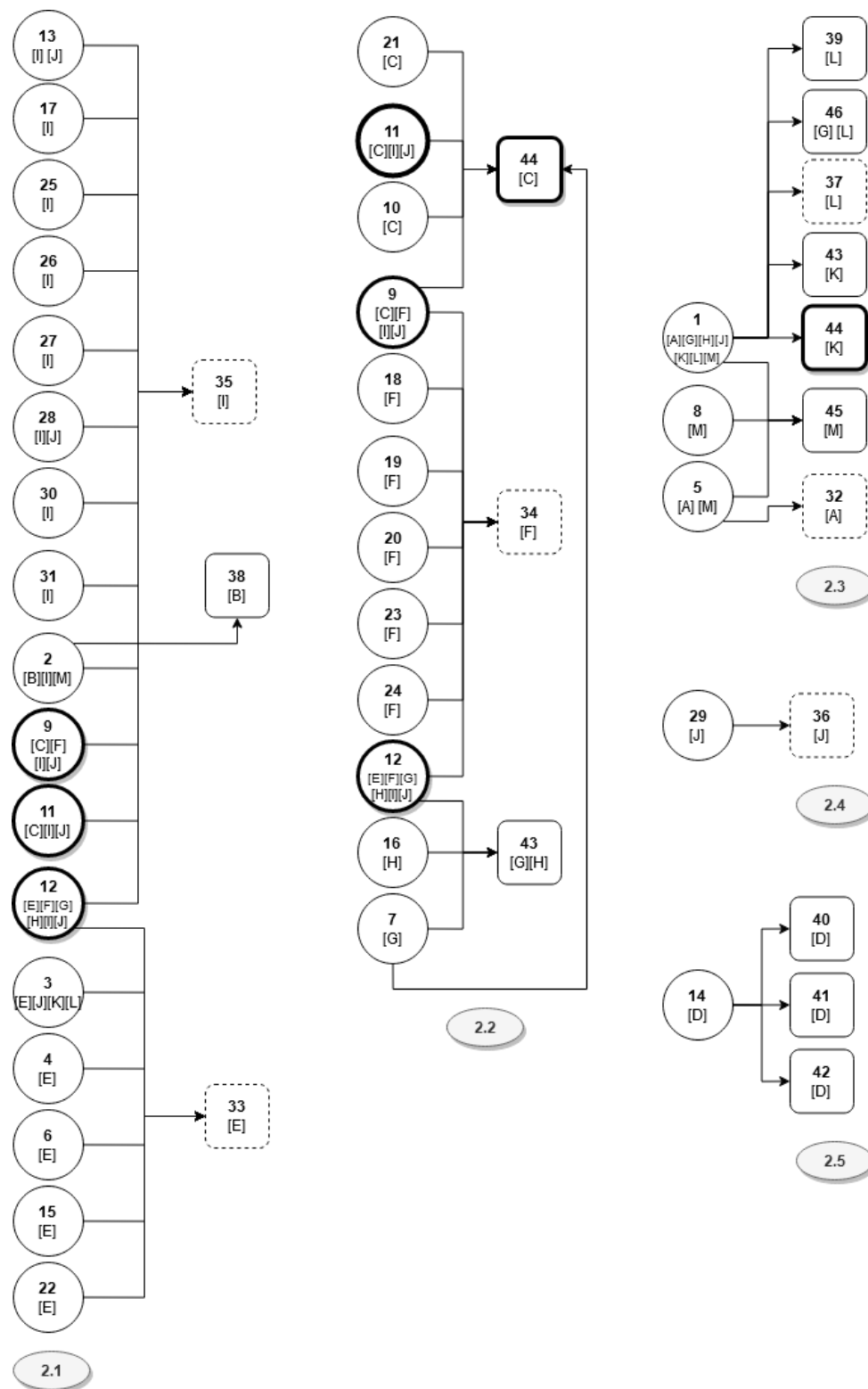
46. Diante de uma linha com marcação, estimar o número correspondente à marcação (linha numérica) [L].

### ***Relações entre Preditores e Indicadores de Sucesso***

A Figura 9 ilustra as relações entre os preditores e indicadores de sucesso identificados na amostra.

**Figura 9**

*Diagramas dos Preditores e Indicadores de Sucesso em Matemática*



*Nota.* Os círculos representam os preditores e os quadrados representam os indicadores de sucesso. Os indicadores de sucesso cuja borda é pontilhada são



baseados em resultados de testes e para os quais não havia detalhamento das tarefas. A direção das setas vai dos preditores para os indicadores de sucesso. As letras de A a M indicam os estudos em que os preditores e indicadores de sucesso aparecem e os números de 1 a 46 representam os próprios preditores e indicadores de sucesso. As formas com borda mais espessa indicam as informações que se repetem na figura. Para sintetizar as informações de 13 estudos foi necessária a elaboração de 5 diagramas diferentes. As elipses identificam os diagramas construídos para ilustrar as relações.

Todos os estudos analisados apresentaram relações entre, ao menos, um preditor e um indicador de sucesso conforme ilustrado nos diagramas da Figura 2 (B e I = 2.1; C, F, H = 2.2; G = 2.2 e 2.3; L, K, M, A = 2.3; J = 2.4; D = 2.5). Dos 31 preditores, nove (1, 2, 3, 5, 9, 11, 12, 13, 28) eram comuns a mais de um estudo, embora o valor preditivo não tenha se confirmado nos resultados de todos eles. Por exemplo, “diante de dois números, nomear oralmente o maior” (representado pelo número 1 no diagrama) foi identificado como potencial preditor em sete estudos, mas efetivamente mostrou-se relacionado a algum indicador de sucesso em apenas quatro (L, G, K, M; ver em 2.3)

Observa-se que há seis indicadores de sucesso que não puderam ser detalhadamente descritos (33 e 35 em 2.1; 34 em 2.2; 32 e 37 em 2.3; 36 em 2.4). Nesses casos, os estudos geralmente avaliaram o sucesso por meio da pontuação geral em testes padronizados. Ainda que o uso desses testes seja importante para garantir a validade da medida, esse tipo de dado não informa especificamente em quais tarefas os participantes obtiveram sucesso. Ressalta-se a descontinuidade entre preditores e indicadores de sucesso avaliados no conjunto de estudos analisados. Para sintetizar as informações de 13 estudos foi necessária a elaboração de 5 diagramas diferentes.

## Discussão

Buscamos identificar evidências de relação entre o desempenho em tarefas nos anos iniciais e o desempenho escolar posterior em Matemática. Todos os estudos demonstraram a relação entre ao menos um preditor e um indicador de sucesso, confirmando a tese geral de que alguns repertórios matemáticos anteriores ao ensino formal de aritmética podem facilitar a aprendizagem posterior. Esses dados são semelhantes aos observados em estudos anteriores ao recorte de tempo delimitado neste estudo (e.g. Aubrey & Godfrey, 2003; Aubrey et al., 2006; Aunio & Niemivirta, 2010; Jordan et al., 2007).

O destaque dado às habilidades preditoras de sucesso em matemática complementa os achados de Nelson e Powell (2018) que indicaram que estudantes com dificuldades em habilidades matemáticas no início do processo de escolarização tendem a manter desempenho inferior aos pares sem dificuldade ao longo dos anos escolares. Eventuais dificuldades, entretanto, não devem ser encaradas como inescapáveis, diante das diversas condições ambientais que afetam a aprendizagem matemática: estratégias de ensino adotadas, recursos disponíveis e até mesmo alimentação, entre outros, têm sido apontados como fatores relacionados ao bom desempenho acadêmico (Abad & López, 2017). Assim, para além das dificuldades apresentadas pelos estudantes é necessário observar e intervir no ambiente de aprendizagem da matemática.

Ressalta-se, ainda, a noção de que elementos das habilidades de contar, comparar, somar e subtrair quantidades podem ser aprendidas antes mesmo do início da escolarização das crianças em interações com seu ambiente (Dehaene, 1997; Jordan et al., 2006) e de certa maneira, pode ser que os responsáveis pelo ensino esperem que as crianças já as realizem, dispensando avaliações sistemáticas. Nos casos em que isso venha a ocorrer, as chances de intervenções precoces para diminuir os déficits dos aprendizes são reduzidas.

Quanto aos aspectos descritivos, identificamos três preditores relacionados à comparação de magnitudes representadas por numerais (Figura 2, Diagramas 2.1, 2.2 e 2.6) correlacionados a oito indicadores de sucesso. Também identificamos três preditores relacionados à comparação de magnitudes representadas por conjuntos de elementos (Figura 2, Diagramas 2.3 e 2.6) correlacionados a quatro indicadores de sucesso.

Essas informações parecem reproduzir a literatura que indica que essas habilidades desempenham papel predominante como precursoras da aprendizagem matemática posterior (Cirino, 2011; Schneider et al., 2017). Entretanto, é preciso analisar tais resultados com cautela. A presença de correlação desses preditores com escores totais em testes sem a descrição detalhada das habilidades por eles avaliadas, não sinaliza claramente quais são os indicadores de sucesso. Esses estudos avaliam o potencial de contagem (Nguyen et al., 2016; Xenidou-Dervou et al., 2018), comparações entre numerais e quantidades (Toll et al., 2015) e aritmética (Xenidou-Dervou et al., 2018) como preditores de desempenho geral em matemática.

Há outra tendência que pode explicar a falta de detalhamento dos indicadores de sucesso: é comum que em avaliações longitudinais de larga escala sejam coletados apenas a soma dos escores dos testes (Hirsch et al., 2018). Em três estudos (Hirsch et al., 2018; Toll et al., 2015; Xenidou-Dervou et al., 2018) foram utilizados testes desenvolvidos pelo mesmo instituto e apenas em um deles (Hirsch et al., 2018) foram coletadas informações sobre os itens, separados em cinco fatores – padrões, seriação, comparação não simbólica, contagem e comparação e contagem e conhecimento numérico simbólico. Nesse caso, a análise foi feita por meio da Teoria de Resposta ao Item, mas não foi apresentado detalhamento sobre os fatores utilizados como variáveis latentes, o que não fornece informações suficientes para uma operacionalização.

Destacamos também a identificação de cinco preditores relacionados à contagem, amplamente reconhecida na literatura como uma habilidade complexa e relevante para a

aprendizagem matemática (Fuson, 1988; Gelman & Gallistel, 1986; Nunes & Bryant, 1996; Sophian, 1996). Destes, dois estão claramente relacionados aos princípios de relação um-para-um (*one-one principle*) e de cardinalidade (*cardinal principle*) propostos por Gelman e Gallistel (1978/1986), enquanto os demais referem-se à produção de cadeia verbal de números. Crianças mais novas tendem a produzir algum tipo de cadeia verbal recitando o nome dos números, sem necessariamente compreender os princípios, ou seja, sem contar com significado (Nunes & Bryant, 1996). Diante disso, sugere-se parcimônia ao tratar do papel preditivo da habilidade de recitar números diante de instruções verbais, uma vez que, nesses casos, nem sempre há informações adicionais para verificar se a criança apenas recitava os números ou se o fazia com significado.

Quanto à representação de preditores em comparação à literatura da área, observamos tanto semelhanças quanto diferenças. Hirsch et al. (2018) identificaram em uma breve revisão narrativa a predominância de habilidades relacionadas à contagem, identificação de símbolos, nomeação de números, uso do nome dos números e comparação entre numerais. Com exceção de nomeação de números, identificamos a avaliação das demais habilidades. Os autores, entretanto, identificaram baixa frequência de avaliação de habilidades relacionadas à comparação entre numerais e aritmética simples, que foram identificados em frequência semelhante às demais, no presente estudo. Em relação aos indicadores de sucesso, os resultados são comparáveis aos de Nelson e Powell (2018) que identificaram poucos estudos longitudinais que avaliassem operações com frações.

Ainda que alguns autores (Gualberto et al., 2009; Ruiz, 2015) nomeiem certas habilidades como pré-requisitos, e que análises de regressão tenham sido utilizadas em estudos longitudinais, entendemos que o atual estado da arte não permite afirmar que os preditores aqui identificados sejam automaticamente considerados condição prévia obrigatória para a aprendizagem posterior. Consideramos essa uma lacuna empírica a ser preenchida. O conceito

de predição é fundamentalmente probabilístico e a realização de experimentos é um método para aumentar a probabilidade de que a predição esteja correta. Kerlinger (1978) descreve dois tipos de definições operacionais: mensuráveis e experimentais. A primeira descreve como uma variável será medida, enquanto a última apresenta os detalhes da manipulação experimental da variável. Ao serem observados os efeitos dessa manipulação, aumenta-se a probabilidade da predição operacionalmente descrita esteja correta. A grande variedade de aspectos analisados nos estudos (e.g., dos 31 preditores identificados, 25 não se repetiram entre os estudos) dificulta afirmações mais robustas sobre os preditores, considerando-se o baixo número de replicações.

Essa variedade é uma questão discutida pelo menos desde 1988 por Karen Fuson. A autora destaca que pesquisas sobre a compreensão de conceitos numéricos por crianças são conduzidas por pesquisadores de diferentes perspectivas teóricas (Ciências Cognitivas, diversas abordagens psicológicas, Educação Matemática etc.), o que poderia ser considerado uma vantagem pela produção diversificada de dados. Por outro lado, o que a autora observava, e que parece se repetir em alguma medida até os dias de hoje, é uma literatura pouco integrada e com poucas citações entre trabalhos de diferentes orientações teórico-metodológicas. Essa característica da produção limita a extensão em que um trabalho pode e efetivamente influencia outros, como pode ser observado na variedade de preditores e indicadores de sucesso que não se repetem entre os estudos aqui sintetizados.

Quanto à possibilidade de integrar a literatura, buscamos operacionalizar preditores e indicadores de sucesso e agrupar as informações semelhantes. Definições operacionais atribuem significados a construtos ou variáveis especificando as operações necessárias para mensurá-los – o que as torna mais úteis às atividades de pesquisa empírica (Bordens & Abbott, 2017; Feest, 2005; Slife et al., 2016).

Nas definições operacionais realizadas, respeitamos o tipo de resposta descrito nos estudos (e.g., nomear, escolher entre alternativas, identificar etc.) e as condições antecedentes, conforme sugestão de Carmo (2002c). Para as condições antecedentes, em razão dos diferentes níveis de detalhamento, foi necessário optar por descrições relativamente vagas, que não descreviam, por exemplo, a disposição espacial dos elementos de um conjunto. Estudos sobre aquisição de conceito de número (Carmo, 2002b; Monteiro & Medeiros, 2002a; Prado & de Rose, 1999a), destacam a importância de estabelecer relações entre diferentes estímulos (numerais, conjuntos de elementos, nome dos numerais escritos etc.) e tipos de respostas requeridas. O conjunto de preditores e indicadores de sucesso identificado não contempla todas as relações possíveis.

Apesar de nenhuma definição operacional expressar todas as variáveis, acarretando em certa medida no estreitamento de um conceito a presença de um vocabulário não científico enraizado em muitas das ciências humanas, torna tão importante quanto difícil a descrição das operações necessárias para a mensuração de um fenômeno (Bordens & Abbott, 2017). A dificuldade encontrada para descrever com precisão os conceitos dos estudos é coerente com a percepção de pesquisadores da área. Conforme destaca Carmo (2002b): “os estudos acerca de repertórios matemáticos oferecem exemplos singulares da dificuldade ou falta de consenso entre analistas ao lidar com expressões um tanto vagas” (p.182-183). Acreditamos que estudos como este podem contribuir para algum nível de integração da produção.

### **Considerações Finais**

Embora uma revisão sistemática busque identificar o estado da arte com algum nível de precisão e reprodutibilidade, existem limitações decorrentes das escolhas dos pesquisadores. A ausência de acesso aos testes utilizados, por exemplo, acarretou a descrição genérica de muitos indicadores de sucesso, comprometendo a análise de relações específicas entre as habilidades anteriores e posteriores ao ensino de aritmética. A opção por analisar apenas estudos

longitudinais e transversais também limita o conjunto de dados analisados. Identificar evidências em outros tipos de pesquisa pode ser útil para uma melhor integração dos resultados e para a descrição de procedimentos de ensino e avaliação dessas habilidades.

Há também limitações que podem prejudicar a qualidade de uma revisão sistemática que independem de questões de procedimento (Shamseer et al., 2015). O viés de publicação refere-se à maior probabilidade de estudos com resultados positivos serem publicados, ou ao menos publicados mais rapidamente. Considerando que todos os estudos indicaram relação entre ao menos um preditor e um indicador de sucesso, podemos supor que algum nível de viés de publicação foi observado. Quanto ao viés de linguagem, as *strings* de busca foram compostas por descritores em inglês e palavras-chave em português, o que limita os resultados a esses idiomas. Entretanto, considerando que mesmo artigos escritos em outros idiomas tendem a ter resumos em inglês, identificamos que na presente revisão, o viés de linguagem não parece ter comprometido largamente a amostra. Além disso, nenhum artigo foi excluído por estar em outro idioma.

Ressaltamos que a ausência de estudos na América do Sul, e particularmente no Brasil não nos permite discutir precisamente o cenário nacional. Variáveis relevantes como currículo, métodos de ensino, práticas de avaliação, estrutura formal dos anos escolares entre outros, podem exercer papel importante na aprendizagem e remediação na aprendizagem de preditores, por exemplo. Assim, ainda que nossa análise tenha sido realizada com base na revisão sistemática de literatura incluindo apenas os trabalhos que cumprissem os critérios de inclusão, reconhecemos que não é possível identificar em que medida dados do Brasil se assemelharam ou distanciaram dos aqui revisados. É certo que para que esses dados sejam coletados é necessário maior investimento em pesquisas de longa duração, o que ainda não é realidade nas pesquisas de Educação no Brasil (Gaya & Bruel, 2019).

Em síntese, no presente estudo constatamos as evidências já descritas na literatura a respeito da relação entre o desempenho em tarefas anteriores ao ensino formal de aritmética e o posterior desempenho escolar em Matemática. A partir da síntese de estudos longitudinais e transversais, identificamos 31 preditores positivamente correlacionados com 15 indicadores de sucesso. Os preditores foram classificados em relações de maior/menor em numerosidade, ordem/ordenação, contagem, relações numéricas e quantitativas equivalentes, relações de maior/menor em dimensões físicas, relações não numéricas e não quantitativas, pré-adição e unidades de medida. Os indicadores de sucesso constituíram três grupos: pontuação geral em testes que avaliam várias habilidades, aritmética e linha numérica. Observamos grande dispersão conceitual e operacional das habilidades avaliadas. Essas características da literatura não permitiram identificar consenso para um conjunto de habilidades básicas, predictoras de sucesso posterior, mas conjuntos separados de evidências com pouca interlocução. Neste estudo buscamos contribuir a partir de definições operacionais de preditores e indicadores de sucesso em matemática.



### Referências

- Abad, F. M., & López, A. A. C. C. (2017). Data-mining techniques in detecting factors linked to academic achievement. *School Effectiveness and School Improvement*, 28(1), 39–55. <https://doi.org/10.1080/09243453.2016.1235591>
- Aubrey, C., & Godfrey, R. (2003). The development of children's early numeracy through key stage 1. *British Educational Research Journal*, 29(6), 821–840. <https://doi.org/10.1080/0141192032000137321>
- Aubrey, C., Godfrey, R., & Dahl, S. (2006). Early mathematics development and later achievement: Further evidence. *Mathematics Education Research Journal*, 18(1), 27–46. <https://doi.org/10.1007/BF03217428>
- Aunio, P., Ee, J., Lim, S. E. A., Hautamäki, J., & Van Luit, J. (2004). Young children's number sense in Finland, Hong Kong and Singapore. *International Journal of Early Years Education*, 12(3), 195–216. <https://doi.org/10.1080/0966976042000268681>
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 427–435. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.06.003>
- Barnes, M. A., Clemens, N. H., Fall, A.-M., Roberts, G., Klein, A., Starkey, P., McCandliss, B., Zucker, T., & Flynn, K. (2020). Cognitive predictors of difficulties in math and reading in pre-kindergarten children at high risk for learning disabilities. *Journal of Educational Psychology*, 112(4), 685. <https://doi.org/10.1037/edu0000404>
- Bordens, K. S., & Abbott, B. B. (2017). *Research Design and Methods: A Process Approach* (10<sup>o</sup> ed). McGraw-Hill.
- Carmo, J. S. (2002a). *Comportamento conceitual numérico: Um modelo de rede de relações equivalentes* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade Federal de São Carlos.

- Carmo, J. S. (2002b). Definições operacionais de habilidades matemáticas elementares. In H. J. Guilhardi, M. B. B. P. Madi, P. P. Queiroz, & M. C. Scoz (Orgs.), *Sobre comportamento e cognição: Contribuições para a construção da teoria do comportamento*. (Vol. 9, p. 181–191). ESETec.
- Carmo, J. S., & Prado, P. S. T. (2010). Estudos sobre habilidades pré-aritméticas. In J. S. Carmo & P. S. T. Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (1º ed, p. 23–27). ESETec.
- Cirino, P. T. (2011). The interrelationships of mathematical precursors in kindergarten. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(4), 713–733.  
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.11.004>
- \*Conoyer, S. J., Foegen, A., & Lembke, E. S. (2016). Early numeracy indicators: Examining predictive utility across years and states. *Remedial and Special Education*, 37(3), 159–171. <https://doi.org/10.1177/0741932515619758>
- Dehaene, S. (1997). *The number sense*. Oxford University Press.
- Desoete, Annemie., Stock, ., Schepens, A., Baeyens, D., & Roeyers, H. (2009). Classification, seriation, and counting in grades 1, 2, and 3 as two-year longitudinal predictors for low achieving in numerical facility and arithmetical achievement? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 252–264.  
<https://doi.org/10.1177/0734282908330588>
- Fabbri, S., Hernandez, E., Thommazo, A. D., Belgamo, A., Zamboni, A., & Silva, C. (2018). Managing Literature Reviews Information through Visualization. *Proceedings of the 14th International Conference on Enterprise Information Systems*, 2, 36–45.  
<https://doi.org/10.5220/0004004000360045>

- Feest, U. (2005). Operationism in psychology: What the debate is about, what the debate should be about. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 41(2), 131–149. <https://doi.org/10.1002/jhbs.20079>
- Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. Springer-Verlag. 10.I0071978-1-46 12-J7S4-9
- Gaya, T. F. M., & Bruel, A. L. (2019). Estudos longitudinais em educação no Brasil: Revisão de literatura da abordagem metodológica e utilização de dados educacionais para pesquisas em Educação. *Revista de Estudos Teóricos y Epistemológicos en Política Educativa*, 4, 1–18. <https://doi.org/10.5212/retepe.v.4.015>
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1986). *The Child's Understanding of Number* (2<sup>o</sup> ed). Harvard University Press.
- Gualberto, P. M. A., Aloí, 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), 21–36. <https://doi.org/10.18542/rebac.v5i2.928>
- Guimarães, T. A. M. C. (2015). *Proposição e avaliação de uma sequência hierárquica para o comportamento de contagem* [Tese de Doutorado. Sistema de publicação eletrônica de teses e dissertações, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/16752>
- \*He, Y., Zhou, X., Shi, D., Song, H., Zhang, H., & Shi, J. (2016). New evidence on causal relationship between approximate number system (ANS) acuity and arithmetic ability in Elementary-School students: A longitudinal cross-lagged analysis. *Frontiers in Psychology*, 7(1052). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01052>
- \*Hirsch, S., Lambert, K., Coppens, K., & Moeller, K. (2018). Basic numerical competences in large-scale assessment data: Structure and long-term relevance. *Journal of*

*Experimental Child Psychology*, 167, 32–48.

<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.015>

ISO 3166-1 alfa-3. (n.d.). In *Wikipedia*. [https://pt.wikipedia.org/wiki/ISO\\_3166-1\\_alfa-3](https://pt.wikipedia.org/wiki/ISO_3166-1_alfa-3)

Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 36–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x>

Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77(1), 153–175. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x>

Kerlinger, F. N. (1978). *Foundations of Behavioral Research*. Holt, Rinehart and Winston, Inc.

\*Koponen, T., Salmi, P., Torppa, M., Eklund, K., Aro, T., Aro, M., Poikkeus, A.-M., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2016). Counting and rapid naming predict the fluency of arithmetic and reading skills. *Contemporary Educational Psychology*, 44–45, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.02.004>

\*Laski, E. V., Schiffman, J., Shen, C., & Vasilyeva, M. (2016). Kindergartners' base-10 knowledge predicts arithmetic accuracy concurrently and longitudinally. *Learning and Individual Differences*, 50, 234–239. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.08.004>

Levine, S. C., Jordan, Nancy C., & Huttenlocher, J. (1992). Development of calculation abilities in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 53(1), 72–103. [https://doi.org/10.1016/S0022-0965\(05\)80005-0](https://doi.org/10.1016/S0022-0965(05)80005-0)

Libertus, M. E., Feigenson, L., & Halberda, J. (2013). Is approximate number precision a stable predictor of math ability? *Learning and Individual Differences*, 25, 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.02.001>

Liu, H., Ofstad, A., & Nicholas, E. (2012). *Airtable* [Software colaborativo].

<https://airtable.com/>

\*Manfra, L., Squires, C., Dinehart, L. H. B., Bleiker, C., Hartman, S. C., & Winsler, A.

(2017). Preschool writing and premathematics predict Grade 3 achievement for low-income, ethnically diverse children. *Journal of Educational Research*, *110*(5), 528–537. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1145095>

McGrew, K. S., & Woodcock, R. W. (2001). *Woodcock-Johnson III*. Riverside.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement.

*PLOS Medicine*, *6*(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Monteiro, G., & Medeiros, J. G. (2002). A contagem oral como pré-requisito para a aquisição do conceito de número com crianças pré-escolares. *Estudos de Psicologia*, *7*(1), 73–90. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2002000100009>

\*Moore, A. M., & Ashcraft, M. K. (2015). Children's mathematical performance: Five cognitive tasks across five grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, *135*, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.02.003>

National Mathematics Advisory Panel. (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. U.S. Department of Education.

<https://www2.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/final-report.pdf>

Nelson, G., & Powell, S. R. (2018). A Systematic Review of Longitudinal Studies of Mathematics Difficulty. *Journal of Learning Disabilities*, *51*(6), 523–539.

<https://doi.org/10.1177/0022219417714773>

\*Nguyen, T., Watts, T. W., Duncan, G. J., Clements, D. H., Sarama, J. S., Wolfe, C., &

Spitler, M. E. (2016). Which preschool mathematics competencies are most predictive

of fifth grade achievement? *Early Childhood Research Quarterly*, *36*, 550–560.

<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2016.02.003>

- Nunes, T., & Bryant, P. (1996). *Children doing mathematics*. Blackwell Publishers.
- \*Paul, J. M., Gray, S. A., Butterworth, B. L., & Reeve, R. A. (2019). Reading and math tests differentially predict number transcoding and number fact speed longitudinally: A random intercept cross-lagged panel approach. *Journal of Educational Psychology*, *111*(2), 299–313. <https://doi.org/10.1037/edu0000287>
- Prado, P. S. T. do, & de Rose, J. C. (1999). Conceito de número: Uma contribuição da análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, *15*(3), 227–235.
- \*Rodic, M., Cui, J., Malykh, S., Zhou, X., Gynku, E. I., Bogdanova, E. L., Zueva, D. Y., Bogdanova, O. Y., & Kovas, Y. (2018). Cognition, emotion, and arithmetic in primary school: A cross-cultural investigation. *British Journal of Developmental Psychology*, *36*(2), 255–276. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12248>
- Ruiz, N. G. (2015). Pre-requisitos para la adquisición de conceptos matemáticos. *Siete Olmedo*. <http://www.sieteolmedo.com.mx/2015/04/15/pre-requisitos-para-la-adquisicion-de-conceptos-matematicos/>
- Schneider, M., Beeres, K., Coban, L., Merz, S., Schmidt, S. S., Stricker, J., & Smedt, B. D. (2017). Associations of non-symbolic and symbolic numerical magnitude processing with mathematical competence: A meta-analysis. *Developmental Science*, *20*(3), e12372. <https://doi.org/10.1111/desc.12372>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Gherzi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: Elaboration and explanation. *BMJ*, *349*, 1–25. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Skinner, B. F. (2014). *Verbal Behavior*. BF Skinner Foundation.

- Slife, B. D., Wright, C. D., & Yanchar, S. C. (2016). Using operational definitions in research: A best-practices approach. *The Journal of Mind and Behavior*, 37(2), 119–139.
- Sophian, C. (1996). *Children's numbers* (1<sup>o</sup> ed). Westview Press.
- \*Toll, S. W. M., Van Viersen, S., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2015). The development of (non-)symbolic comparison skills throughout kindergarten and their relations with basic mathematical skills. *Learning and Individual Differences*, 38, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.006>
- \*Vanbinst, K., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2015). Does numerical processing uniquely predict first graders' future development of single-digit arithmetic? *Learning and Individual Differences*, 37, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.004>
- \*Xenidou-Dervou, I., Van Luit, J. E. H., Kroesbergen, E. H., Friso-van den Bos, I., Jonkman, L. M., van der Schoot, M., & van Lieshout, E. C. D. M. (2018). Cognitive predictors of children's development in mathematics achievement: A latent growth modeling approach. *Developmental Science*, 21(6), e12671. <https://doi.org/10.1111/desc.12671>
- Zamboni, A. B., Thommazo, A. D., Hernandez, E. C., & Fabbri, S. C. P. F. (2010). StArt: Uma ferramenta computacional de apoio à revisão sistemática. *Anais da Brazilian Conference on Software: Theory and Practice - Tools session*. UFBA., 9196. <http://homes.dcc.ufba.br/~flach/docs/Ferramentas-CBSoft-2010.pdf>

## CAPÍTULO 2

### COMPORTAMENTOS PRÉ-ARITMÉTICOS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA ANALÍTICO-COMPORTAMENTAL E PROPOSTA DE DEFINIÇÃO

O emprego da Análise do Comportamento Aplicada ao ensino e intervenção em dificuldades de aprendizagem da matemática tem sido explorado há décadas. Há 30 anos, por exemplo, Pereira e Winton (1991) revisaram 55 estudos comportamentais sobre ensino e remediação de dificuldades em matemática. Os estudos apresentavam principalmente a manipulação de condições antecedentes como instruções, o ensino de operações aritméticas a crianças de até 10 anos de idade, geralmente com dificuldades de aprendizagem. Os autores indicaram que os procedimentos de intervenção e delineamentos experimentais de pesquisa foram se tornando mais sofisticados e adequados ao longo do tempo, demonstrando a efetividade das propostas. Apesar do antigo interesse, e de recentes esforços de colaboração no Brasil (e.g., Haydu et al., no prelo) e integração da produção (e.g., Del Rey, 2009; Henklain et al., 2017b; Henklain & Carmo, 2011b), parte da produção analítico-comportamental sobre comportamentos matemáticos segue pouco sistematizada, dados os objetivos mais gerais de reunir a produção das revisões conduzidas até o momento.

O comportamento matemático envolve um repertório simbólico complexo de operantes verbais sob controle de propriedades numéricas e quantitativas. Esse repertório é estabelecido e mantido por contingências que produzem correspondência entre o comportamento verbal e propriedades do ambiente por meio de discriminações (de Rose, 2010). Estudos sobre comportamento matemático também agregam contribuições oferecidas pelo modelo de equivalência de estímulos (Sidman, 1971; Sidman & Tailby, 1982) e nas extensões sugeridas pela Teoria das Molduras Relacionais (Hayes et al., 2001) para investigar comportamentos simbólicos. Em estudos que empregam o modelo de equivalência de estímulos (Araújo & Ferreira, 2008; Carmo, 2002; Prado & de Rose, 1999), o comportamento matemático é definido



como uma rede de relações entre símbolos (estímulos/eventos ambientais) como sinais das operações, algarismos, representações pictóricas de numerosidades ou entre símbolos e as respostas emitidas pelos indivíduos em função dessas relações. Entendemos que essa definição pode compreender também as relações derivadas de comparação e oposição, conforme sugerido por Ninnes et al. (2009).

Em uma revisão de trabalhos publicados entre 1992 e 2009, Rehfeldt (2011) examinou 26 estudos sobre equivalência de estímulos e relações derivadas publicadas no *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA). A maioria dos estudos – 14 no total (54%) - investigou a formação de classes de estímulos e respostas de vocabulário receptivo e expressivo – provavelmente uma influência direta dos estudos iniciais de Sidman (Sidman, 1971; Sidman & Cresson, 1973). Cinco estudos (19%), entretanto, empregaram estímulos numéricos. Ainda que pouco numerosos, esses estudos produziram ao menos duas contribuições: a) a compreensão teórica e o estudo do comportamento matemático como um complexo repertório simbólico; b) a possibilidade de criar estratégias instrucionais baseadas no treino de algumas relações emergência de outras.

É possível encontrar literatura sobre formação de classes de equivalência e relações derivadas para o ensino, por exemplo, de relações entre frações e decimais (Lynch & Cuvo, 1995), funções algébricas e trigonométricas (Ninness et al., 2005, 2006, 2009), inferências (Critchfield & Fienup, 2010) e interações estatísticas (Fields et al., 2009). Diante da variedade temática e do pequeno número de estudos, Rehfeldt (2011) sinaliza a importância de pesquisas que investiguem a aquisição de conceitos matemáticos em crianças pequenas, sobretudo em razão do desempenho preocupante dos estudantes.

Investigações dessa natureza são particularmente relevantes, considerando que as primeiras experiências com a aprendizagem formal de matemática exercem importante papel na relação dos estudantes com a disciplina. Estudos longitudinais e transversais têm

sistematicamente identificado que o bom desempenho em tarefas de comparação de magnitude numérica, por exemplo, tende a ser fator preditor de desempenho posterior em tarefas de adição (Vanbinst et al., 2015), subtração (Toll et al., 2015) e linha numérica (Moore & Ashcraft, 2015; Toll et al., 2015).

Como parte do *Primary Education Program*, um projeto cujo objetivo era desenvolver e testar programas de ensino individualizado, Resnick, Wang e colaboradores desenvolveram um currículo<sup>5</sup> introdutório de matemática ao longo da década de 1970. Estudos iniciais foram conduzidos para avaliar a sequência de aprendizagem de comportamentos de contar objetos, usar números e comparar conjuntos (Wang et al., 1971). O grupo de pesquisadores, então, propôs sequências hierárquicas e a organização de tarefas derivadas dos objetivos de ensino (Resnick et al., 1970, 1973). O trabalho foi sintetizado em um livro que apresenta objetivos e componentes dos currículos, orientações para implementação em sala de aula e as pesquisas conduzidas (Wang & Resnick, 1978). As pesquisas posteriores do grupo deixaram de focar na análise comportamental e sequenciamento hierárquico de tarefas, adotando fundamentação cognitivista.

Investigações sobre contagem (García Hernández, 1994; González & García Hernández, 1984) e aritmética (García Hernández et al., 1983; García Hernández & Rayek, 1978) foram conduzidos por analistas do comportamento entre as décadas de 1970 e 1990 no México. García Hernández (1994) analisou os componentes básicos do comportamento de contar a partir de discriminações condicionais. Em um dos estudos, na fase pré-experimental foram ensinados os significados dos símbolos “maior que”, “menor que” e “igual a que”. O estudo empregou como classes de estímulos números ditados (A), conjunto de pontos (B), números (C) e resposta vocal sob controle numérico (D). Foram treinadas as relações AB e AC

---

<sup>5</sup> Compreendemos que a palavra currículo apresenta diferentes dimensões que dão coerência ao ato educativo, sendo, portanto, conceito complexo. Aqui, entretanto, fazemos um recorte utilizando a palavra apenas com o objetivo de descrever a proposição e sequência de unidades de ensino, conforme utilizado nos estudos citados.

mediadas pelos símbolos previamente ensinados. Isso se dava da seguinte maneira: eram apresentados estímulos das classes A (em uma das extremidades da tela no computador, dividida verticalmente em três espaços) e B (falado em voz alta pelo experimentador). No centro da tela do computador havia os símbolos  $<$ ,  $>$  e  $=$  um abaixo do outro. Diante do número ditado e do conjunto de pontos, o participante deveria selecionar qual dos símbolos representava a relação. De maneira semelhante, foram treinadas as relações AC, mas neste caso, ambas eram apresentadas na tela do computador. Posteriormente verificava-se a emergência das relações BC, CB, BD, e CD. – O autor constatou a integração das classes funcionais emergentes.

Apesar de estudos anteriores do próprio autor e colaboradores serem citados, muitos se referem a apresentações em congressos e não estão disponíveis na internet. Alguns artigos completos são encontrados no repositório do *Mexican Journal of Behavior Analysis* (MJBA) e para outros há apenas resumos disponíveis. A linha de pesquisa no país parece ter perdido força e não localizamos produções sobre comportamento matemático a partir da década de 1990. Além dos estudos citados, há no MJBA um relato de pesquisa conduzida nos Estados Unidos na década de 1970 sobre o ensino de repertórios relacionados a contagem (Schoenfeld et al., 1976). A publicação reflete um período histórico particular no México em que alguns analistas do comportamento pareciam ocupar-se em estudar comportamentos matemáticos. Nesse sentido, a publicação de um relato de pesquisa de Schoenfeld apresentado anteriormente na Reunião Anual da *American Psychological Association* em 1975, encontrava no México, público bastante interessado.

Estudos sobre aquisição de comportamentos matemáticos, incluindo repertórios básicos de crianças, têm sido conduzidos por analistas do comportamento desde os anos 1970 no Brasil (Henklain et al., 2017b). Apesar da crescente produção, esses trabalhos têm pouco impacto fora do país, provavelmente em decorrência do idioma de publicação, visto que a maioria foi

publicada apenas em português. Alguns trabalhos de revisão já foram realizados e permitiram a identificação de tendências da produção ao longo dos anos (Del Rey, 2009; Henklain et al., 2017b; Henklain & Carmo, 2011a) e, por esta razão, serão brevemente sumarizados aqui.

Em uma revisão pioneira, Del Rey (2009) examinou teses e dissertações produzidas por analistas do comportamento brasileiros sobre comportamentos matemáticos até 2005. O modelo de equivalência de estímulos foi amplamente utilizado para explicar os fenômenos em pelo menos, três áreas estudadas (conceito de número, ordenação e operações de adição e subtração). Apesar da menção ao modelo de equivalência de estímulos, os trabalhos sobre ordenação, definida como o “comportamento de responder sequencialmente a um conjunto de estímulos, apresentados simultaneamente, em uma ordem pré-determinada” (Assis, 1987, p. 225) caracterizam-se por outras relações funcionais: irreflexividade, assimetria, transitividade e conectividade (Green et al., 1993).

Nos estudos baseados em equivalência de estímulos sobre o conceito de número e operações de adição e subtração, os procedimentos incluíram estímulos como numerais, conjuntos, números escritos por extenso, números ditados, reprodução de notas e moedas e sentenças de adição e subtração apresentadas em forma de conjuntos e numerais. As respostas mais comuns esperadas para a formação de classes foram nomeação de estímulos, produção de subconjuntos, produção de sequências, identificação de sinais de adição e subtração, construção de respostas e identificação de conjuntos com mais elementos. Del Rey (2009) escreve sobre um possível efeito cumulativo dos estudos ao longo dos anos, uma vez que relações entre numerais, números ditados e as respostas de nomeação se repetem em 11 dos 12 trabalhos sobre conceito de número e operações. Além disso, os primeiros trabalhos seguem sendo citados nos estudos ao longo das décadas.

Em um estudo que expandiu os resultados encontrados por Del Rey (2009), Henklain et al. (2017) investigaram pesquisas brasileiras entre 1970 e 2015, fundamentadas em Análise

do Comportamento sobre comportamentos matemáticos (CM) e comportamentos de ensinar matemática (CEM). Os autores identificaram 50 trabalhos sobre CM, dos quais 29 foram os examinados por Del Rey (2009) e 10 sobre CEM. As palavras-chave identificadas em maior frequência foram equivalência de estímulos, Análise do Comportamento e matemática. Esse dado confirma a tendência identificada por Del Rey (2009) de trabalhos usando o modelo de equivalência de estímulos e que entendem o conceito de número como uma rede de relações entre estímulos e/ou entre estímulos e respostas (Prado & de Rose, 1999). Dados de eventos científicos brasileiros apresentam informações semelhantes (Henklain & Carmo, 2011a).

Comum a esses levantamentos são estudos relacionados a desempenhos que servem como base para a aquisição de comportamentos matemáticos mais complexos. Esses desempenhos, têm sido chamados por alguns autores (Carmo & Prado, 2010a; Gualberto et al., 2009) de habilidades pré-aritméticas e contemplam, por exemplo, o conceito de número ou comportamento conceitual numérico, contagem, equiparação de conjuntos, conservação, senso numérico e subitização (Del Rey, 2009; Henklain et al., 2017b; Henklain & Carmo, 2011a). Apesar do aumento no número de publicações, a produção brasileira apresentou, sobretudo nas primeiras décadas, pouca integração entre os núcleos de pesquisas que produziam conhecimento sobre comportamento matemático (Del Rey, 2009; Henklain et al., 2017b). Isso favoreceu certa variedade conceitual e terminológica.

Apesar da inegável contribuição das revisões já conduzidas para a caracterização da produção analítico-comportamental brasileira, os dados se referem a informações gerais dos estudos e têm alcance limitado às pessoas que compreendem português<sup>6</sup>. Analisar pormenorizadamente um tópico de interesse, como as habilidades anteriores à aprendizagem de aritmética pode ser útil para a coesão da produção. Henklain et al. (2017) sugerem a criação

---

<sup>6</sup> Espera-se que um artigo decorrente deste capítulo seja submetido para publicação em língua inglesa.

de categorias de análise e a identificação de contribuições comportamentais em termos de ramos específicos da matemática.

Em razão dessa história, sistematizar as contribuições de estudos de base analítico-comportamental para o ensino e a aprendizagem da matemática, em especial aqueles sobre comportamentos anteriores à aprendizagem de aritmética permite analisar mais detalhadamente a produção e realizar uma discussão sobre o conceito de habilidades pré-aritméticas e sua adequação à produção atual.

A partir da questão “como a literatura analítico-comportamental têm investigado repertórios anteriores à aprendizagem de aritmética?”, este estudo teve por objetivos: (a) identificar as principais características dos estudos em Análise do Comportamento que investigam esses repertórios; e (b) discutir a adequação do conceito de habilidades pré-aritméticas aos achados do presente estudo. Para atender a estes objetivos realizamos uma revisão sistemática de literatura sobre conceito de número/comportamento conceitual numérico e habilidades pré-aritméticas.

### **Método**

Desenvolvemos um protocolo de busca (Apêndice D) por meio da ferramenta computacional StArt (Fabbri et al., 2018), que também foi utilizada para gerenciar as informações coletadas nas bases de dados. O relato da revisão foi realizado a partir das orientações do PRISMA-P (Moher et al., 2009; Shamseer et al., 2015).

### **Fonte de Informações e Critérios de Inclusão**

Utilizamos como fontes de informação as bases de dados *Web of Science*, *Scielo* e *IndexPsi*, bem como o *JABA*. Além disso, utilizamos também a base de dados de teses e dissertações de Henklain et al. (2017a) e o livro de Carmo e Prado (2010b). Optamos por incluir diferentes fontes de informação para aumentar a probabilidade de localizar trabalhos científicos não veiculados nos meios usuais de publicação. Selecionamos bases de dados de produções

multidisciplinares e de psicologia, bem como o periódico mais antigo de análise do comportamento aplicada, que não estava contemplado nas bases de dados selecionadas. Após as buscas foram selecionados trabalhos em português e inglês, sem restrição de período, fundamentados em Análise do Comportamento e que contemplassem o conceito de número, quantidade ou comportamento conceitual numérico, matemática e pré-escola e habilidades pré-arithméticas.

### **Procedimento de Busca e Seleção dos Estudos**

Para a busca nas bases de dados *Web of Science*, *Scielo* e *IndexPsi*, bem como no *JABA*, combinamos descritores relacionados à Análise do Comportamento e Matemática em português e inglês. As *strings* de busca foram elaboradas de acordo com a sintaxe de cada base de dados/periódico. A busca foi realizada no dia 15/01/2021 e a Tabela 4 apresenta as *strings* e os limites adotados em cada base.

**Tabela 4***Strings e Limites Utilizados para a Busca em Cada Base de Dados*

Base	String	Limites
Web of Science	((("análise do comportamento" OR "equivalência de estímulos" OR "relações condicionais" OR "discriminações condicionais") AND ("comportamento conceitual numérico" OR "conceito de número" OR "habilidades pré-aritméticas" OR matemática OR contagem OR "habilidades numéricas básicas") OR ("behavior analysis" OR "stimulus equivalence" OR "conditional relations") AND ("numerical conceptual behavior" OR "number concept" OR "pre-arithmetic skills" OR "mathematics" OR "math" OR "counting" OR "numerical basic skills" OR "early math skills" OR "early mathematical competence"))))	Refinado por: TIPOS DE DOCUMENTO: (ARTICLE) Tempo estipulado: Todos os anos. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.
Scielo	(("análise do comportamento" OR "equivalência de estímulos" OR "relações condicionais" OR "discriminações condicionais") AND ("comportamento conceitual numérico" OR "conceito de número" OR "habilidades pré-aritméticas" OR matemática OR contagem OR "habilidades numéricas básicas") OR ("behavior analysis" OR "stimulus equivalence" OR "conditional relations") AND ("numerical conceptual behavior" OR "number concept" OR "pre-arithmetic skills" OR "mathematics" OR "math" OR "counting" OR "numerical basic skills" OR "early math skills" OR "early mathematical competence"))	Todos os índices
IndexPsi	análise do comportamento OR equivalência de estímulos OR relações condicionais [Palavras/Words] and comportamento conceitual numérico OR conceito de número OR habilidades pré-aritméticas OR matemática OR contagem OR habilidades numéricas básicas [Palavras/Words] behavior analysis OR stimulus equivalence OR conditional relations [Palavras/Words] and numerical conceptual behavior OR number concept OR pre-arithmetic skills OR mathematics OR math OR counting OR numerical basic skills OR early math skills OR early mathematical competence	Nenhum
JABA	("behavior analysis" OR "stimulus equivalence" OR "conditional relations") AND ("numerical conceptual behavior" OR "number concept" OR "pre-arithmetic skills" OR "mathematics" OR "math" OR "counting" OR "numerical basic skills" OR "early math skills" OR "early mathematical competence") anywhere published in "Journal of Applied Behavior Analysis"	Anywhere published in "Journal of Applied Behavior Analysis"

O conjunto de informações recuperados das bases de dados foi importado para o StArt, juntamente com os títulos e resumos (quando disponíveis) de todos os trabalhos identificados na base de dados de Henklain et al. (2017a) e na seção sobre “habilidades pré-aritméticas” do livro de Carmo e Prado (2010b). Os trabalhos duplicados foram identificados e excluídos e



para os demais foram lidos títulos e resumos para excluir os que não estavam relacionados à proposta da revisão. A seleção dos estudos a partir de títulos e resumos foi realizada por dois pesquisadores independentes e a concordância entre ambos foi de  $\approx 99,81\%$  ( $\kappa$  de Cohen<sup>7</sup>  $\approx 0,9786$ ). O auxiliar de pesquisa que fez a coleta de dados foi treinado pela pesquisadora, que também coletou os dados e os comparou. O treinamento consistiu em turuias tanto quanto ao uso do software StArt quanto aos critérios de inclusão e exclusão para seleção dos estudos – descritos no protocolo de revisão (Apêndice D). Por fim, os trabalhos restantes foram lidos na íntegra pela pesquisadora para a análise final de elegibilidade. Nesta última fase, os artigos foram recuperados diretamente das bases de dados em que estavam indexados. Para as teses e dissertações buscou-se localizar os trabalhos em repositórios institucionais e com os próprios autores, quando possível. Capítulos de livro, livros e artigos decorrentes desses trabalhos também foram consultados quando não foi possível localizar a tese ou dissertação (incluídos na síntese como trabalhos relacionados). O trabalho de García Hernández (1994) foi incluído manualmente na revisão, uma vez que não foi localizado nas bases de dados ou no livro consultado.

### **Extração e Análise de Dados**

Os estudos foram organizados em duas seções: estudos sobre conceito de número/comportamento conceitual numérico e programas de ensino. Os dados foram organizados em uma planilha do *Microsoft Excel* e em tabelas auxiliares no *Microsoft Word*. Para a análise do primeiro grupo de trabalhos extraímos dados de identificação dos estudos, terminologia adotada, objetivo do procedimento e estímulos e respostas empregados em cada estudo. Para a análise da seção sobre programas de avaliação e ensino coletamos as informações sobre unidades e tarefas desenvolvidas. Como cada programa de ensino era composto por muitas tarefas com diferentes graus de complexidade, buscamos agrupar as

---

<sup>7</sup> Análise com base nas diretrizes de Landis e Koch (1977), 0.81 – 1.00 concordância quase perfeita.

informações em categorias temáticas. Também analisamos os resultados de avaliação dos programas, quando disponíveis. A pesquisadora fez a extração de dados, organizando as informações em duas tabelas (ver Tabelas 5 e 6 da seção Resultados). As tabelas sem as informações foram repassadas a um colaborador, que fez a extração independente dos dados. A concordância da extração de dados foi de  $\approx 90,7\%$  ( $\kappa$  de Cohen  $\approx 0.8140$ ).

### **Resultados e Discussão**

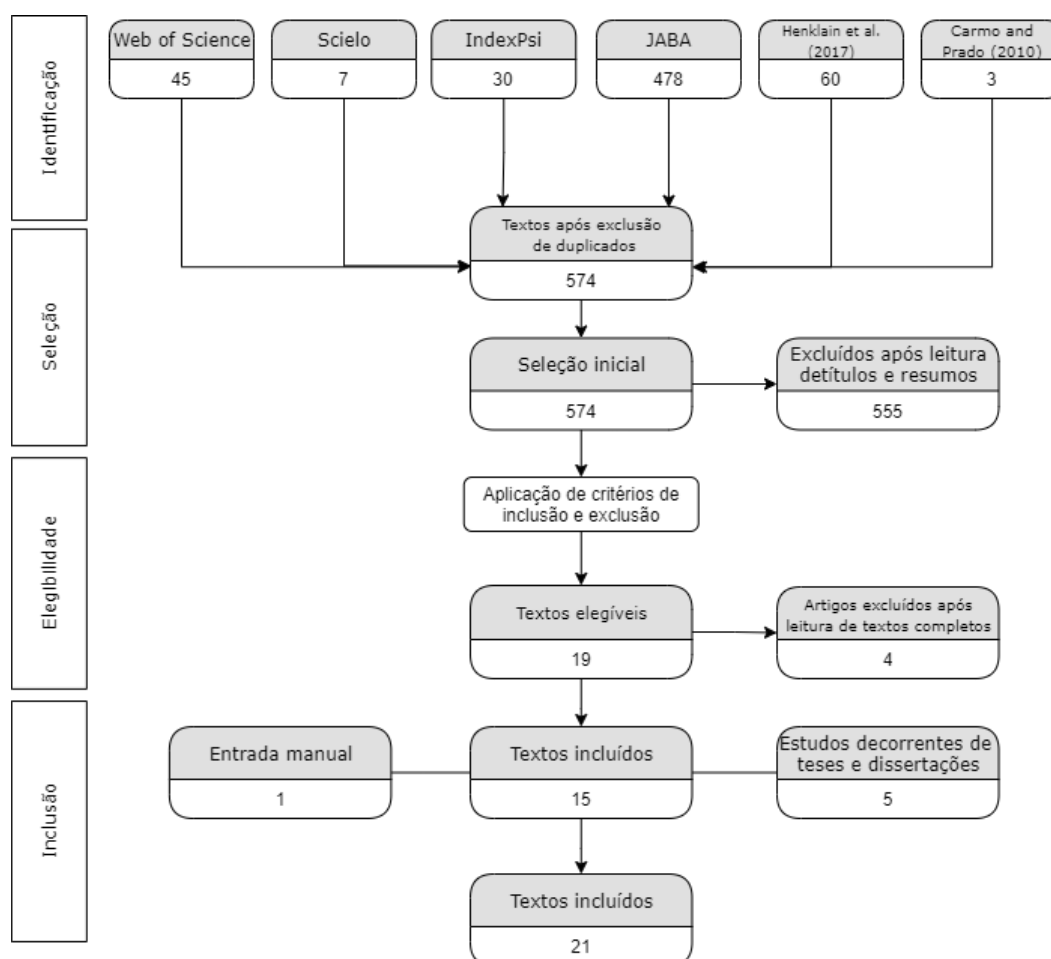
Inicialmente serão apresentados os resultados quantitativos da busca realizada. Posteriormente, serão discutidas as características dos estudos identificados a partir de duas categorias: estudos sobre conceito de número/comportamento conceitual numérico e programas de ensino. Por fim, a partir da discussão da literatura identificada, propomos a categoria de comportamentos pré-aritméticos.

#### **Resultados Quantitativos**

A Figura 10 apresenta as etapas de identificação, seleção inicial, avaliação de elegibilidade e análise para inclusão dos estudos.

**Figura 10**

*Fluxograma das Etapas de Busca até a Inclusão dos Textos*



A partir da leitura de títulos e resumos, excluímos 555 trabalhos. Dos 19 elegíveis para leitura, dois foram excluídos por não investigarem sobre o ensino ou a aprendizagem de matemática, dois por investigarem repertórios mais complexos dos que os pré-aritméticos (adição e subtração e frações). Dos 21 estudos incluídos, quatro foram recuperados a partir da busca com *strings* nas bases de dados (Escobal et al., 2010; Monteiro & Medeiros, 2002; Prado & de Rose, 1999; Resnick et al., 1973), nove da base de dados de Henklain et al. (2017a) (Carmo, 1997, 2002a; Donini, 2005; Fioraneli, 2012; Gualberto, 2013; Kahhale, 1993; Monteiro, 2000; Prado, 2001; Teixeira, 1983), dois do livro de Carmo e Prado (2010b) (Drachenberg, 1973; Green, 1993), um foi adicionado manualmente (García Hernández, 1994)

e cinco são estudos decorrentes das teses e dissertações (Carmo & Galvão, 2000; Drachenberg, 1990; Gualberto et al., 2009; Prado, 1995; Teixeira, 2006). A lista completa e a fonte de informação dos trabalhos recuperados podem ser encontradas no repositório de dados deste trabalho<sup>8</sup>.

### **Estudos sobre Conceito de Número/Comportamento Conceitual Numérico**

Dos trabalhos recuperados 15 deles abordam o conceito de número ou comportamento conceitual numérico. São eles: Carmo (1997, 2002), Carmo e Galvão (2000), Drachenberg (1973/2010, 1990), Escobal et al. (2010), Fioraneli (2012), Green (1993/2010), Kahhale (1993), Monteiro (2000), Monteiro e Medeiros (2002a), Prado (1995), Prado (2001) e Prado e de Rose (1999a). O trabalho de García Hernández (1994) aborda comportamento matemático (*conducta matemática*), mas por guardar semelhança com os estudos sobre comportamento conceitual numérico, foi incluído nesta seção.

A primeira questão a ser discutida sobre o tema refere-se aos termos utilizados para nomear o fenômeno investigado. Os primeiros trabalhos utilizavam os termos “número” e “quantidade” de forma intercambiável. No estudo de Drachenberg (1973/2010), há predominância da expressão “conceito de número”, embora na discussão do trabalho seja usado o termo “conceito de quantidade”. Fato semelhante é observado no estudo de Kahhale (1993) que propõe o ensino de “conceito de número”, referindo-se ao mesmo fenômeno também como aquisição de “conceito de quantidade”. A publicação de Drachenberg em 1990 menciona apenas “conceito de quantidade”. De maneira mais descritiva, Green (1993/2010) refere-se à formação de equivalência entre números e quantidades. A expressão “conceito de número” é amplamente adotada a partir de 1995 e, apesar da predominância do termo, Carmo (2002a) propõe “comportamento conceitual numérico”, como uma expressão mais coerente com a

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4637832>

proposta analítico-comportamental, por manter o foco nas relações de controle de estímulos, evitando associações a processos mentais abstratos.

Outra característica importante parte da descrição do fenômeno com base em um modelo de rede de relações, no qual algumas relações são ensinadas e outras emergem a partir desse ensino. Essa modelo influenciou muitos dos trabalhos da área (Del Rey, 2009). Não obstante, há trabalhos anteriores ao modelo que investigaram esse mesmo tema. A Tabela 5 apresenta a terminologia adotada em cada estudo e os estímulos e respostas que compõem as relações investigadas. Estudos com os mesmos autores e com investigações semelhantes foram reunidos para facilitar a visualização das informações.

**Tabela 5**

*Termos Utilizados, Objetivos Principais e Classes de Estímulos e Respostas Empregadas nos Estudos*

<b>Trabalhos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>Termos utilizados</b>	<b>Objetivo do procedimento</b>
Drachenberg (1973/2010, 1990)	X	X	X										Conceito de quantidade/número	Ensino
Kahhale (1993)	X	X	X	X	X	X	X						Conceito de quantidade/número	Ensino
Green (1993/2010)	X				X	X	X						Equivalências número quantidade	Ensino
García Hernández (1994)	X					X	X	X					Comportamento matemático	Ensino
Prado (1995) e Prado e de Rose (1999)	X	X	X		X	X	X	X					Conceito de número	Avaliação
Prado (2001)	X					X	X	X			X	X	Conceito de número	Ensino
Carmo (1997) e Carmo e Galvão (2000)	X					X	X	X	X	X			Conceito de número	Avaliação e Ensino
Monteiro (2000) e Monteiro e Medeiros (2002)	X					X	X	X	X	X			Conceito de número	Ensino
Carmo (2002)	X					X	X	X	X		X		Comportamento conceitual numérico	Ensino
Escobal, Rossit e Goyos (2010)	X					X	X	X					Conceito de número	Ensino
Fioraneli (2012)	X					X	X	X	X				Comportamento conceitual numérico	Ensino

*Nota.* Legenda: A= conjuntos de elementos com variações de numerosidade; B = conjuntos de elementos com variação do tamanho; C= conjuntos com variação de forma dos elementos; D= conjuntos de elementos com variação de cor; E = conjuntos com variação na distribuição espacial dos elementos; F = número ditado; G = numeral impresso; H = nomeação; I = nome do número impresso; J = conjunto de elementos para generalização com variação de numerosidade; K = Produção de sequência; L = Contagem de subconjuntos

Os trabalhos de Drachenberg (1973/2010, 1990) investigaram a formação de conceito de número a partir de uma série de discriminações e generalizações em que algumas características dos estímulos variavam (tamanho e forma) enquanto outra (numerosidade) se mantinha constante. A autora buscou obter, a partir de um procedimento de escolha de acordo com o modelo (MTS), discriminações sem erro, para que os participantes respondessem sob controle exclusivo da numerosidade dos conjuntos. Além da variação de propriedades físicas de conjuntos com diferentes numerosidades, Kahhale (1993) introduziu classes de estímulos como numerais impressos e números ditados em sua investigação, o que também foi observado na maioria dos estudos seguintes.

Quanto aos estímulos selecionados, destaca-se a presença de conjuntos de elementos com variações de numerosidade em todos os estudos. Com exceção dos estudos de Drachenberg (1973/2010, 1990), todos os demais empregaram números ditados e numerais impressos – o que também foi observado por Del Rey (2009). Essas classes são consideradas fundamentais para a aquisição de comportamento conceitual numérico, de acordo com Carmo (2002). Observa-se, entretanto, variedade no emprego de outras classes de estímulos e respostas (e.g., nome do número impresso, conjunto de elementos para generalização com variação de numerosidade, produção de sequência, contagem de subconjuntos) entre os estudos.

Apesar da variedade terminológica é possível identificar alguma continuidade da produção. Destaca-se, por exemplo, que os estudos a partir de 1993 foram fortemente influenciados pelos modelos de rede de relações e equivalência de estímulos propostos por Sidman (Sidman, 1971; Sidman & Cresson, 1973; Sidman & Tailby, 1982). Alguns desses estudos apenas avaliaram o repertório dos participantes (Prado & de Rose, 1999a; Prado, 1995), enquanto outros ensinaram algumas relações e testaram a emergência de

outras (Carmo, 1997, 2002a; Carmo & Galvão, 2000; Escobal et al., 2010; Fioraneli, 2012; García Hernández, 1994; Green, 1993; Kahhale, 1993; Monteiro, 2000; Monteiro & Medeiros, 2002a). Há, ainda, um estudo que mapeia o repertório dos participantes e depois desenvolve o ensino de relações entre estímulos e respostas que compõe a proposta de conceito de número do autor (Prado, 2001).

Mesmo que em alguns estudos os procedimentos de avaliação e/ou ensino não tenham sido planejados para observar as propriedades definidoras de equivalência de estímulo (Prado & de Rose, 1999; Prado, 1995), todos a partir de 1993 partiram da premissa de formação de classes entre estímulos ou entre estímulos e respostas que não guardam semelhança física entre si. A possibilidade de empregar uma tecnologia instrucional eficiente com economia de tempo parece ter direcionado as pesquisas sobre comportamento matemático para essa vertente mais aplicada do que básica.

Cabe destacar uma particularidade da proposta de Carmo (2002) em relação às demais. O autor acrescenta ao conjunto de relações que compõem o comportamento conceitual numérico, além de relações de equivalência, tarefas que exijam comparação (e.g., diante de dois numerais, selecionar o que tem maior valor). Anteriormente, García Hernández (1994) havia empregado exclusivamente relações de comparação, utilizando os símbolos gráficos de igual, maior e menor. Este tipo de responder relacional também está presente em propostas de programas de ensino e avaliação reunidas na próxima seção.

### **Programas de Avaliação e Ensino**

Em um estudo já clássico, Resnick et al. (1973) propõem um currículo cujo objetivo é desenvolver em crianças a aprendizagem do conceito de número. Essa aprendizagem poderia ser inferida a partir do desempenho das crianças nas tarefas propostas para cada objetivo do programa. Combinadas, as performances em todas as



tarefas indicariam, de acordo com os autores, a abstração do conceito de número. Apesar do objetivo, preferimos incluí-lo nesta seção, uma vez que sua estrutura difere dos estudos apresentados na seção anterior (que estabelecem propostas de redes de relações). O currículo foi organizado em unidades compostas de comportamentos ordenados com base em detalhada análise de tarefas, buscando identificar pré-requisitos dos comportamentos mais complexos.

Por sua vez, a proposta de programas de ensino de matemática de Teixeira (1983, 2006) faz parte de uma intervenção mais ampla de ensino em pré-escola <sup>9</sup>que envolveu também o ensino de leitura e escrita. O programa foi organizado em estrutura de contingências básicas com situação-estímulo e comportamento requerido para cada passo componente dos programas. Por exemplo: diante da atividade: *agrupamento e classificação de objetos (S)* a resposta requerida era *distinguir o atributo quantidade (C)*.

Com o objetivo de identificar pré-requisitos para o ensino de adição e subtração, Donini (2005) consultou materiais de referência nacional (Ministério da Educação, 2000; Ministério da Educação e do Desporto, 1998) para o ensino de matemática e estudos de base analítico-comportamental (Prado, 2001; Resnick et al., 1973) para o desenvolvimento de um programa de ensino. Para cada unidade foram descritos comportamentos e planejadas tarefas em cadernos e materiais concretos para cada um deles. Por exemplo. para o comportamento *identificar, entre figuras, qual delas era a menor*, era apresentada em um caderno a instrução da seguinte maneira "*Pedro desenhou esses carros. Qual carro é menor? Pinte o carro que é menor*" antes da apresentação do desenho de um menino e três carros em tamanhos diferentes.

Ao desenvolver um protocolo de tarefas para a avaliação de habilidades pré-arithméticas, Gualberto (2013a) e Gualberto et al. (2009), operacionalizaram habilidades

---

<sup>9</sup> O estudo foi realizado na década de 1980 quando a atual EI era chamada de pré-escola.

organizadas em unidades. Diferentemente de Donini (2005), que apresentou tarefas com diferentes tipos de respostas esperadas em uma mesma unidade, a autora organizou as unidades por tipo de tarefa: de seleção e de produção. A separação de unidades de cada programa de ensino pode ser consultada no material suplementar disponível no repositório de dados deste estudo. A Tabela 6 apresenta uma síntese dos programas de avaliação ou ensino, agrupados por categorias temáticas.

**Tabela 6***Categorias Temáticas de Cada Programa de Ensino*

	Resnick et al. (1973)	Teixeira (1983, 2006)	Donini (2005)	Gualberto et al. (2009)	Gualberto (2013)
Comparação entre figuras com base nas propriedades físicas e posições	X	X	X	X	
Relações entre números falados, conjuntos de elementos e numerais correspondentes	X	X	X	X	X
Comparação entre conjuntos de elementos e formação de subconjuntos	X	X	X	X	X
Comparação entre conjuntos de elementos e numerais e entre numerais	X	X	X	X	X
Subitização			X		
Ordenação de conjuntos de elementos e numerais	X	X	X	X	X
Usar sinais gráficos de adição e subtração			X		
Sistemas e unidades de medidas		X			

*Nota.* Há duas unidades no programa proposto por Resnick et al. (1973) e uma na proposta de Teixeira (1983, 2006) que não foram analisadas.

Optamos por não as incluir por se tratar de habilidades aritméticas (adição e subtração e equações de adição e subtração) e de geometria que fogem ao escopo do presente trabalho.

De modo geral, os programas de ensino apresentam eixos temáticos semelhantes. A principal diferença reside no detalhamento dos comportamentos descritos em cada programa. A categoria “Ordenação de conjuntos de elementos e numerais”, por exemplo, aparece descrita de maneira mais ampla no estudo de Teixeira (i.e., ordenar quantidades e numerais) do que na proposta de Donini (2005) - que descreve 37 comportamentos componentes das unidades cujo objetivo principal é ordenar quantidades e numerais em sequências crescente e decrescente.

As semelhanças encontradas entre as propostas reflete a importância do primeiro estudo (Resnick et al., 1973) na fundamentação de três trabalhos posteriores (Donini, 2005; Gualberto et al., 2009; Gualberto, 2013a). Somente duas categorias temáticas foram encontradas apenas em um estudo: subitização (em Donini, 2005) e sistema de unidades e medidas (em Teixeira, 1983, 2006).

Além das categorias temáticas mais gerais, observa-se a presença de estímulos comuns entre os programas de ensino e entre os estudos sobre comportamento conceitual numérico. O uso de numerais e conjuntos de pontos, como se poderia prever, está presente no início de todas as propostas para ensino ou avaliação de repertórios anteriores à aprendizagem de aritmética. Tarefas que envolvem relações de comparação (e.g., identificar, entre dois grupos, qual deles tem mais figuras) são comuns a todos os programas, diferente do que se observa nos estudos sobre comportamento conceitual numérico (com exceção de Carmo, 2002), nos quais predomina o estabelecimento de relações de equivalência

Quanto à avaliação empírica, há poucos dados sobre os programas. Para dois programas há dados sobre a aprendizagem dos estudantes (Resnick et al., 1973; Teixeira, 2006) e para três há dados de avaliação de repertórios (Donini, 2005; Gualberto, 2013; Gualberto et al., 2009). Resnick et al. (1973) apresentaram o progresso de oito crianças

ao longo de um ano escolar. Os resultados foram apresentados apenas em termos gerais, mas é possível observar que ocorreram poucas violações da ordem proposta de unidades e componentes – as crianças geralmente apresentavam primeiro os comportamentos referentes às unidades iniciais. Os autores destacam a diferença da complexidade das tarefas entre unidades, o que fez com que algumas delas (sobretudo as últimas) demorassem muito mais tempo para serem aprendidas pelos participantes. Apesar de apresentarem dados sobre a aprendizagem das crianças ao longo do ano escolar, ressalta-se que a proposta dos autores reside na operacionalização de objetivos descritos como comportamentos (condição antecedente e resposta requerida) e não na programação para o ensino de cada um deles. No estudo relatado, os professores eram responsáveis por propor as atividades para garantir a aprendizagem dos repertórios descritos no currículo.

Teixeira (1983, 2006) destaca apenas o número de atendimentos necessários para que sete crianças obtivessem sucesso em cada uma das unidades. Esse número foi bastante variável e, geralmente, maior nas unidades com maior número de componentes (discriminação visual de tamanho, sistema de numeração I e sistema de numeração II). Esses dados isoladamente não permitem a inferência de maior ou menor dificuldade entre as unidades. A autora destaca que a grande variabilidade do número de atendimentos necessários para cada criança pode indicar além de diferenças individuais, problemas na programação de contingências, embora não localize em quais pontos as falhas se encontram. Além da descrição de objetivos como comportamentos, a autora apresenta atividades correspondentes a cada objetivo e princípios comportamentais envolvidos na programação do ensino (e.g., modelação, controle de estímulos).

A avaliação de repertório conduzida por Donini (2005) foi realizada com três crianças, uma de 6 anos que frequentava o último ano da EI (Participante A), e duas que frequentavam o 1º e 3º ano com 7 (Participante L) e 9 anos (Participante S)

respectivamente. Apenas a Participante A concluiu todas as 11 unidades, enquanto as outras avançaram até as unidades 7 (Participante L) e 8 (Participante S). De modo geral, a autora observou que a maioria dos erros ocorria com valores numéricos superiores a três – especialmente quando o estímulo modelo era um numeral. Os conceitos de igualdade, mais e maior foram avaliados com figuras e conjuntos com diferentes numerosidades – estas últimas sendo responsáveis pela maior parte dos erros dos participantes. A autora não avaliou a validade da sequência proposta como um todo e indica que falhas nos repertórios podem ser corrigidas a partir de correta identificação dos erros.

Comentário semelhante foi feito por Gualberto (2013) e Gualberto et al. (2009). O último estudo apresenta parte do programa completo proposto pela autora em 2013 que avaliou o desempenho de 12 crianças em habilidades pré-aritméticas e investigou a relação entre desempenho pré-aritmético e aritmético. Dois dos participantes estavam no 2º ano e tinham 7 e 9 anos, enquanto três frequentavam o 3º ano, um com 9 anos e dois com 10 anos. Sete participantes frequentavam o 4º ano e tinham idades entre 9 e 12 anos. Nove dos participantes passaram por um procedimento de ensino de adição e subtração. Ainda que não seja possível afirmar uma relação de dependência, a autora sinaliza que os participantes que apresentaram melhores resultados na avaliação de habilidades pré-aritméticas, também apresentaram bom desempenho (menor número de tentativas, maior porcentagem de acertos etc.) durante o ensino de habilidades aritméticas de adição e subtração.

### **Definindo Comportamentos Pré-Aritméticos**

Assim como observado em estudos longitudinais (ver Capítulo 1) não parece haver consenso na literatura analítico-comportamental sobre quais repertórios matemáticos são cruciais para a aprendizagem posterior em Matemática dos estudantes.

A revisão aqui apresentada identificou duas categorias de estudos analítico-comportamentais que investigam esses repertórios: pesquisas sobre comportamento conceitual numérico<sup>10</sup> e proposições de programas de avaliação e ensino para aquisição de conceito de número (Resnick et al., 1973), desenvolvimento de pré-requisitos de adição e subtração (Donini, 2005) ou habilidades pré-aritméticas (Gualberto et al., 2009; Gualberto, 2013a).

Conforme destacam Henklain et al. (2017b), a identificação de contribuições analítico-comportamentais em termos de ramos específicos da matemática que aprofundem a análise é uma etapa pouco explorada por analistas do comportamento. Uma possível contribuição do presente trabalho consiste na reunião de estudos que se referem a um conjunto maior do conhecimento – aos repertórios matemáticos anteriores ao ensino formal de aritmética. Ensaio dessa síntese podem ser observados na literatura, como o trabalho realizado por Gualberto (2013) com base em estudos sobre comportamento conceitual numérico - embora a autora não identifique precisamente as fontes de cada habilidade ou os critérios para a inclusão de cada uma delas.

Mas qual a definição de habilidades pré-aritméticas descrita na literatura? A que se referem os autores que adotam esse termo? Buscando discutir essas questões, apresentamos as definições de habilidades pré-aritméticas descritas na literatura, a partir da discussão de três pontos principais: a) a questão de comportamentos ou habilidades matemáticas complexas; b) a questão dos pré-requisitos; e c) o próprio uso do termo habilidade. Esses pontos serão apresentados para discutir e adequação dos termos para abarcar o conjunto de estudos identificados na presente revisão.

Ao apresentar a primeira seção do livro sobre relações simbólicas e aprendizagem da matemática, Carmo e Prado (2010a) definem habilidades pré-aritméticas como:

---

<sup>10</sup> Consideramos a proposição de Carmo (2002) do uso de comportamento conceitual numérico em oposição à conceito de número adequada, e, por isso, a adotamos na presente discussão.

“*desempenhos que servirão de base para a aquisição de comportamentos matemáticos mais complexos, em particular comportamentos de contagem e de operações numéricas*” (p.23, destaque nosso). Gualberto et al. (2009), por sua vez, as tratam como um

conjunto de *repertórios básicos* considerados um *pré-requisito* à aquisição de habilidades matemáticas complexas. Comportamentos de ordenar, comparar, classificar, diferenciar maior e menor, mais e menos, antes e depois, identificar os numerais, nomear os números constituem habilidades iniciais fundamentais que farão parte, posteriormente, da aquisição do conceito de número e de outros comportamentos matemáticos” (p.21-22, destaque nosso).

As duas definições demarcam a anterioridade ao desenvolvimento de repertórios matemáticos complexos, o que nos parece adequado. Destacamos, entretanto, que pode haver lacunas neste tipo de definição. “Comportamentos matemáticos mais complexos” (Carmo & Prado, 2010a) ou “habilidades matemáticas complexas” (Gualberto et al., 2009) podem se referir a um conjunto muito grande de repertórios. Parece possível supor que os autores se refiram à aritmética como comportamentos ou habilidades matemáticas complexas, dado o próprio nome da categoria – habilidades pré-aritméticas, mas as definições em si, não descrevem isso claramente permitindo que outros tipos de repertórios, em tese, possam fazer parte da categoria.

Ainda que os exemplos citados pelos autores (e.g., ordenar, comparar, classificar) provavelmente sejam importantes para a aprendizagem de muitos – se não todos – os repertórios formais de matemática, talvez seja importante demarcar que há níveis de complexidade bastante variáveis, por exemplo, entre aprender aritmética, geometria ou cálculo diferencial e integral. É possível que “comparar” seja necessário para se obter sucesso no aprendizado dessas três habilidades. A identificação de formas geométricas,



por sua vez, parece indispensável para a aprendizagem de geometria, mas não necessariamente para o aprendizado de aritmética. Os exemplos aqui citados são bastante simples e introduzidos para discutir outro ponto presente nas definições de habilidades pré-aritméticas: a questão de serem pré-requisitos.

O termo pré-requisito não aparece apenas na definição de habilidades pré-aritméticas. Ao propor uma rede de relações que compõe o conceito de número, Prado (1995) e Prado e de Rose (1999) afirmam que ela representa os *pré-requisitos* mais elementares para aprendizagens matemáticas mais complexas. Donini (2005), para citar outro exemplo, desenvolveu seu programa de ensino para o desenvolvimento de comportamentos *pré-requisitos* para o ensino de adição e subtração.

O dicionário Michaelis<sup>11</sup> define pré-requisito como “requisito prévio, básico e primordial, que é exigido para se alcançar algo”. Destaca-se a definição formal para dar ênfase em *primordial*. Considera-se que um pré-requisito cumpra uma etapa *indispensável* para a realização de outra posterior. Ainda que pareça natural atribuir aos repertórios mais simples, tratados nos estudos aqui discutidos, o papel de pré-requisitos, as investigações até o momento não permitem afirmar que a maioria deles seja, de fato, um requisito primordial para aprendizagem posterior de aritmética. A maioria das perguntas de pesquisa não tem esse alcance. Entre os estudos identificados nessa revisão, apenas um, o de Gualberto (2013), apresentou um experimento nesta direção. Por esta razão, consideramos prudente evitar descrever esses repertórios como pré-requisitos, enquanto evidências não corroborarem essa afirmação.

O último ponto a ser discutido sobre habilidades pré-aritméticas, é o uso do termo “habilidades”. Esse é um termo bastante comum na literatura de Educação e Trabalho,

---

<sup>11</sup> <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/prerrequisito/>

além de recorrente em diretrizes curriculares (Santos et al., 2009). A título de exemplo, apresenta-se um trecho da BNCC referente ao ensino de matemática:

O Ensino Fundamental deve ter compromisso com o desenvolvimento do letramento matemático, definido como as *competências e habilidades* de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas (Ministério da Educação, 2017, p. 266, destaque nosso).

No trecho em destaque, não há clara distinção entre habilidades e competências. Ao revisar definições dos termos, Santos et al. (2009) apontam que ora o uso de ambos é sinônimo e ora se referem a fenômenos distintos. A polissemia observada dificulta tanto a distinção quanto a definição dos termos.

Retornando às definições dos estudos da presente revisão, Gualberto (2013) define habilidades como “um conjunto de comportamentos com uma mesma função, ou seja, diante de um contexto ambiental específico (condição antecedente), diferentes respostas podem atender ao que está colocado pelo contexto. [...] Portanto em alguns momentos usamos o termo habilidade e, em outros, comportamento” (p.50). A definição apresentada pela autora delimita mais precisamente ao que se refere o termo adotado. Entretanto, o uso intercambiável de habilidade e comportamento pode incorrer em problemas semelhantes aos observados em relação aos conceitos de habilidade e competência.

Ocorre que apenas substituir habilidade por comportamento também não é suficiente. Para ilustrar a insuficiência da simples substituição de termos, retornemos ao disposto na BNCC. Afirmar que letramento matemático pode ser definido como *comportamentos de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente*

não parece demonstrar maior utilidade para produzir condições de ensino e aprendizagem do que a descrição de *habilidades e competências de raciocinar*, por exemplo. Santos et al. (2009) afirmam que adotar comportamento como substituto de habilidade ou competência pode ser útil apenas se o termo for claramente definido. Os autores sugerem que essa definição considere comportamento como relações entre a ação do indivíduo, o ambiente em que ela é realizada e o ambiente por ela produzido. Ou seja, *em que condições ambientais o aprendiz emite as ações de raciocinar, comunicar etc.*<sup>12</sup> e o que decorre dessas ações. A vantagem conceitual dessa definição reside na possibilidade de modificar as relações em função dos eventos ambientais e da resposta “resultantes de processos de aprendizagem durante o desenvolvimento do organismo” (p.135). Consideramos essa proposta adequada para o estudo de repertórios pré-aritméticos que tem chamado a atenção de analistas do comportamento há razoável tempo, embora sem unidade conceitual ou terminológica.

Com base nessas discussões, propomos que o conjunto de estudos aqui revisados podem compor a categoria de estudos sobre *comportamentos pré-aritméticos*. Propomos a substituição do termo habilidade para comportamento agregando a descrição das relações entre o indivíduo e seu ambiente. Assim, definimos comportamentos pré-aritméticos como *relações funcionais aprendidas entre estímulos ou propriedades desses estímulos e respostas definidas socialmente como anteriores a indicadores de sucesso em aritmética*. Destaca-se que “pré” no termo adotado não se refere à pré-requisito, mas às respostas socialmente definidas como anteriores ao ensino da aritmética formal. A expressão “pré-aritméticos” foi adotada por razões de economia terminológica.

---

<sup>12</sup> A própria escolha de alguns verbos pode ser questionada, visto que nem todos podem descrever claramente a ação esperada do aprendiz. Por não se tratar do foco do trabalho, não prolongaremos a discussão.

### Considerações Finais

O presente estudo buscou sintetizar como a literatura analítico-comportamental têm investigado repertórios matemáticos anteriores ao ensino formal de aritmética, identificando as principais características desses estudos. Admitimos que a busca realizada apresenta limitações, como ausência de busca deliberada por publicações derivadas da aplicação e tecnologias educacionais como o *Precision Teaching* e Instrução Programada. Não obstante, foram identificados estudos sobre comportamento conceitual numérico e propostas de currículos que abarcam principalmente relações entre numerais e conjuntos. Não há dados suficientes que permitam definir o papel pré-requisito da maioria das relações pré-aritméticas investigadas na literatura. Avaliações precisas de repertórios pré-aritméticos são fundamentais em estudos futuros para que se confirme ou refute o papel pré-requisito na aprendizagem de aritmética, por exemplo.

Também discutimos a adequação do conceito de habilidades pré-aritméticas, como tem sido definido na literatura, e propomos que o conjunto de estudos identificados pode ser mais bem representado por “comportamentos pré-aritméticos”. Acreditamos que diante do conjunto proposto seja possível desenvolver tanto programas de avaliação de repertório quanto de ensino, particularmente com foco nas crianças da EI. Esses programas, a médio e longo prazo poderão contribuir para a formação de um corpo de conhecimento mais robusto, baseado em dados experimentais dos processos básicos envolvidos na aquisição de comportamentos pré-aritméticos. Acreditamos também que identificá-los precisamente e ensiná-los pode também fornecer dados longitudinais, que ainda não temos, sobre o início da escolarização das crianças e seu real impacto no desenvolvimento de repertórios mais complexos. Análises conceituais e estudos experimentais futuros poderão dizer se ou em que medida a definição aqui proposta pode ou não contribuir para atingir tais resultados.

## Referências

- Araújo, P. M., & Ferreira, P. R. S. (2008). Ensinando subtração para pessoas com deficiência mental com base em relações de equivalência de estímulos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 24(3), 313–322. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722008000300007>
- Assis, G. J. A. (1987). Comportamento de ordenação: Uma análise experimental de algumas variáveis. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 3(3), 224–238.
- Aunio, P., Ee, J., Lim, S. E. A., Hautamäki, J., & Van Luit, J. (2004). Young children's number sense in Finland, Hong Kong and Singapore. *International Journal of Early Years Education*, 12(3), 195–216. <https://doi.org/10.1080/0966976042000268681>
- \*Carmo, J. S. (1997). *Aquisição do conceito de número em crianças pré-escolares através do ensino de relações condicionais e generalização* [Dissertação de Mestrado não publicada]. Universidade Federal do Pará.
- \*Carmo, J. S. (2002). *Comportamento conceitual numérico: Um modelo de rede de relações equivalentes* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade Federal de São Carlos.
- \*Carmo, J. S., & Galvão, O. F. (2000). Aquisição do conceito de número em crianças pré-escolares através do ensino de relações condicionais. In J. S. Carmo, L. C. C. Silva, & R. M. E. Figueiredo (Orgs.), *Dificuldades de aprendizagem no ensino de leitura, escrita e conceitos matemáticos* (1º ed, p. 50–87). Unama.
- Carmo, J. S., & Prado, P. S. T. (2010a). Estudos sobre habilidades pré-aritméticas. In J. S. Carmo & P. S. T. Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (1º ed, p. 23–27). ESETec.

- Carmo, J. S., & Prado, P. S. T. (Orgs.). (2010b). *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (1<sup>o</sup> ed). ESETec.
- Critchfield, T. S., & Fienup, D. M. (2010). Using stimulus equivalence technology to teach statistical inference in a group setting. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 43(4), 763–768. <https://doi.org/10.1901/jaba.2010.43-763>
- de Rose, J. C. C. (2010). Prefácio. In J. S. Carmo & P. S. T. Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (p. 7–12). ESETec.
- Del Rey, D. (2009). *Análise do comportamento no Brasil: O que já foi pesquisado até 2005 em relação aos comportamentos matemáticos* [Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo].  
<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/16859>
- \*Donini, R. (2005). *Identificando comportamentos pré-requisitos para o ensino da adição e da subtração* [Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/16839>
- \*Drachenberg, H. B. (1973). Um estudo experimental sobre a aquisição do conceito de número. In J. S. Carmo & P. S. T. Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática*. (p. 29–48). ESETec.
- \*Drachenberg, H. B. (1990). *Aquisição do conceito de quantidade: Programação de um procedimento de “escolha de acordo com o modelo” para crianças*. FCLA-HUCITEC.
- \*Escobal, G., Rossit, R. A. S., & Goyos, C. (2010). Aquisição de conceito de número por pessoas com deficiência intelectual. *Psicologia em Estudo*, 15(3), 467–475.  
<https://doi.org/10.1590/S1413-73722010000300004>
- Fabrizi, S., Hernandez, E., Thommazo, A. D., Belgamo, A., Zamboni, A., & Silva, C. (2018). Managing Literature Reviews Information through Visualization.

*Proceedings of the 14th International Conference on Enterprise Information Systems*, 2, 36–45. <https://doi.org/10.5220/0004004000360045>

Fields, L., Travis, R., Roy, D., Yadlovker, E., de Aguiar-Rocha, L., & Sturmey, P. (2009). Equivalence class formation: A method for teaching statistical interactions. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 42(3), 575–593. <https://doi.org/10.1901/jaba.2009.42-575>

\*Fioraneli, R. C. (2012). *Efeitos do ensino de contagem sobre a aquisição de comportamento conceitual numérico em crianças pré-escolares* [Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos]. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/6030>

\*García Hernández, V. (1994). *Discriminación condicional y conducta matemática* [Doctorado en Psicología General Experimental. Universidad Nacional Autónoma de México]. [https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB\\_UNAM/TES01000208978](https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000208978)

García Hernández, V., Eguida, S., Gómez, L., & González, A. R. (1983). Análisis experimental de la generalización de respuestas aritméticas en operaciones de división. *Revista Mexicana de Análisis de La Conducta*, 9(1), 11–27. <http://dx.doi.org/10.5514/rmac.v1.i2.26825>

García Hernández, V., & Rayek, E. (1978). Análisis experimental de la conducta aritmética: Componentes de dos clases de respuestas en problemas ariméticos de suma [Experimental analysis of arithmetic behavior: Components of two response classes in addition problems]. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 4(1), 41–58.

- González, A. R., & García Hernández, V. (1984). La conducta de contar en niños preescolares: Un análisis comparativo. *Revista Mexicana de Análisis de La Conducta*, 1(2), 113-123–123. <http://dx.doi.org/10.5514/rmac.v1.i2.26997>
- \*Green, G. (1993). A tecnologia de controle de estímulo no ensino de equivalências número quantidade [Stimulus control technology for teaching number/quantity equivalences]. In J. S. Carmo & P. S. T. Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (p. 49–68). ESETec.
- Green, G., Stromer, R., & Mackay, H. A. (2010). Relational learning in stimulus sequences. *The Psychological Record*, 43(4), 599–615.  
<https://doi.org/10.1007/BF03395902> (Trabalho original publicado em 1993).
- \*Gualberto, P. M. A. (2013). *Avaliação de habilidades pré-aritméticas e ensino de adição e subtração para crianças: Contribuições da Análise do Comportamento* [Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos].  
<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/5985>
- \*Gualberto, P. M. A., Aloï, 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), 21–36. <https://doi.org/10.18542/rebac.v5i2.928>
- Haydu, V. B., Carmo, J. S., Souza, S. R., Henklain, M. H. O., & Gris, G. (no prelo). Ensino e aprendizagem da matemática: Contribuições do grupo Matemática e Análise do Comportamento—MATEMAC. In J. F. Salles, L. R. Piccolo, & V. G. Haase (Orgs.), *Neuropsicologia dos transtornos de aprendizagem no Brasil*. Hoegrefe.
- Hayes, S. C., Barnes-Holmes, D., & Roche, B. (Orgs.). (2001). *Relational Frame Theory: A post-skinnerian account of human language and cognition* (1st ed). Kluwer Academic/Plenum.



- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. S. (2011a). Produção analítico-comportamental sobre ensino aprendizagem de habilidades matemáticas: Dados representativos de eventos científicos brasileiros. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 2(2), 179–191. <https://doi.org/10.18761/perspectivas.v2i2.65>
- Henklain, M. H. O., & Carmo, J. S. (2011b). Produção analítico-comportamental sobre ensino aprendizagem de habilidades matemáticas: Dados representativos de eventos científicos brasileiros [Behavior analytic production on teaching and learning of mathematical skills: Representative data of scientific brazilian events]. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 2(2), 179–191. <https://doi.org/10.18761/perspectivas.v2i2.65>
- Henklain, M. H. O., Carmo, J. S., & Haydu, V. B. (2017a). *Database from Henklain, Carmo, and Haydu (2017)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10216.70405>
- Henklain, M. H. O., Carmo, J. S., & Haydu, V. B. (2017b). Produção analítico-comportamental brasileira sobre comportamento matemático e de ensinar matemática: Dados de 1970 a 2015. *Temas em Psicologia*, 25(3), 1453–1466. <https://doi.org/10.9788/TP2017.3-24>
- Hirsch, S., Lambert, K., Coppens, K., & Moeller, K. (2018). Basic numerical competences in large-scale assessment data: Structure and long-term relevance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167, 32–48. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.015>
- \*Kahhale, E. M. S. P. (1993). *Formação e ampliação do conceito de quantidade e relações de equivalência* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade de São Paulo.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>

- Lynch, D. C., & Cuvo, A. J. (1995). Stimulus equivalence instruction of fraction-decimal relations. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 28(2), 115–126.  
<https://doi.org/10.1901/jaba.1995.28-115>
- Ministério da Educação. (2000). *Parâmetros curriculares nacionais (PCN). Volume 3: Matemática – primeiro e segundo ciclos do ensino fundamental*. MEC.
- Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Curricular Comum*. Secretaria de Educação Básica. [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf)
- Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. (1998). *Referencial curricular nacional para a educação infantil. Volume 3: Conhecimento do mundo*. MEC.  
<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000053.pdf>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6(7).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- \*Monteiro, G. (2000). *A contagem oral como pré-requisito para a aquisição do conceito de número através de um procedimento de escolha de acordo com o modelo com crianças pré-escolares* [Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/78728>
- \*Monteiro, G., & Medeiros, J. G. (2002). A contagem oral como pré-requisito para a aquisição do conceito de número com crianças pré-escolares. *Estudos de Psicologia*, 7(1), 73–90. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2002000100009>

- Moore, A. M., & Ashcraft, M. K. (2015). Children's mathematical performance: Five cognitive tasks across five grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, *135*, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.02.003>
- Ninness, C., Barnes-Holmes, D., Rumph, R., McCuller, G., Ford, A. M., Payne, R., Ninness, S. K., Smith, R. J., Ward, T. A., & Elliott, M. C. (2006). Transformations of mathematical and stimulus functions. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *39*(3), 299–321. <https://doi.org/10.1901/jaba.2006.139-05>
- Ninness, C., Dixon, M., Barnes-Holmes, D., Rehfeldt, R. A., Rumph, R., McCuller, G., Holland, J., Smith, R., Ninness, S. K., & McGinty, J. (2009). Constructing and deriving reciprocal trigonometric relations: A functional analytic approach. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *42*(2), 191–208. <https://doi.org/10.1901/jaba.2009.42-191>
- Ninness, C., Rumph, R., McCuller, G., Harrison, C., Ford, A. M., & Ninness, S. K. (2005). A functional analytic approach to computer-interactive mathematics. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *38*(1), 1–22. <https://doi.org/10.1901/jaba.2005.2-04>
- Pereira, J. A., & Winton, A. S. W. (1991). Teaching and remediation of mathematics: A review of behavioral research. *Journal of Behavioral Education*, *1*(1), 5–36. <https://doi.org/10.1007/BF00956752>
- \*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. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=ADOLEC&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=360544&indexSearch=ID>

- \*Prado, P. S. T. (1995). *O conceito de número: Uma análise na perspectiva do paradigma de rede de relações* [Dissertação de Mestrado não publicada].
- \*Prado, P. S. T. (2001). *Ensinando o conceito de número: Contribuições do paradigma de rede de relações* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade de São Paulo.
- Rehfeldt, R. A. (2011). Toward a technology of derived stimulus relations: An analysis of articles published in the journal of applied behavior analysis, 1992–2009. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 44(1), 109–119.  
<https://doi.org/10.1901/jaba.2011.44-109>
- Resnick, L. B., Wang, M. C., & Kaplan, J. (1970). *Behavior analysis in curriculum design: A hierarchically sequenced introductory mathematics curriculum*. (Monograph-2; p. 1–88). Learning Research and Development Center. University of Pittsburgh. <https://eric.ed.gov/?id=ED047954>
- \*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>
- Santos, G. C. V., Kienen, N., Viecili, J., Botomé, S. P., & Kubo, O. M. (2009). “Habilidades” e “Competências” a desenvolver na capacitação de psicólogos: Uma contribuição da análise do comportamento para o exame das diretrizes curriculares. *Interação em Psicologia*, 13(1).  
<https://doi.org/10.5380/psi.v13i1.12279>
- Schoenfeld, W. N., Cole, B. K., & Sussman, D. M. (1976). Observations on early mathematical behavior among children: Counting. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 2(2), 176–189. <http://dx.doi.org/10.5514/rmac.v2.i2.25268>

- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., & PRISMA-P Group. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: Elaboration and explanation. *BMJ*, *349*, 1–25. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Sidman, M. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech & Hearing Research*, *14*(1), 5–13. <https://doi.org/10.1044/jshr.1401.05>
- Sidman, M., & Cresson, O. (1973). Reading and crossmodal transfer of stimulus equivalences in severe retardation. *American Journal of Mental Deficiency*, *77*(5), 515–523.
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *37*(1), 5–22. <https://doi.org/10.1901/jeab.1982.37-5>
- \*Teixeira, A. M. S. (1983). *Individualização do ensino em uma pré-escola: Relato de uma experiência* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade de São Paulo.
- \*Teixeira, A. M. S. (2006). *Análise de contingências em programação de ensino infantil*. ESETec.
- Toll, S. W. M., Van Viersen, S., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2015). The development of (non-)symbolic comparison skills throughout kindergarten and their relations with basic mathematical skills. *Learning and Individual Differences*, *38*, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.006>
- Vanbinst, K., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2015). Does numerical processing uniquely predict first graders' future development of single-digit arithmetic? *Learning and Individual Differences*, *37*, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.004>

Wang, M. C., & Resnick, L. B. (1978). *PEP/Primary Education Program: Introductory handbook*. Mafex Associates. <https://eric.ed.gov/?id=ED174301>

Wang, M. C., Resnick, L. B., & Boozer, R. B. (1971). The sequence of development of some early mathematics behaviors. *Child Development*, *42*(6), 1767–1778.  
<https://doi.org/10.2307/1127583>

### CAPÍTULO 3

#### ELABORAÇÃO DO CONCEITO E ANÁLISE INICIAL DO JOGO “KORSAN: PRÉ-ARITMÉTICA”

Este capítulo teve dois objetivos principais: a) operacionalizar as tarefas de um jogo educativo para avaliação de comportamentos pré-aritméticos e b) coletar evidências de validade baseada no conteúdo do jogo *Korsan: Pré-Aritmética*. Inicialmente elaboramos o conceito do jogo e delimitamos as tarefas para avaliar repertórios pré-aritméticos (Estudo 1). Para atender ao segundo objetivo, inicialmente avaliamos a adequação teórica, semântica, bem como aspectos de usabilidade e engajamento do jogo (Estudo 2). Por fim, avaliamos também o alinhamento do jogo com um recorte dos objetivos de aprendizagem e habilidades descritos na BNCC publicada em 2017 pelo Ministério da Educação (Estudo 3). O texto é organizado da seguinte forma: primeiramente destacamos as etapas de construção de um instrumento de avaliação educacional e possíveis contribuições da literatura de aprendizagem baseada em jogos (*game based learning* -GBL) e do *design* de jogos, propondo uma intersecção entre essas áreas de conhecimento. Posteriormente apresentamos a elaboração das tarefas do jogo e a avaliação inicial da ferramenta feita com base na literatura apresentada.

#### **Construção de Instrumentos de Avaliação Educacional**

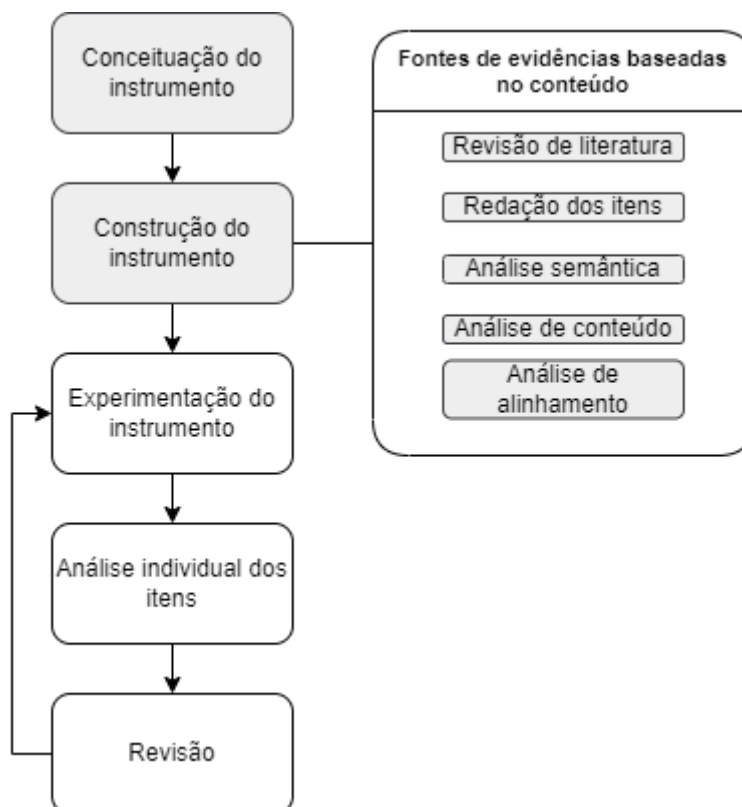
A avaliação é um dos principais pilares dos processos educativos. Dentre seus principais objetivos, destacam-se: verificar ensino e aprendizagem em nível individual e curricular; inferir desempenhos de indivíduos e grupos; e subsidiar decisões sobre um estudante (e.g., aprovação, certificação etc.) (Borges & Rothen, 2019; Kane & Wools, 2020). Diante da importância da aprendizagem de matemática, dos resultados insatisfatórios alcançados por estudantes brasileiro, dos prejuízos à aprendizagem causados pelas mudanças na modalidade e acesso ao ensino durante a pandemia de Covid-

19 (Marques, 2021; Queiroz, 2021), e, existindo, ainda, uma demanda por recursos educativos que aumentem o engajamento dos estudantes, instrumentos de avaliação do desempenho nessa disciplina precisam ser cuidadosa e sistematicamente desenvolvidos.

Há diversas maneiras de abordar a construção de instrumentos de avaliação, e alguma variedade nas etapas propostas é encontrada na literatura. De modo geral, as etapas mais comumente citadas passam pela conceituação e construção, experimentação, análise dos itens e revisão do instrumento (Pacico, 2015). A Figura 10 apresenta um esquema simplificado das etapas de desenvolvimento de um instrumento de avaliação educacional. Após sua apresentação, descrevem-se em mais detalhes as etapas de conceituação e construção.

**Figura 11**

*Etapas para o Desenvolvimento de um Instrumento de Avaliação Educacional*





*Nota.* As formas preenchidas na cor cinza fazem parte das etapas de conceituação e construção do instrumento. Os retângulos brancos compõem as etapas não contempladas neste capítulo. Optamos por mantê-los para visualização integral do processo de desenvolvimento.

A construção de um instrumento parte da necessidade de avaliar um domínio. Antes de construir um novo instrumento, cabe identificar claramente qual sua finalidade, público-alvo, a existência de instrumentos semelhantes, seu formato, forma de aplicação entre outras questões que justifiquem sua necessidade (Cohen et al., 2014; Pacico, 2015). A organização dessas informações constitui a etapa de conceituação do instrumento. Para construir os itens de um instrumento diversos procedimentos podem ser utilizados. Um passo elementar consiste na revisão de literatura do tema investigado e da teoria que serve como base para a criação do instrumento. Revisões complementares a partir da consulta a juízes também podem ser conduzidas. Esta revisão é fundamental para a construção da definição operacional do fenômeno avaliado. É a partir desta definição que os itens são elaborados. Desta primeira revisão resulta a forma preliminar do instrumento, composta por vários itens (Pacico, 2015), cujo formato, escalonamento e redação são cuidadosamente delimitados (Cohen et al., 2014).

Durante a fase de construção são coletadas algumas evidências de validade baseada no conteúdo do instrumento. Referem-se a conteúdo os temas, a redação, o formato dos itens, tarefas ou questões do instrumento. Busca-se avaliar o quão bem em termos gramaticais, semânticos e idiomáticos os itens foram construídos e em que medida o fenômeno de interesse está sendo adequadamente mensurado e é relevante para a interpretação dos resultados do instrumento (American Educational Research Association et al., 2014). Essas análises são tradicionalmente feitas a partir de, pelo menos, duas

avaliações qualitativas diferentes: com pequenas amostras da população-alvo e com juízes especialistas (Pacico, 2015; Pasquali, 1998).

A análise semântica é realizada com membros da amostra-alvo (população a quem o instrumento é destinado) e tem por objetivo avaliar a clareza dos itens para informar o quanto eles são compreensíveis. Esta avaliação é importante para garantir que o instrumento seja inteligível, considerando a faixa etária e nível cultural da população a que se destina. Uma revisão detalhada pode indicar potenciais facilidades e dificuldades encontradas ao responder ao instrumento (Pacico, 2015). Recomenda-se que sejam realizados pequenos grupos focais (de três a cinco pessoas) com a população-alvo para a apresentação de cada um dos itens (Pacico, 2015; Pasquali, 2013). Nesse contexto, após a apresentação de cada item, o pesquisador solicita que o grupo o reproduza com suas próprias palavras. Itens cuja compreensão da amostra seja diferente do sentido esperado devem ser reformulados ou eliminados e é possível que o próprio grupo apresente uma nova descrição possível. Nesses casos, o item deve ser novamente avaliado por grupos formados por representantes da população-alvo até que não sejam identificadas dificuldades de compreensão.

A segunda avaliação é realizada por juízes especialistas no assunto, que avaliarão se os itens são adequados teoricamente para representar o que se pretende avaliar (Pacico, 2015; Pacico et al., 2015). Essa etapa também é conhecida como análise de conteúdo e deve ser realizada por ao menos dois especialistas. Idealmente, a consulta a três juízes é recomendada por permitir o desempate em casos de discordâncias. Alta concordância (i.e., avaliações semelhantes entre, no mínimo, dois dos três juízes) indica que as instruções fornecidas para a análise foram adequadas. Caso contrário, as instruções devem ser reformuladas para que a avaliação seja novamente realizada. Este é um cuidado importante para garantir que os juízes especialistas utilizem os mesmos parâmetros para

avaliar o mesmo conjunto de itens. Os itens que não estiverem claros para a população-alvo ou forem considerados inadequados por não representar o fenômeno de investigação do instrumento pelos juízes deverão ser modificados ou eliminados (Pacico, 2015).

Tanto a análise semântica quanto a de conteúdo são estratégias de avaliação encontradas na literatura tradicional de psicometria (e.g., Pasquali, 1998, 2013) e podem ser consideradas fontes de evidências baseadas no conteúdo do instrumento (Pacico et al., 2015). Para além destas avaliações, há também métodos mais recentes e detalhados para coletar evidências desta natureza em instrumentos de avaliação educacional. Algumas dessas avaliações são derivadas da literatura sobre alinhamento (*alignmenmt*) (Davis-Becker & Buckendahl, 2013; Martone & Sireci, 2009; Sireci & Faulkner-Bond, 2014). Antes de discorrer sobre alinhamento, cabe defini-lo. Em princípio, dois componentes de um sistema estão alinhados, quando há correspondência entre ambos. No contexto educacional, o alinhamento se refere a “quão bem todos os elementos de política em um sistema funcionam juntos para orientar a instrução e, em última instância, o aprendizado do aluno”<sup>13</sup> (Webb, 1997, p. 12).

Apesar da referência aos estudos de alinhamento nos *Standards for Educational and Psychological Testing* (American Educational Research Association et al., 2014), não há no documento recomendações mais detalhadas sobre procedimentos para este tipo de análise. Há, entretanto, produção específica sobre o assunto na literatura de avaliação educacional. De modo geral, métodos de alinhamento permitem avaliar a extensão de três tipos de relações: a) entre o conteúdo presente nas Diretrizes Curriculares (DC) e nas avaliações; b) entre as DC e práticas de ensino; c) entre práticas de ensino e avaliações (Davis-Becker & Buckendahl, 2013). As avaliações de alinhamento visam identificar o grau em que o conteúdo de um instrumento representa apropriadamente seu domínio

---

<sup>13</sup> Tradução livre do trecho original: *Alignment refers to how well all policy elements in a system work together to guide instruction and, ultimately, student learning.*

pretendido de maneira mais detalhada do que a análise de conteúdo. Para isto, são adotados vários critérios, como profundidade, amplitude ou complexidade cognitiva (Martone & Sireci, 2009; Sireci & Faulkner-Bond, 2014). É importante ressaltar que uma única avaliação dificilmente estará completamente alinhada às DC. Espera-se que o alinhamento completo ocorra nas relações entre um conjunto de avaliações e as DC.

Avaliações de alinhamento têm sido realizadas principalmente por meio dos métodos de *Webb*, *Achieve* e *SEC (Surveys of Enacted Curriculum)* (Davis-Becker & Buckendahl, 2013; Martone & Sireci, 2009). O método de *Webb* (Webb, 1997; Webb et al., 2005) avalia o alinhamento por meio de quatro dimensões: concorrência categórica, profundidade, alcance e equilíbrio do conhecimento. Utiliza um sistema binário de avaliação, i.e., os juízes especialistas indicam o conteúdo presente nas diretrizes curriculares que mais se relacionam com um item do instrumento, sem analisar em que medida ou qual a qualidade da relação entre currículo e avaliação.

O método *Achieve* (Rothman et al., 2002) avalia o alinhamento por meio de dimensões semelhantes às propostas por Webb. A principal diferença reside na avaliação por meio de escalas *Likert*, que permitem indicar o nível de relação entre instrumento (itens individualmente e como um conjunto) com as DC. Diferentemente dos métodos anteriormente citados, o método *SEC* (Porter et al., 2007; Porter & Smithson, 2001) foi desenvolvido para avaliar o alinhamento entre diretrizes curriculares, avaliação e instrução (Martone & Sireci, 2009; Sireci & Faulkner-Bond, 2014). Consideramos que a análise do alinhamento pode ser incluída na análise teórica durante o processo de desenvolvimento de um instrumento.

Após a análise teórica, que contempla a conceituação e construção do instrumento a partir de revisões de literatura, consulta a especialistas e pequenas amostras da população-alvo, geralmente o instrumento é aplicado a uma amostra maior da população-

alvo. Nesta fase, os itens são avaliados individualmente e revisados. Não trataremos deste tipo de análise aqui, pois neste capítulo apresentaremos apenas a avaliação inicial do instrumento.

Finalmente, destacamos que instrumentos de avaliação educacional podem ser desenvolvidos em diversos formatos, como questões de múltipla-escolha, questões abertas, portfólios, simulações, jogos, dentre outros (American Educational Research Association et al., 2014). Na próxima seção detalharemos o uso de jogos como ferramentas auxiliares ao ensino e avaliação de matemática.

### **Aprendizagem Baseada em Jogos para Matemática**

O uso de jogos para ensino e avaliação de matemática desperta o interesse de pesquisadores formalmente desde o início do século XX<sup>14</sup>. Galarza (2019) apresenta uma proposta de organização dos períodos de pesquisa com jogos para ensino e avaliação de matemática em três ondas.. A chamada primeira onda de ensino e aprendizagem com jogos matemáticos contempla os estudos até o final da década de 1960. Anterior à consolidação de tecnologias digitais na educação (em países desenvolvidos), neste período eram comuns jogos analógicos com conflitos simples (e.g., cronometrar o tempo de resolução de operações) ou jogos novos – principalmente adaptações de títulos comerciais - cujas descrições e regras precisavam ser incluídas na literatura de pesquisa em Educação Matemática. Um exemplo do segundo tipo de jogos do período é a série de jogos WFF’N PROOFS para ensino de lógica (Allen et al., 1966, 1970). Os primeiros jogos tiveram por objetivo ensinar o conceito de fórmula bem formada (*well-formed formula*) – um pré-requisito para os jogos posteriores de prova lógica. Variações do jogo para ensino de aritmética básica originaram a série EQUATIONS (Allen, 1964; Gamer,

---

<sup>14</sup> Jogos são utilizados em contextos de ensino desde a antiguidade (Fagan, 2017; Goldhill, 2017). A breve retrospectiva apresentada neste capítulo parte do início dos registros de comunicações científicas sobre o assunto.

2018), bastante influente nos trabalhos da segunda onda de jogos para ensino e aprendizagem de matemática (Galarza, 2019).

Duas mudanças importantes marcaram a segunda onda (início da década de 1970 – final da década de 1980): os avanços da programação digital e o interesse em compreender quais elementos de um jogo o tornam efetivo para o ensino, principalmente com base no arcabouço teórico da psicologia cognitiva. A terceira onda é tão diversa quanto o seu período: do início dos anos 1990 até os dias atuais (Galarza, 2019). Além do uso de jogos para o ensino também cresceram as investigações do uso de jogos como ferramentas de avaliação<sup>15</sup> (e.g., (Kiili et al., 2015; Shute et al., 2013) e, sobretudo a defesa de avaliações educacionais conduzidas de modo pervasivo durante as partidas jogadas (Bellotti et al., 2013; Kiili et al., 2015; Shute et al., 2013; Zapata-Rivera & Bauer, 2012). Investigações sobre engajamento (Abdul Jabbar & Felicia, 2015; Hookham & Nesbitt, 2019) e usabilidade (Moreno-Ger et al., 2012; Yáñez-Gómez et al., 2017) tornaram-se frequentes também durante a terceira onda da GBL. Engajamento refere-se a como o jogador experencia o jogo e à emissão de comportamentos que indiquem maior ou menor probabilidade de permanecer jogando (Gris et al., 2018). É possível relacionar engajamento com o conceito de círculo mágico, utilizada por Salen e Zimmerman (2012b) para demarcar o espaço em que o jogo acontece: “começar um jogo significa entrar no círculo mágico. Os jogadores cruzam essa fronteira para adotar comportamentos artificiais e os rituais de um jogo. Durante o jogo, o círculo mágico persiste até o jogo terminar.” (p.55). Tão importante quanto “entrar no círculo mágico” é nele permanecer, conforme a experiência projetada para aquele contexto. Em outras palavras, um jogo produz o engajamento do jogador quando as contingências planejadas aumentam a

---

<sup>15</sup> O termo “aprendizagem baseada em jogos” refere-se de maneira bastante ampla ao uso de jogos para facilitar os processos de ensino e aprendizagem. Aqui, incluímos de maneira explícita as contribuições dos estudos sobre avaliação educacional por meio de jogos no escopo da GBL por entendermos que avaliações contínuas e precisas são parte fundamental nos processos de ensinar e aprender.

probabilidade de o jogador permanecer na tarefa até concluí-la. O planejamento dessas contingências deve levar em consideração o repertório inicial do jogador – público-alvo do jogo - suas preferências, idade, habilidade para jogar, além de variáveis culturais que possam facilitar ou dificultar sua permanência no jogo.

Usabilidade, por sua vez, 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, [...] tornando as regras claras e de fácil compreensão.” (Godoy, 2018, p. 20). Ressalta-se que dificuldade em um contexto de jogo deve ser interpretada diferentemente da dificuldade de uso de um *software* não-jogo, ou de produtividade. Um *software* de produtividade deve ter como objetivos tornar as tarefas mais fáceis e com menor número de erros. Já em um jogo, muitas vezes o desafio e a dificuldade são partes essenciais da experiência de jogar. Nesse sentido, a avaliação de usabilidade deve identificar principalmente eventuais obstáculos ao divertimento e não necessariamente ao rápido cumprimento de metas (Moreno-Ger et al., 2012; Yáñez-Gómez et al., 2017). Acrescentamos, ainda, que em um jogo educativo, o principal desafio é combinar um planejamento de ensino efetivo e elementos de jogos que permitam o divertimento.

Muitas vezes as avaliações de engajamento e usabilidade se entrelaçam, já que em ambas busca-se identificar se o jogo cumpre seus objetivos adequadamente. Avaliações de jogos sérios<sup>16</sup> são influenciadas por diferentes teorias e métodos de pesquisa. Em que pese a maior prevalência de medidas indiretas, como a aplicação de questionários e entrevistas seja consistentemente observada, há crescente interesse no uso combinado com medidas diretas de avaliação (Gris & Bengtson, 2021; Hookham & Nesbitt, 2019;

---

<sup>16</sup> Jogos sérios são aqueles cujo objetivo não se limita apenas ao entretenimento. O conceito abarca tanto jogos educativos ou para aprendizagem de repertórios acadêmicos ou sociais como o apresentado neste capítulo, quanto jogos para treinamento profissional. Optamos por manter “jogos sérios”, pois as revisões sobre usabilidade e engajamento consultadas e aqui citadas assim o fazem.

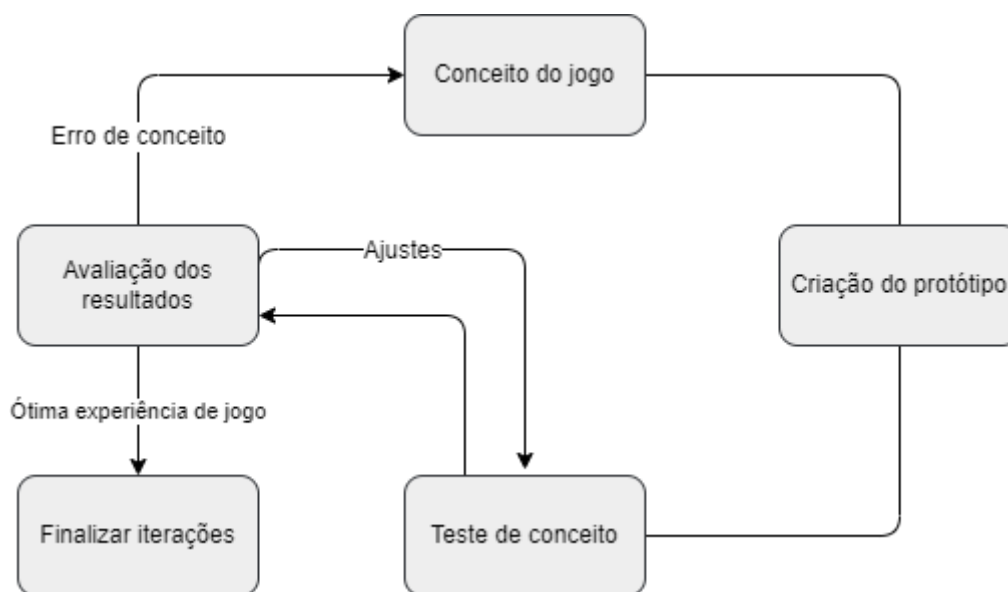
Moreno-Ger et al., 2012; Yáñez-Gómez et al., 2017). O uso de medidas diretas pressupõe identificar evidências tangíveis, visíveis e autoexplicativas de aprendizagem, qualidade de engajamento ou usabilidade. Uma medida indireta, em contrapartida, avalia as opiniões sobre o próprio conhecimento, habilidades, experiências de aprendizagem ou percepções sobre algo (Gris & Bengtson, 2021; Hansen, 2017; Luce & Kirnan, 2016).

Além da literatura de GBL, o conhecimento produzido pelo *design* de jogos também pode fornecer subsídios para o desenvolvimento de jogos como instrumentos de avaliação educacional. De forma simplificada o objetivo de *design* de jogos é projetar condições que resultem em experiências para os jogadores durante sua interação com o jogo. As principais decisões de *design* são tomadas a partir da experiência de jogar o jogo durante todo o processo de desenvolvimento (Salen & Zimmerman, 2012a). O procedimento iterativo de *design*, por exemplo, sugere coleta de dados constante durante o desenvolvimento de um jogo, permitindo ajustes necessários para o cumprimento dos objetivos pretendidos (Perkoski et al., 2016; Salen & Zimmerman, 2012a; Schell, 2014). Esse procedimento aproxima-se do desenvolvimento de instrumentos de avaliação, na medida em que ambos são repetidamente avaliados desde seus estágios iniciais de desenvolvimento e aprimorados a partir do resultado de cada avaliação. A Figura 12 apresenta as etapas do procedimento iterativo de design de jogos.



**Figura 12**

*Etapas do Procedimento Iterativo de Design de Jogos*



*Nota.* Figura elaborada a partir da apresentada por Perkoski et al. (2016)

Durante as etapas de desenvolvimento de um jogo para fins educacionais, o teste de conceito deve incluir a coleta de dados relativos aos aspectos instrucionais, de engajamento e de usabilidade. Dada a complexidade da avaliação integral do jogo e a possibilidade de aprimorá-lo a cada iteração, a coleta de dados pode e deve ser realizada em mais de uma etapa, ou em várias rodadas com versões diferentes do jogo (Perkoski et al., 2016).

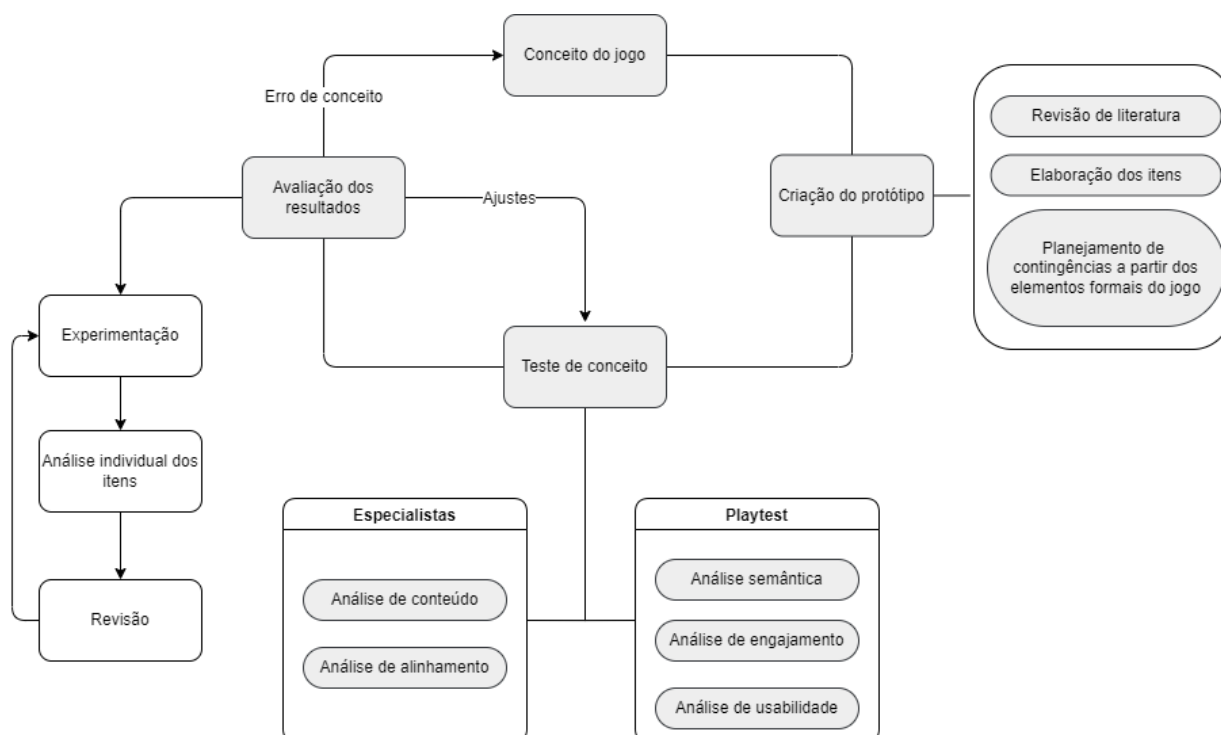
### **Jogos como Instrumentos de Avaliação**

Ainda que investigações sobre *design* de jogos e GBL acumulem décadas de conhecimento produzido, muitas vezes essas contribuições não permeiam a literatura de avaliação educacional. Nas orientações publicadas em colaboração pela *American Educational Research Association*, *American Psychological Association* e *National Council on Measurement in Education* (2014), por exemplo, jogos são citados como um dentre vários formatos possíveis para instrumentos de avaliação. Apesar disso, não há

discussão sobre características específicas para o desenvolvimento e avaliação desse tipo de ferramenta. A rigor, a palavra jogo (*game*, na versão em inglês consultada) aparece apenas duas vezes nas 230 páginas do documento. Consideramos que a literatura de *design* de jogos e GBL pode se somar às orientações para o desenvolvimento de jogos para avaliação educacional. A Figura 13 apresenta uma síntese da proposta de desenvolvimento de um jogo como instrumento de avaliação educacional a partir da literatura de construção de instrumentos de design de jogos e GBL.

**Figura 13**

*Etapas para o Desenvolvimento de Jogos como Instrumentos para Avaliação Educacional*



*Nota. Nota.* As formas preenchidas na cor cinza fazem parte das etapas de conceituação e construção do instrumento. Os retângulos brancos compõem as etapas não contempladas neste capítulo.

O diagrama apresentado na Figura 12 é bastante simplificado e não abarca todas as fases para o desenvolvimento de jogos como instrumentos de avaliação educacional

em detalhes. Acreditamos, entretanto, que seja útil para os fins deste capítulo. Nas etapas de conceituação e de construção, após o levantamento das informações que justifiquem o desenvolvimento do instrumento, devem também ser planejados elementos característicos do jogo. Os itens devem ter formato e redação cuidadosamente selecionados que se relacionem aos elementos de estética, narrativa, mecânica e tecnologia que compõem o jogo.

Os testes de protótipos são conduzidos com participantes e objetivos diferentes entre si. As análises de conteúdo e alinhamento são feitas a partir da opinião de especialistas no tema que não necessariamente precisam entrar em contato com um protótipo jogável, uma vez que a representação dos itens (em imagens, por exemplo) pode ser suficiente para o julgamento da adequação teórica do instrumento. Talvez essa avaliação seja a principal diferença se compararmos ao desenvolvimento de um jogo para entretenimento ou mesmo como ferramenta de ensino, uma vez que foge à lógica de avaliar a experiência do jogador em contato com o jogo. Além disso, as análises podem ser feitas em estágios diferentes do desenvolvimento do jogo para que o resultado da primeira (qualquer que seja ela) forneça informações para mudanças a serem implementadas antes da próxima análise. As avaliações conduzidas com pequena amostra do público-alvo (semântica, de usabilidade e de engajamento) podem ser estruturadas em uma ou mais sessões de teste do jogo, a depender do objetivo da avaliação.

Após uma breve revisão conceitual, apresentamos neste capítulo o conceito do jogo, a proposição dos comportamentos pré-aritméticos e sua organização no formato de tarefas do jogo (Estudo 1) e a avaliação inicial da ferramenta feita com base na literatura de construção de instrumentos de avaliação educacional, aprendizagem baseada em jogos e design de jogos (Estudos 2 e 3).

## **Estudo 1: Conceito do jogo e proposição dos Comportamentos Pré-Aritméticos**

### **Avaliados por meio do Jogo**

O objetivo deste estudo foi elaborar o conceito do jogo *Korsan: Pré-Aritmética* (Gris & Souza, 2020) e delimitar as tarefas para avaliação de repertórios pré-aritméticos.

### **Método**

#### **Materiais**

Para contemplar tanto os elementos característicos do jogo quanto questões preliminares de desenvolvimento de instrumentos de avaliação educacional foram elaboradas duas fichas descritivas. Para os elementos de jogo, a ficha foi baseada na proposta de Boller e Kapp (2018) e Schell (2014). Composta por seis questões orientadoras que passam pela delimitação da meta do jogo, do objetivo instrucional, do tipo de *feedback* apresentado e pelos elementos de enredo, estética, mecânica e tecnologia (Apêndice E). A segunda ficha contempla 14 questões preliminares para justificar o desenvolvimento de um novo instrumento apresentadas por Cohen et al. (2014) e pode ser encontrada no Apêndice F.

#### **Procedimento**

##### ***Proposição do Conceito do Jogo***

O conceito do jogo foi redigido em formato de um texto breve elaborado a partir das questões orientadoras das fichas descritivas (Apêndice G).

##### ***Delimitação das Tarefas do Jogo***

**Identificação das Fontes de Informação.** O conjunto de fontes de informação reúne resultados dos Capítulos 1 e 2 deste trabalho. Do capítulo 1 foram selecionados apenas os preditores relacionados a algum indicador de sucesso (Figura 2, Capítulo 1). Do Capítulo 2 foram selecionados 17 dos 20 trabalhos incluídos na síntese da revisão. Os trabalhos não incluídos (Drachenberg, 1973/2010, 1990; Kahhale, 1993) têm em comum

o ensino de controle discriminativo das propriedades quantitativas de conjuntos com variações sutis nas classes de estímulos apresentadas. As informações dos procedimentos adotados nesses estudos provavelmente podem ser bastante úteis para o planejamento de condições de ensino – uma etapa que foge aos objetivos do instrumento desenvolvido.

**Descrição dos Comportamentos e Tarefas Previstas em Cada Fonte de Informação e Aplicação dos Critérios de Inclusão e Exclusão.** Após a seleção das fontes de informação, foram organizadas listas com todos os comportamentos e/ou tarefas previstas em cada um deles. Foram excluídos comportamentos e/ou tarefas: (a) que indicavam antecedente ou resposta vocal, por considerar-se as possíveis limitações em uma implementação digital em relação ao *feedback* preciso para esse tipo de resposta; (b) que se relacionavam a peso de objetos; (c) referentes ao ensino de frações, geometria e quaisquer outros “conteúdos” acadêmicos ensinados posteriormente à aritmética; (d) que exigiam resposta motora (e.g., fazer cópia); (e) que envolviam nomes de números escritos por extenso para que leitura não fosse um requisito mínimo; (f) que envolviam relações temporais e de capacidade. Esses critérios foram adotados considerando a viabilidade das tarefas a serem apresentadas por meio de um jogo digital que não dependesse de múltiplos recursos de *hardware*, como sensores para captação de uma resposta verbal vocal, e de avançados recursos de software, como uma inteligência artificial para exame de respostas verbais vocais, ou, ainda, de uma pessoa para registrar manualmente respostas e indicar a sua correção.

**Agrupamento de Comportamentos e Tarefas Semelhantes e Redação Padronizada dos Comportamentos-Objetivo Selecionados.** As listas de comportamentos e/ou tarefas referentes a cada currículo/programa de ensino e estudo foram comparadas a fim de identificar semelhanças e diferenças entre as propostas. Após a listagem e seleção os itens semelhantes foram agrupados e reescritos para padronizar as

descrições em termos de condições antecedentes e respostas. Optamos por utilizar, a partir deste momento, a descrição dos objetivos selecionados para o instrumento como comportamentos-objetivo. A distinção conceitual entre “objetivos comportamentais” e “comportamentos-objetivos” parte dos trabalhos de Programação de Condições para o Desenvolvimento de Comportamentos – PCDC (Bordignon Luiz & Botomé, 2017; Carvalho et al., 2014; Kienen et al., 2021) e nos pareceu coerente com a nossa proposta. A distinção assume a proposta de não apenas dar forma “comportamental” a objetivos de um programa, mas das implicações éticas em “eleger comportamentos de valor para a vida do aprendiz (Bordignon Luiz & Botomé, 2017, p. 332).

É verdade que a padronização que propomos para os objetivos selecionados ocorreu pela descrição de antecedentes e respostas (em forma de verbo no infinitivo). Acreditamos, entretanto, que o caminho percorrido até esta etapa de padronização partiu da caracterização de necessidades sociais com as quais os aprendizes lidam – identificamos os problemas enfrentados por estudantes brasileiros com Matemática e buscamos identificar que repertórios, se desenvolvidos, poderiam favorecer aprendizagens posteriores. Uma síntese dessa caracterização pode ser encontrada na Apresentação desta tese. Fazem parte também do contexto de caracterização das necessidades sociais as justificativas apresentadas nos estudos previamente realizados, incluindo, mas não limitando-se aos citados na seção “Algumas palavras iniciais: contexto prévio ao desenvolvimento da tese”.

Reconhecemos também que o instrumento desenvolvido não se propõe a ensinar esses repertórios, mas entendemos que a avaliação dessas lacunas é fundamental para o planejamento de programas de ensino eficazes. Diante dos comportamentos-objetivos finais e intermediários, tradicionalmente em PCDC, planeja-se as condições para garantir que o aprendiz seja capaz de desempenhar o que foi definido como objetivo. Aqui

consideramos importante ressaltar que o planejamento das avaliações merece o mesmo cuidado que o desenvolvimento das condições de ensino.

Após a seleção dos comportamentos-objetivo, desenvolveu-se para cada um deles uma situação de avaliação no contexto de jogo. Chamamos essas situações de “tarefa”. Assim, tarefa é a tradução de um comportamento-objetivo em uma situação de avaliação criada no jogo, seguindo o enredo de aventura pirata da série de jogos *Korsan*<sup>17</sup> (Gris & Souza, 2016b; Souza & Gris, 2020).

## **Resultados**

### **Conceito do Jogo**

O jogo foi desenvolvido na plataforma Unity para ser jogado em computador e planejado para ser jogado individualmente por crianças da última faixa etária da Educação Infantil (4 a 6 anos de idade) e anos iniciais do Ensino Fundamental sob a supervisão de um adulto. Uma das diferenças do jogo para outros instrumentos de avaliação educacional (e.g., Gualberto, 2013; Gualberto et al., 2019; Weinstein, 2016) que abordam repertórios pré-aritméticos reside na não obrigatoriedade de leitura como um pré-requisito para realizar a avaliação. As instruções escritas na tela do jogo são também apresentadas em formato de áudio e não foram selecionadas palavras escritas como estímulos componentes das tarefas. Consideramos isso uma vantagem principalmente porque os repertórios de crianças não alfabetizadas podem ser avaliados. Outra diferença importante é o próprio formato de jogo como instrumento de avaliação. Essa escolha foi feita considerando o perfil de interesse das crianças e evidências de efetividade da GBL. As ações de jogo são

---

<sup>17</sup> As demais versões do jogo apresentam operações de adição, subtração e multiplicação e acontecem em ilhas onde o personagem principal busca tesouros (ver Godoy, 2018; Gris et al., 2018; Souza et al., submetido). A opção de design feita para o jogo apresentado neste capítulo foi desenvolver o enredo em uma etapa temporalmente anterior aos demais jogos. Nesse caso, o personagem principal deve preparar seu navio para viajar até as ilhas dos tesouros (onde são trabalhadas as operações de aritmética).

completamente realizadas por ações de apontar, clicar e arrastar com o *mouse* ou *touchpad*.

O jogo narra a história de preparação do navio Fortune por seu capitão, o pirata Bart e sua tripulação composta por marujos que não sabem contar, bem como por George, o cozinheiro do navio e avô de Bart. Há também ratos invasores e uma cacatua. O jogo acontece em cinco cenários: feira de compras, prancha, convés, cozinha e porão. George, o avô avisa a tripulação inteira o que deve ser feito para ensinar o capitão Bart sobre o que será necessário para conquistar tesouros futuros (abordados nos outros jogos da série). Os desafios apresentados pela tripulação compreendem tarefas para avaliação de comportamentos pré-aritméticos.

### **Delimitação das Tarefas do Jogo**

A partir das fontes de informação, foram listados os itens<sup>18</sup> de cada um dos trabalhos, obtendo-se 476 possíveis comportamentos-objetivo. Após a aplicação dos critérios de exclusão restaram 243 itens. A Tabela 7 apresenta detalhadamente essas informações.

---

<sup>18</sup> A variedade de propostas utilizadas como fontes de informação, fez com que inicialmente as descrições fossem bastante diversas. Em alguns programas falava-se em objetivos de ensino, em outros tarefas de avaliação etc. Por esta razão, apresentamos de forma genérica “itens” antes da delimitação dos comportamentos-objetivos alvo do instrumento de avaliação.



**Tabela 7**

*Fontes de Dados, Itens Descritos, Excluídos e Seleccionados para a Composição dos Objetivos do Programa*

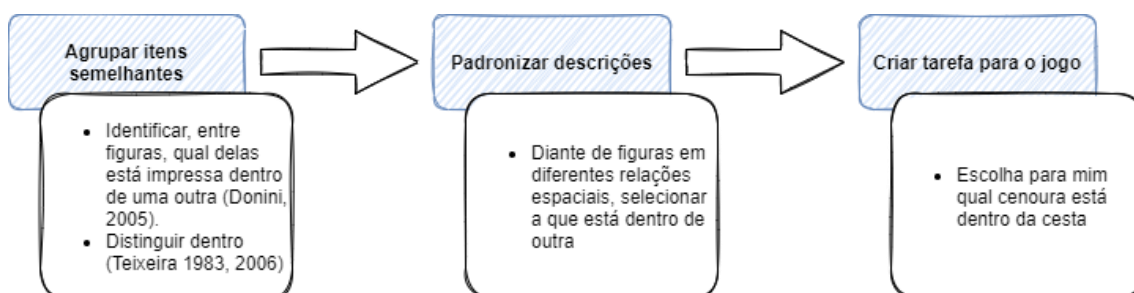
<b>Fonte</b>	<b>Todos</b>	<b>Excluídos</b>	<b>Incluídos</b>
Capítulo 1	31	19	12
Green (1993/2010)	5	3	2
García Hernández (1994)	6	4	2
Prado (1995), Prado e de Rose (1999b)	12	4	8
Prado (2001)	13	5	8
Carmo (1997), Carmo e Galvão (2000), Monteiro (2000), Monteiro e Medeiros (2002a)	20	14	6
Carmo (2002)	28	13	15
Escobal et al. (2010)	6	4	2
Fioraneli (2012)	15	11	4
Resnick et al. (1973)	64	43	21
Teixeira (1983, 2006)	91	56	35
Donini (2005)	135	49	86
Gualberto et al. (2009)	15	2	13
Gualberto (2013)	35	6	29
<b>Total</b>	<b>476</b>	<b>233</b>	<b>243</b>

*Nota.* Os estudos que apresentavam propostas iguais foram agrupados.

A partir do agrupamento por semelhança dos 243 comportamentos-objetivo, resultaram 74 que foram reescritos e transformados em tarefas de jogo. A Figura 14 apresenta um exemplo do agrupamento e padronização dos itens.

## Figura 14

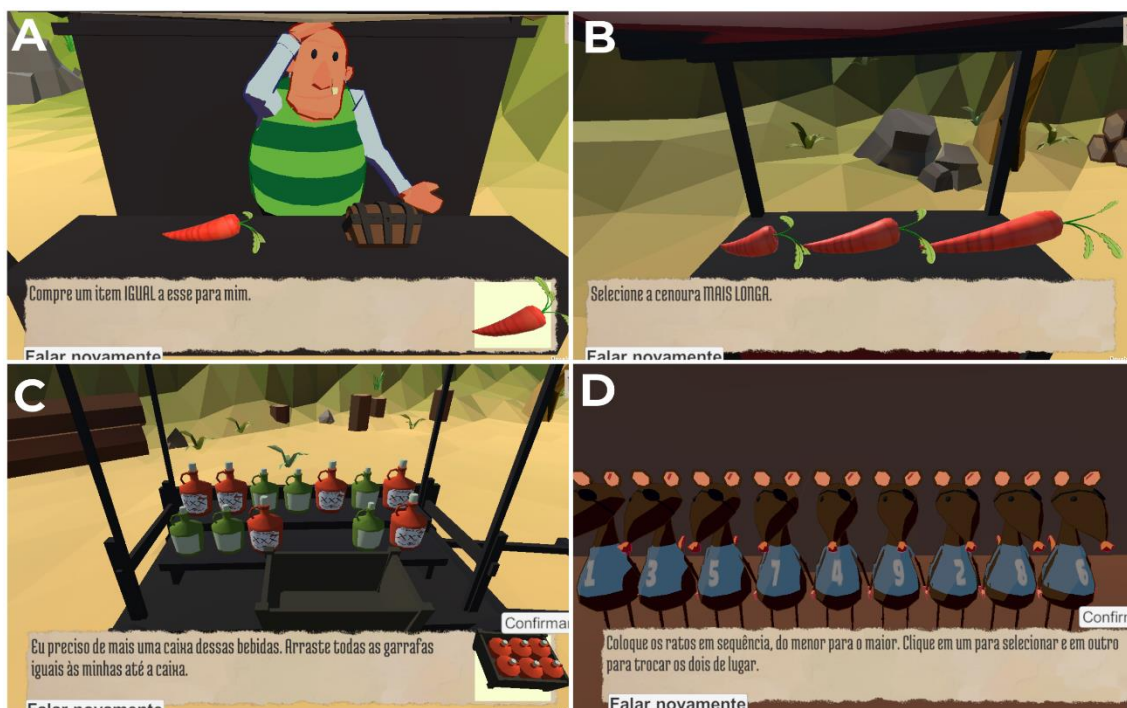
### Exemplo de Composição de Tarefas



Os itens foram agrupados, considerando-se a semelhança e, por fim, foram criados seis conjuntos de comportamentos-objetivo: (a) comparar figuras e conjuntos de elementos, (b) realizar correspondência um-a-um de conjuntos, (c) estabelecer relações entre numerais e conjuntos I, (d) comparar conjuntos, (e) estabelecer relações entre numerais e conjuntos II, (f) sequenciar em ordem crescente e decrescente numerais e conjuntos. As tarefas foram elaboradas a partir de quatro estruturas básicas: seleção, sendo 27 com modelo visual e 22 sem modelo visual e construção de resposta sendo 12 com modelo visual e 13 sem modelo visual. A Figura 15 apresenta um exemplo de cada tipo de tarefa.

**Figura 15**

*Exemplos de Cada Tipo de Tarefa*



*Nota.* A = tarefa de seleção com modelo visual; B = tarefa de seleção sem modelo visual; C = tarefa de construção de repostas com modelo visual; D = tarefa de construção de repostas sem modelo visual.

Em tarefas de seleção o jogador clica com *mouse* sobre a resposta escolhida (Figura 12A e 12B) e em tarefas de construção de resposta o jogador deve arrastar ou reposicionar os itens e depois clicar sobre o botão “confirmar” (Figura 12C e 12D).

## **Estudo 2: Primeiro Teste de Conceito<sup>19</sup>– Aspectos de Engajamento, Usabilidade, Semânticos e de Conteúdo**

Este estudo teve por objetivo avaliar a adequação teórica e semântica do jogo *Korsan: Pré-aritmética*, bem como o engajamento e a usabilidade por ele promovidos.

<sup>19</sup> As versões anteriormente desenvolvidas para ensino de adição, subtração e multiplicação descritas na introdução desta tese certamente foram importantes para a tomada de decisões de design durante o desenvolvimento do jogo para avaliação de comportamentos pré-aritméticos. Entretanto, consideramos este o primeiro teste de conceito, uma vez que apesar de relacionados, cada jogo pode funcionar independentemente dos demais.

## **Método**

### **Participantes**

#### ***Investigação da Validade Semântica, de Engajamento e de Usabilidade***

Participaram duas crianças do sexo masculino: uma de 10 (P1) e outra de 8 anos (P2) que cursavam, respectivamente, o quarto e o segundo ano do Ensino Fundamental I em escola pública no estado do Paraná. Devido às condições impostas pela pandemia não foi possível àquele momento conduzir essas avaliações com crianças de faixa etária mais próxima do público-alvo do jogo – crianças dos dois últimos anos da EI e dos dois primeiros anos do EF. A coleta de dados foi iniciada após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE - Apêndice H) pelos responsáveis pelo Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE – Apêndice I) pelos participantes em 18/07/2020.

#### ***Investigação da Validade de Conteúdo***

Participaram três juízes especialistas no tema avaliado pelo jogo, sendo um pesquisador doutor em Psicologia com experiência em ensino e aprendizagem de matemática, um doutor em Psicologia com pós-doutorado em Computação Aplicada à Educação, e um Doutor em Educação Matemática. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido era o primeiro item a ser preenchido anteriormente ao contato com as atividades (Apêndice J).

### **Materiais**

#### ***Fichas para Investigação de Validade Semântica, de Engajamento e de Usabilidade***

Foram utilizadas duas folhas de registro. A primeira foi utilizada para avaliar a compreensão das instruções do jogo e continha quatro colunas: uma com as instruções das tarefas, duas para assinalar se foi compreendido ou não pelo participante e uma para observações (Apêndice K). A segunda folha de registro foi utilizada para a avaliação de

engajamento e usabilidade e era composta por cinco colunas: uma com o nome da categoria comportamental, uma com a definição, uma com exemplos, uma em branco para o registro de frequência de cada comportamento e uma para observações (Apêndice L). As categorias comportamentais foram adaptadas de estudos com as versões anteriores do jogo Korsan, testadas por Godoy (2018), Gris et al. (2018) e Gris e Souza (2016a). Para a avaliação de usabilidade foram utilizadas as categorias: perguntar sobre o funcionamento do jogo (PJ) e solicitar ajuda para executar ações do jogo (SA). Para o registro de alto engajamento no jogo as categorias observadas foram: demonstrar aprovação (DA), comentáris sobre o enredo/história do jogo (CH), comemorar (CM) e resolver tarefas abertamente (RO). Para registrar baixo engajamento, as categorias utilizadas foram: demonstrar desaprovação (DD), emitir comentários alheios ao jogo (CA) e solicitar para interromper a atividade (SI). A Tabela 8 apresenta as categorias de comportamentos observados e registrados para avaliação de usabilidade e engajamento.

**Tabela 8***Categorias Comportamentais do Registro para Avaliação de Engajamento e Usabilidade*

<b>Avaliação</b>	<b>Descrição</b>
Usabilidade	<p>PJ = Fazer perguntas que evidenciem dificuldade em compreender como jogar ou qual resposta emitir.</p> <p>SA = Solicitar Ajuda para executar ações do jogo</p>
Engajamento	<p>DA = Apontar características agradáveis do jogo. Expressar sentimentos positivos em relação ao jogo. Dizer que deseja continuar jogando</p> <p>CH = Emitir comentários sobre elementos da história, dos personagens. Responder como se fosse um dos personagens</p> <p>CM = Expressar satisfação após concluir jogadas ou concluir uma fase</p> <p>RO = Emitir comportamentos pré-correntes, vocais ou não para a resolução de atividades</p> <p>DD = Demonstrar desaprovação. Apontar características desagradáveis do jogo, expressar sentimentos negativos em relação ao jogo</p> <p>CA = Emitir comentários alheios aos assuntos apresentados pelo jogo</p> <p>SI = Solicitar para interromper a atividade</p> <p>SG = Fazer sugestões para melhorar o jogo</p> <p>CP = Emitir comentários positivos sobre o jogo</p> <p>CN = Emitir comentários negativos sobre o jogo</p>

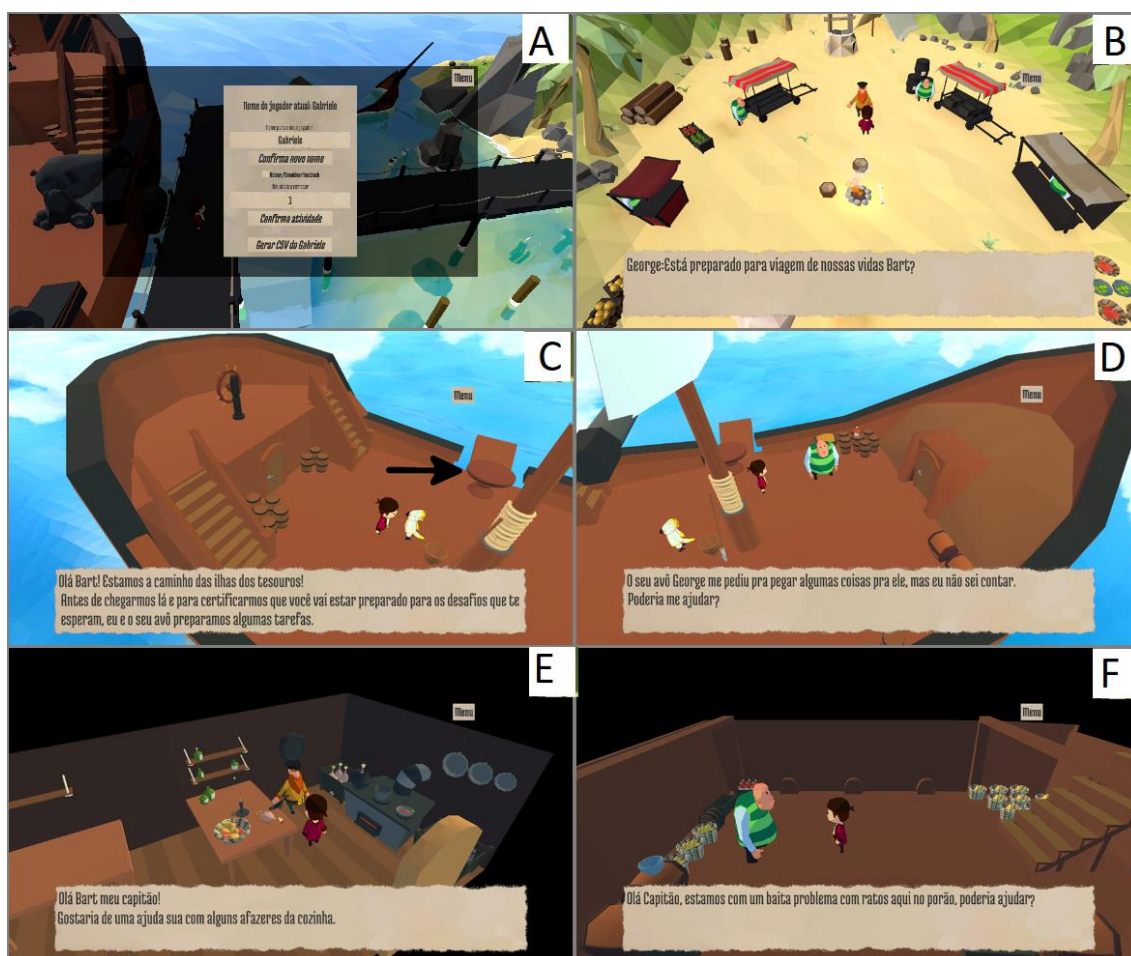
Utilizou-se também um celular iPhone 7 para gravação das sessões, computador com *mouse* e o jogo digital Korsan: Pré-Aritmética.

***Jogo Korsan: Pré-aritmética (V.01)***

Jogo digital com 74 tipos de tarefas apresentadas em cinco cenários de jogo para avaliar repertórios pré-aritméticos. A Figura 16 apresenta uma imagem do menu e dos cinco cenários do jogo.

**Figura 16**

*Imagens dos Cenários de Jogo*



*Nota.* Menu do jogo (Figura 13A), feira de compras (Figura 13B), prancha do navio (Figura 13C), convés do navio (Figura 13D), cozinha do navio (Figura 13E) e porão do navio (Figura 2F).

O jogador movimenta-se nos cenários apontando e clicando com o *mouse*. A escolha de uma mecânica de controles simples foi feita a partir da delimitação do público-alvo do jogo, que são crianças a partir dos anos finais da Educação Infantil. O jogo apresenta 74 itens em formato de tarefas de seleção e construção de respostas e pelo menu é possível selecionar a tarefa a ser realizada, o que permite reiniciar o jogo em qualquer ponto. A história do jogo e as instruções das tarefas são apresentadas em texto escrito na

tela do jogo e em áudio correspondente<sup>20</sup>. Os comportamentos pré-aritméticos fazem parte do jogo na preparação do navio para a viagem. Bart precisa fazer uma série de tarefas reunindo ingredientes, separando as compras, identificando o número de ratos etc.

### ***Questionário para Investigação de Validade de Conteúdo<sup>21</sup>***

Utilizou-se um questionário desenvolvido na plataforma de gerenciamento de pesquisas da Google (Formulários do Google) e elaborado a partir das tarefas do jogo. O questionário consistiu em 70 itens, excluindo 4 itens em que as tarefas eram similares (itens 19 a 22). Para cada item era apresentado o comportamento que fundamentou a tarefa e uma imagem da tarefa no jogo juntamente com três opções: a) A tarefa apresentada no jogo é adequada para avaliar comportamentos pré-aritméticos e corresponde à tarefa do enunciado; b) A tarefa apresentada no jogo é adequada para avaliar comportamentos pré-aritméticos e corresponde à tarefa do enunciado. Entretanto, ajustes são necessários; ou c) A tarefa apresentada no jogo não é adequada para avaliar comportamentos pré-aritméticos ou não corresponde à tarefa do enunciado. Em caso de escolha das alternativas b ou c, os juízes podiam fazer sugestões de melhoria. A Figura 17 apresenta um exemplo de um item do questionário.

---

<sup>20</sup> Os áudios foram adicionados após a avaliação inicial descrita neste capítulo. Para a avaliação, a pesquisadora leu todas as instruções para os participantes.

<sup>21</sup> Todos os questionários desenvolvidos para este trabalho estão disponíveis no repositório: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5608567>



## Figura 17

### Exemplo de Item do Questionário Respondido pelos Juízes Especialistas

Diante de uma figura, selecionar a figura igual ao modelo



A tarefa apresentada no jogo é adequada para avaliar comportamentos pré-aritméticos e corresponde à tarefa do enunciado.

A tarefa apresentada no jogo é adequada para avaliar comportamentos pré-aritméticos e corresponde à tarefa do enunciado. Entretanto, ajustes são necessários

A tarefa apresentada no jogo não é adequada para avaliar comportamentos pré-aritméticos ou não corresponde à tarefa do enunciado.

Diante de uma figura, selecionar a figura igual ao ^ x

Descrição (opcional)

---

Escreva sua sugestão



Texto de resposta longa

## Local

A coleta de dados para a análise semântica, de engajamento e de usabilidade foi realizada na casa dos participantes, em julho de 2020, considerando a pandemia de COVID-19 e o cancelamento das aulas de todas as escolas. Foi solicitado aos responsáveis que a coleta fosse feita em um local silencioso e sem trânsito de outras pessoas. Não foi necessário encontrar pessoalmente os juízes especialistas, que responderam a um questionário encaminhado por e-mail<sup>22</sup>.

## Procedimento

### *Investigação de Validade Semântica, de Engajamento e de Usabilidade*

A pesquisadora<sup>23</sup> lia as instruções de cada tarefa e solicitava que o participante dissesse o que entendeu sobre cada uma delas por meio da seguinte instrução: “O que

<sup>22</sup> O contato com os juízes foi feito por Cleiton dos Santos Silva, em seu trabalho de iniciação científica no curso de graduação em Psicologia vinculado à Coordenadoria dos Programas de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de São Carlos. O trabalho foi orientado pelo Dr. João dos Santos Carmo e coorientado por Gabriele Gris entre os períodos de julho de 2019 a julho de 2020.

<sup>23</sup> A coleta de dados foi realizada por Maria Luiza Ferreira Rocha, em seu trabalho de iniciação científica no curso de graduação em Psicologia vinculado ao Programa de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Londrina. O trabalho foi orientado pela Dra. Silvia Souza e acompanhado por Gabriele Gris entre os períodos de julho de 2019 a julho de 2020.

você entendeu desta tarefa?”. Na coleta de dados, o P1 apontava na tela e a pesquisadora executava as ações, enquanto o P2 fez a maioria das ações de uso do *mouse* sozinho. A diferença de procedimento se deu para garantir que o P1 respondesse à pergunta da pesquisadora a cada questão antes de responder diretamente na tela do jogo. A sessão foi gravada e, posteriormente, as respostas foram registradas na folha de registro.

### ***Investigação da Validade de Conteúdo***

Cada juiz respondia ao questionário descrito na seção de materiais. As respostas eram automaticamente contabilizadas pela plataforma.

## **Resultados e Discussão**

Apresentaremos os resultados em duas seções distintas em consonância com a revisão de literatura apresentada no início do capítulo. Inicialmente descreveremos e discutiremos os resultados da análise semântica e de conteúdo e, posteriormente, da avaliação de engajamento e usabilidade.

### **Análise Semântica e de Conteúdo**

Na análise semântica, 53 itens (71,62%) foram compreendidos por ambos os participantes. Três itens (4,05%) não foram compreendidos apenas por P1 e 12 (16,22%) apenas por P2. Por fim, seis itens (8,11%) não foram compreendidos por ambos os participantes. Na análise de conteúdo, todos os itens foram considerados adequados pelos juízes especialistas, que confirmaram que o comportamento descrito e as respectivas tarefas eram correspondentes e relevantes para a avaliação de repertórios pré-aritméticos. Dentre os itens, 41 (58,57%) foram considerados adequados e sem a necessidade de alterações por todos os juízes. Já para 24 itens (34,29%) houve sugestões de alteração por um juiz e em cinco (7,14%) por dois dos juízes. As alterações sugeridas relacionavam-se à forma de apresentação das tarefas (instruções, aspectos estéticos dos estímulos etc.) e não ao conteúdo dos itens.

Considerando ambas as análises, 34 itens (45,95%) foram revistos em razão da não compreensão por parte de P1 e P2 ou pela sugestão dos juízes especialistas. Destes, nove (26,47%) foram indicados apenas na análise semântica, 14 (41,18%) apenas na análise dos juízes especialistas, e 11 (32,35%) em ambas as avaliações. O Apêndice M apresenta detalhadamente as tarefas não compreendidas pelos participantes ou para as quais foram feitas sugestões de alterações. A Figura 18 representa as porcentagens de itens alterados, o tipo de alteração necessária, bem como de não alterados.



**Figura 18**

*Síntese dos Resultados após Avaliação Semântica e de Conteúdo*



Foram identificados três grupos predominantes de sugestões. O primeiro representa sugestões sobre aspectos visuais, como disposição, forma, dicas visuais muito grandes, muito pequenas, e qualquer estímulo apresentado na tela que não fossem as representações textuais (e.g., “as garrafas, são muito semelhantes”; “difícil enxergar”). O segundo grupo refere-se à redação dos enunciados. Nesta categoria estão as sugestões relacionadas a operacionalização dos comportamentos pré-aritméticos, palavras ou termos que poderiam causar confusão e/ou estranhamento, que fossem complexos demais ou não fizessem sentido (e.g., “O enunciado, pode ser confuso para crianças nessa

idade”). O terceiro grupo de sugestões incluía tanto alterações em aspectos visuais quanto de redação.

Quanto aos aspectos visuais, dificuldades enfrentadas pelas crianças (e.g., contar as batatas dentro do cesto) foram identificadas como possíveis problemas também pelos juízes e, por esta razão, alterações foram necessárias. A solução encontrada foi aproximar a câmera para que as cestas de batatas ficassem mais próximas e maiores, visando facilitar a contagem dos elementos. De acordo com Pacico (2015), os itens de um instrumento devem se apresentar claros a população-alvo, pois a dificuldade em compreendê-los não deve ser um fator complicador em suas respostas. No caso do jogo, espera-se que nem a redação das instruções, nem a forma de apresentação dos estímulos sejam variáveis que adicionem dificuldade às tarefas. Em avaliações iniciais do instrumento *Research-based Early Math Assessment* (REMA - Clements et al., 2008), um ícone de martelo () foi desenvolvido para ilustrar a decomposição de formas. Ao conduzir entrevistas e observações com crianças durante as atividades, observou-se que elas compreendiam que o ícone indicava a ação de bater nas formas. A partir de tais observações, o martelo foi substituído por um machado () para associar a decomposição à ação de “cortar as formas” (Sarama & Clements, 2004).

Considerando a avaliação feita a partir da apresentação do jogo para as duas crianças, observou-se que dos 74 itens, 53 foram compreendidos por ambos os participantes, e não precisaram ser excluídos e nem modificados. Em relação às tarefas “não compreendidas”, as que testavam a relação de igualdade/diferença foram as que mais se destacaram. Nas tarefas dessas relações três das quatro não compreendidas continham palavras desconhecidas aos participantes (“numerais” e “sinal gráfico”). No trabalho de Gualberto (2013), que avaliou as habilidades pré-aritméticas de participantes com idades semelhante aos desta pesquisa, também houve dificuldades com terminologias

desconhecidas como os termos “antes de” e “depois de”. Segundo a autora, o entendimento das palavras é uma variável relevante na aprendizagem de habilidades aritméticas.

Assim como no trabalho de Gualberto (2013b), os participantes desta pesquisa também tiveram dificuldade nas relações antes/depois, contudo, as dificuldades estavam relacionadas aos termos “antecessor” e “sucessor”. Ambos verbalizaram não saber o significado de tais termos, porém, nos itens em que as palavras eram “antes” e “depois” não houve dificuldade de entendimento para nenhum deles. Os juízes especialistas anteciparam que alguns termos (e.g., antecessor, sucessor, direita, esquerda, sinal gráfico) poderiam ser de difícil compreensão, dependendo do repertório das crianças, o que foi confirmado pela análise semântica. A recomendação de analisar se o instrumento foi desenvolvido em linguagem compreensível para seu público-alvo é comumente encontrada na literatura sobre avaliação psicológica e educacional brasileira (e.g., Pacico, 2015; Pasquali, 1998, 2013). Nas orientações nos *Standards for Educational and Psychological Testing* (American Educational Research Association et al., 2014) as recomendações são mais gerais. Há, por exemplo, a indicação de que itens sejam adaptados considerando-se tanto o construto avaliado quanto a população-alvo. No relato de desenvolvimento do REMA (Clements et al., 2008), os autores destacam a realização de estudos iniciais com avaliações qualitativas como entrevistas e observações com poucos participantes (Sarama & Clements, 2002, 2004). Entretanto não há descrições detalhadas que confirmem a realização de avaliação semântica.

Ressalta-se que não houve sugestões dos juízes quanto à adequação teórica do instrumento, o que pode ser considerado um resultado positivo e que, em certa medida, valida as etapas anteriores à construção das tarefas, como as revisões de literatura descritas nos capítulos 1 e 2 desta tese. A consulta a especialistas é uma estratégia comum

no desenvolvimento de instrumentos de avaliação de repertórios matemáticos. A revisão de literatura para fundamentar o desenvolvimento de itens, geralmente reduz o número de recomendações feitas na avaliação de conteúdo. No desenvolvimento da *Early Grade Mathematics Assessment* (EGMA – RTI International, 2014), por exemplo, após extensa revisão da literatura (RTI International, 2009) foram consultados seis especialistas que fizeram recomendações em itens de apenas dois dos oito subtestes inicialmente desenvolvidos. O instrumento foi utilizado em avaliações em 14 países e adaptações foram realizadas nesse processo. Para garantir a integridade do instrumento, novamente foi realizada a consulta a especialistas. Nesta segunda avaliação, o objetivo foi revisar o instrumento para chegar a um consenso sobre o formato padrão incluindo recomendações para refinamento e potenciais "expansões". Após a definição do instrumento – chamado de *Core EGMA* – a adequação técnica do instrumento foi analisada a partir de avaliações psicométricas de validade e fidedignidade.

### **Avaliação de Engajamento e Usabilidade**

As avaliações foram realizadas em uma sessão para cada participante. A sessão do P1 teve duração de 27min44s e do P2 de 30min13s. Não houve a ocorrência de nenhum comportamento indicativo de baixo engajamento (demonstrar desaprovação, comentários alheios ao jogo e solicitação para interromper a atividade), assim como não ocorreram solicitações de ajuda para executar ações do jogo. A frequência dos comportamentos observados é apresentada na Tabela 9.

**Tabela 9**

*Descrição e Frequência de Ocorrência dos Comportamentos Categorizados para Avaliação de Engajamento e Usabilidade*

Avaliação	Descrição	Frequência	
		P1	P2
Usabilidade	PJ = Fazer perguntas que evidenciem dificuldade em compreender como jogar ou qual resposta emitir.	1	3
	DA = Apontar características agradáveis do jogo. Expressar sentimentos positivos em relação ao jogo. Dizer que deseja continuar jogando	12	28
Engajamento	CH = Emitir comentários sobre elementos da história, dos personagens. Responder como se fosse um dos personagens	2	9
	CM = Expressar satisfação após concluir jogadas ou concluir uma fase	1	4
	RO = Emitir comportamentos pré-correntes, vocais ou não para a resolução de atividades	80	78

A alta frequência de comportamentos pré-correntes está relacionada ao grande número de tarefas (74) realizadas pelos participantes. Esse dado analisado conjuntamente com a ausência de comportamentos indicativos de baixo engajamento ilustra que ambos os participantes se mantiveram realizando as tarefas propostas no jogo durante toda a sessão. Assim como nas versões anteriores do jogo, avaliadas por Gris et al. (2018) e Godoy (2018) para o ensino de adição e subtração respectivamente, o enredo pareceu adequado aos participantes, que emitiram comentários sobre a história, inclusive respondendo em primeira pessoa às perguntas feitas no jogo (e.g., fala do marujo: “*O seu avô George me pediu para pegar algumas coisas para ele, mas eu não sei contar. Poderia me ajudar?*” participante responde: “*Sim! Eu ajudo!*”).

A análise dos demais resultados deve ser feita considerando as diferenças entre as condições da avaliação com os dois participantes (a pesquisadora manuseou o *mouse* para P1 enquanto o P2 fez a maioria das ações sozinho, respondendo apenas às instruções verbais da pesquisadora). Essa diferença é evidenciada pela categoria PJ, uma vez que o P2 fez duas das três perguntas em condição de mudança de cenário, perguntando para a

pesquisadora para onde deveria mover o personagem. Pode-se também hipotetizar que a sessão com o P2 criou melhores condições de jogabilidade. Salen e Zimmerman (2012b, p. 25) definem jogabilidade como a “interação formalizada que ocorre quando os jogadores seguem as regras de um jogo e experimentam seu sistema através do jogo”. A melhor experiência pode ser um dos fatores para a maior frequência de emissão das categorias DA, CH e CM de P2 em comparação com o P1. A coleta com apenas dois participantes, entretanto, não permite afirmar que a diferença na frequência dos comportamentos deu-se principalmente pelas diferenças empregadas no procedimento de avaliação. Os dados de usabilidade podem também ser analisados em conjunto com a avaliação semântica e de conteúdo, uma vez que as dificuldades de compreensão das instruções e visualização dos itens, por exemplo, são também barreiras para o adequado uso do jogo. Nesse sentido, espera-se que as mudanças propostas a partir da avaliação semântica e de conteúdo, produzam melhor usabilidade do jogo. A avaliação de uma versão do jogo a partir dos dados da experiência de jogar dos participantes é uma das premissas do procedimento de design iterativo, amplamente utilizado no desenvolvimento de jogos .(Boller & Kapp, 2018; Perkoski et al., 2016; Salen & Zimmerman, 2012a).

### **Estudo 3: Alinhamento do “Jogo Korsan: Pré-Aritmética” à Base Nacional**

#### **Comum Curricular**

Este estudo teve por objetivo analisar o alinhamento do jogo *Korsan: Pré-Aritmética* a um recorte da BNCC, de acordo com os critérios de centralidade do conteúdo, centralidade do desempenho, fonte e nível do desafio, equilíbrio e alcance. Estes são os critérios propostos pelo método *Achieve* para análise de alinhamento (Rothman et al., 2002).



A análise de centralidade do conteúdo fornece uma medida da combinação entre o conteúdo de cada item (tarefa do jogo neste caso) e o conteúdo das DC considerando a qualidade da relação em uma escala de quatro pontos: 0 (inconsistente); 1B Parcialmente consistente; 1ª não suficientemente consistente; 2 claramente consistente. A análise de centralidade do desempenho permite avaliar o grau de combinação entre a complexidade da tarefa e o tipo de performance descrita nas DC. *Recitar* uma sequência de números, por exemplo, é menos complexo do que *ordenar* numerais em sequência crescente. Esse critério também é avaliado por meio de uma escala de quatro pontos, semelhante à usada na análise de centralidade do conteúdo.

Avalia-se também se a dificuldade da tarefa está relacionada aos conhecimentos e habilidades requeridos ou a fatores não relacionados ao conteúdo (fonte do desafio). A avaliação da fonte do desafio é geralmente feita de maneira binária (apropriada ou não apropriada), mas o julgamento deve ser feito a partir de questões orientadoras que chamam a atenção principalmente aos aspectos de redação das tarefas. O conjunto de itens é avaliado para verificar se apresenta uma extensão de dificuldade apropriada para estudantes de determinado nível de escolarização (nível do desafio). Essa avaliação é feita geralmente por meio de um pequeno texto escrito após o debate entre especialistas.

A análise de equilíbrio busca identificar se o conjunto de tarefas de um instrumento de avaliação representa o conteúdo mais importante de determinado nível escolar. Geralmente, é feita por meio de um texto produzido a partir da discussão dos especialistas. O alcance do alinhamento, por sua vez é medido pela proporção numérica do conteúdo abordado pelos itens em relação às DC.

Resnick et al. (2004) aplicaram o método e apresentam resultados de amostras de avaliação de alinhamento de cinco estados dos Estados Unidos. Partindo do pressuposto que alinhamento é um aspecto crítico para inferir a validade de um teste, os autores

comparam os dados de cinco estados em diferentes estágios da implementação de DC, avaliações e práticas de ensino alinhadas. Em uma análise geral, os pesquisadores indicam que apesar de individualmente a maioria dos itens representar a especificidade dos itens das DC, o conjunto de testes como um todo não abrange, sobretudo, o conteúdo de maior complexidade descrito nas DC. Relatórios específicos de avaliações conduzidas para estados pela Achieve Inc.<sup>24</sup> ao longo dos anos têm sido utilizados para modificar as avaliações. Atualmente outras estratégias para avaliar alinhamento são realizadas pela organização, mas a mais detalhadamente descrita parte do protocolo adaptado nesta pesquisa.

Neste estudo utilizamos os mesmos critérios de avaliação descritos no método *Achieve* (Rothman et al., 2002), mas o procedimento foi adaptado. Originalmente a avaliação ocorre durante vários dias por meio de grupos de discussão de especialistas. Aqui, optamos por organizar a avaliação dos critérios por meio de formulários, para que os especialistas pudessem responder individualmente no momento mais adequado.

## **Método**

### **Participantes**

Participaram da avaliação de alinhamento quatro especialistas. O primeiro especialista (A1) foi responsável por verificar a relação de cada tarefa com um objetivo ou habilidade da BNCC. Os demais especialistas (A2, A3 e A4) avaliaram a qualidade da relação por meio de critérios de centralidade do conteúdo e do desempenho, nível e fonte de desafio e equilíbrio. A Tabela 10 apresenta a qualificação dos especialistas.

---

<sup>24</sup> Achieve Inc é uma organização de reforma educacional independente, apartidária e sem fins lucrativos, dedicada a trabalhar com os estados dos Estados Unidos para elevar os padrões acadêmicos e requisitos de graduação e melhorar as avaliações (<https://www.achieve.org/>)

**Tabela 10***Caracterização dos Avaliadores que Participaram da Avaliação de Alinhamento*

<b>Avaliador</b>	<b>Formação</b>	<b>Atuação</b>
A1	Graduação em Psicologia, Mestrado em Teoria e Pesquisa do Comportamento e Doutorado em Educação	Docente e Pesquisador no Ensino Superior.
A2	Licenciatura em Matemática, graduação em Pedagogia, mestrado e doutorado em Educação.	Docente no Ensino Médio e Superior. Pesquisadora.
A3	Graduação e mestrado em Engenharias.	Docente de Matemática para alunos do EF. Pesquisadora. Ministra cursos para professoras da EI.
A4	Graduação em Pedagogia, Mestrado em Psicologia, Doutorado em Educação Especial	Docente e Pesquisador no Ensino Superior.

**Materiais*****Recorte da BNCC***

Foram incluídos na análise de alinhamento três recortes da BNCC. O primeiro foi o campo de experiências “Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações” da EI. Consideramos como grupos etários crianças bem pequenas (1 ano e 7 meses a 3 anos e 11 meses) e crianças pequenas (4 anos a 5 anos e 11 meses). Os outros recortes referem-se às habilidades da área da Matemática, das unidades temáticas “Números” para o 1º ano e “Álgebra” para o 2º ano. Os trechos selecionados originalmente totalizavam 27 objetivos ou habilidades. Aplicando-se os mesmos critérios de exclusão utilizados para a composição dos comportamentos-objetivo, o recorte final foi de 21 objetivos ou habilidades. Cabe ressaltar que a análise da BNCC foi feita posteriormente à definição dos comportamentos-objetivo e, por esta razão, não contempla necessariamente todas as unidades temáticas da área da Matemática. O Apêndice L apresenta todos os objetivos e habilidades.

### ***Formulário para Análise de Blueprint***<sup>25</sup>

Desenvolvido na plataforma *Microsoft Forms*<sup>26</sup>. Documento com o objetivo de verificar se o alinhamento entre o jogo e o recorte da BNCC inicialmente proposto é adequado; cada tarefa foi ilustrada com a imagem da tela de jogo. Abaixo da imagem apresenta-se os objetivos de aprendizagem e desenvolvimento (descrito para a Educação Infantil) ou habilidade (descrita para o Ensino Fundamental) da BNCC que se relacionam com os itens do jogo. É possível que mais de um objetivo ou habilidade da BNCC fosse relacionado a uma tarefa e até mesmo que nenhuma relação fosse apresentada. Há um campo adicional para comentários. A Figura 19 apresenta um exemplo de tarefa apresentado no formulário para análise da *blueprint*.

---

<sup>25</sup> A *blueprint* é considerada a relação “inicial” dos itens com as DC, identificada pelos autores do instrumento de avaliação. Este documento é verificado por um segundo examinador em uma etapa chamada “análise da *blueprint*”, confirmando ou retificando as relações inicialmente identificadas. Não encontramos avaliação de alinhamento nesses moldes em textos em português e, por esta razão, preferimos manter o termo em inglês para descrever o documento de alinhamento a partir do qual são feitas as etapas de avaliação.

<sup>26</sup> Disponível no repositório de instrumentos do estudo em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5608567>

## Figura 19

*Exemplo de Tarefa do Jogo e Habilidades Correspondentes no Formulário para Análise da Blueprint*

Tarefa 01

Menu

Compre um item IGUAL a esse para mim.

Falar novamente

2

Escolha o objetivo que considerar mais fortemente relacionado com a tarefa apresentada na imagem \*

EI02ET01 – Explorar e descrever semelhanças e diferenças entre as características e propriedades dos objetos (textura, massa, tamanho).

EI03ET01 – Estabelecer relações de comparação entre objetos, observando suas propriedades.

Nenhum dos objetivos ou habilidades

3

Escreva aqui seu comentário se julgar necessário

Insira sua resposta

### ***Questionários para Avaliação de Centralidade de Conteúdo, Desempenho Desafio e Equilíbrio***


Foram desenvolvidos dois questionários na plataforma Microsoft Forms. O primeiro teve por objetivo de avaliar centralidade do conteúdo, centralidade do desempenho e desafio da tarefa. Cada tarefa do jogo foi apresentada junto de seu objetivo correspondente confirmado na análise de *blueprint* e de três questões de múltipla escolha. A Figura 20, apresenta um exemplo de tarefa apresentada no questionário

Figura 20

Exemplo de Item do Questionários para Avaliação de Centralidade de Conteúdo, Desempenho e Fonte do Desafio

Todas as questões dessa página referem-se à tarefa número 1, apresentada na imagem a seguir. Acima da imagem da tarefa é apresentado o objetivo da BNCC mais fortemente a ela relacionado. Sua resposta para todas as questões dessa página deve ser fundamentadas na análise e comparação da tarefa com o objetivo da BNCC listado aqui no início da página.

**EI02ET01 – Explorar e descrever semelhanças e diferenças entre as características e propriedades dos objetos (textura, massa, tamanho).**



**3**

**Análise de Centralidade do Conteúdo**

Você deve comparar tarefa e objetivo analisando o CONTEÚDO de ambos. Assinale a alternativa que melhor descreve a relação.

Claramente consistente

Não suficientemente específico (objetivo presente na BNCC é muito amplo para assegurar alinhamento direto com o item).

Consistente em alguma medida (o item avalia apenas uma parte marginal do conteúdo apresentado no objetivo da BNCC)

Inconsistente

**4**

**Análise de Centralidade do Desempenho**

Você deve avaliar o tipo de desempenho apresentado na tarefa do jogo e no objetivo da BNCC. Para avaliar o "desempenho" considere a complexidade da tarefa (por exemplo: RECITAR uma sequência de números é menos complexo do que ORDENAR numerais em sequência crescente). Observe e compare os verbos utilizados na tarefa e no objetivo para fazer seu julgamento

Claramente consistente (a tarefa descreve - por meio do verbo - uma atividade de complexidade similar à apresentada pelo objetivo)

Não suficientemente específico (objetivo presente na BNCC é muito amplo para assegurar alinhamento direto com o item).

Consistente em alguma medida (o objetivo da BNCC usa mais de um verbo e a tarefa do jogo usa apenas um OU a tarefa descreve - por meio do verbo - uma atividade UM POUCO mais ou menos complexa do que a apresentada no objetivo da BNCC)

Inconsistente (a tarefa descreve - por meio do verbo - uma atividade muito mais simples ou muito mais complexa do que o apresentado pelo objetivo).

**5**

**Análise de Fonte do Desafio**

Você deverá julgar, a partir das questões abaixo, se a fonte do desafio apresentado pela tarefa reside no conteúdo e no desempenho requerido (fonte de desafio apropriada) ou se há problemas na estrutura da tarefa (ex. não apresentar alternativa correta, legendas incorretas, gráficos distorcidos) que podem produzir dificuldades (fonte inapropriada do desafio)

	Sim	Não
O vocabulário parece apropriado para o nível de escolaridade avaliado? (1º ano)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A estrutura das sentenças parece ter complexidade adequada para o nível de escolaridade avaliado? (1º ano)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A tarefa apresenta todas as informações relevantes para a resolução? (1º ano)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A sentença parece familiar ao estudante do nível de escolaridade avaliado? (1º ano)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

O segundo questionário foi desenvolvido para avaliar o nível de desafio e o equilíbrio do conjunto de tarefas como um todo. Diferentemente das avaliações anteriores, para esta o parecer dos especialistas é dado para o conjunto e não para as tarefas individualmente. O nível de desafio foi avaliado por meio de uma questão com respostas em formato de escala Likert de três pontos, e o equilíbrio por uma questão dissertativa. A Figura 21 apresenta uma imagem do questionário.

### Figura 21

#### *Questionários para Avaliação de Nível do Desafio e Equilíbrio*

2. Em que medida O CONJUNTO de tarefas faz demandas comparáveis às especificadas nas BNCC?

Aqui você deve avaliar a complexidade do conjunto de tarefas em relação ao que é esperado para cada nível de escolaridade. Com base no proposto para cada nível de escolaridade e em sua experiência você deve se perguntar, se as tarefas parecem fáceis, difíceis ou adequadas para cada grupo de crianças.

E.I. = Educação Infantil

E.F. = Ensino Fundamental

	Difícil	Apropriado	Fácil
E.I. Crianças bem pequenas (1 ano e 7 meses a 3 anos e 11 meses)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E.I. Crianças pequenas (4 anos a 5 anos e 11 meses)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E.F. 1º ano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
E. F. 2º ano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Escreva uma pequena avaliação a respeito da totalidade dos itens, considerando a abrangência das tarefas. Informe se você considera que existam repertórios importantes que não sejam abordados pelo jogo.

Insira sua resposta

### Procedimento

A Tabela 11 apresenta uma síntese das avaliações, indicando a sequência das etapas, os responsáveis e as medidas de avaliação.

**Tabela 11***Síntese de Cada Etapa do Procedimento de Avaliação de Alinhamento*

<b>Dimensão</b>	<b>Descrição da dimensão</b>	<b>Sistema de avaliação</b>	<b>Avaliador</b>
Análise da <i>blueprint</i>	Correspondência entre objetivo e tarefa, independente do nível da correspondência	Múltipla escolha entre objetivos potencialmente alinhados	A1
Centralidade do conteúdo	Nível e qualidade de correspondência entre o conteúdo abordado em cada item e o objetivo que foi projetado para medir	Escala Likert com 4 pontos (2=Claramente consistente; 1ª = Não suficientemente específico; 1B = Consistente em alguma medida; 0 = Inconsistente)	A2, A3, A4
Centralidade do desempenho	Nível e qualidade de correspondência entre a complexidade cognitiva para cada item e o objetivo que foi projetado para medir	Escala Likert com 4 pontos (2=Claramente consistente; 1ª = Não suficientemente específico; 1B = Consistente em alguma medida; 0 = Inconsistente)	A2, A3, A4
Fonte do desafio	Medida em que a fonte de desafio em cada item é considerada relevante (apropriada) ou não (inadequada)	Escala binária (1=Apropriada; 0=Inapropriada)	A2, A3, A4
Nível do desafio	O grau em que um conjunto de itens é adequadamente desafiador para a população examinada pretendida	Escala Likert com 3 pontos (1ª = difícil; 2 = apropriado; 1B = fácil)	A2, A3, A4
Equilíbrio	Medidas em que os objetivos da DC são suficientemente ou insuficientemente explorados.	Resposta discursiva	A2, A3, A4
Alcance	Fração dos objetivos que são avaliados por pelo menos 1 item	Cálculo de proporção	Autora da tese

***Análise da Blueprint***

Refere-se à primeira etapa da Fase 1 da análise de alinhamento de acordo com o método Achieve (Rothman et al., 2002). Consiste na verificação da *blueprint* por um avaliador experiente. A primeira autora deste trabalho desenvolveu o formulário descrito na seção de materiais deste estudo com sua análise da relação entre as DC e as tarefas do jogo. Posteriormente, a revisão da análise foi feita pelo orientador (A1), que respondeu ao formulário concordando ou discordando da interpretação inicial. Em casos de divergências de A1 com a proposta de relações entre tarefas e DC inicial prevaleceu o entendimento do avaliador.



### ***Avaliação de Centralidade de Conteúdo, Desempenho, Desafio e Equilíbrio***

Após aceitarem participar da análise de alinhamento, os especialistas receberam o acesso aos questionários. Vídeos tutoriais<sup>27</sup> sobre como realizar a avaliação foram disponibilizados em um link presente na apresentação e descrição dos questionários. Os especialistas convidados responderam aos questionários e as respostas foram automaticamente registradas pela plataforma.

### **Resultados e Discussão**

A *blueprint* inicial contemplava possíveis relações entre 73 das 74 tarefas e um ou mais objetivos ou habilidades da BNCC. A partir da verificação do documento por A1, este número foi reduzido para 57. Portanto, as avaliações de centralidade de conteúdo, desempenho, desafio e equilíbrio foram realizadas a partir das análises dessas 57 tarefas.

#### **Avaliação de Centralidade do Conteúdo**

Para analisar centralidade do conteúdo, os avaliadores fizeram análises da qualidade da relação entre as DC e as tarefas do jogo. Para apenas uma das 57 tarefas analisadas a interpretação de cada juiz foi diferente. Para as demais observou-se concordância de, pelo menos, dois (em 14 tarefas) ou mesmo dos três juízes (em 42 tarefas). A Tabela 12 apresenta a síntese dos resultados da avaliação de centralidade do conteúdo.

---

<sup>27</sup> Vídeos disponíveis do repositório de materiais utilizados para a tese em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5608567>

**Tabela 12***Síntese dos Resultados da Avaliação de Centralidade do Conteúdo*

<b>Avaliação</b>	<b>Frequência</b>	<b>Porcentagem</b>
(3) Claramente consistente	42	73,69
(2) Claramente consistente; (1) Consistente em alguma medida	4	7,02
(1) Claramente consistente; (2) Consistente em alguma medida	1	1,75
(1) Claramente consistente; (1) Consistente em alguma medida; (1) Inconsistente	1	1,75
(2) Claramente consistente; (1) Inconsistente	8	14,04
(1) Claramente consistente; (2) Inconsistente	1	1,75

*Nota.* Na primeira coluna constam as alternativas escolhidas pelos avaliadores no questionário e o número de avaliadores que as escolheram sinalizados entre parênteses.

Os avaliadores consideraram que 42 das 57 tarefas mediam consistentemente o conteúdo descrito nas DC. Isso quer dizer que a tarefa foi considerada específica o suficiente para contemplar o que está descrito nas DC. As tarefas que mais frequentemente foram avaliadas como inconsistentes com as DC referem-se ao seguinte objetivo de desenvolvimento e aprendizagem: “EI02ET05 – Classificar objetos, considerando determinado atributo (tamanho, peso, cor, forma etc.)”. Na interpretação dos avaliadores que consideraram DC e tarefa inconsistentes, as tarefas relacionadas a ele (e.g., “selecione a cenoura mais longa”) não requerem classificação, mas a identificação de semelhanças e diferenças entre características e propriedades dos objetos. Assim, houve discordância com o alinhamento oficial da *blueprint*. Como essa discordância não foi predominante (uma tarefa considerada inconsistente para dois dos três avaliadores), não alteramos, neste momento, a análise da *blueprint* feita por A1.

Este tipo de discordância pode ser um efeito da mudança no procedimento de avaliação. Originalmente os avaliadores discutem o alinhamento de cada tarefa em grupo e devem chegar a um consenso sobre a qual afirmação (das quatro possíveis) melhor representa a qualidade do alinhamento do conteúdo entre item e DC. A discussão entre

os pontos de vistas divergentes poderia produzir dados qualitativos mais detalhados do que os coletados por meio do questionário. Apesar disso, o fato de que para apenas uma tarefa, houve avaliações diferentes por parte de cada avaliador, fornece indícios de que as instruções fornecidas nas próprias questões e nos vídeos tutoriais com exemplos de avaliação estavam claras.

### **Avaliação de Centralidade do Desempenho**

Na avaliação de centralidade do desempenho, os avaliadores deveriam comparar a complexidade da tarefa com a complexidade descrita nas DC. Nesta avaliação observamos maior variabilidade das respostas entre os avaliadores. A Tabela 13 apresenta a síntese dos resultados da avaliação de centralidade do desempenho.

### **Tabela 13**

#### *Síntese dos Resultados da Avaliação de Centralidade do Desempenho*

<b>Avaliação</b>	<b>Frequência</b>	<b>Porcentagem</b>
(3) Claramente consistente	11	19,3
(3) Consistente em alguma medida	1	1,75
(2) Claramente consistente; (1) Consistente em alguma medida	20	35,09
(2) Consistente em alguma medida; (1) Claramente consistente	6	10,53
(2) Claramente consistente; (1) Inconsistente	3	5,26
(2) Consistente em alguma medida; (1) Inconsistente	2	3,51
(2) Inconsistente; (1) Claramente consistente	1	1,75
(1) Claramente consistente; (1) Não suficientemente específico; (1) Inconsistente	1	1,75
(1) Claramente consistente; (1) Não suficientemente específico; (1) Consistente em alguma medida	2	3,51
(1) Claramente consistente; (1) Consistente em alguma medida; (1) inconsistente	10	17,55

*Nota.* Na primeira coluna constam as alternativas escolhidas pelos avaliadores no questionário e o número de avaliadores que as escolheram sinalizados entre parênteses.

Diferentemente da avaliação de centralidade do conteúdo, a concordância entre os avaliadores foi menor. Para 13 tarefas, cada um dos avaliadores identificou relações

diferentes entre a complexidade da tarefa e a complexidade descrita nas DC. Isso pode indicar que as alternativas não eram descritivas o suficiente ou que as instruções fornecidas nos vídeos tutoriais não estavam claras. Além de possíveis problemas nas instruções para os avaliadores, a própria estrutura da BNCC, em certa medida, nos dava indícios de que a avaliação de centralidade do desempenho pudesse ser mais complexa e que muitas das tarefas não avaliassem exatamente em mesma complexidade os objetivos ou habilidades descritas na BNCC.

As descrições presentes na BNCC são de caráter normativo, servindo como referência para a elaboração de currículos dos sistemas estaduais e municipais de ensino. Tal objetivo é muito mais amplo do que o do jogo desenvolvido como uma ferramenta de avaliação de repertórios pré-aritméticos. Além disso, a consulta à BNCC e criação da *blueprint*, foram feitas após a composição dos comportamentos-objetivo do jogo, apenas para verificar a abrangência do programa de avaliação em relação aos objetivos de aprendizagem e desenvolvimento (EI) e habilidades previstas (EF)<sup>28</sup>.

Muitas vezes as descrições na BNCC são amplas, podendo-se inferir a emissão de várias respostas em uma sentença. Tomemos como exemplo a habilidade “Estimar e comparar quantidades de objetos de dois conjuntos (em torno de 20 elementos), por estimativa e/ou por correspondência (um a um, dois a dois) para indicar “tem mais”, “tem menos” ou “tem a mesma quantidade”. Há pelo menos duas ações claramente informadas: estimar e comparar. Há também complementos dessas ações: por estimativa e/ou correspondência. Em um exercício de detalhamento das variações possíveis, teríamos: “estimar por correspondência”, “comparar por estimativa”, “comparar por correspondência” e até o redundante “estimar por estimativa”. As variações são ainda maiores, considerando os qualificadores “tem mais”, “tem menos” ou “tem a mesma

---

<sup>28</sup> “Objetivos de desenvolvimento e aprendizagem” e “habilidades” são os termos utilizados na BNCC.

quantidade”. Tal variedade ilustra polissemia do conceito “habilidade” (ainda dividido em práticas, cognitivas e socioemocionais) presente no documento nacional norteador. Seria assim, inusitado se na avaliação dos especialistas, observássemos análises de que muitas tarefas avaliam, precisamente em mesmo nível da complexidade previsto na BNCC, visto que as descrições do documento nacional parecem bem mais amplas e contemplam mais de um comportamento previsto.

### **Avaliação de Fonte e Nível de Desafio**

Para avaliar se a fonte do desafio da questão de fato residia na tarefa apresentada e não na redação ou forma de apresentação, os avaliadores responderam a quatro questões sobre cada tarefa. Os resultados gerais dessa avaliação são apresentados na Tabela 14.

#### **Tabela 14**

##### *Resultados da Análise da Fonte de Desafio*

Questões norteadoras para análise de fonte de desafio	Número de avaliadores que consideraram adequado			
	3	2	1	0
O vocabulário parece apropriado para o nível de escolaridade avaliado?	82,5	10,5	7	0
A estrutura das sentenças parece ter complexidade adequada para o nível de escolaridade avaliado?	87,7	5,3	5,3	1,7
A sentença apresenta todas as informações relevantes para a resolução?	87,7	7	5,3	0
A sentença parece familiar ao estudante do nível de escolaridade avaliado?	87,7	8,9	1,7	1,7

Os avaliadores consideraram que para a maioria das tarefas (mais de 80% delas) o desafio apresentado estava relacionado à dificuldade da questão e não a estrutura das sentenças ou o vocabulário apresentado. Apenas uma questão não foi considerada apropriada para o nível de escolaridade previsto por todos os avaliadores. Refere-se ao comportamento-objetivo “diante de figuras com diferentes dimensões, selecionar a que apresenta menos uma dimensão específica (e.g., menos alta, menos curta, menos

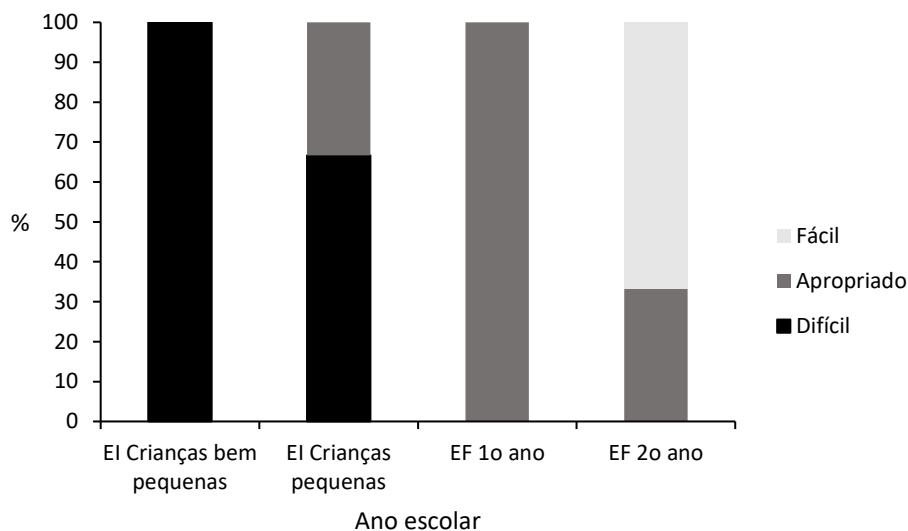
comprida, menos grossa etc.)”. Os avaliadores indicaram que a estrutura da sentença não é familiar ou não deve parecer familiar aos estudantes da EI. Esta foi, de fato, uma dificuldade encontrada pelos participantes da primeira avaliação relatada no Estudo 2 deste capítulo, que inclusive já cursavam o EF. Novas avaliações com mais crianças podem confirmar a possível necessidade de exclusão da tarefa do jogo. Uma das avaliadoras identificou que alguns termos podem ser desconhecidos para crianças da EI, tais como “conjuntos” e “sinal”. Também foi pontuado que tarefas do tipo “antecessor” e “sucessor” podem não ser discriminadas corretamente pelas crianças nas tarefas avaliadas. Na versão avaliada, as instruções das tarefas eram para “identificar o que vem antes” e “identificar o que vem depois”. A avaliadora analisou que as crianças podem procurar por “antes e depois” em relações espaciais e não quantitativas. Esta foi uma tarefa cuja instrução já foi modificada em razão dos resultados apresentados no Estudo 2 deste capítulo. Naquela ocasião, os participantes não compreenderam os termos “antecessor” e “sucessor” e não apresentaram dificuldades nas tarefas em que os termos eram substituídos por “antes de” e “depois de”. Reconhecemos que a nova estrutura pode, de fato, ser problemática para crianças mais novas do que os participantes do Estudo 2, conforme apontado na avaliação de fonte do desafio. Esperamos que uma nova coleta de dados com crianças da EI nos ajude a tomar novas decisões a respeito dessas tarefas.

O nível do desafio foi analisado ao perguntar-se para os avaliadores em que medida *o conjunto* de tarefas faz demandas comparáveis às especificadas nas BNCC para cada faixa etária. A Figura 22 apresenta os resultados da análise do nível de desafio.

**Figura 22**

*Dados da Análise do Nível de Desafio do Conjunto de Tarefas feita pelos*

*Avaliadores*



*Nota.* Crianças bem pequenas = 1 ano e 7 meses a 3 anos e 11 meses; Crianças pequenas = 4 anos a 5 anos e 11 meses.

Todos os avaliadores consideraram as tarefas difíceis para crianças da segunda faixa etária da EI (1 ano e 7 meses a 3 anos e 11 meses), porém apropriadas para crianças do 1º ano do EF. Dois avaliadores consideraram as tarefas difíceis para as crianças da última faixa etária da EI (4 anos a 5 anos e 11 meses) e fáceis para crianças do 2º ano do EF. Considerando que o público-alvo do jogo é de crianças da última faixa etária da EI e anos iniciais do EF, a análise do nível de desafio nos parece mostrar que o instrumento apresenta tarefas com níveis de dificuldades variados, possivelmente sensíveis às diferenças de repertórios esperadas para o público-alvo. Esses indícios de diferentes níveis de dificuldade entre as tarefas eventualmente poderão ser confirmados ou refutados por meio da aplicação de uma versão mais refinada do jogo a uma amostra maior e mais diversa. Instrumentos em fase de experimentação são aplicados a amostras da população-

alvo e podem fornecer resultados para as análises mais específicas sobre os itens: sua dificuldade, confiabilidade, validade e índices de discriminação, por exemplo (Cohen et al., 2014; Nakamo et al., 2015).

### **Avaliação de Equilíbrio e Alcance**

A avaliação de equilíbrio foi realizada a partir de uma avaliação discursiva a respeito da totalidade dos itens, considerando a abrangência das tarefas. Solicitou-se que os avaliadores informassem caso entendessem que repertórios importantes não foram abordados pelo jogo. Não houve comentários indicando a ausência de repertórios relevantes.

O alcance do alinhamento é, *a priori*, um cálculo objetivo. Nesse caso, dos 21 potenciais objetivos ou habilidades do recorte selecionado da BNCC, 16 foram contemplados em tarefas do jogo (0,76). Este seria um índice considerado bom a partir dos critérios do método de alinhamento empregado (0,5-0,66 aceitável; >0,67 bom - Rothman et al., 2002; Sireci & Faulkner-Bond, 2014). Cabe enfatizar que este cálculo foi feito a partir das 57 tarefas confirmadas por A1 na análise de *blueprint*. Isso quer dizer que quase 23% das tarefas do jogo sequer entraram nas análises realizadas por A2, A3 e A4. Não consideramos este um problema, uma vez que optamos por desenvolver as tarefas do jogo com base na literatura revisada nos capítulos 1 e 2 deste trabalho e não na BNCC. Além disso, não consideramos o não alinhamento de algumas tarefas um critério para sua exclusão do instrumento.

Nesse sentido, cabe explicar a razão do uso atípico da avaliação de alinhamento. Atípico, pois geralmente analisa-se o alinhamento de uma avaliação deliberadamente desenvolvida para contemplar o exposto nas DC – o que não foi o nosso caso. Ainda que seja um documento oficial projetado para todo o país, a BNCC não é unanimidade, principalmente entre educadores e pesquisadores em educação, e críticas ao documento



são encontradas desde suas primeiras versões (e.g., Aguiar, 2018; Lopes, 2018; Santos, 2018). Nosso objetivo aqui não é acrescentar algo a esse debate, embora seja necessário reconhecer sua existência. Nosso interesse foi posterior: buscamos identificar em que medida o instrumento desenvolvido a partir da literatura revisada teria aproximações com a BNCC. De maneira indireta nosso interesse foi investigar o quanto há de aproximação entre a literatura que fundamentou o desenvolvimento do instrumento e a BNCC.

A avaliação realizada, neste sentido, sinaliza que os comportamentos-objetivo operacionalizados em forma de tarefa no jogo apresentam aproximação com o campo de experiências “Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações” da EI (especialmente para as duas últimas faixas etárias) e às habilidades da área da Matemática, das unidades temáticas “Números” para o 1º ano e “Álgebra” para o 2º ano. Investigações futuras poderão nos indicar se a identificação de uma sequência hierárquica dos comportamentos aqui avaliados apresenta alguma relação com o avanço escolar previsto na BNCC.

Ainda que adaptado, percebemos que a avaliação realizada permitiu combinar, assim como nas aplicações originais (Resnick et al., 2004), classificações de inferência detalhadas em poucas questões de avaliação com julgamentos de especialistas. Essa avaliação possibilitou uma análise individual dos itens, bem como do instrumento completo. Inicialmente buscamos também professores da EI para atuarem como avaliadores do alinhamento, mas devido à indisponibilidade dos profissionais contatados, não foi possível incluir um representante docente das faixas etárias mais novas.

Por fim, é importante ressaltar que há uma distância entre o contexto geral de desenvolvimento de avaliações de alinhamento e o contexto brasileiro. As avaliações de alinhamento foram originalmente desenvolvidas para contemplar políticas públicas estadunidenses de educação, em um movimento chamado *Standards-based Educational*

*Reform* (SBER) (Kenna & Russell, 2018; Resnick et al., 2004). O movimento não é unânime quanto à sua fundamentação e proposta e, por vezes, é acusado de ser uma iniciativa altamente hierarquizada e baseada em uma lógica de mercado (Kenna & Russell, 2018). Não podemos deixar de reconhecer os problemas e críticas feitas a esse movimento reformista ao nos apropriarmos de uma avaliação derivada inclusive de um contexto diferente do originalmente pensado. Nossa proposta não é desenvolver um instrumento de avaliação baseados nas DC, mas de identificar em que medida a nossa proposta contempla o que está previsto nas normativas educacionais vigentes. E, em nossa análise, as avaliações de alinhamento podem fornecer um método mais detalhado sobre qualidade da relação entre jogo e alguns recortes das DC.

### **Considerações Finais**

Neste capítulo buscamos operacionalizar as tarefas do jogo *Korsan: Pré-Aritmética* e coletar evidências de validade baseada no conteúdo do jogo. A avaliação foi conduzida a partir de orientações encontradas na literatura sobre construção de instrumentos educacionais e da GBL. Mais do que os resultados, consideramos que a racional para a elaboração das avaliações, integrando propostas teóricas e metodológicas diversas talvez seja a principal contribuição deste capítulo. Quanto aos resultados, a elaboração dos itens a partir de revisões de literatura (Capítulos 1 e 2) mostrou-se adequada na avaliação dos juízes especialistas, tanto na avaliação de conteúdo quanto na análise de alinhamento. Os principais ajustes necessários referem-se à redação das instruções e apresentação dos estímulos visuais. Espera-se que as alterações propostas a partir das avaliações melhorem a usabilidade do jogo. Por fim, ressalta-se que os participantes da avaliação semântica, de usabilidade e de engajamento conduzida até aqui fazem parte da faixa etária final do público-alvo do jogo (anos iniciais do EF). A ampliação da amostra de participantes para a inclusão de crianças da EI não foi possível

no momento em que o estudo ocorreu em razão das limitações para coleta de dados decorrentes da pandemia de Covid-19. O Capítulo 4 busca reduzir os efeitos dessa limitação.

## Referências

- Abdul Jabbar, A. I., & Felicia, P. (2015). Gameplay engagement and learning in game-based learning: A systematic review. *Review of Educational Research*, 85(4), 740–779. <https://doi.org/10.3102/0034654315577210>
- Aguiar, M. A. S. (2018). Relato da resistência à instituição da BNCC pelo Conselho Nacional de Educação mediante pedido de vista e declaração de votos. In M. A. S. Aguiar & L. F. Dourado (Orgs.), *A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: Avaliação e perspectivas*. (p. 8–22). ANPAE. <https://anpae.org.br/BibliotecaVirtual/4-Publicacoes/BNCC-VERSAO-FINAL.pdf>
- Allen, L. E. (1964). *EQUATIONS: The Game of Creative Mathematics*. Autotelic Instructional Material Publishers.
- Allen, L. E., Allen, R., & Ross, J. (1970). The virtues of nonsimulation games. *Simulation & Games*, 1(3), 319–326. <https://doi.org/10.1177/104687817000100305>
- Allen, L. E., Allen, R. W., & Miller, J. C. (1966). Programed games and the learning of problem-solving skills: The WFF 'N PROOF example. *The Journal of Educational Research*, 60(1), 22–26. <https://doi.org/10.1080/00220671.1966.10883424>
- American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. (2014). *Standards for Educational and Psychological Testing* (5<sup>o</sup> ed). American Educational Research Association.

[https://www.testingstandards.net/uploads/7/6/6/4/76643089/standards\\_2014edition.pdf](https://www.testingstandards.net/uploads/7/6/6/4/76643089/standards_2014edition.pdf)

- Bellotti, F., Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., & Berta, R. (2013). Assessment in and of serious games: An overview. *Advances in Human-Computer Interaction, Article ID 136864*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2013/136864>
- Boller, S., & Kapp, K. (2018). *Jogar para aprender: Tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes*. DVS Editora.
- Bordignon Luiz, F., & Botomé, S. P. (2017). Avaliação de objetivos de ensino de História a partir da contribuição da Análise do Comportamento. *Acta Comportamental: Revista Latina de Análisis del Comportamiento*, 25(3), 329–346.
- Borges, R. M., & Rothen, J. C. (2019). Abordagens de avaliação educacional: A constituição do campo teórico no cenário internacional. *Revista Eletrônica de Educação*, 13(2), 749–768. <https://doi.org/10.14244/198271992481>
- Carmo, J. S. (1997). *Aquisição do conceito de número em crianças pré-escolares através do ensino de relações condicionais e generalização* [Dissertação de Mestrado não publicada]. Universidade Federal do Pará.
- Carmo, J. S. (2002). *Comportamento conceitual numérico: Um modelo de rede de relações equivalentes* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade Federal de São Carlos.
- Carmo, J. S., & Galvão, O. F. (2000). Aquisição do conceito de número em crianças pré-escolares através do ensino de relações condicionais. In J. S. Carmo, L. C. C. Silva, & R. M. E. Figueiredo (Orgs.), *Dificuldades de aprendizagem no ensino de leitura, escrita e conceitos matemáticos* (1º ed, p. 50–87). Unama.

- Carvalho, G. de S., Silva, S. Z., Kienen, N., & Melo, C. M. de. (2014). Implicações éticas na proposição de comportamentos-objetivo a partir da perspectiva behaviorista radical. *Perspectivas em Análise do Comportamento*, 5(2), 93–105. <https://doi.org/10.18761/perspectivas.v5i2.135>
- Clements, D. H., Sarama, J., & Liu, X. H. (2008). Development of a measure of early mathematics achievement using the Rasch model: The Research-Based Early Maths Assessment. *Educational Psychology*, 28(4), 457–482. <https://doi.org/10.1080/01443410701777272>
- Cohen, R. J., Swerdlik, M. E., & Sturman, E. D. (2014). *Testagem e avaliação psicológica* (M. C. G. Monteiro, Trad.; 8º ed). AMGH.
- Davis-Becker, S. L., & Buckendahl, C. W. (2013). A proposed framework for evaluating alignment studies. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 32(1), 23–33. <https://doi.org/10.1111/emip.12002>
- Donini, R. (2005). *Identificando comportamentos pré-requisitos para o ensino da adição e da subtração* [Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/16839>
- Drachenberg, H. B. (1973). Um estudo experimental sobre a aquisição do conceito de número. In J. S. Carmo & P. S. T. Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática*. (p. 29–48). ESETec.
- Drachenberg, H. B. (1990). *Aquisição do conceito de quantidade: Programação de um procedimento de “escolha de acordo com o modelo” para crianças*. FCLA-HUCITEC.
- Escobal, G., Rossit, R. A. S., & Goyos, C. (2010). Aquisição de conceito de número por pessoas com deficiência intelectual. *Psicologia em Estudo*, 15(3), 467–475. <https://doi.org/10.1590/S1413-73722010000300004>

- Fagan, G. (2017). Play in Ancient Rome: An interview with Garrett Fagan. *American Journal of Play*, 9(3), 299–323.
- Fioraneli, R. C. (2012). *Efeitos do ensino de contagem sobre a aquisição de comportamento conceitual numérico em crianças pré-escolares* [Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos].  
<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/6030>
- Galarza, P. D. (2019). *The effects of mathematical game play on the cognitive and affective development of pre-secondary students* [Doctoral dissertation [Columbia Academic Commons], Graduate School of Arts and Sciences. Columbia University]. <https://doi.org/10.7916/d8-e96c-6w68>
- Gamer. (2018, março 30). *Equations*. Academic Games.  
<http://www.academicgames.org/equations/>
- García Hernández, V. (1994). *Discriminacion condicional y conducta matematica* [Doctorado en Psicología General Experimental. Universidad Nacional Autónoma de México].  
[https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB\\_UNAM/TES01000208978](https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000208978)
- Godoy, M. C. J. (2018). *Uso de um jogo de dominó digital adaptado para o ensino de subtração* [Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Análise do Comportamento, Biblioteca Digital da Universidade Estadual de Londrina].  
<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000218103>
- Goldhill, S. (2017). Play in Ancient Greece: An interview with Simon Goldhill. *American Journal of Play*, 9(3), 287–299.
- Green, G. (1993). A tecnologia de controle de estímulo no ensino de equivalências número quantidade [Stimulus control technology for teaching number/quantity

- equivalences]. In J. S. Carmo & P. S. T. Prado (Orgs.), *Relações simbólicas e aprendizagem da matemática* (p. 49–68). ESETec.
- 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. (2020). *Korsan: Comportamentos pré-aritméticos* (2.0) [Unity].
- Gris, G., Souza, S. R., & Carmo, J. S. (2018). Efeitos de um dominó digital adaptado sobre resolução de problemas de adição. *CES Psicología*, 11(2), 111–127. <http://dx.doi.org/10.21615/cesp.11.2.10>
- Gualberto, P. M. A. (2013). *Avaliação de habilidades pré-aritméticas e ensino de adição e subtração para crianças: Contribuições da Análise do Comportamento* [Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos]. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/5985>
- Gualberto, P. M. A., Aloí, 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), 21–36. <https://doi.org/10.18542/rebac.v5i2.928>



- Hansen, M. J. (2017, maio 22). *Direct and Indirect Measures of Student Learning*. Planning & Institutional Improvement. <https://planning.iupui.edu/assessment/prac-files/guidelines/SLMeasures.pdf>
- Hookham, G., & Nesbitt, K. (2019). A systematic review of the definition and measurement of engagement in serious games. *Proceedings of the Australasian Computer Science Week Multiconference, Article 42*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/3290688.3290747>
- Kahhale, E. M. S. P. (1993). *Formação e ampliação do conceito de quantidade e relações de equivalência* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade de São Paulo.
- Kane, M. T., & Wools, S. (2020). Perspectives on the validity of classroom assessments. In S. M. Brookhart & J. H. McMillan (Orgs.), *Classroom Assessment and Educational Measurement* (p. 11–26). Routledge.
- Kenna, J., & Russell, W. (2018). The culture and history of Standards-Based Educational Reform and social studies in America. *Journal of Culture and Values in Education, 1*(1), 26–49.
- Kienen, N., Panosso, M. G., Nery, A. G., Waku, I., & Carmo, J. S. (2021). Contextualização sobre a Programação de Condições para Desenvolvimento de Comportamentos (PCDC): Uma experiência brasileira. *Perspectivas em Análise do Comportamento, 12*(1), 82–102. <https://doi.org/10.18761/PAC.2021.jul110>
- Kiili, K. J. M., Devlin, K., Perttula, A., Tuomi, P., & Lindstedt, A. (2015). Using video games to combine learning and assessment in mathematics education. *International Journal of Serious Games, 2*(4), 37–55. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v2i4.98>

- Lopes, A. C. (2018). Apostando na produção contextual do currículo. In M. A. S. Aguiar & L. F. Dourado (Orgs.), *A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: Avaliação e perspectivas*. (p. 23–27). ANPAE.  
<https://anpae.org.br/BibliotecaVirtual/4-Publicacoes/BNCC-VERSAO-FINAL.pdf>
- Luce, C., & Kirnan, J. P. (2016). Using indirect vs. Direct measures in the summative assessment of student learning in Higher Education. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 16(4), 75–91.  
<https://doi.org/10.14434/josotl.v16i4.19371>
- Marques, J. (2021, abril 27). Governo de SP estima levar 11 anos para recuperar aprendizagem em Matemática perdida na pandemia. *Estadão*.  
<https://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,governo-de-sp-estima-11-anos-para-recuperar-aprendizagem-perdida-na-pandemia,70003695480>
- Martone, A., & Sireci, S. G. (2009). Evaluating alignment between curriculum, assessment, and instruction. *Review of Educational Research*, 79(4), 1332–1361.  
<https://doi.org/10.3102/0034654309341375>
- Monteiro, G. (2000). *A contagem oral como pré-requisito para a aquisição do conceito de número através de um procedimento de escolha de acordo com o modelo com crianças pré-escolares* [Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/78728>
- Monteiro, G., & Medeiros, J. G. (2002). A contagem oral como pré-requisito para a aquisição do conceito de número com crianças pré-escolares. *Estudos de Psicologia*, 7(1), 73–90. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2002000100009>
- 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>

Nakamo, C., Primi, R., & Nunes, C. H. S. S. (2015). Análise itens e teoria de resposta ao item. In C. S. Hutz, D. R. Bandeira, & C. M. Trentini (Orgs.), *Psicometria* (p. 97–123). Artmed.

Pacico, J. C. (2015). Como é feito um teste? Produção de itens. In C. S. Hutz, D. R. Bandeira, & C. M. Trentini (Orgs.), *Psicometria* (p. 55–69). Artmed.

Pacico, J. C., Hutz, C. S., Schneider, A. M. de A., & Bandeira, D. R. (2015). Validade. In C. S. Hutz, D. R. Bandeira, & C. M. Trentini (Orgs.), *Psicometria* (p. 71–84). Artmed.

Pasquali, L. (1998). Princípios de elaboração de escalas psicológicas. *Revista de Psiquiatria Clínica*, 25(5), 206–213.

Pasquali, L. (2013). *Psicometria: Teoria dos testes na psicologia e na educação* (5º ed). Vozes.

Perkoski, I. R., Gris, G., Benevides, R. R., & Souza, S. R. (2016). Desenvolvimento de jogos educativos com base analítico-comportamental: O procedimento de design iterativo. In J. C. Luzia, G. B. Filgueiras, A. E. Gallo, & J. Gamba (Orgs.), *Psicologia e análise do comportamento: Saúde, educação e processos básicos* (p. 58–56). Eduel. <https://bit.ly/3mmihqW>

Porter, A. C., Smithson, J., Blank, R., & Zeidner, T. (2007). Alignment as a teacher variable. *Applied Measurement in Education*, 20(1), 27–51.

<https://doi.org/10.1080/08957340709336729>

Porter, A. C., & Smithson, J. L. (2001). *Defining, developing, and using curriculum indicators* (CPRE-RR-Ser-048; Information Analyses, p. 44). Consortium for Policy Research in Education. <https://eric.ed.gov/?id=ED477657>

- Prado, P. S. T. (1995). *O conceito de número: Uma análise na perspectiva do paradigma de rede de relações* [Dissertação de Mestrado não publicada].
- Prado, P. S. T. (2001). *Ensinando o conceito de número: Contribuições do paradigma de rede de relações* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade de São Paulo.
- Prado, P. S. T., & de Rose, J. C. C. (1999). Conceito de número: Uma contribuição da análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 15(3), 227–235. <https://doi.org/10.1590/S0102-37721999000300006>
- Queiroz, C. (2021, maio 10). Aprendizado em risco. *Pesquisa FAPESP*, 303. <https://revistapesquisa.fapesp.br/aprendizado-em-risco/>
- Resnick, L. B., Rothman, R., Slattery, J. B., & Vranek, J. L. (2004). Benchmarking and alignment of standards and testing. *Educational Assessment*, 9(1–2), 1–27. <https://doi.org/10.1080/10627197.2004.9652957>
- 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>
- Rothman, R., Slattery, J. B., Vranek, J. L., & Resnick, L. B. (2002). *Benchmarking and alignment of standards and testing* (Technical Report No. 566; p. 32). University of California.
- RTI International. (2009). *Early Grade Mathematics Assessment (EGMA): A conceptual framework based on mathematics skills development in children* (Task Order EHC-E-02-04-00004-00). Prepared under the USAID Education Data for Decision Making (EdData II) project. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnads439.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnads439.pdf)

- RTI International. (2014). *Early Grade Mathematics Assessment (EGMA) Toolkit*.  
Research Triangle International. [https://ierc-publicfiles.s3.amazonaws.com/public/resources/EGMA%20Toolkit\\_March2014.pdf](https://ierc-publicfiles.s3.amazonaws.com/public/resources/EGMA%20Toolkit_March2014.pdf)
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2012a). *Regras do jogo: Fundamentos do game design: Vol. 1 Principais conceitos*. Blucher.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2012b). *Regras do jogo: Fundamentos do game design: Vol. 3 Interação Lúdica*. Blucher.
- Santos, M. J. C. (2018). O currículo de matemática dos anos iniciais do ensino fundamental na base nacional comum curricular (BNCC): Os subalternos falam? *Horizontes*, 36(1), 132–143. <https://doi.org/10.24933/horizontes.v36i1.571>
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2002). Building Blocks for young children's mathematical development. *Journal of Educational Computing Research*, 27(1), 93–110. <https://doi.org/10.2190/F85E-QQXB-UAX4-BMBJ>
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2004). Building Blocks for early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.014>
- Schell, J. (2014). *The art of game design: A book of lenses* (2<sup>o</sup> ed). Morgan Kaufmann Publishers.
- Shute, V. J., Ventura, M., & Kim, Y. J. (2013). Assessment and learning of qualitative physics in Newton's Playground. *The Journal of Educational Research*, 106(6), 423–430. <https://doi.org/10.1080/00220671.2013.832970>
- Sireci, S., & Faulkner-Bond, M. (2014). Validity evidence based on test content. *Psicothema*, 26(1), 100–107. <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.256>
- Souza, S. R., & Gris, G. (2020). *Korsan: Ensino de multiplicação* (1.0) [Unity].

- Souza, S. R., Gris, G., Gamba, J. F., Rocha, M. L. F., & Carmo, J. S. (submetido).  
*Adapted digital domino game: Teaching multiplication to children.*
- Teixeira, A. M. S. (1983). *Individualização do ensino em uma pré-escola: Relato de uma experiência* [Tese de Doutorado não publicada]. Universidade de São Paulo.
- Teixeira, A. M. S. (2006). *Análise de contingências em programação de ensino infantil*. ESETec.
- Webb, N. L. (1997). *Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education Research Monograph No. 6* (Research Monograph No. 6; Reports Evaluative, p. 46). Council of Chief State School Officers, Attn: Publications. <https://eric.ed.gov/?id=ED414305>
- Webb, N. L., Alt, M., Ely, R., Cormier, M., & Vesperman, B. (2005). *The WEB alignment tool: Development, refinement, and dissemination*. Council of Chief State School Officers.
- Yáñez-Gómez, R., Cascado-Caballero, D., & Sevillano, J.-L. (2017). Academic methods for usability evaluation of serious games: A systematic review. *Multimedia Tools and Applications*, 76(4), 5755–5784.  
<https://doi.org/10.1007/s11042-016-3845-9>
- Zapata-Rivera, D., & Bauer, M. (2012). Exploring the role of games in educational assessment. In M. C. Mayrath, J. Clarke-Midura, & D. H. Robinson (Orgs.), *Technology-Based Assessments for 21st Century Skills: Theoretical and Practical Implications from Modern Research* (Illustrated edition, p. 147–169). Information Age Publishing.

## CAPÍTULO 4

### **AVALIAÇÃO DO JOGO KORSAN: PRÉ-ARITMÉTICA VERSÃO 0.18**

O procedimento iterativo de *design* de jogos sugere que avaliações sejam conduzidas até que ajustes não sejam mais necessários (Boller & Kapp, 2018; Perkoski et al., 2016; Salen & Zimmerman, 2012a). Após ajustes feitos a partir da testagem do jogo pela própria equipe de desenvolvimento e com amostras de conveniência, é necessário avaliar se o jogo cumpre seus objetivos com uma amostra do seu público-alvo. De maneira semelhante, ao construir um instrumento de avaliação, as etapas de experimentação para verificar a dificuldade, confiabilidade, índice de discriminação dos itens, entre outros, são conduzidas apenas após a revisão dos estudos-pilotos e ajustes necessários (Cohen et al., 2014; Pacico, 2015). A partir dos resultados das avaliações descritas no Capítulo 3, consideramos que o jogo não se encontrava pronto para etapas de experimentação.

Este capítulo apresenta a continuidade da avaliação do jogo *Korsan: Pré-Aritmética* (versão 0.18) e tem por objetivo coletar evidências para refinar o instrumento a partir da aplicação do jogo principalmente a uma amostra mais nova do público-alvo. As versões 0.02 a 0.17 não foram testadas com o público-alvo, sendo que as principais correções implementadas estavam relacionadas ao fluxo do jogo, erros de gramática, questões. No Apêndice O há uma síntese das alterações solicitadas a cada versão do jogo. Considera-se público-alvo do jogo crianças da última faixa etária da EI (4 anos a 5 anos e 11 meses) e dos anos iniciais do EF (6, 9 e 10 anos).

Avaliaremos a compreensão das tarefas pelos participantes, bem como aspectos de engajamento e usabilidade por meio da observação direta de comportamentos. Schell (2014) sugere que cada *playtest* tenha objetivos claros, sendo a delimitação de perguntas

prévias uma alternativa viável para focar nos aspectos relevantes das partidas. Para o *playtest* descrito neste estudo estipularam-se as seguintes questões:

- a) Os controles (apontar, clicar e arrastar) por meio de *mouse* ou *touchpad* são adequados para crianças da EI?
- b) Há diferenças de jogabilidade em aplicação remota (*online*) e presencial?
- c) Como o sistema responde com a interação livre dos jogadores (há falhas, erros, problemas de continuidade etc.)?
- d) É possível identificar indícios de diferentes níveis de dificuldades entre as questões?
- e) Como os participantes se comportaram diante das instruções reescritas e da apresentação de estímulos feitas a partir dos resultados do Estudo 2 (Capítulo 3)?
- f) As dificuldades de reconhecimento de termos (conjuntos e sinal) indicadas por um dos avaliadores do alinhamento se confirmam na avaliação com novos participantes?

## **Método**

### **Participantes e Considerações Éticas**

Após a provação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CAAE: 01007218.9.0000.5504) foi realizado o contato com responsáveis a partir da divulgação em redes sociais. Responsáveis e participantes assinalaram a opção de concordância respectivamente no TCLE (Apêndice P) e no TALE (Apêndice Q) fornecido em um formulário do *Microsoft Forms*. Uma cópia dos termos foi encaminhada para o e-mail dos responsáveis. No momento da coleta de dados, todos os participantes já haviam retornado para o modelo presencial de ensino, embora tenham passado o ano letivo de 2020 e parte de 2021 em ensino remoto. A Tabela 15 apresenta as informações gerais dos participantes



**Tabela 15***Caracterização dos Participantes*

<b>Id</b>	<b>Gênero</b>	<b>Idade</b>	<b>Ano Escolar</b>	<b>Escola</b>
P1	Masculino	5a 6m 16 dias	EI (último ano)	Particular
P2	Masculino	6a 2m 11 dias	EI (último ano)	Particular
P3	Feminino	4a 10m e 27 dias	EI (penúltimo ano)	Particular
P4	Feminino	10a 6m 17 dias	EF – 5º ano	Particular
P5	Feminino	5a 4m 27 dias	EI (último ano)	Particular
P6	Masculino	6 a 11m 5 dias	EF – 1º ano	Particular
P7	Masculino	9a 3m 26 dias	EF – 3º ano	Particular

**Local**

A coleta foi realizada virtualmente em chamadas de vídeo na plataforma Zoom para P1, P2, P3, P6 e P7. A pesquisadora permanecia em espaço livre de interferência de terceiros. Era solicitado que o participante estivesse em um local bem iluminado e arejado com a menor interferência de ruídos externos o possível. A coleta de dados de P4 e P5 ocorreu na residência das crianças conforme combinado com os responsáveis, mantendo-se máscara durante todo o período. Calçados foram deixados do lado de fora e mãos foram higienizadas imediatamente após a entrada na residência.

**Materiais e Instrumentos**

Foram utilizados para registro e análise de dados, notebook Asus X510UR com acesso à internet para o jogo *Korsan: Pré-Aritmética* e o programa para videochamadas Zoom, com o qual gravamos as sessões. Para gravação da tela das partidas realizadas com P4 e P5, utilizou-se o software *OBS Studio*. Também foi utilizado um questionário para coletar informações básicas sobre os participantes.

## ***Questionário de Informações dos Participantes***

Elaborado no *Microsoft Forms* e composto por cinco questões para identificação de idade e informações de escolarização do participante. A Figura 23 apresenta o questionário.

**Figura 23**

### ***Questionário para Coleta de Informações de Escolarização dos Participantes***

**Questionário - Informações básicas sobre os participantes**

Esse formulário foi desenvolvido para coletar algumas informações sobre os participantes da pesquisa de doutorado 'Análise de tarefas de um jogo educativo para avaliação de comportamentos pré-aritméticos.' de responsabilidade da pesquisadora Gabriele Gris sob orientação do Professor Dr. João dos Santos Carmo.

Ressaltamos que as informações serão utilizadas apenas para fins de caracterização dos participantes e que nenhuma identificação da criança por quem você é responsável será divulgada.

\* Obrigatória

1. Nome da criança \*

Insira sua resposta

2. Data de nascimento da criança \*

Insira a data (dd/MM/yyyy)

3. A criança frequenta a escola? \*

Sim

Não

4. Qual a série em que a criança está matriculada? \*

Educação Infantil (Pré-escola)

Primeiro ano

Segundo ano

Terceiro ano

Quarto ano

Quinto ano

Sexto ano

Outra

5. A criança frequenta a escola na rede \*

Pública

Particular

Enviar

### ***Korsan: Pré-Aritmética Versão 0.18***

O jogo é uma atualização da versão descrita Capítulo 3. As alterações foram realizadas a partir dos resultados da análise inicial do instrumento.

### ***Ficha de Registro para Avaliação de Engajamento e Usabilidade***

Foi utilizada a mesma ficha apresentada no Capítulo 3, Estudo 2, para registro categorizado de comportamentos durante o jogo (Apêndice L).

## Procedimento

A coleta de dados foi realizada pela plataforma de reuniões Zoom gravadas e as sessões foram pela pesquisadora e salvas em um HD externo para segurança dos dados. No início da chamada a pesquisadora convidava o participante a partir das seguintes informações: “Meu nome é Gabi e eu gosto de fazer jogos. Eu fiz um jogo sobre piratas, mas eu não sei se ele está bom. Você topa jogar ele para me ajudar a entender se ele está legal?”. Caso o participante dissesse que sim, era procedida a assinatura do TALE e dava-se início à coleta de dados. Os responsáveis participaram do contato inicial da chamada e posteriormente era solicitado que deixassem o ambiente de pesquisa. Em casos em que os participantes não conseguiam executar todas as ações independentemente (P1, P2, P3), o responsável permanecia ao lado do participante e era instruído via mensagem por celular para não apresentar as respostas para a criança. A pesquisadora abria o jogo em seu computador e fornecia o controle do mouse por meio da opção "*give remote control*". O participante recebia acesso apenas à tela compartilhada e por meio do mouse ou *touchpad* era possível realizar todas as ações do jogo. O cenário de coleta de dados foi previamente testado pela pesquisadora e um colaborador para verificar as condições de compartilhamento de tela e controle. P4, P5, P6 e P7 jogaram independentemente, apenas com a supervisão da pesquisadora. Cada participante jogou individualmente. Foram apresentadas na tela do computador as 74 tarefas planejadas para avaliar comportamentos pré-aritméticos. Optou-se por apresentar cada tarefa apenas uma vez e nenhum *feedback* para acerto e erros foi apresentado. As respostas foram automaticamente registradas pelo *software* e exportadas em formato .csv. A cada mudança de cenário (após as Tarefas 18, 22, 33, 40 e 55) a pesquisadora perguntava se o participante estava cansado ou se desejava fazer uma pausa. Pausas poderiam também ser realizadas a qualquer momento, a pedido

do participante. Ao final da sessão, a pesquisadora agradecia ao participante e ao responsável e despedia-se.

### Resultados e Discussão

A coleta de dados foi realizada em sessões únicas, de duração variável, com cada participante. A Tabela 16 apresenta o tempo de jogo com cada participante e as características da coleta de dados.

**Tabela 16**

*Duração e Modalidade de Coleta de Dados com cada Participante*

<b>Id</b>	<b>Tempo de Sessão</b>	<b>Coleta de Dados</b>	<b>Entrada de dados</b>
P1	1h 17min	Online	Mouse
P2 <sup>a</sup>	31min 45seg	Online	Tela sensível ao toque
P3	1h 26min	Online	Touchpad
P4	36 min 6seg	Presencial	Mouse
P5	41min 30seg	Presencial	Mouse
P6	1h 3min	Online	Mouse
P7	39 min 10seg	Online	Mouse

<sup>a</sup> O participante não concluiu o jogo, parando na tarefa 55.

Ainda que perguntados a cada mudança de cenário (tarefas 19, 22, 41, 63) se gostariam de parar ou continuar, todos os participantes, exceto o P2, responderam que gostariam de continuar jogando e concluíram as 74 tarefas. O tempo médio de sessão para os participantes que concluíram as atividades foi de 57 minutos e 7 segundos (d.p. = 21 minutos e 20 segundos). Considerando dados de desenvolvimento de atenção em tarefas (e.g., Betts et al., 2006; Hoyer et al., 2021), que indicam que crianças das idades dos participantes mais novos deste estudo ainda distraem-se com maior facilidade e apresentam menor foco atencional se comparados à crianças com idades a partir de 9 anos, consideramos que versões futuras do jogo podem apresentar os cenários de jogo de maneira independente. Uma possível solução de *design* seria apresentar pequenos encerramentos de enredo ao final das tarefas de cada cenário. Por exemplo, ao finalizar

as compras na feira, o participante entraria no navio carregando os suprimentos, ao ajudar os marujos, receberia algum benefício etc. Desta forma, cada cenário (feira de compras, prancha, convés, cozinha e porão) poderia ser jogado independentemente sem prejuízo de jogabilidade, garantindo que as avaliações não fossem muito longas para as crianças mais novas.

O P2 foi o único participante que não completou o jogo. Durante a tarefa 55, o jogo travou e ele não quis retornar para jogar o restante. O participante relatou dificuldades de arrastar os itens e disse não entender as palavras “selecione” e “conjunto”. É possível que a não familiaridade com os termos tenha diminuído o engajamento do participante nas tarefas. A dificuldade de controle e os atrasos em razão da conexão de internet também podem ter contribuído para a desistência do participante.

### **Uso de Controles e Ações no Jogo**

Nesta seção discutiremos os resultados pertinentes para responder a seguinte pergunta de *playtest*: os controles (apontar, clicar e arrastar) por meio de *mouse* ou *touchpad* são adequados para crianças da EI?

Ainda que as principais mecânicas de jogo tenham sido programadas considerando-se ações simples como, apontar, clicar e arrastar, observamos que P1 e P2 tiveram maior dificuldade para executar as ações do jogo. P1 era canhoto, não tinha familiaridade com o *mouse*, e aprendeu a manuseá-lo durante a sessão. Na primeira tarefa de arrastar itens, ele demorou 1min e 53 segundos para arrastar 6 itens, enquanto na segunda oportunidade (tarefa seguinte) levou 48 segundos para arrastar novamente 6 itens. Solicitou a ajuda da mãe para realizar apenas uma tarefa de arrastar (Tarefa 14) e, quando lhe foi oferecida ajuda, disse que gostaria de tentar sozinho. P2 foi o único participante que jogou em tela sensível ao toque. Nesse contexto, observamos que, muitas vezes, o participante clicava mais de uma vez em sequência na tela, pulando falas do jogo,

sendo necessário retornar manualmente. Os demais participantes tinham familiaridade com os dispositivos (*mouse* e *touchpad*) e executaram as ações do jogo com pouca ou nenhuma dificuldade. O P3 solicitou a ajuda da pesquisadora para executar as três primeiras tarefas de arrastar (10, 11 e 13) e, posteriormente, conseguiu executar as ações sozinho sem pedir ajuda. Uma alteração no jogo que poderia diminuir os problemas enfrentados pelos participantes com menor familiaridade com os dispositivos seria desenvolver uma fase tutorial em que a precisão dos tipos de movimentos requeridos para jogar fosse treinada.

Com o crescente interesse no uso de jogos como ferramentas auxiliares ao ensino e avaliação, surgiu também a necessidade de avaliar a interação dos aprendizes com os dispositivos necessários para o uso de tecnologias digitais. É possível encontrar na literatura estudos que comparam diferentes movimentos de uso de mouse com dados coletados na década de 1990 (entre 1995 e 1996 e publicados em 2001). Neste estudo, Inkpen (2001) identificou que para crianças com idades entre 9 e 13 anos, ações de apontar e clicar (*point-and-click*) eram realizadas com maior velocidade e menor taxa de erros do que atividades de arrastar e soltar (*drag-and-drop*). Dados mais detalhados sobre diferenças qualitativas do uso de *mouse* por crianças foram apresentados por Lane e Ziviani (2010). As autoras compararam os efeitos de experiências anteriores e de coordenação motora-visual (verificada um teste de fazer cópia manuscrita) no uso efetivo de *mouse* em 221 crianças com idades entre 5 e 10 anos de idade. Dos 5 aos 9 anos de idade observou-se que a precisão de uso aumentou gradualmente. A partir dos 9 anos não houve mais mudanças qualitativas. Crianças com histórico de uso anterior apresentaram melhores resultados do que as crianças que não haviam utilizados dispositivos semelhantes anteriormente. Crianças com melhores resultados na avaliação de

coordenação motora-visual apresentaram menos erros no uso do *mouse*, mas este foi considerado um fator fraco no modelo de regressão adotado.

Em um estudo mais recente, Yadav et al. (2020) avaliaram as habilidades de crianças com idades entre 2 e 8 anos para realizar gestos em tela sensível ao toque. Participaram 90 crianças agrupadas por faixas etárias. Crianças de 2 e 3 anos de idade não realizaram ações adequadamente nem mesmo recebendo dicas. A maioria das crianças com idades entre 4 e 6 anos realizava adequadamente as ações de apontar e clicar, enquanto a maioria das crianças com idades entre 7 e 8 anos, além de executar ações de apontar e clicar também eram capazes de realizar adequadamente ações de arrastar e soltar. Ainda que realizado em dispositivo diferente, esses dados são semelhantes às nossas observações com os participantes deste estudo. As crianças com idades entre 4 e 6 anos (P1, P2, P3 e P5) realizaram com facilidade as ações de apontar e clicar. Dado o alto número de tarefas, observou-se aprendizagem do uso dos controles do jogo ao longo da sessão com todos os participantes. Consideramos que uma alteração que pode favorecer os participantes menos familiarizados com jogos digitais seja aumentar a área de controle dos objetos. Por exemplo, para mover as garrafas, há um espaço delimitado logo abaixo das rolhas que permite a seleção e arraste. Se o jogador clicasse em outra região da garrafa não era capaz de arrastá-la. Outra alternativa seria eliminar a mecânica de arrastar e soltar, mantendo as tarefas; por exemplo, a criança poderia clicar na garrafa que gostaria de mover e clicar, em seguida, no lugar para onde gostaria de movê-la.

As maiores dificuldades foram observadas com P2, que relatava que clicava na tela, mas não conseguia arrastar os itens. Por ser o único participante que jogou em tela sensível ao toque não podemos afirmar quais são as razões encontradas para a dificuldade realização da tarefa. É possível que o jogo não esteja completamente adequado para controle em tela e que problemas de conexão possam ter atrapalhado o fluxo do jogo.

Mais detalhes sobre as questões relacionadas a conexão serão discutidos na próxima seção dos resultados.

### Jogabilidade em Coleta de Dados Presencial e Remota

Nesta seção discutiremos os resultados pertinentes para responder as seguintes perguntas de *playtest*: há diferenças de jogabilidade em aplicação remota (online) e presencial? E como o sistema responde com a interação livre dos jogadores (há falhas, erros, problemas de continuidade etc.)? A Tabela 17 apresenta os dados do registro categorizado de comportamentos emitidos pelos participantes durante as sessões.

**Tabela 17**

*Comportamentos Emitidos pelos Participantes ao Jogar*

Avaliação	Categoria	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	TOTAL
Usabilidade	PJ	2	4	2	10	1	2	8	29
	SA	2	0	1	0	0	0	0	3
Alto Engajamento	DA	20	10	11	4	5	3	13	66
	CH	13	6	19	8	9	0	5	60
	CM	2	1	4	1	0	0	3	11
	CP	0	0	2	1	0	0	3	6
	RO	92	12	47	27	16	38	56	288
Baixo Engajamento	SG	0	1	0	6	0	0	0	7
	DD	4	8	11	1	0	0	0	24
	CN	3	1	1	0	0	0	1	5
	CA	0	0	0	0	0	0	0	1
	SI	0	1	0	0	0	0	0	1

Nota. PJ = Perguntas sobre o Jogo; SA = Solicitar Ajuda para executar ações do jogo; DA = Demonstrar Aprovação; CH = Comentários sobre o enredo/história do jogo; CM = Comemorar; CP = Comentários Positivos sobre o jogo; RO = Emitir pré-correntes para realizar as atividades; SG = Fazer sugestões de mudança no jogo; DD = Demonstrar desaprovção; CN = Comentários Negativos; CA = Comentários sobre assuntos alheios; SI= Solicitar para interromper o jogo.



Observamos durante as coletas de dados realizadas de maneira online, um pequeno atraso na transmissão das imagens do jogo. Particularmente, P2 e P3 demonstraram desaprovação com a demora de resposta do jogo em alguns momentos (categoria DD, Tabela 16). P4 e P5 que jogaram o jogo diretamente do computador da pesquisadora não fizeram comentários negativos ou demonstraram desaprovação sobre atrasos. O único comentário de desaprovação de P4 foi sobre a repetição de estímulos (“só tem batata nessa cozinha”). Não podemos, entretanto, afirmar que as coletas de dados realizadas remotamente foram mais demoradas do que as presenciais, dado o pequeno número de participantes e a variabilidade de repertório (tanto de comportamentos pré-*aritméticos* quanto de uso dos dispositivos para realizar as ações do jogo).

Cabe informar que a coleta de dados no modelo *online* foi uma adaptação necessária em função das mudanças decorrentes da pandemia de Covid-19. Estas circunstâncias afetaram diretamente muitos pesquisadores e, embora, soluções tenham sido criadas (e.g., (Camargo et al., 2021; Shibukawa et al., 2021), no nosso caso, observamos algumas dificuldades. Como o jogo era executado no computador da pesquisadora e a tela, bem como controle eram compartilhados com os participantes, havia um pequeno atraso entre o que acontecia em cada tela de jogo. O próprio vínculo com os participantes pareceu mais difícil para as coletas remotas, em comparação com a situação presencial com P4 e P5. O P6, por exemplo, quase não falou durante a coleta, acenando com a cabeça para responder às perguntas feitas.

Quanto à interação dos participantes com o jogo, observou-se maior número de erros e problemas técnicos do jogo do que na coleta de dados realizada com participantes de 8 e 10 anos (Estudo 2, Capítulo 3). Os participantes do primeiro estudo, bem como P4 e P7 (os participantes mais velhos deste estudo) movimentaram menos o personagem pelo cenário, enquanto os participantes mais novos, particularmente P1, P2 e P5 tentaram

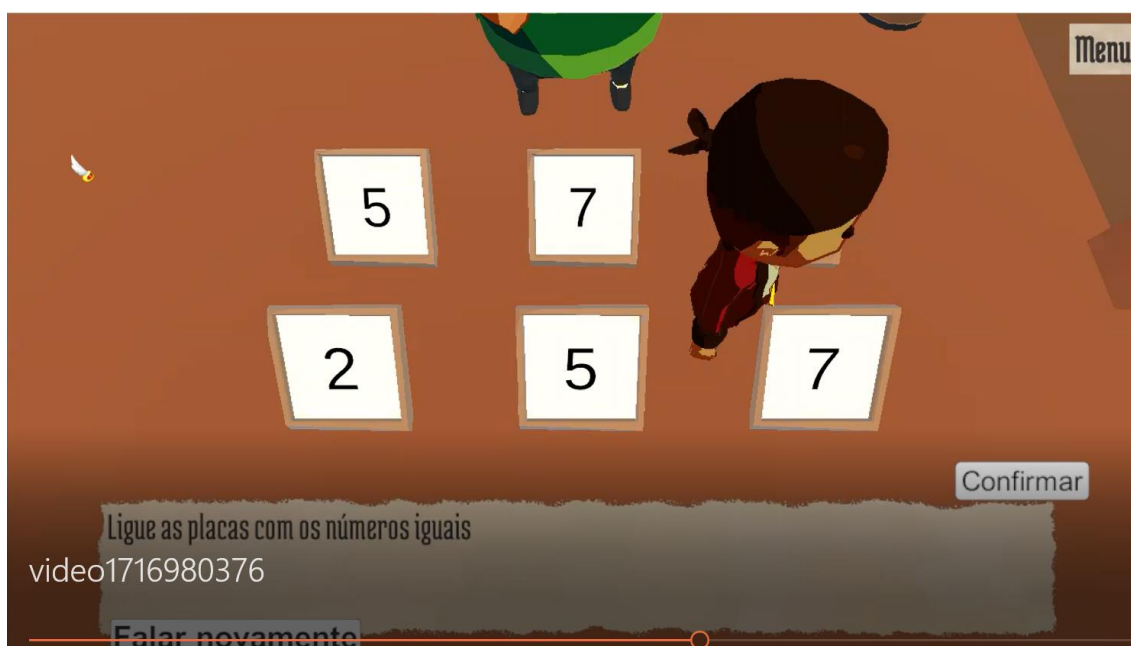
mexer em objetos do cenário que não eram móveis (e.g., tentar abrir porta fechada, dirigir o navio, mover barris e batatas) e demonstraram desaprovação quando o cenário não apresentava recursos interativos. No caso de P2, logo após clicar em diferentes espaços da tela, o jogo “travou” e o participante desistiu de jogar.

Ainda que não tenha explorado extensivamente o cenário, P4 fez várias sugestões, que considerou importantes para melhorar o jogo: permitir que os personagens caiam da prancha, que os piratas cozinhem, lutem com os ratos etc. Considerando tanto a exploração e cenário quanto as sugestões, avaliamos que futuras versões do jogo podem apresentar “minijogos” entre os cenários de atividades, bem como cenas gravadas para dar sequência no enredo. Consideramos que o uso dos minijogos pode melhorar o engajamento dos participantes na atividade. Ressalta-se que, o jogo foi desenvolvido como um instrumento de avaliação e, por esta razão, não há consequências programadas para acerto ou erro. A conclusão de cenários com conjuntos de tarefas poderia ser consequenciada com minijogos ou animações relacionadas ao enredo do jogo, mas não necessariamente à avaliação de repertórios pré-aritméticos.

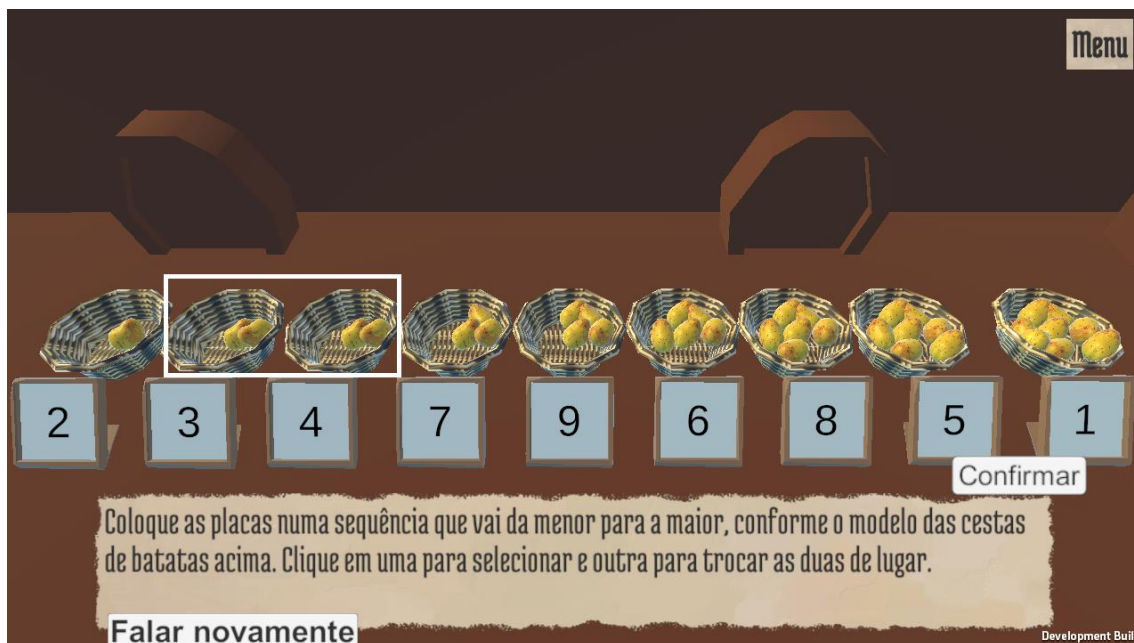
Ainda sobre a exploração do cenário pelos participantes, verificamos que eventualmente (em duas situações para P1 e em uma para P2) o personagem era movido para a frente dos estímulos das tarefas (e.g. cestas de batatas) impedindo a visualização completa da atividade. A Figura 24 ilustra um dos momentos em que isso aconteceu para P1.

**Figura 24**

*Imagem do Jogo com o Personagem Obstruindo a Tarefa*



A situação foi resolvida em coleta de dados com a intervenção da pesquisadora, que retornou o personagem para o cenário anterior para recomeçar a atividade. Consideramos que este é um problema técnico que precisa ser resolvido prioritariamente, pois sem a visualização completa da tarefa a criança pode não ter acesso às informações completas para resolver o que é solicitado. Este é um dos exemplos da importância da realização de *playtests* com uma amostra do público-alvo, pois a interação da equipe de desenvolvimento e de jogadores com diferentes perfis (idades, familiaridades com o tipo de jogo etc.) pode ser muito diferente do que a do público para o qual ele foi desenvolvido (Fullerton, 2008; Schell, 2014). Outras falhas menos relevantes são a falta de delimitação de objetos, permitido que o jogador “atravessasse” objetos e outros personagens ao andar pelos cenários e erros de programação que produziram tarefas com erros. A Figura 24 apresenta uma das tarefas cuja apresentação dos estímulos apresenta erro.

**Figura 25***Tarefa 65 com Duplicação de Estímulo Modelo*

Neste caso, consideramos a resposta correta para a ordenação dos números de 1 a 9 para o jogador que não comentou o erro das cestas (P1) e ordenou os números sem contar as batatas. Para os jogadores que identificaram a falha (P4 e P7), também consideramos a resposta correta quando eles ordenaram corretamente as demais cestas e, por eliminação informaram que colocariam o número 9 abaixo da cesta com duas batatas.

De modo geral, o *playtest* foi útil para identificarmos interações com o jogo que ainda não haviam acontecido nas 17 versões que foram atualizadas entre a coleta de dados do Estudo 2 (Capítulo 3) e a versão deste estudo, sobretudo, considerando os resultados dos participantes mais novos.

### **Resultados das Iterações Realizadas a Partir da Primeira Avaliação**

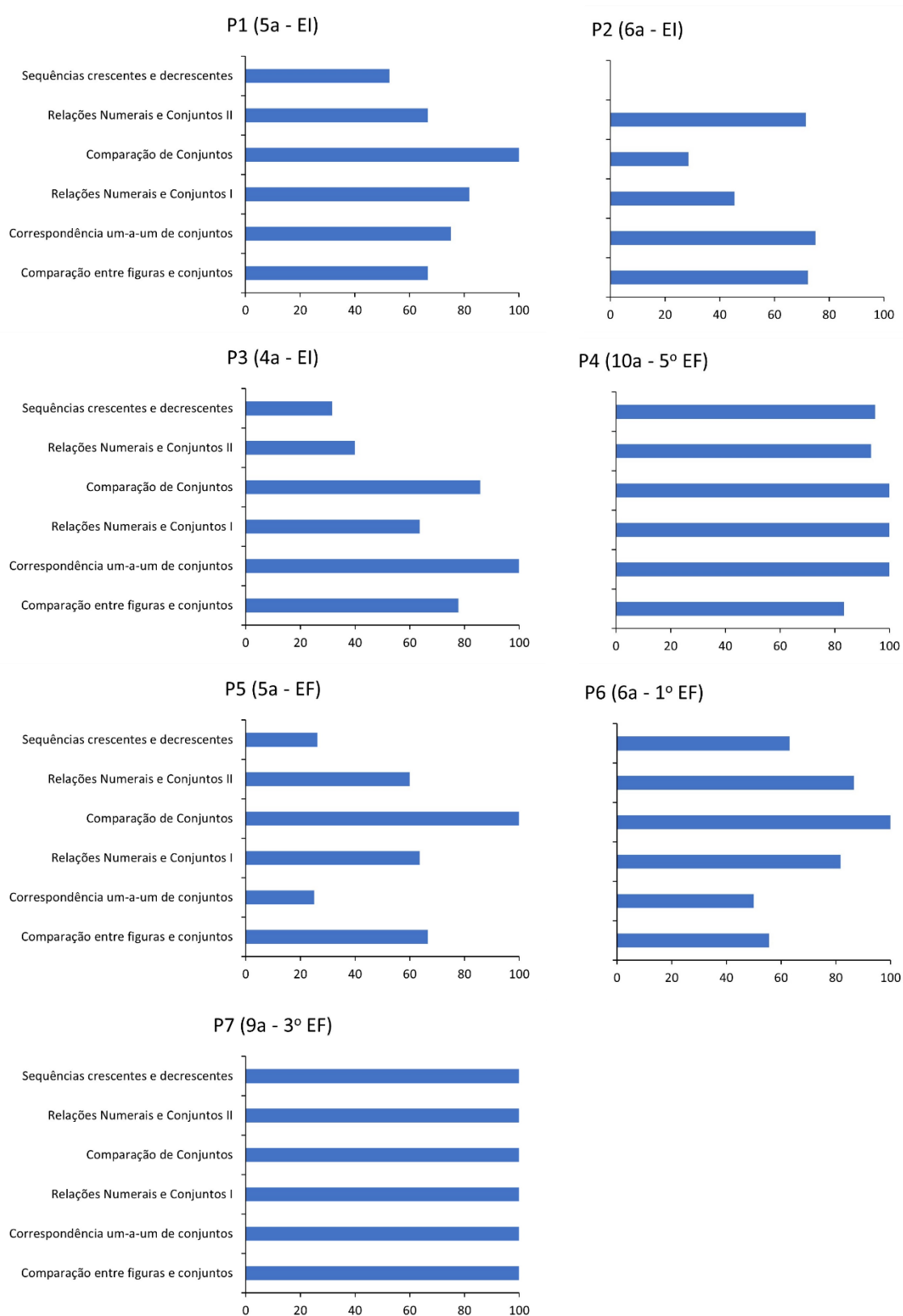
Nesta seção discutiremos os resultados pertinentes para responder as seguintes perguntas de *playtest*: como os participantes se comportaram diante das instruções reescritas e da apresentação de estímulos feitas a partir dos resultados do Estudo 2 (Capítulo 3)? e as dificuldades de reconhecimento de termos (conjuntos e sinal) indicadas

por um dos avaliadores do alinhamento se confirmam na avaliação com novos participantes?

Os principais problemas identificados na avaliação da versão 0.1 do jogo foram as instruções com termos desconhecidos (e.g., antecessor e sucessor) e a dificuldade para contar as batatas nas cestas. As alterações pareceram suficientes para a maioria dos participantes, visto que apenas P2 comentou não conhecer as palavras “selecione” e “conjuntos”. A mudança de aproximação da câmera do jogo, das cestas de batata, pareceu facilitar a contagem, uma vez que não houve reclamações nesse sentido. Para Pacico (2015) um instrumento deve ser elaborado considerando a faixa etária e o nível cultural do público-alvo. Nesse sentido, consideramos que as instruções podem mais uma vez ser reformuladas, trocando os verbos “selecione” por “compre” ou “escolha”. Não observamos dúvidas quanto às palavras “compre” ou “escolha”, mas entendemos que a padronização seja importante para novas avaliações de validade semântica. Pacico também indica que de duas a três rodadas de avaliação para identificação de problemas semânticos tendem a ser suficientes. Neste sentido, mais uma avaliação pode ser necessária para a delimitação precisa das instruções das tarefas. Consideramos essa uma etapa necessária para garantir que a fonte da dificuldade das tarefas refira-se à tarefa e não a aspectos irrelevantes.

### **Indícios de Identificação dos Níveis de Dificuldades das Tarefas**

Discutiremos aqui os resultados pertinentes para responder a seguinte pergunta de *playtest*: é possível identificar indícios de diferentes níveis de dificuldade entre as questões? Para apresentar os resultados gerais dos participantes, agrupamos as tarefas por cenários de jogos em categorias pré-estabelecidas (ver Capítulo 2, delimitação e tarefas). A Figura 26 apresenta os resultados dos participantes.

**Figura 26***Porcentagem de Acerto em Cada Categoria por Participante*

Observamos variabilidade nos repertórios dos participantes. P4 e P7 apresentaram os melhores resultados - 95,23% e 100% respectivamente - e o que era esperado, considerando que a partir da análise de alinhamento, verificamos que o jogo contempla tarefas relacionadas à EI e aos dois primeiros anos do EF. Alguns participantes (P1, P3, P5 e P6) enfrentaram dificuldades relacionadas a sequências crescentes e decrescentes – os participantes ordenaram e selecionaram algumas sequências em ordem crescente, quando a instrução era de selecionar e ordenar em sequência decrescente. No estudo de Gualberto (2013a), os participantes apresentaram a menor porcentagem de acerto nas tarefas de ordenação de conjuntos em sequências crescentes e decrescentes, resultado consistente com o observado neste estudo.

Outro conjunto de tarefas no qual alguns participantes (P1, P3 e P5) apresentaram dificuldades semelhantes foi “relações entre numerais e conjuntos II” sobretudo nas questões de pré-aritmética que requeriam que os participantes formassem ou selecionassem conjuntos com um, dois ou três elementos a mais ou a menos do que os modelos (Tarefas 54, 55, 59, 60, 61 e 62). É possível que essas relações sejam mais complexas do que as demais do conjunto de tarefas e que previam selecionar conjuntos maiores e menores com e sem modelos.

A análise individual do desempenho dos participantes permite identificar detalhadamente os repertórios já estabelecidos, bem como os déficits, que indicam que domínios um programa de ensino deveria enfatizar. Essa avaliação individual anterior ao ensino específico dos repertórios a serem desenvolvidos já foi defendida em programas e procedimentos de ensino consultados para o desenvolvimento do jogo *Korsan: Pré-Aritmética*, como os de Prado e de Rose (1999) e Gualberto et al. (2009).

Antes de discutir os itens individualmente, ressaltamos que o pequeno número de participantes e os problemas identificados – descritos nas seções anteriores dos resultados

deste estudo – não permitem análises aprofundadas da qualidade e dificuldade individual dos itens. Então, o que apresentamos aqui é apenas um exercício, cujos resultados podem ser confirmados ou refutados em estudos futuros. Calculamos o índice de dificuldade das tarefas, conforme sugerem Cohen et al. (2014). Isso é feito identificando quantos respondentes a responderam corretamente a uma tarefa. Uma tarefa respondida corretamente por todos os respondentes, tem índice de dificuldade de 1. Se em uma aplicação com 100 pessoas, 50 pessoas respondem uma tarefa corretamente, seu nível de dificuldade é de 0,5. Quanto menor o índice, mais difícil é o item. A Tabela 18 apresenta uma síntese da avaliação e dificuldade das tarefas.

**Tabela 18**

*Síntese do Índice de Dificuldade da Tarefas*

Índice	Frequência	Tarefas
1	19	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 25, 31, 32, 38, 40, 43, 45, 46, 47, 48,50
0,857143	12	13, 19, 22, 26, 27, 33, 34, 35, 37, 39, 42, 44
0,833333	3	56, 57, 63
0,714286	8	8, 10, 21, 23, 24, 36, 41, 49
0,666667	5	61, 66, 67, 68, 74
0,571429	5	11, 15, 20, 28, 51
0,5	10	55, 59, 60, 62, 64, 65, 69, 70, 71, 72
0,428571	7	2, 14, 16, 17, 29, 30, 54
0,333333	1	58
0,285714	2	18, 53
0,166667	1	73
0,142857	1	52

Esses primeiros índices de dificuldades parecem corroborar a impressão dos especialistas consultados na avaliação e alinhamento: as tarefas são fáceis para crianças do EF e apresentam dificuldade variada para crianças da EI. Aproximadamente 70% (52/73) das tarefas apresentam índice de dificuldade acima de 0,5. Quanto mais próximo de 1, menor o nível de dificuldade da tarefa. Assim, é possível que o nível de dificuldade



das tarefas do instrumento esteja desbalanceado. Novamente, futuros estudos com mais participantes poderão confirmar ou refutar essa hipótese.

### **Considerações Finais**

Este capítulo teve por objetivo coletar evidências para refinar o instrumento a partir da aplicação do jogo principalmente a uma amostra mais nova do público-alvo. Observamos algumas dificuldades técnicas que não haviam sido identificadas nos testes anteriores com participantes mais velhos e com a equipe de desenvolvimento. Neste sentido, consideramos esta avaliação fundamental para o desenvolvimento do jogo *Korsan: Pré-Aritmética* como um instrumento de avaliação de comportamentos pré-arithméticos. Também coletamos as primeiras evidências sobre a dificuldade individual dos itens. Ainda que a expectativa fosse o desenvolvimento completo do instrumento, reconhecemos que o início da fase de experimentação não foi possível diante dos resultados encontrados nas primeiras avaliações. A complexidade da tarefa de integrar avaliação precisa em um contexto de jogo que seja divertido para quem joga, não pode prescindir da avaliação detalhada de cada um dos aspectos sinalizados no Capítulos 3 como relevantes para o desenvolvimento de jogos como ferramentas de avaliação. Desta forma, antes do início da experimentação com o jogo e potencial inclusão em contextos educacionais e clínicos, algumas etapas de avaliação precisam ser novamente realizadas. A realização de ajustes e padronização nos verbos utilizados nas instruções das tarefas torna necessária uma nova avaliação da validade semântica – incluindo, desta vez, participantes de todas as faixas etárias a que o jogo se destina. Essa nova análise deverá ser feita com a integração dos áudios com as instruções, para verificar se este também é compreensível. Novas avaliações de usabilidade e engajamento também deverão ser realizadas considerando as necessárias mudanças nas estruturas do jogo (e.g., criação de

cenários de jogos independentes, minijogos e cenas gravadas) identificadas a partir dos resultados observados neste capítulo.

## Referências

- Betts, J., McKay, J., Maruff, P., & Anderson, V. (2006). The development of sustained attention in children: The effect of age and task load. *Child Neuropsychology*, 12(3), 205–221. <https://doi.org/10.1080/09297040500488522>
- Boller, S., & Kapp, K. (2018). *Jogar para aprender: Tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes*. DVS Editora.
- Camargo, J., Ieme Junior, A. C., Ribeiro, G. W., Zapparolli, H., Marin, R., & Souza, R. D. B. (2021). *Coleta de dados remota durante a pandemia de Covid-19*. 2. <https://bit.ly/3nb6Btc>
- Cohen, R. J., Swerdlik, M. E., & Sturman, E. D. (2014). *Testagem e avaliação psicológica* (M. C. G. Monteiro, Trad.; 8º ed). AMGH.
- Fullerton, T. (2008). *Game design workshop: A playcentric approach to creating innovative games* (2º ed). Morgan Kaufmann.
- Gualberto, P. M. A. (2013). *Avaliação de habilidades pré-aritméticas e ensino de adição e subtração para crianças: Contribuições da Análise do Comportamento* [Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos]. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/5985>
- Gualberto, P. M. A., Aloï, 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), 21–36. <https://doi.org/10.18542/rebac.v5i2.928>
- Hoyer, R. S., Elshafei, H., Hemmerlin, J., Bouet, R., & Bidet-Caulet, A. (2021). Why are children so distractible? Development of attention and motor control from childhood to adulthood. *Child Development*, 92(4), e716–e737. <https://doi.org/10.1111/cdev.13561>

- Inkpen, K. M. (2001). Drag-and-drop versus point-and-click mouse interaction styles for children. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 8(1), 1–33. <https://doi.org/10.1145/371127.371146>
- Lane, A. E., & Ziviani, J. M. (2010). Factors influencing skilled use of the computer mouse by school-aged children. *Computers & Education*, 55(3), 1112–1122. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.008>
- Pacico, J. C. (2015). Como é feito um teste? Produção de itens. In C. S. Hutz, D. R. Bandeira, & C. M. Trentini (Orgs.), *Psicometria* (p. 55–69). Artmed.
- Perkoski, I. R., Gris, G., Benevides, R. R., & Souza, S. R. (2016). Desenvolvimento de jogos educativos com base analítico-comportamental: O procedimento de design iterativo. In J. C. Luzia, G. B. Filgueiras, A. E. Gallo, & J. Gamba (Orgs.), *Psicologia e análise do comportamento: Saúde, educação e processos básicos* (p. 58–56). Eduel. <https://bit.ly/3mmihqW>
- Prado, P. S. T., & de Rose, J. C. C. (1999). Conceito de número: Uma contribuição da análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 15(3), 227–235. <https://doi.org/10.1590/S0102-37721999000300006>
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2012). *Regras do jogo: Fundamentos do game design: Vol. 1 Principais conceitos*. Blucher.
- Schell, J. (2014). *The art of game design: A book of lenses* (2<sup>o</sup> ed). Morgan Kaufmann Publishers.
- Shibukawa, M. Y., Neves, A. J., Chizzolini, G. C., Postalli, L. M. M., & Almeida-Verdu, A. C. M. (2021). *Tutorial para uso do recurso Zoom® em coleta de dados remota. [Manual do recurso eletrônico]*. FC Unesp. <https://bit.ly/3Dj43Pp>
- Yadav, S., Chakraborty, P., Kaul, A., Pooja, U., Gupta, B., & Garg, A. (2020). Ability of children to perform touchscreen gestures and follow prompting techniques

when using mobile apps. *Clinical and Experimental Pediatrics*, 63(6), 232–236.

<https://doi.org/10.3345/cep.2019.00997>

## ALGUMAS PALAVRAS FINAIS

Aproveito um espaço menos formal para discutir os encaminhamentos possíveis dos estudos iniciados neste trabalho. O fato de o jogo não ter passado por iterações suficientes com o público-alvo é tanto resultado das dificuldades impostas pela pandemia, pela dificuldade de desenvolver um jogo com poucos recursos financeiros e sem equipe de programação e arte numerosa, e também das minhas próprias dificuldades pessoais. A falta de recursos para o jogo também trouxe implicações doloridas para mim: não há diversidade nos personagens, o que certamente diminui a chance de identificação das crianças com os personagens. Entrei no doutorado com muitas dúvidas e sem conseguir integrar a produção analítico-comportamental sobre o assunto e estou saindo ainda com questionamentos e vontade de testar experimentalmente programas de avaliação e ensino de repertórios pré-aritméticos

João – meu orientador - sempre diz que um trabalho nunca acabaria se não decidíssemos arbitrariamente colocar fim nele. Definitivamente não estamos colocando fim neste trabalho. O jogo será aperfeiçoado a partir dos resultados da última avaliação, tanto em seus aspectos instrucionais quanto de *design* de jogo. A seguir listamos algumas mudanças planejadas para as próximas versões do Korsan: Pré-Aritmética:

- Criar tutoriais para garantir que os jogadores dominem as mecânicas de apontar e clicar e clicar e arrastar antes de iniciar as tarefas. Esses tutoriais envolveriam estímulos diferentes dos apresentados nas tarefas, mas relacionados ao jogo – outros alimentos, itens do barco etc. Há também a possibilidade de simplificar a mecânica do jogo, garantindo que todas as ações sejam realizadas apenas apontando e clicando. O tutorial deve ser integrado ao enredo do jogo e garantir que o jogador explore o cenário e escolha o que fazer com ele, além de garantir

que essa exploração o permita conhecer o suficiente do jogo para começar jogá-lo (Shafer, 2012).

- Tornar cada cenário de jogo independente – possibilitando que não seja necessário realizar todas as tarefas em uma única sessão. Separar os cenários: feira de compras, prancha, convés, cozinha e porão não é uma atividade custosa – em termos de recursos financeiros necessários. Garantir que cada cenário siga integrado ao enredo e funcione independentemente provavelmente será uma atividade mais custosa, considerando a necessidade de programação e artes novas. A exploração dos cenários, permitindo atividades não relacionadas às tarefas (dirigir o navio, empurrar objetos etc.) foi uma solicitação de alguns participantes e que consideramos importante para aumentar a probabilidade de engajamento no jogo.
- Corrigir as falhas identificadas na coleta de dados descrita no Capítulo 4 (personagem ficar à frente dos estímulos da tarefa, tarefas com duplicação de estímulos etc.).

É importante ressaltar que essas mudanças são planejadas a partir dos resultados que obtivemos até agora com o jogo e serão mantidas apenas se os dados das próximas coletas indicarem que elas resolvem os problemas identificados. Caso contrário, outras iterações serão necessárias.

Quanto a publicações decorrentes do processo de desenvolvimento do jogo, consideramos que a descrição de avaliações durante o desenvolvimento do jogo podem ser contribuições importantes. Principalmente considerando o predomínio de descrições de jogos finalizados e do uso de medidas indiretas de avaliação (Gris & Bengtson, 2021). Nesse sentido espera-se organizar as informações dos Capítulos 3 e 4 em um artigo ou

mesmo um manual para apresentar a proposta de desenvolvimento de jogos como instrumentos de avaliação.

- Testar a adequação semântica (considerando tanto o texto quanto o áudio das instruções), usabilidade e engajamento das novas versões.
- Coletar dados de forma remota pela inclusão do jogo em uma plataforma online, permitindo a integração de dados de maior número de participantes. Para isso, métricas para registro automático deverão ser planejadas e testes da plataforma também deverão ser conduzidos, identificando pontos fortes e fracos a partir da experiência do jogador.
- Início da fase de experimentação para avaliação individual da qualidade das tarefas, sua dificuldade, confiabilidade e discriminação.

As mudanças também acontecerão em relação aos trabalhos mais teóricos que foram desenvolvidos ao longo desses mais de quatro anos de doutorado. Também consideramos relevante publicizar as revisões que compõem os Capítulos 1 e 2, atualizando-as e as submetendo para publicação. Pretendemos publicar ao menos o capítulo 2 em inglês, considerando que a produção brasileira nele revisada é rica, porém tem alcance limitado em razão do idioma de publicação.

Por enquanto, consideramos que embora o jogo seja o produto mais “visível”, as principais contribuições do trabalho para a área, mas principalmente para a minha formação como pesquisadora estão nos estudos de revisão sistemática e na proposta de desenvolver jogos como ferramentas de avaliação, integrando a literatura de GBL e construção de instrumentos. Nenhum dos capítulos foi “automático”, construído sem a necessidade de estudo sobre método, ou de várias versões de apresentação dos dados até chegar nas atuais. Apesar da incompletude do trabalho e da frustração com as dificuldades



enfrentadas, listamos a seguir avanços produzidos e algumas contribuições que este trabalho pode oferecer:

- A operacionalização de preditores e indicadores de sucesso em aritmética que não estavam claramente descritos apresentada no Capítulo 1.
- A descrição do uso de ferramentas para gerenciar revisões sistemáticas de literatura e a proposta de avaliação de qualidade dos estudos a partir de critérios desenvolvidos para pesquisas em educação.
- A integração e revisão crítica de literatura analítico-comportamental que permitiu a discussão e proposta do conceito de comportamentos pré-aritméticos.
- O desenvolvimento de tecnologias educativas de base analítico-comportamental é tradição robusta e reconhecida. Acreditamos que nosso trabalho toma partido de práticas de ensino com décadas de evidências reunidas, além de buscar aproximações com campos de conhecimentos menos comumente explorados por analistas do comportamento como a construção de instrumentos, GBL e design de jogos.
- A ênfase dada ao desenvolvimento cuidadoso e sistemático de ferramentas de avaliação como um passo fundamental para os processos de ensino e aprendizagem.
- A repetição do uso de medidas diretas para avaliação de engajamento e usabilidade pode ser útil para compor um campo ainda pouco explorado.
- Gostaríamos também de acreditar que estudos como o nosso aproximam a avaliação cuidadosa de repertórios pré-aritméticos tanto em contextos educacionais quanto clínicos. O jogo em questão, ainda não alcança esses objetivos, mas novos estudos podem nos aproximar dessa desejável realidade,

bem como da construção de outros instrumentos para avaliar repertórios relevantes.

### Apêndice A – Protocolo de Revisão Elaborado para a Busca Descrita no Capítulo 1

<i>StArt - State of the Art through Systematic Review</i>	
<b>SYSTEMATIC REVIEW - TESE - CAP.1</b>	
<b>Date: 09/04/2019 - 03:15:21</b>	
<b>Title:</b>	TESE - Cap.1
<b>Researchers:</b>	Gabriele Gris, João dos Santos Carmo, Silvia Regina de Souza;
<b>Description:</b>	Apesar da importância declarada ao ensino de comportamentos pré-aritméticos há grande variedade nos estudos que se propõem identificar ou planejar condições de ensino desses repertórios. Assim, o primeiro passo a ser realizado é uma revisão sistemática da literatura sobre estudos que investigam relações entre o desempenho pré-escolar e escolar em matemática. Hipótese: crianças com bom desempenho nos anos iniciais tendem a apresentar bom desempenho ao longo da vida escolar.
<b>Objectives:</b>	investigar quais repertórios podem ser preditores de sucesso na aprendizagem matemática posterior
<b>Main Question:</b>	1.Há evidências de relação entre o desempenho em tarefas nos anos iniciais e o desempenho escolar posterior em matemática? 2. Em que medida é possível descrever operacionalmente os preditores de sucesso?
<b>Population:</b>	Pré-escolares e escolares.
<b>Keywords:</b>	desempenho acadêmico; matemática; pré-aritmética;
<b>Source Selection Criteria:</b>	periódicos revisados por pares; bases de dados com produção sobre educação ou multidisciplinares;

<b>Studies Languages:</b>	inglês e português;
<b>Source Search Methods:</b>	Busca em bases de dados por meio de combinação de descritores em inglês (eric thesaurus) e palavras-chaves relacionadas (em português) em strings de busca.;
<b>Source Engine:</b>	ERIC; Web of Science; Springer;
<b>Studies inclusion and exclusion criterias:</b>	(I) publicado nos últimos 5 anos; (I) estudo experimental, quasi-experimental ou observacional; (I) texto completo disponível na base de dados; (I) português ou inglês; (I) comparação de desempenho em pelo menos duas séries escolares; (E) fora do intervalo de publicação estipulado; (E) estudo de revisão; (E) estudo teórico; (E) texto incompleto; (E) idioma diferente de português ou inglês; (E) comparação de desempenho em mesma série escolar; (E) editorial ou obituário; (E) não relacionado à educação; (E) não compara desempenho; (E) não relacionado à matemática; (I) repertórios pré-aritméticos; (E) não considera repertórios pré-aritméticos; (I) descrição dos repertórios avaliados; (E) ausência de descrição dos repertórios matemáticos; (E) compara apenas repertórios pré-artiméticos; (I) comparação de repertórios pré-aritméticos e aritméticos; (I) descreve preditores; (E) não descreve preditores;
<b>Studies types definition:</b>	Estudos observacionais (conforme EB2, 2015).
<b>Initial studies selection:</b>	Recuperados a partir da busca nas bases de dados.;
<b>Studies quality evaluation:</b>	Avaliação de qualidade de cada estudo incluído: EB2; Avaliação de qualidade do conjunto de dados analisado: EB2; Qualidade da descrição da revisão: PRISMA;
<b>Information Extraction Fields:</b>	Ano={2013,2014,2015,2016,2017,2018,2019}; Conteúdo inicial; Conteúdo final; Resumo dos resultados; série inicial; série final; idade inicial; idade final;
<b>Results Summarization:</b>	Análise conteúdo inicial e final, relacionado com resultados.;

## Apêndice B – Planilha de Extração de Dados dos Estudos Incluídos no Capítulo 1

Legenda:

ID = Identificação do estudo

P = País

M = Método

OBS-LG: Observacional longitudinal

OBS-TV: Observacional transversal

K = Kindergarten

ID	P	M	Série inicial e habilidade	Série final e habilidade	Resultado geral	Observações
Conoyer (2016)	EUA	OBS-LG	K-1 Discriminação de quantidades: nomear oralmente o maior entre dois números de 0 a 20 apresentados. Número faltante: nomear oralmente o número faltante em uma série de quatro números com uma lacuna.	3-4 (Habilidades que compõe o MAP) 3: Calcular adequadamente multiplicações de 1 a 5. Resolver problemas escritos de adição e subtração de duas etapas com resultados até 20. Ampliar padrões de símbolos ou números a partir de uma regra. Identificar formas divididas em frações até $\frac{1}{2}$ . Comunicar horário em relógio digital ou analógico. Comparar e arredondar números próximos a 10 ou 100. Usar unidades formais de medidas para comunicar comprimento (em polegadas e pés). Interpretar dados apresentados em um gráfico. 4: Somar ou subtrair números de dois dígitos com agrupamento. Resolver problemas escritos de adição ou subtração com duas etapas. Multiplicar números até 12 por 1 até 5. Arredondar números com três dígitos até centena mais próxima. Reconhecer símbolos matemáticos (como linhas paralelas ou perpendiculares). Produzir um padrão com números ou símbolos. Ordenar ângulos do maior para o menor. Estimar o peso e o volume de diferentes objetos. Calcular equivalência monetária (e.g., entre moedas de diferentes valores) Comunicar horário em relógio digital ou analógico. Fazer previsões sobre dados após interpretar um gráfico de linhas	Correlação mediana apenas entre número faltante e pontuação geral no MAP na 3ª série (.69)	O artigo apresenta dois estudos. Aqui são apresentadas apenas as informações do Estudo 2, uma vez que não foram identificadas as descrições das habilidades que compuseram o teste do Estudo 1. As habilidades correspondem ao nível avançado na avaliação de Matemática no The Missouri Assessment Program (MAP)
He (2016)	CHI	OBS-LG	3-4-5 Estimativa numérica aproximada: diante de dois conjuntos de pontos apresentados por 200ms, escolher o maior em numerosidade. Tarefas de multiplicação: selecionar entre 4 alternativas, a resposta para uma multiplicação de um número de um	4-5-6 Idem às séries anteriores	Desempenho em tarefas de estimativa numérica aproximada prediz desempenho em multiplicação	Os participantes foram avaliados no final da série inicial (T1), seis meses (T2) e um ano (T3) após a primeira avaliação.

			dígito por um número de dois dígitos. (76 tentativas em 2 minutos).			
Koponen (2016)	FIN	OBS-LG	K Contagem verbal: contar do 1 até o 31, do 6 ao 13, contar de trás para frente do 12 até o 7 e do 23 ao 1. Nomeação rápida automatizada: nomear rapidamente estímulos visuais familiares apresentados.	3 Fluência aritmética: resolver operações de adição e subtração com limite de tempo (14 operações de cada tipo em 3 minutos)	Contagem verbal e nomeação rápida automatizada são preditores de fluência aritmética	Avaliações realizadas no K (2), 1(2), 2(2), 3(1). Outras habilidades foram avaliadas e utilizadas como medida de controle. O estudo também avalia a fluência em leitura, mas os dados não são apresentados aqui, em razão do objetivo da revisão
Laszki (2016)	EUA	OBS-LG	K Base 10 e valor posicional: representar com blocos (representando unidades e dezenas) um número.	2 Base 10 e valor posicional: identificar o maior entre dois números representados com numerais ou por grupos de dez e um. Identificar o valor posicional de uma dezena e números com múltiplos dígitos. Produzir o maior número possível a partir de um conjunto de dígitos.  Problemas aritméticos: resolver com papel e lápis ou mentalmente 5 operações de adição ou subtração e 5 problemas escritos.	Conhecimento de base 10 no K, tem efeito direto no desempenho em aritmética na 2ª série e efeito indireto no conhecimento de valor posicional.	O estudo também avalia as estratégias utilizadas por estudantes de k para resolver problemas. Esses dados não são apresentados aqui, por se distanciarem dos objetivos da revisão.
Hirsch (2018)	HOL	OBS-LG	K Padrões: identificar entre um conjunto de figuras as que são iguais Seriação: identificar objetos em sequência crescente ou decrescente. Comparação não simbólica: identificar em conjuntos de objetos qual é maior/menor em numerosidade. Contagem: identificar em uma sequência de objetos a cardinalidade de algum deles. Conhecimento simbólico numérico: identificar os números diante do número escrito por extenso. Teste com o conteúdo completo do ensino primário (números e relações numéricas, aritmética mental, aritmética escrita, aritmética aproximada, cálculos com frações e porcentagens, uso de unidades de medida (tempo, dinheiro, comprimento, volume peso etc.)	6 Padrões: identificar entre um conjunto de figuras as que são iguais Seriação: identificar objetos em sequência crescente ou decrescente. Comparação não simbólica: identificar em conjuntos de objetos qual é maior/menor em numerosidade. Contagem: identificar em uma sequência de objetos a cardinalidade de algum deles. Conhecimento simbólico numérico: identificar os números diante do número escrito por extenso. Teste com o conteúdo completo do ensino primário (números e relações numéricas, aritmética mental, aritmética escrita, aritmética aproximada, cálculos com frações e porcentagens, uso de unidades de medida (tempo, dinheiro, comprimento, volume peso etc.)	As competências numéricas básicas foram consideradas preditoras do desempenho no teste de habilidades matemáticas, mesmo quando controladas as variáveis de habilidade cognitiva geral.	Foi aplicado também um teste de habilidade cognitiva geral para verificar eventual influência. As informações são não relatadas aqui por se afastarem dos objetivos da revisão.

Manfra (2017)	EUA	OBS-LG	PS Contagem/matemática: recitar números cronologicamente até 10 Contar objetos Identificar entre objetos, qual é o maior. Identificar entre objetos qual é mais curto. Identificar entre objetos, qual é mais comprido. Escrita/cópia: Copiar letras, numerais e formas. Desenhar objetos simples.	3 Senso numérico e operações. padrões, relações e álgebra. Geometria e medidas. Dados, estatística e probabilidade. Processos de cálculo e representações. Estimativas. Conexões matemáticas, raciocínio e solução de problemas.	Habilidades pré-escolares de contagem/matemática ( $p < .001$ ), escrita e cópia ( $p < .001$ ) são preditores significativos do desempenho em um teste normalizado para avaliar matemática.	Há outras habilidades avaliadas, mas que não estão correlacionadas com o desempenho em matemática, e por isso não são descritas na revisão.
Moore (2015)	EUA	OBS-TV	1 Nomeação de dígitos: diante de um dígito apresentado na tela do computador, nomeá-lo. Comparação de números: diante de dois números, indicar o maior em numerosidade entre eles. Enumeração de pontos: diante de um conjunto de pontos, nomear quantos há. Estimação de linha numérica: diante de uma linha com uma marcação, estimar o número correspondente ao espaço marcado. Adição (1-3): diante uma operação apresentada verticalmente, dizer o resultado. Subtração (4-5): semelhante em estrutura à adição.	5 Nomeação de dígitos: diante de um dígito apresentado na tela do computador, nomeá-lo. Comparação de números: diante de dois números, indicar o maior em numerosidade entre eles. Enumeração de pontos: diante de um conjunto de pontos, nomear quantos há. Estimação de linha numérica: diante de uma linha com uma marcação, estimar o número correspondente ao espaço marcado. Adição (1-3): diante uma operação apresentada verticalmente, dizer o resultado. Subtração (4-5): semelhante em estrutura à adição.	O desempenho em tarefas de contagem (enumeração de pontos) e estimativa (tarefa de linha numérica e comparação de números) são preditores do desempenho em adição e subtração.	O estudo apresenta três objetivos distintos. Aqui são apresentados os resultados relacionados apenas ao segundo, por ser condizente com o objetivo da presente revisão;
Paul (2019)	AUS	OBS-LG	5.5 anos Adição de fatos numéricos: diante adições com um dígito em cada parcela, falar o resultado. Transcodificação de números com múltiplos dígitos: diante de números com múltiplos dígitos, ler em voz alta. Enumeração de pontos: diante de um conjunto de pontos, dizer o número correspondente. Comparação de magnitudes: diante de dois números de dígito único dizer qual é o maior em numerosidade.	6.5 anos Adição de fatos numéricos: diante adições com um dígito em cada parcela, falar o resultado. Transcodificação de números com múltiplos dígitos: diante de números com múltiplos dígitos, ler em voz alta.	A habilidade de transcodificação numérica mostrou-se um preditor da velocidade de resolução de fatos numéricos	Foi realizada uma medida entre as duas avaliações, semelhante em estrutura à terceira. Testes de memória visuoespacial e testes padronizados para avaliar matemática e leitura foram utilizados como controle ou medida adicional e, por isso, não são descritos aqui.

Nguyen (2016)	EUA	OBS-LG	<p>PS</p> <p>Contagem verbal: recitar os números.</p> <p>Correspondência um-a-um: Contar objetos manipulando-os</p> <p>Reconhecimento de números: diante de um conjunto de objetos identificar o número referente a cada um.</p> <p>Subtização perceptual: identificar a numerosidade de um conjunto de pontos apresentada rapidamente.</p> <p>Contar com cardinalidade: diante de um conjunto de objetos, contar todos e dizer o número total</p> <p>Contar de trás para frente a partir de um número informado</p> <p>Subtização conceitual: diante de dois conjunto de objetos, dizer o número total de objetos.</p> <p>Duplicar padrões: diante de uma sequência de formas, identificar o padrão e completar a sequência.</p> <p>Identificar formas geométricas: diante de um conjunto de formas geométricas, identificar formas específicas.</p> <p>Combinar formas geométricas para formar outras formas.</p> <p>Identificar os atributos de comprimento, área, peso e capacidade de objetos do dia-a-dia.</p> <p>Utilizar instrumentos de medida para determinar o comprimento e a largura de objetos.</p>	5	<p>Teste TEAM 3-5 que inclui frações, geometria, multiplicação, divisão e interpretação de dados.</p>	<p>Todas as habilidades avaliadas em PS foram preditoras do desempenho geral em 5. Contudo, habilidades de contagem foram consideradas as mais preditivas.</p>	<p>Foram utilizadas variáveis de controle como características dos estudantes, dados demográficos etc.</p>
Xenidou-Dervou (2018)	HOL	OBS-LG	<p>1</p> <p>Contagem: contar oralmente de 1 a 20 e de 20 a 1. Usar o nome dos números</p> <p>Contagem estruturada: contar oralmente apontando para objetos</p> <p>Contagem resultante: contar sem apontar para os objetos.</p> <p>Conhecimento geral de números e uso do sistema de contagem.</p> <p>Adição aproximada não simbólica: dois conjuntos de pontos são reunidos (e posteriormente escondidos) e a criança tem que indicar qual é maior soma.</p> <p>Comparação aproximada não simbólica: diante de dois conjuntos de pontos, indicar qual é o maior em numerosidade.</p> <p>Adição aproximada simbólica: semelhante à não simbólica, mas com números ao invés de conjunto de pontos.</p>	2	<p>Teste Cito</p> <p>Problemas escritos envolvendo peso, tempo, comprimento, proporções, números e relações entre números, adição, subtração, multiplicação e divisão.</p>	<p>Apenas a adição aproximada simbólica foi identificada como preditora do desempenho posterior</p>	<p>No K foi avaliado o QI das crianças e algumas tarefas relacionadas à memória de trabalho. Em 1 foram avaliadas também algumas habilidades relacionadas à mt. Aqui destacamos apenas as avaliações de repertórios matemáticos</p>



			Comparação aproximada simbólica: semelhante à não simbólica, mas com números ao invés de conjunto de pontos.			
Vanbinst (2015)	BEL	OBS-LG	<p>1</p> <p>Nomeação de dígitos: diante da apresentação de números de 1 a 9, dizer o nome de cada um deles.</p> <p>Comparação de magnitudes numéricas: diante de pares de números ou de conjuntos de pontos indicar o maior em numerosidade.</p> <p>Aritmética de dígitos simples: responder oralmente o resultado de adições e subtrações (com resultado final abaixo de 10)</p>	<p>2</p> <p>Nomeação de dígitos: diante da apresentação de números de 1 a 9, dizer o nome de cada um deles.</p> <p>Comparação de magnitudes numéricas: diante de pares de números ou de conjuntos de pontos indicar o maior em numerosidade.</p> <p>Aritmética de dígitos simples: responder oralmente o resultado de adições e subtrações (com resultado final abaixo de 10)</p>	O desempenho em tarefas de processamento numérico (nomeação de dígitos, comparação de magnitudes numéricas e fatos aritméticos) no início da escolarização formal são preditores do desempenho posterior em aritmética de dígitos simples e recuperação de fatos aritméticos.	São utilizados como controle alguns preditores cognitivos não numéricos (memória de trabalho verbal, memória visuoespacial de curto prazo etc.), além de inteligência geral.
Toll (2015)	HOL	OBS-LG	<p>K</p> <p>Comparação não simbólica: diante de dois conjuntos de pontos, indicar qual é o maior em numerosidade.</p> <p>Comparação simbólica de magnitude: diante de dois números, indicar qual é o maior em numerosidade.</p>	<p>1</p> <p>Comparação não simbólica: diante de dois conjuntos de pontos, indicar qual é o maior em numerosidade.</p> <p>Comparação simbólica de magnitude: diante de dois números, indicar qual é o maior em numerosidade.</p> <p>Mapeamento/linha numérica: estimar a posição de um número em uma linha numérica horizontal.</p> <p>Raciocínio matemático (cito test): problemas matemáticos relacionados à números, relações numéricas e adições e subtrações (tarefas sem tempo-limite).</p> <p>Fluência matemática: recuperação de fatos numéricos, responder o máximo possível em 1 minuto.</p>	Habilidades de comparação simbólica se mostraram o preditor mais importante de linha numérica (mapeamento), raciocínio matemático e recuperação de fatos aritméticos.	As habilidades simbólicas e não simbólicas foram avaliadas 4 vezes durante K (2 anos) e duas vezes em 1.

Rodic (2018)	UK, RUS, CHI	OBS-TV	<p style="text-align: center;">6anos</p> <p>Compreensão numérica simbólica: diante de dois números, variando em tamanho e posição, selecionar em 5 segundos, o maior em numerosidade.</p> <p>Estimativa não simbólica: diante dois conjuntos de pontos, identificar sem contar qual é maior em numerosidade.</p> <p>Subtração simples: diante de um problema e duas possíveis respostas, selecionar a resposta correta.</p> <p>Completar série: diante de uma sequência de números, e duas alternativas, selecionar a correta.</p>	<p style="text-align: center;">9anos</p> <p>Compreensão numérica simbólica: diante de dois números, variando em tamanho e posição, selecionar em 5 segundos, o maior em numerosidade.</p> <p>Estimativa não simbólica: diante dois conjuntos de pontos, identificar sem contar qual é maior em numerosidade.</p> <p>Subtração simples: diante de um problema e duas possíveis respostas, selecionar a resposta correta.</p> <p>Completar série: diante de uma sequência de números, e duas alternativas, selecionar a correta.</p>	<p>Compreensão de números e magnitudes e raciocínio matemático (completar séries) é preditor de desempenho em aritmética em todas as amostras.</p>	<p>Foram também avaliadas habilidades espaciais, gerais, QI, e ansiedade à matemática.</p>
--------------	--------------	--------	--	--	--	--

### Apêndice C – Avaliação de Qualidade dos Estudos Incluídos no Capítulo 1

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Conoyer, S. J., Foegen, A., & Lembke, E. S. (2016) Early Numeracy Indicators: Examining predictive utility across years and states". *Remedial and Special Education*, 37(3): 159–71. <https://doi.org/10.1177/0741932515619758>.

Código atribuído: A

Princípio de qualidade	Princípios associados	Avaliação descritiva	Avaliação Objetiva
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 57 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. Ao final da seção introdutória são apresentadas as principais lacunas da literatura.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada ou uma hipótese?	Sim. O estudo apresenta um objetivo e três questões de pesquisa específicas.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações detalhadas sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Sim. Há inclusive uma seção específica para apontar as limitações do estudo. Além disso, congruências e discrepâncias com a literatura citada são apontadas na discussão do trabalho. A partir das lacunas deixadas pelo estudo, são feitas sugestões específicas de estudos futuros.	H
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há uma declaração de ausência de conflito de interesses e a informação de que não houve financiamento para a pesquisa e publicação do estudo.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas informações demográficas do estado em que ocorreu o estudo e confrontados com a característica da amostra do estudo. As limitações de tamanho são discutidas pelos autores	H
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H

	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Foi realizada uma análise correlacional para avaliar a qualidade das pontuações médias para estabelecer medidas de critério. São utilizados dois métodos para avaliar a utilidade diagnóstica: binary logistic regression e ROC curve analysis.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma boa maneira de abordar a questão de pesquisa?	Sim. Como o objetivo se refere à uma verificação a longo termo, o estudo longitudinal se justifica. Além disso, a busca por identificar utilidade diagnóstica e preditiva é contemplada na análise de regressão.	H
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Sim. A medida utilizada é um teste desenvolvido e aplicado para todo o estado.	H
	A análise é sensível a questões culturais?	Sim. O estudo discute abertamente as limitações da análise contemplar uma amostra pequena em um único estado.	H
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretende medir a validade de dois “early numeracy indicators” em avaliações posteriores. As medidas para avaliar tanto os preditores quanto os indicadores de sucesso correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo.	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Razoável. Não são utilizadas variáveis de controle na análise estatística.	M
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Razoável. São fornecidas informações demográficas sobre os participantes em relação à população geral, mas as condições de realização das avaliações são descritas de maneira pouco detalhada.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Apesar de haver algum detalhamento das condições de aplicação das tarefas, não há informações suficientes para saber qual o impacto do estudo no ambiente.	M
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A elaboração dos instrumentos é descrita e a adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada é descrita e tanto os dados de estatística descritiva, quanto a análise de utilidade preditiva e classificação de acurácia são apresentados, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H

<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretivas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim. Inclusive as limitações são discutidas a partir dos resultados	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: He, Y., Zhou, X., Shi, D. Song, H., Zhang, H., & Shi. J. (2016) New Evidence on Causal Relationship between Approximate Number System (ANS) Acuity and Arithmetic Ability in Elementary-School Students: A longitudinal cross-lagged analysis. *Frontiers in Psychology*, 7(1052). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01052>.

Código atribuído: B

<b>Princípio de qualidade</b>	<b>Princípios associados</b>	<b>Avaliação descritiva</b>	<b>Avaliação Objetiva</b>
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 51 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários que apresentam resultados divergentes inclusive.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. Cada habilidade é referenciada.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações detalhadas sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Sim. Na discussão, os autores informam que algumas covariáveis não foram controladas.	M
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há informações sobre o projeto a qual o estudo está vinculado. Há a descrição do papel de cada autor no artigo.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas informações demográficas da amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. Como o objetivo se refere à uma verificação a longo termo, o estudo longitudinal se justifica. Além disso, a busca por identificar utilidade diagnóstica e preditiva é contemplada na análise de regressão.	H

	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?		
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	O teste é adaptado, porém não apresenta dados de normatização para o país.	M
	A análise é sensível a questões culturais?	Essa questão não é discutida, embora caracterize-se a amostra.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretende apresentar evidências da relação do sistema numérico aproximado e performance em matemática. Há medidas para avaliar ambos.	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Razoável. Não são utilizadas variáveis de controle na análise estatística.	M
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Razoável. São fornecidas informações demográficas sobre os participantes em relação à população geral, mas as condições de realização das avaliações são descritas de maneira pouco detalhada.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Não é possível prever, considerando que não há detalhamentos sobre como foram realizadas as intervenções.	L
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada é descrita e tanto os dados de estatística descritiva, quanto a análise de utilidade preditiva e classificação de acurácia são apresentados, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretivas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Koponen, T. et al. (2016). Counting and Rapid Naming Predict the Fluency of Arithmetic and Reading Skills. *Contemporary Educational Psychology* 44(45), 83–94.

<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.02.004>.

Código atribuído: C

<b>Princípio de qualidade</b>	<b>Princípios associados</b>	<b>Avaliação descritiva</b>	<b>Avaliação Objetiva</b>
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 77 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. Ao final da seção introdutória é apresentado o direcionamento do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta um objetivo e três questões de pesquisa específicas.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações detalhadas sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Sim. Há inclusive uma seção específica para apontar as limitações do estudo.	H
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Não.	L
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas informações demográficas da amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. Como o objetivo se refere à uma verificação a longo termo, o estudo longitudinal se justifica. Há modelos estatísticos para analisar o papel das covariáveis identificadas.	H



	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?		
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Impreciso. Para alguns instrumentos há informações detalhadas e para outros não. Pela referência dos instrumentos, alguns parecem não ter versão adaptada para o país.	M
	A análise é sensível a questões culturais?	Essa questão não é discutida, embora caracterize-se a amostra.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretende avaliar o efeito de contagem e nomeação rápida na fluência em aritmética e leitura. As medidas para avaliar essas habilidades e as covariáveis correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo.	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Há variáveis de controle contempladas na análise.	H
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Razoável. São fornecidas informações demográficas sobre os participantes em relação à população geral, mas as condições de realização das avaliações são descritas de maneira pouco detalhada.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Não é possível prever, considerando que não há detalhamentos sobre como foram realizadas as intervenções	L
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada é descrita e tanto os dados de estatística descritiva, quanto a análise de utilidade preditiva e classificação de acurácia são apresentados, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Laski, E., V., Schiffman, J. Shen, C., & Vasilyeva, M. (2016) Kindergartners' Base-10 Knowledge Predicts Arithmetic Accuracy Concurrently and Longitudinally. *Learning and Individual Differences*, 50, 234–239. <https://www.doi.org/10.1016/j.lindif.2016.08.004>

Código atribuído: D

<b>Princípio de qualidade</b>	<b>Princípios associados</b>	<b>Avaliação descritiva</b>	<b>Avaliação Objetiva</b>
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 44 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. Ao final da seção introdutória é apresentado o direcionamento do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta um objetivo e três questões de pesquisa específicas.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações detalhadas sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Sim. Há inclusive uma seção específica para apontar as limitações do estudo.	H
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Não.	L
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas informações demográficas da amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. Como o objetivo se refere à uma verificação a longo termo, o estudo longitudinal se justifica. Há modelos estatísticos para analisar o papel das covariáveis identificadas.	H

	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?		
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Impreciso. Para alguns instrumentos há informações detalhadas e para outros não. Pela referência dos instrumentos, alguns parecem não ter versão adaptada para o país.	M
	A análise é sensível a questões culturais?	Essa questão não é discutida, embora caracterize-se a amostra.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretende avaliar o efeito de contagem e nomeação rápida na fluência em aritmética e leitura. As medidas para avaliar essas habilidades e as covariáveis correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo.	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Há variáveis de controle contempladas na análise.	H
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Razoável. São fornecidas informações demográficas sobre os participantes em relação à população geral, mas as condições de realização das avaliações são descritas de maneira pouco detalhada.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Não é possível prever, considerando que não há detalhamentos sobre como foram realizadas as intervenções	L
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada é descrita e tanto os dados de estatística descritiva, quanto a análise de utilidade preditiva e classificação de acurácia são apresentados, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Hirsch, S., Lambert, K., Coppens, K., & Moeller, K. (2018). Basic Numerical Competences in Large-Scale Assessment Data: Structure and long-term relevance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167, 32–48. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.015>

Código atribuído: E

Princípio de qualidade	Princípios associados	Avaliação descritiva	Avaliação Objetiva
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 52 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura e justificar a escolha dos termos adotados.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. Ao final da seção introdutória é apresentado o direcionamento do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta dois objetivos principais e identifica as lacunas que direcionaram a determinação deles.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Sim. Na discussão, os autores fazem considerações quanto ao modelo de análise e a ausência de um teste que avalie todas as “early numeracy skills”.	M
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há informações sobre a origem do financiamento da pesquisa.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas informações demográficas da amostra correlacionadas ao desempenho em cada competência numérica e com as medidas gerais de habilidade.	H
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. Como o objetivo se refere à uma verificação a longo termo, o estudo longitudinal se justifica. Os autores apresentam quatro modelos de “confirmatory factor analysis” e uma análise de regressão para avaliar os	H

	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?	dados. São incluídas como covariáveis no modelo de regressão: gênero, idade em meses e momento de aplicação do teste no segundo momento da pesquisa.	
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Impreciso. Pela referência dos instrumentos, um não parece ter versão adaptada para o país.	M
	A análise é sensível a questões culturais?	Essa questão não é discutida, embora caracterize-se a amostra.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretende avaliar o desempenho das crianças em habilidades matemáticas básicas no kindergarten e a relevância longitudinal. As medidas para avaliar essas habilidades e as covariáveis correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo.	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Há variáveis de controle contempladas na análise.	H
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Razoável. São fornecidas informações gerais sobre os participantes, mas condições de realização das avaliações são descritas de maneira pouco detalhada.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Não é possível prever, considerando que não há detalhes sobre como foram realizadas as avaliações.	L
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Manfra, L., Squires, C., Dinehart, L. H. B., Bleiker, C., Hartman, S. C., & Winsler, A. (2017). Preschool writing and premathematics predict Grade 3 achievement for low-income, ethnically diverse children. *Journal of Educational Research*, 110(5), 528–37. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1145095>

Código atribuído: F

Princípio de qualidade	Princípios associados	Avaliação descritiva	Avaliação Objetiva
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 63 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. Ao final da seção introdutória é apresentado o direcionamento do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta um objetivo pautado em quatro lacunas identificadas pelos autores na literatura.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Não.	L
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há informações sobre a origem do financiamento da pesquisa.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	Sim. A partir da amostra selecionada (low-income, ethnically diverse children) são correlacionados a partir do gênero e grupo social.	H
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. Como o objetivo se refere à uma verificação a longo termo, o estudo longitudinal se justifica. Para as análises preliminares os autores utilizaram uma análise de regressão explorando as relações entre desempenho inicial (preschool) e desempenho acadêmico (grade 3), com 5 variáveis de controle. Para	H

	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?	analisar o valor preditivo no desempenho acadêmico a partir das avaliações em preschool, foram conduzidos quatro modelos de efeitos mistos, com controle de fatores demográficos e dias de ausência em grade 3 como efeitos fixos e na escola primária como efeitos aleatórios (para controlar a dependência do resultado) variáveis relacionadas às escolas frequentadas).	
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Impreciso. Foram utilizados instrumentos padronizados, mas não há informações sobre a validação para crianças originárias de outros países com outros idiomas principais, como as que participaram do estudo.	M
	A análise é sensível a questões culturais?	É feito um recorte específico quanto a população de interesse do estudo e os dados são analisados a partir disso.	H
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretende explorar relações entre habilidades acadêmicas pré-escolares e desempenho na terceira série em crianças de diversas etnias e oriundas de famílias de baixa renda. As medidas para avaliar essas habilidades e as covariáveis correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo.	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Há variáveis de controle contempladas na análise.	H
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Razoável. São fornecidas informações gerais sobre os participantes, mas condições de realização das avaliações são descritas de maneira pouco detalhada.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Não é possível prever, considerando que não há detalhamentos sobre como foram realizadas as avaliações.	L
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente, embora não sejam discutidas a validade dos instrumentos utilizados para a amostra do estudo.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Moore, A. M., & Ashcraft, M. H. (2015) Children's Mathematical Performance: Five Cognitive Tasks across Five Grades" *Journal of Experimental Child Psychology*, 135, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.02.003>

Código atribuído: G

<b>Princípio de qualidade</b>	<b>Princípios associados</b>	<b>Avaliação descritiva</b>	<b>Avaliação Objetiva</b>
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 71 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. No início da seção introdutória é apresentado o direcionamento do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta uma questão de pesquisa baseadas na literatura apresentada pelos autores. (na verdade são três objetivos, mas apenas um deles se relaciona com o objetivo da presente revisão)	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Há apenas uma breve discussão sobre o tamanho da amostra.	M
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há informações sobre a origem do financiamento da pesquisa.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	Não são apresentados dados no próprio estudo, mas há a indicação de outro estudo que caracteriza a amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, transversal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	O delineamento transversal se justifica. Há poucas informações sobre os procedimentos de análise adotados.	M



	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?		
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	A bateria de testes utilizada foi desenvolvida pelos autores com base na literatura e em currículos.	H
	A análise é sensível a questões culturais?	Essa questão não é discutida, embora caracterize-se a amostra.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretende avaliar possíveis relações entre as tarefas da bateria ao longo do tempo. As medidas para avaliar essas habilidades correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo.	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Razoável. Não são utilizadas variáveis de controle na análise estatística.	M
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Há descrições sobre aplicação individual e descrições da estrutura de cada tarefa.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Apesar de haver algum detalhamento das condições de aplicação das tarefas, não há informações suficientes para saber qual o impacto do estudo no ambiente.	M
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Paul, J. M., Gray, S., Butterworth, B. L., & Reeve, R. A. (2019). Reading and math tests differentially predict number transcoding and number fact speed longitudinally:

A random intercept cross-lagged panel approach. *Journal of Educational Psychology* 111(2), 299–313. <https://doi.org/10.1037/edu0000287>.

Código atribuído: H

Princípio de qualidade	Princípios associados	Avaliação descritiva	Avaliação Objetiva
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 127 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. Ao final da seção introdutória é apresentado o direcionamento do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta duas questões de pesquisa baseadas na literatura apresentada pelos autores.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Sim. Há inclusive uma seção específica para apontar as limitações do estudo.	H
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há informações sobre a origem do financiamento da pesquisa.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população?	Não	L
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H

	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma boa maneira de abordar a questão de pesquisa?	Sim. Antes do método há uma seção que discute o uso de “cross-lagged panel models”, uma vez que elas são geralmente para caracterizar influências recíprocas ou bidirecionais entre duas medidas avaliadas em múltiplas ocasiões.	H
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Sim. Um dos testes foi desenvolvido no próprio país e para o outro há dados de validação.	H
	A análise é sensível a questões culturais?	Essa questão não é discutida, embora caracterize-se a amostra.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretende explorar relações entre habilidades matemáticas. As medidas para avaliar essas habilidades correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo.	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	São incluídas como variáveis de controle como memória de trabalho visuoespacial.	H
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Há descrições sobre aplicação individual e descrições da estrutura de cada tarefa.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Apesar de haver algum detalhamento das condições de aplicação das tarefas, não há informações suficientes para saber qual o impacto do estudo no ambiente.	M
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretivas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Nguyen, T. Watts, T. W., Duncan, G. J., Clements, D. H., Sarama, J. S., Wolfe, C., & Spitler, M. E. (2016). Which Preschool Mathematics Competencies Are Most Predictive of Fifth Grade Achievement? *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 550–60. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2016.02.003>.

Código atribuído: I

Princípio de qualidade	Princípios associados	Avaliação descritiva	Avaliação Objetiva
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 92 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. Ao final da seção introdutória é apresentado o direcionamento do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta uma questão de pesquisa baseadas na literatura apresentada pelos autores.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Sim. O penúltimo parágrafo da discussão discute limitações e indicações de futuras pesquisas.	H
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há informações sobre a origem do financiamento da pesquisa.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas características gerais da amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. Antes dos resultados é apresentado o plano de análise dos dados. Foi utilizado ordinary least squares regressions with fixed effects.	H

	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?		
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Sim. O teste foi desenvolvido no país.	H
	A análise é sensível a questões culturais?	Essa questão não é discutida, embora caracterize-se a amostra.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretendeu avaliar o papel de competências pré-escolares, principalmente contagem básica e avançada como eventuais precursores do desempenho posterior em matemática. As medidas para avaliar essas habilidades correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo (contagem e cardinalidade, padrões, geometria, medidas e dados).	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	São incluídas como variáveis de controle na análise descritas inclusive em uma seção específica.	H
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Razoável. São fornecidas informações gerais sobre os participantes, mas condições de realização das avaliações são descritas de maneira pouco detalhada.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Não é possível prever, considerando que não há detalhamentos sobre como foram realizadas as intervenções	L
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretivas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Xenidou-Dervou, I., Johannes E.H. Van Luit, Evelyn H. Kroesbergen, Ilona Friso-van den Bos, Lisa M. Jonkman, Menno van der Schoot, e Ernest C.D.M. van Lieshout. (2018). "Cognitive predictors of children's development in mathematics achievement: A latent growth modeling approach". *Developmental Science* 21(6), e12671.

<https://doi.org/10.1111/desc.12671>.

Código atribuído: J

<b>Princípio de qualidade</b>	<b>Princípios associados</b>	<b>Avaliação descritiva</b>	<b>Avaliação Objetiva</b>
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 84 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. É apresentada uma estrutura conceitual que orienta o estudo. No início da seção introdutória são apresentadas as questões de pesquisa e ao final é apresentado o direcionamento do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta duas questões de pesquisa baseadas na literatura apresentada pelos autores.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Razoavelmente. Os autores apontam na discussão algumas variáveis não controladas e limitações acerca da amostra.	M
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há informações sobre a origem do financiamento da pesquisa.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas características gerais da amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e	Sim. Antes dos resultados é apresentado o plano de análise dos dados. Foi utilizado ordinary least squares regressions with fixed effects. O delineamento longitudinal justifica-se. Para a análise, os autores realizaram	H

	método adotados são uma boa maneira de abordar a questão de pesquisa?	repetidas medidas ANOVA com tempo como medida intra-sujeitos. Foram desenvolvidos unconditional e conditional latent growth models.	
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Sim. As habilidades básicas são avaliadas com base em estudos anteriores e testes padronizados e o teste de desempenho geral em matemática é adotado em avaliações nacionais.	H
	A análise é sensível a questões culturais?	Os autores sinalizam que variáveis culturais podem ser importantes para os resultados obtidos e indicam que estudos cross-culturais deveriam ser conduzidos.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretendeu investigar quais fatores predizem o desenvolvimento em habilidades matemáticas até o final da grade2. As medidas para avaliar essas habilidades correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo (contagem, adição simbólica aproximada, comparação não simbólica aproximada, comparação simbólica aproximada, adição simbólica exata, medidas, proporções, números e relações numéricas, aritmética)	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Variáveis de controle são contempladas na análise.	H
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Há descrições sobre os meios de aplicação e descrições da estrutura de cada tarefa.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Apesar de haver algum detalhamento das condições de aplicação das tarefas, não há informações suficientes para saber qual o impacto do estudo no ambiente.	M
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretivas.	H

	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H
--	---	------	---



Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Vanbinst, K., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2015). Does Numerical Processing Uniquely Predict First Graders' Future Development of Single-Digit Arithmetic? *Learning and Individual Differences* 37, 153–60. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.004>.

Código atribuído: K

<b>Princípio de qualidade</b>	<b>Princípios associados</b>	<b>Avaliação descritiva</b>	<b>Avaliação Objetiva</b>
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 59 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. A introdução apresenta o estado da arte, identifica lacunas e orienta o método do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta uma questão de pesquisa baseadas na literatura apresentada pelos autores.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Razoavelmente. Os autores apontam na discussão algumas limitações do estudo e indicam futuros estudos.	M
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há informações sobre a origem do financiamento da pesquisa.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas características gerais da amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. O estudo longitudinal justifica-se. Os procedimentos de análise (análise descritiva, análise correlacional e análise de regressão) são apresentados separadamente nos resultados, indicando a utilidade de cada um.	H

	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?		
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Sim. Há testes padronizados e tarefas desenvolvidas pelos pesquisadores.	H
	A análise é sensível a questões culturais?	Os autores sinalizam que variáveis culturais podem ser importantes para os resultados obtidos e indicam que estudos cross-culturais deveriam ser conduzidos.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretendeu se as habilidades de processamento numérico ao início da escolarização eram preditoras do subsequente desempenho em aritmética de dígitos únicos e recuperação de fatos numéricos. As medidas para avaliar essas habilidades correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo, bem como controlar algumas variáveis (nomeação de dígitos, comparação numérica de magnitude, aritmética de dígitos únicos)	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Variáveis de controle são contempladas na análise (memória de trabalho verbal, memória visuoespacial de curto prazo, velocidade de processamento e inteligência)	H
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Há descrições sobre os meios de aplicação e descrições da estrutura de cada tarefa. Também se indica local de realização e o tipo (se individual ou coletiva).	H
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Razoável. A aplicação em sala separada não é uma tarefa comum ao dia a dia dos estudantes, embora as tarefas sejam familiares.	M
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretivas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Toll, S.W.M., Van Viersen, S., Kroesbergen, E. H., & Van Luit. J. H. E. (2015). The Development of (Non-)Symbolic Comparison Skills throughout Kindergarten and Their Relations with Basic Mathematical Skills. *Learning and Individual Differences*, 38, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.006>.

Código atribuído: L

<b>Princípio de qualidade</b>	<b>Princípios associados</b>	<b>Avaliação descritiva</b>	<b>Avaliação Objetiva</b>
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 59 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. A introdução apresenta o estado da arte, identifica lacunas e orienta o método do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta um objetivo geral, detalhado em outros dois específicos.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Razoavelmente. Os autores apontam limitações dos resultados quanto à consistência interna (cumpriu o critério mínimo apenas) e outras limitações do modelo de análise adotado.	M
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Não.	L
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população	São apresentadas características gerais da amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal.	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. O estudo longitudinal justifica-se. Os procedimentos de análise (análise descritiva, análise correlacional) são apresentados separadamente nos resultados, indicando a utilidade de cada um.	H

	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?		
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Sim. Há testes padronizados e outros já utilizados na literatura citada pelos autores.	H
	A análise é sensível a questões culturais?	Essa questão não é discutida, embora caracterize-se a amostra.	M
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretendeu examinar a natureza das relações entre habilidades de comparação simbólica e não simbólica ao longo de dois anos a partir do kindergarten e examinar a contribuição dessas habilidades como preditoras de outras habilidades. As medidas para avaliar essas habilidades correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo (comparação simbólica e não simbólica de magnitude, mapeamento/linha numérica, raciocínio matemático, fluência matemática)	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Razoável. Não são utilizadas variáveis de controle na análise.	M
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Há descrições sobre os meios de aplicação e descrições da estrutura de cada tarefa.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Razoável. A aplicação em sala separada não é uma tarefa comum ao dia a dia dos estudantes, embora as tarefas sejam familiares. Há parte dos dados que foram recuperados a partir de avaliações conduzidas na própria escola por professores, o que aumenta a validade ecológica	M
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretas.	H
	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H

Síntese: Avaliação da qualidade **individual** de um estudo (BE2, 2015)

Identificação do estudo: Rodic, M. et al. (2018). Cognition, Emotion, and Arithmetic in Primary School: A cross-cultural investigation. *British Journal of Developmental Psychology* 36(2), 255–276. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12248>

Código atribuído: M

<b>Princípio de qualidade</b>	<b>Princípios associados</b>	<b>Avaliação descritiva</b>	<b>Avaliação Objetiva</b>
<b>Enquadramento conceitual</b>	O estudo reconhece pesquisas existentes?	Sim. O estudo cita 118 trabalhos. Utiliza sobretudo estudos primários para informar todas as seções da revisão de literatura.	H
	O estudo desenvolve um framework conceitual?	Sim. A introdução apresenta o estado da arte, identifica lacunas e orienta o método do estudo.	H
	O estudo apresenta uma questão de pesquisa apropriada?	Sim. O estudo apresenta dois objetivos e as respectivas hipóteses para eles.	H
<b>Abertura e transparência</b>	O estudo apresenta os dados brutos analisados?	Parcialmente. O estudo apresenta informações sobre a amostra de participantes, mas não apresenta os dados brutos.	M
	Os autores reconhecem limitações ou fraquezas do seu trabalho?	Razoavelmente. Os autores apontam limitações dos resultados quanto à consistência interna (cumpriu o critério mínimo apenas) e outras limitações do modelo de análise adotado.	M
	Os autores reconhecem sua subjetividade no processo de pesquisa?	Sim. Há indicações sobre a origem do financiamento.	H
	Os dados são separados por extratos (idade, gênero etc.) ou representativos de uma população?	São apresentadas características gerais da amostra.	M
<b>Robustez da metodologia</b>	O estudo apresenta um delineamento de pesquisa?	Sim. Trata-se de um estudo observacional, transversal	H
	O estudo apresenta um método?	A coleta e análise de dados é feita de maneira quantitativa. Há dados de estatística descritiva e inferencial.	H
	O estudo demonstra por que o delineamento e método adotados são uma	Sim. O estudo transversal justifica-se. Os procedimentos de análise (análise descritiva, análise correlacional, análise de regressão) são apresentados separadamente nos resultados, indicando a utilidade de cada um.	H

	boa maneira de abordar a questão de pesquisa?		
<b>Ferramentas e análises culturalmente relevantes</b>	Os instrumentos e ferramentas utilizados para medir o impacto da intervenção são culturalmente relevantes?	Sim. Há testes padronizados e outros já utilizados na literatura citada pelos autores e aplicadas no idioma de cada país participante do estudo.	H
	A análise é sensível a questões culturais?	Sim	H
<b>Validade</b>	O estudo demonstra medidas de validação?	Sim. O estudo pretendeu examinar se existem diferenças de média e variância entre crianças de 6 a 9 anos de idade no Reino Unido, na Rússia e na China em características matematicamente relevantes. Também buscou identificar se existem diferenças transculturais nas inter-relações entre habilidades aritméticas e características matematicamente relevantes em crianças de 6 a 9 anos de idade. As medidas para avaliar essas habilidades correspondem ao que se propõe o objetivo do estudo (compreensão numérica simbólica, estimativa não simbólica, subtração simples, completar série)	H
	Qual é a extensão da validade interna do estudo?	Variáveis de controle são contempladas na análise.	M
	Qual é a extensão da validade externa do estudo?	Há descrições sobre os meios de aplicação e descrições da estrutura de cada tarefa.	M
	Qual é a extensão da validade ecológica do estudo?	Apesar de haver algum detalhamento das condições de aplicação das tarefas, não há informações suficientes para saber qual o impacto do estudo no ambiente.	M
<b>Confiabilidade</b>	Em que extensão o estudo demonstra medidas de confiabilidade?	A adoção das medidas é justificada teoricamente.	M
	O estudo demonstra que a técnica de análise adotada é adequada?	Sim. A análise realizada apresenta os modelos adotados e os resultados quantitativos de cada análise realizada, o que permite que uma nova análise seja feita para confrontar os resultados.	H
<b>Clareza</b>	O autor direciona o leitor ao longo do texto?	Sim. O texto é organizado em seções claras e diretas.	H

	As conclusões são claramente baseadas nos resultados do estudo?	Sim.	H
--	---	------	---

Apêndice D – Protocolo de Revisão Elaborado para a Busca Descrita no Capítulo 2

<b><i>StArt - State of the Art through Systematic Review</i></b>	
<b><i>SYSTEMATIC REVIEW - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE COMPORTAMENTOS PRÉ-ARITMÉTICOS</i></b>	
<b>Date:</b> 11/05/2021 - 02:57:03	
<b>Title:</b>	Uma revisão sistemática sobre comportamentos pré-aritméticos
<b>Researchers:</b>	Gabriele Gris, Samuel, João dos Santos Carmo, Silvia Regina de Souza;
<b>Description:</b>	Atualização da revisão sistemática que compõe o capítulo 2 da tese de Doutorado
<b>Objectives:</b>	Identificar as principais características dos estudos em Análise do Comportamento que investigam repertórios anteriores à apresentação de indicadores de sucesso em matemática
<b>Main Question:</b>	Como a literatura analítico-comportamental tem investigado comportamentos pré-aritméticos?
<b>Keywords:</b>	análise do comportamento; behavior analysis; comportamento conceitual numérico; conceito de número; conditional relations; contagem; counting; early math skills; early mathematical competence; equivalência de estímulos; habilidades numéricas básicas; habilidades pré-aritméticas; matemática; math; mathematics; number concept; numerical conceptual behavior; numericsl basic skills; pre-arithmetic skills; relações condicionais; stimulus equivalence;
<b>Source Selection Criteria:</b>	bases de dados de psicologia e multidisciplinares; grey literature
<b>Studies Languages:</b>	português, inglês, espanhol;
<b>Source Search Methods:</b>	Strings de busca nas bases de dados;



<b>Source Engine:</b>	Web of Science; Scielo; IndexPsi; Wiley (JABA e JEAB);
<b>Studies inclusion and exclusion criterias:</b>	(I) artigo de periódico; (I) fundamentado em análise do comportamento; (I) repertórios anteriores à aprendizagem de aritmética (e.g. conceito de número, quantidade, comportamento conceitual numérico, pré-escola, habilidades pré-aritméticas); (E) Idioma diferente de português, inglês ou espanhol; (E) manuseio de dinheiro; (E) trabalhos sobre ordenação; (E) matemática é a VD do estudo; (E) não baseado em análise do comportamento; (E) repertórios aritméticos ou mais complexos (e.g. funções, frações etc.); (E) revisão de literatura;
<b>Studies types definition:</b>	Artigos empíricos (avaliação ou ensino de repertórios), proposição de currículos etc.;

**Apêndice E – Conceito do jogo baseado em Boller e Kapp (2018) e Shell (2014)**

Qual é a meta do jogo?	
Qual é objetivo instrucional?	
Qual é a tecnologia adotada?	
Qual é o enredo do jogo? E a estética?	
Quais são as principais mecânicas?	
Que tipo de feedback é apresentado?	

**Apêndice F - Ficha de Questões Preliminares para o Desenvolvimento de Instrumentos (baseada em Cohen et al., 2014)**

O que o instrumento visa medir?	
Qual é o objetivo do instrumento?	
Existe uma necessidade para este instrumento?	
Quem usará este instrumento?	
A quem se destina este instrumento?	
Que conteúdo o instrumento irá abranger?	
Como o instrumento será administrado?	
Qual é o formato ideal do instrumento?	
Mais de uma forma do instrumento deve ser desenvolvida?	
Que treinamento especial será requerido dos aplicadores do instrumento para administrá-lo ou interpretá-lo?	
Que tipo de resposta serão requeridas dos respondentes?	
Quem se beneficia de uma administração deste instrumento?	
Há algum potencial de prejuízo como resultado de uma administração deste instrumento?	
Como será atribuído significado aos escores neste instrumento?	

### Apêndice G – Fichas Preliminares Preenchidas para Descrição do Conceito do Jogo

O que o instrumento visa medir?	Comportamentos pré-aritméticos. Com base na discussão apresentada no capítulo 2 definimos comportamentos pré-aritméticos como “relações funcionais aprendidas entre estímulos ou propriedades desses estímulos e respostas socialmente definidos como anteriores de indicadores de sucesso em aritmética”.
Qual é o objetivo do instrumento?	Avaliar repertórios pré-aritméticos em tarefas em que leitura não seja um pré-requisito.
Existe uma necessidade para este instrumento?	<p>Estudos longitudinais tem consistentemente apresentado evidências que sólido repertório pré-aritmético nos anos iniciais de escolarização prediz sucesso posterior em matemática. Além disso, avaliações de desempenho de estudantes nacionais e internacionais apontam resultados insuficientes de estudantes brasileiros em matemática. Há protocolos e roteiros de avaliação de repertórios básicos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolo de Registro e Avaliação das Habilidades Matemáticas-PRAHM (Gualberto, 2013; Gualberto et al., 2009). O protocolo, apesar de bastante completo apresenta requer a leitura de estímulos.</li> <li>• Coruja PROMAT (Weinstein, 2016) um roteiro para a sondagem das habilidades matemáticas nos anos iniciais do ensino fundamental, do 1o ao 5o ano. Dois dos três domínios avaliados pelo instrumento abordam repertórios mais complexos do que os pré-aritméticos (evocação de fatos numéricos e resolução de problemas com enunciados escritos).</li> </ul> <p>As principais diferença do instrumento desenvolvido são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• não requer leitura como um pré-requisito. Consideramos isso uma vantagem principalmente porque os repertórios de crianças não alfabetizadas podem ser avaliados.</li> <li>• Formato de jogo digital, considerando o perfil de interesse de crianças as evidências acumuladas na literatura de GBL.</li> </ul>
Quem usará este instrumento?	A princípio o instrumento será utilizado para fins de pesquisa, principalmente porque há pouco conhecimento sobre eventuais hierarquias entre comportamentos pré-aritméticos. Caso se mostre um

	instrumento útil para reunir essas evidências, futuramente poderá ser utilizado em contextos aplicados de avaliação educacional.
A quem se destina este instrumento?	Crianças da Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental I.
Que conteúdo o instrumento irá abranger?	Comportamentos pré-aritméticos avaliados por meio de tarefas que não exijam leitura e que sejam apropriadas para apresentação em formato digital.
Como o instrumento será administrado?	Individualmente em modalidade presencial ou online.
Qual é o formato ideal do instrumento?	As tarefas serão apresentadas em formato de resposta selecionada (MTS, escolha binária entre outros) e construída (CRMTS, ordenação entre outros). Serão considerados estudos anteriores (principalmente literatura revisada no capítulo 2 desta tese) para planejar o formato das tarefas.
Mais de uma forma do instrumento deve ser desenvolvida?	O instrumento será desenvolvido em formato único. Entretanto, os estímulos apresentados nas tarefas serão aleatorizados. Um relatório com os estímulos de cada tarefa e a resposta do jogador poderá ser gerado.
Que treinamento especial será requerido dos aplicadores do instrumento para administrá-lo ou interpretá-lo?	Inicialmente espera-se utilizar o instrumento em contexto de pesquisas científicas, seguindo as orientações de comitê de ética em pesquisa com seres humano. Ademais, um breve manual de utilização será disponibilizado em formato de vídeo para apresentar o uso do jogo. Não é necessária formação específica para aplicação do jogo, desde que o relato do procedimento seja claro e verificável.
Que tipo de resposta serão requeridas dos respondentes?	Uso de mouse ou touchpad para movimentar-se no jogo, seguir as instruções fornecidas pelo jogo.
Quem se beneficia de uma administração desde instrumento?	A princípio os benefícios serão a nível de produção de conhecimento científico. Se o instrumento se mostrar útil a esses objetivos, poderá ser utilizado em contextos aplicados de avaliação educacional, beneficiando professores e estudantes.

Há algum potencial de prejuízo como resultado de uma administração deste instrumento?	As recomendações aprovadas por comitê de ética para pesquisa com o instrumento serão seguidas para evitar prejuízos. Questões como cansaço ou frustração da criança deverão ser acolhidos e manejados pelo aplicador.
Como será atribuído significado aos escores neste instrumento?	A princípio os escores de vários respondentes serão comparados a fim de identificar a existência de níveis de dificuldades entre as tarefas.
Qual é a meta do jogo?	Preparar o navio e a tripulação para navegar em busca de tesouros.
Qual é objetivo instrucional?	Avaliar repertórios pré-aritméticos.
Qual é a tecnologia adotada?	Jogo digital, desenvolvido na plataforma Unity.
Qual é o enredo do jogo? E a estética?	O jogo narra a preparação do navio Fortune por seu capitão, o pirata Bart e sua tripulação composta por marujos que não sabem contar e George, o cozinheiro do navio e avô de Bart. Há também ratos invasores e uma cacatua. O jogo acontece em cinco cenários: feira de compras, prancha, convés, cozinha e porão. George, o avô avisa a tripulação inteira o que deve ser feito para ensinar o capitão Bart sobre o que será necessário para conquistar tesouros futuros (relacionados à aprendizagem de aritmética). O enredo orientou as decisões de estética que contemplam desenhos de estilo cartoon. O jogo compõe a narrativa transmídia da série de jogos educativos “Korsan”.
Quais são as principais mecânicas?	O funcionamento do jogo ocorre pela ação de apontar e clicar para que o personagem principal Bart, ande pelos cenários e interaja com os demais personagens. O jogador deve responder as tarefas, interagindo com os outros personagens na ordem planejada pelo jogo para avançar até o último cenário.
Que tipo de feedback é apresentado?	Por se tratar de um instrumento de avaliação, não são apresentados feedbacks específicos para acerto e erro. Quando o jogador arrasta um objeto para fora do espaço de seleção (derruba uma garrafa da bancada, por exemplo), o objeto é recolocado em seu espaço original para que seja possível fazer a tarefa. Há consequências programadas para o avanço no cenário de jogo, independente de acerto ou erro nas tarefas instrucionais. Constituem essas consequências, o avanço no enredo do jogo nos diferentes cenários e personagens.

## Apêndice H – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

**Estudante:** Maria Luiza Ferreira Rocha

**Orientador:** Professora Dra. Silvia Regina de Souza Arrabal Gil/Gabriele Gris

O seu filho(a) está sendo convidado(a) para participar da pesquisa *Análise Semântica de um Jogo Educativo: Aplicação com a População-Alvo*. Esta pesquisa será realizada pela estudante de Psicologia da Universidade Estadual de Londrina, Maria Luiza Ferreira Rocha, orientada pela Professora Dra. Silvia Regina de Souza, do Departamento de Psicologia da Universidade Estadual de Londrina.

Estamos interessadas em comportamentos que podem facilitar a aprendizagem da matemática. Para isso, estamos desenvolvendo um jogo educativo com o objetivo de auxiliar o ensino e avaliação de habilidades básicas em matemática. Para isso, seu (sua) filho(a) será convidado a avaliar a adequação dos enunciados apresentados. Assim, gostaríamos de verificar se esses enunciados são compreensíveis para crianças. Caso aceite participar, seu filho(a) também é livre para abandonar a pesquisa em qualquer fase, sem penalização ou prejuízo algum

Ainda que não tenham sido encontrados na literatura científica riscos referentes à aplicação desta avaliação e aplicação de instrumentos de avaliação, mas o participante pode sentir-se cansado. Será garantida a interrupção na coleta até que ele se sinta em condições de prosseguir ou a total interrupção caso seja solicitada tanto pelo(a) participante como por seus responsáveis.

Garantimos o sigilo relativo a todas as informações pessoais fornecidas e durante toda a pesquisa. Os participantes serão identificados apenas por uma letra indexada (a título de exemplo: P1). Informamos que os resultados e conclusões obtidos na pesquisa serão inseridos no trabalho de iniciação científica da pesquisadora e poderão ser publicados em forma de artigo científico ou resumo e apresentados em eventos científicos, novamente guardando a identificação e informações pessoais dos participantes.

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.”

Espera-se que estes resultados contribuam para o desenvolvimento de tecnologias efetivas para a avaliação e posteriormente para o ensino da Matemática

Haverá indenização decorrente de eventuais danos ou prejuízos durante a coleta de dados. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento através de e-mail ou pelo telefone da pesquisadora e do orientador:

Responsável: Maria Luiza Ferreira Rocha

Email: [marialuizaferrocha@gmail.com](mailto:marialuizaferrocha@gmail.com)

Telefone: (43) 99661-8117

Orientadora: Silvia Regina de Souza Arrabal Gil

E-mail: [ssouza.arrabal@gmail.com](mailto:ssouza.arrabal@gmail.com)

Telefone: (43) 99931-2829

Os critérios utilizados para a inclusão ou exclusão dos participantes são os seguintes:

**Inclusão:** Apresentar o TCLE e assinado por um dos pais ou responsáveis;

**Exclusão:** Não apresentar o TCLE assinado por um dos pais ou responsáveis.

Deste modo, eu, \_\_\_\_\_, portador da carteira de identidade nº \_\_\_\_\_, expedida por \_\_\_\_\_, em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_, portador do CPF nº \_\_\_\_\_, declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do meu filho na pesquisa e concordo que ele participe. Informo também que o pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar – São Carlos – SP – Brasil. Fone (16) 3351-8028. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br

Decido, permitir que meu filho(a), \_\_\_\_\_, portador da carteira de identidade nº \_\_\_\_\_, expedida por \_\_\_\_\_, em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_, participe desta pesquisa. Autorizo que sejam feitas entrevistas, filmagens e fotografias, apenas para a coleta de dados, não sendo possível a divulgação dessas imagens ou da minha identificação ou de meu filho(a), as quais devem ser preservadas em sigilo. Autorizo também a divulgação dos resultados e conclusões da pesquisa por meio de publicações científicas, tais como resumo em anais, capítulos de livro, artigos, dissertações e teses. Terei acesso aos dados e sua análise caso solicite ao pesquisador responsável.

E por estarem de acordo, as partes firmam o presente compromisso.

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

---

Responsável: Maria Luiza Ferreira Rocha  
 Email: marialuizaferrocha@gmail.com  
 Telefone: (43) 99661-8117

---

Assinatura do(a) Pai/Mãe/Responsável

---

Orientadora: Silvia Regina de Souza Arrabal Gil  
 E-mail: ssouza.arrabal@gmail.com  
 Telefone: (43) 99931-2829



## Apêndice I – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

**Estudante:** Maria Luiza Ferreira Rocha

**Orientador:** Professora Dra. Silvia Regina de Souza Arrabal Gil/ Gabriele Gris

Você está sendo convidado/a a participar da pesquisa *Análise Semântica de um Jogo Educativo: Aplicação com a População-Alvo*. Esta pesquisa será realizada pela estudante de Psicologia da Universidade Estadual de Londrina, Maria Luiza Ferreira Rocha, orientada pela Professora Dra. Silvia Regina de Souza, do Departamento de Psicologia da Universidade Estadual de Londrina.

Estamos desenvolvendo um jogo educativo com o objetivo de auxiliar a avaliação de habilidades básicas em matemática. Para isso, você será convidado a nos ajudar a entender se o jogo está adequado ou não. Não foram encontrados riscos para a aplicação dessas avaliações, no entanto, você pode se sentir cansado(a). Caso isso ocorra, você poderá pedir para quem estiver mostrando o jogo para você para interromper a atividade. Sua participação é livre, se aceitar participar, também poderá abandonar a pesquisa em qualquer fase, sem nenhum prejuízo. Os resultados serão divulgados no trabalho de iniciação científica da pesquisadora e em outros trabalhos científicos, mas será garantido o sigilo de todas as suas informações pessoais, como por exemplo, seu nome. Espera-se que estes resultados nos ajudem a entender o papel das habilidades básicas na aprendizagem de matemática e na avaliação de um jogo educativo, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de ensino apropriadas para crianças.

Informo também que serão cobertas quaisquer despesas decorrentes desta pesquisa. Também serão cobertas indenizações decorrentes de eventuais danos causados pela pesquisa. Todos os seus direitos, incluindo os presentes no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) serão respeitados.

Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento através de email ou telefone da pesquisadora e do orientador.

Responsável: Maria Luiza Ferreira Rocha

Email: [marialuizaferrocha@gmail.com](mailto:marialuizaferrocha@gmail.com)

Telefone: (43) 99661-8117

Orientadora: Silvia Regina de Souza Arrabal Gil

E-mail: [ssouza.arrabal@gmail.com](mailto:ssouza.arrabal@gmail.com)

Telefone: (43) 99931-2829

Os critérios utilizados para a inclusão ou exclusão dos participantes são os seguintes:

**Inclusão:** (i) apresentar o TALE assinado por um dos pais ou responsáveis.

**Exclusão:** (i) não ter o TALE assinado por um dos pais ou responsáveis.

Deste modo, declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa e concordo em participar. Declaro também que o pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar. Endereço eletrônico: [cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)

Autorizo que sejam feitas entrevistas, filmagens e fotografias, apenas para a coleta de dados, não sendo possível a divulgação dessas imagens ou da minha identificação. Autorizo também a divulgação da pesquisa em eventos científicos publicações científicas, tais como capítulos de livro, artigos, dissertações e teses.

E por estarem de acordo, as partes firmam o presente compromisso.

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

---

Responsável: Maria Luiza Ferreira Rocha  
Email: marialuizaferrocha@gmail.com  
Telefone: (43) 99661-8117

---

Assinatura do(a) Pai/Mãe/Responsável

---

Orientadora: Silvia Regina de Souza Arrabal Gil  
E-mail: ssouza.arrabal@gmail.com  
Telefone: (43) 99931-2829

---

Assinatura do (a) Participante

## Apêndice J – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ANÁLISE DE TAREFAS DE UM JOGO EDUCATIVO PARA AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTOS PRÉ-ARITMÉTICOS

Eu, Cleiton dos Santos Silva, estudante do curso de Graduação em Psicologia da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, sob orientação do professor Dr. João dos Santos Carmo e coorientação de Gabriele Gris o (a) convido a participar da pesquisa “Análise de Tarefas de um Jogo Educativo para Avaliação de Comportamentos Pré-Aritméticos”.

Estamos desenvolvendo um jogo educativo com o objetivo de auxiliar a avaliação de habilidades básicas em matemática. Para isso, você será convidado a avaliar se o conteúdo do se jogo está adequado ou não por meio de um formulário online. Não foram encontrados riscos para a aplicação dessas avaliações, no entanto, você pode se sentir cansado(a). Caso isso ocorra, você poderá fazer intervalos à qualquer momento. Sua participação é livre, se aceitar participar, também poderá abandonar a pesquisa em qualquer fase, sem nenhum prejuízo. Quaisquer comentários feitos sobre o instrumento serão bem-vindos, independente de críticas que possam ser feitas por você na avaliação. Os resultados serão divulgados no trabalho de doutorado da pesquisadora e em outros trabalhos científicos, mas será garantido o sigilo de todas as suas informações pessoais, como por exemplo, seu nome. Espera-se que estes resultados nos ajudem a entender o papel das habilidades básicas na aprendizagem de matemática e na avaliação de um jogo educativo, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de ensino apropriadas para crianças.

Sua participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento o (a) senhor (a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo profissional, seja em sua relação ao pesquisador, à Instituição em que trabalha ou à Universidade Federal de São Carlos. Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo.

Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento através de e-mail ou telefone do pesquisador ou orientadores  
 Responsável: Cleiton dos Santos Silva (11) 95964-4424  
 Orientador: João dos Santos Carmo. [joaocarmo.dpsi@gmail.com](mailto:joaocarmo.dpsi@gmail.com). (16) 99720-5063  
 Coorientadora: Gabriele Gris. [grisgabriele@gmail.com](mailto:grisgabriele@gmail.com). (43) 99680-0188

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

---

**\*Obrigatório**

1. E-mail válido \*
2. Concordo em participar \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

### Apêndice K – Ficha de Registro para Análise Semântica

PARTICIPANTE:			
N	TAREFA	COMPREENDEU?	
		SIM	NÃO
1	Compre um item igual a esse para mim.		
2	Agora eu quero que compre um item diferente desse.		
3	Escolha para mim qual cenoura está dentro da cesta.		
4	Escolha para mim qual limão está fora do pote.		
5	Selecione a maior batata.		
6	Selecione o menor baú.		
7	Selecione a cenoura mais longa.		
8	Agora selecione a cenoura menos curta.		
9	Comprei tudo isso aqui, mas ainda falta mais um deles, selecione um igual aos que eu comprei.		
10	Eu preciso de mais de uma caixa dessas bebidas. Arraste todas as garrafas iguais às minhas até a caixa.		
11	Agora compre as bebidas diferentes, arrastando-as até o baú.		
12	Selecione a fileira que está na mesma ordem do que a fileira da imagem.		
13	Pelas barbas dos marujos! Alguém bagunçou nossas compras de bebidas! Separe cada tipo de garrafa em uma caixa.		
14	Bart, coloque na cesta do meio os alimentos que as outras cestas têm de iguais.		
15	Agora para nos preparar para organizar nossas compras, irei te testar! Selecione o conjunto de objetos que vai aumentando de tamanho.		
16	Selecione o conjunto de objetos que vai diminuindo de tamanho.		
17	Organize os limões do menor até o maior. Clique para selecionar um item e depois clique para trocá-los de lugar.		
18	Agora organize as batatas da maior para a menor.		
19	Ligue todos os objetos que são iguais.		
20	Ligue todos os objetos que são iguais. O conjunto de itens à esquerda é igual ao da direita?		
21	Ligue todos os objetos que são iguais. Agora selecione o conjunto que possui mais elementos.		
22	Ligue todos os objetos que são iguais. Agora selecione o conjunto que possui menos elementos.		
23	Selecione a cesta de batatas idêntica à da imagem ao lado.		
24	Selecione a cesta de batatas com a mesma quantidade de batatas que a do lado.		
25	Selecione a cesta com o mesmo número da imagem ao lado.		

26	Selecione a cesta com a mesma quantidade de batatas que da imagem ao lado, mas com tamanhos diferentes.		
27	Selecione a cesta com o mesmo número de limões que a imagem ao lado, mas com formas diferentes.		
28	Selecione a cesta com o mesmo número de limões que da imagem ao lado, mas com tamanhos e formas diferentes.		
29	Selecione a cesta de batatas com a quantidade mais próxima de batatas que as ao lado.		
30	Selecione todos os itens que são numerais.		
31	Ligue as placas com os numerais iguais.		
32	Selecione o conjunto com o mesmo número de batatas que o número ao lado.		
33	Selecione a placa com o mesmo número que a cesta de batatas ao lado.		
34	Preciso de ajuda para separar uma cesta igual essa aqui, você pode me ajudar?		
35	Arraste os limões para a cesta e forme um conjunto com o mesmo número de limões que ao lado.		
36	Os conjuntos são iguais?		
37	Selecione a cesta de batatas com mais batatas que a ao lado.		
38	Escolha a cesta de batatas com o maior número de batatas.		
39	Selecione a cesta de batatas com menos batatas que a ao lado.		
40	Escolha a cesta de batatas com o menor número de batatas.		
41	Gostaria que selecionasse para mim, qual é o maior em quantidade.		
42	Capitão, dessa vez eu gostaria que selecionasse para mim, qual é o menor em quantidade.		
43	Selecione um número maior que o ao lado.		
44	Selecione a placa com o maior número.		
45	Escolha um número menor que o ao lado.		
46	Selecione a placa com menor número.		
47	Selecione o conjunto maior em quantidade do que o número ao lado.		
48	Selecione a placa maior em número do que as batatas da cesta.		
49	Selecione o conjunto menor em quantidade do que o número ao lado.		
50	Selecione a placa em menor número do que as batatas da cesta.		
51	Selecione a placa com o número mais próximo do que as batatas da cesta.		
52	Selecione o sinal gráfico correto entre os dois conjuntos.		
53	Selecione o sinal gráfico correto entre os dois numerais.		
54	Arraste as batatas para a cesta e forme um conjunto com um número a mais do que o ao lado.		

55	Arraste as batatas para a cesta e forme um conjunto com um número a menos do que o ao lado.		
56	Selecione o conjunto de batatas sucessor do conjunto ao lado.		
57	Selecione o conjunto de batatas antecessor do conjunto ao lado.		
58	Coloque as cestas de batatas em sequência crescente. Clique em uma para selecionar a outra para trocar as duas.		
59	Selecione a cesta com duas batatas a mais do que a do lado.		
60	Selecione a cesta com três batatas a mais do que a do lado.		
61	Selecione a cesta com duas batatas a menos do que a do lado.		
62	Selecione a cesta com três batatas a menos do que a do lado.		
63	Selecione o número igual ao modelo.		
64	Selecione os ratos para completar a sequência de números.		
65	Coloque as placas em sequência crescente conforme o modelo com cestas de batatas. Clique em uma para selecionar e em outra para trocar de lugar.		
66	Selecione as placas, completando com o número antecessor e sucessor do modelo.		
67	Escolha a placa com o número que vai entre os ratos vestidos.		
68	Coloque os ratos em sequência crescente. Clique em um para selecionar e em outro para trocar os dois de lugar.		
69	Coloque os ratos em sequência decrescente. Clique em um para selecionar e em outro para trocar os dois de lugar.		
70	Coloque as placas em sequência decrescente conforme o modelo das cestas de batata. Clique em uma para selecionar e em outra para trocar as duas de lugar.		
71	Selecione a sequência de conjuntos que estão em ordem decrescente.		
72	Selecione a sequência de conjuntos que estão em ordem crescente.		
73	Selecione a sequência que está em ordem crescente.		
74	Selecione a sequência que está em ordem decrescente.		

## Apêndice L – Ficha de Registro Categorizado para Engajamento e Usabilidade

Avaliação	Descrição	Frequência	
		P1	P2
Usabilidade	PJ = Fazer perguntas que evidenciem dificuldade em compreender como jogar ou qual resposta emitir.		
	SA = Solicitar Ajuda para executar ações do jogo		
Engajamento	DA = Apontar características agradáveis do jogo. Expressar sentimentos positivos em relação ao jogo. Dizer que deseja continuar jogando		
	CH = Emitir comentários sobre elementos da história, dos personagens. Responder como se fosse um dos personagens		
	CM = Expressar satisfação após concluir jogadas ou concluir uma fase		
	RO = Emitir comportamentos pré-correntes, vocais ou não para a resolução de atividades		
	DD = Demonstrar desaprovação. Apontar características desagradáveis do jogo, expressar sentimentos negativos em relação ao jogo		
	CA = Emitir comentários alheios aos assuntos apresentados pelo jogo		
	SI = Solicitar para interromper a atividade		
	SG = Fazer sugestões para melhorar o jogo		
	CP = Emitir comentários positivos sobre o jogo		
	CN = Emitir comentários negativos sobre o jogo		

### Apêndice M - Itens não Compreendidos pelos Participantes ou para os quais Foram feitas Sugestões de Alterações

N	Tarefa	Participantes				
		P1	P2	J1	J2	J3
1	Compre um item igual a esse para mim.		x			
2	Agora eu quero que compre um item diferente desse.	x				
8	Agora selecione a cenoura menos curta.		x		x	
9	Comprei tudo isso aqui, mas ainda falta mais um deles, selecione um igual aos que eu comprei.			x		
11	Agora compre as bebidas diferentes, arrastando-as até o baú.	x	x	x	x	
12	Selecione a fileira que está na mesma ordem do que a fileira da imagem.				x	x
14	Bart, coloque na cesta do meio os alimentos que as outras cestas têm de iguais.		x		x	
15	Agora para nos preparar para organizar nossas compras, irei te testar! Selecione o conjunto de objetos que vai aumentando de tamanho.		x	x	x	
16	Selecione o conjunto de objetos que vai diminuindo de tamanho.		x			
20	Ligue todos os objetos que são iguais. O conjunto de itens à esquerda é igual ao da direita?					x
23	Selecione a cesta de batatas idêntica à da imagem ao lado.				x	x
24	Selecione a cesta de batatas com a mesma quantidade de batatas que a do lado.					x
25	Selecione a cesta com o mesmo número da imagem ao lado.					x
26	Selecione a cesta com a mesma quantidade de batatas que da imagem ao lado, mas com tamanhos diferentes.					x
30	Selecione todos os itens que são numerais.	x	x			
32	Selecione o conjunto com o mesmo número de batatas que o número ao lado.					x
34	Preciso de ajuda para separar uma cesta igual essa aqui, você pode me ajudar?		x			x
37	Selecione a cesta de batatas com mais batatas que a ao lado.					x
38	Escolha a cesta de batatas com o maior número de batatas.			x		x
39	Selecione a cesta de batatas com menos batatas que a ao lado.			x		
40	Escolha a cesta de batatas com o menor número de batatas.			x		



52	Selecione o sinal gráfico correto entre os dois conjuntos.	x	x			x
53	Selecione o sinal gráfico correto entre os dois numerais.	x	x			x
54	Arraste as batatas para a cesta e forme um conjunto com um número a mais do que o ao lado.		x			
55	Arraste as batatas para a cesta e forme um conjunto com um número a menos do que o ao lado.		x			
56	Selecione o conjunto de batatas sucessor do conjunto ao lado.	x	x			
57	Selecione o conjunto de batatas antecessor do conjunto ao lado.	x	x			x
58	Coloque as cestas de batatas em sequência crescente. Clique em uma para selecionar a outra para trocar as duas.				x	
64	Selecione os ratos para completar a sequência de números.				x	
69	Coloque os ratos em sequência decrescente. Clique em um para selecionar e em outro para trocar os dois de lugar.		x			
70	Coloque as placas em sequência decrescente conforme o modelo das cestas de batata. Clique em uma para selecionar e em outra para trocar as duas de lugar.		x			
71	Selecione a sequência de conjuntos que estão em ordem decrescente.	x			x	x
72	Selecione a sequência de conjuntos que estão em ordem crescente.	x				x
74	Selecione a sequência que está em ordem decrescente.		x		x	

## **Apêndice N – Objetivos de aprendizagem e desenvolvimento e habilidades da BNCC explorados na avaliação de alinhamento.**

Os itens riscados são aqueles que foram retirados da lista aplicando-se os mesmos critérios de exclusão utilizados na seleção dos comportamentos operacionalizados para o jogo.

**EI02ET01.** Explorar e descrever semelhanças e diferenças entre as características e propriedades dos objetos (textura, massa, tamanho).

~~**EI02ET02.** Observar, relatar e descrever incidentes do cotidiano e fenômenos naturais (luz solar, vento, chuva etc.).~~

~~**EI02ET03.** Compartilhar, com outras crianças, situações de cuidado de plantas e animais nos espaços da instituição e fora dela~~

**EI02ET04.** Identificar relações espaciais (dentro e fora, em cima, embaixo, acima, abaixo, entre e do lado) e temporais (antes, durante e depois).

**EI02ET05.** Classificar objetos, considerando determinado atributo (tamanho, peso, cor, forma etc.).

**EI02ET06.** Utilizar conceitos básicos de tempo (agora, antes, durante, depois, ontem, hoje, amanhã, lento, rápido, depressa, devagar).

**EI02ET07.** Contar oralmente objetos, pessoas, livros etc., em contextos diversos.

**EI02ET08.** Registrar com números a quantidade de crianças (meninas e meninos, presentes e ausentes) e a quantidade de objetos da mesma natureza (bonecas, bolas, livros etc.).

**EI03ET01.** Estabelecer relações de comparação entre objetos, observando suas propriedades.

**EI03ET02.** Observar e descrever mudanças em diferentes materiais, resultantes de ações sobre eles, em experimentos envolvendo fenômenos naturais e artificiais.

**EI03ET03.** Identificar e selecionar fontes de informações, para responder a questões sobre a natureza, seus fenômenos, sua conservação.

**EI03ET04.** Registrar observações, manipulações e medidas, usando múltiplas linguagens (desenho, registro por números ou escrita espontânea), em diferentes suportes.

**EI03ET05.** Classificar objetos e figuras de acordo com suas semelhanças e diferenças.

~~**EI03ET06.** Relatar fatos importantes sobre seu nascimento e desenvolvimento, a história dos seus familiares e da sua comunidade.~~

**EI03ET07.** Relacionar números às suas respectivas quantidades e identificar o antes, o depois e o entre em uma sequência.

**EI03ET08.** Expressar medidas (peso, altura etc.), construindo gráficos básicos.

**EF01MA01.** Utilizar números naturais como indicador de quantidade ou de ordem em diferentes situações cotidianas e reconhecer situações em que os números não indicam contagem nem ordem, mas sim código de identificação.

**EF01MA02.** Contar de maneira exata ou aproximada, utilizando diferentes estratégias como o pareamento e outros agrupamentos.

**EF01MA03.** Estimar e comparar quantidades de objetos de dois conjuntos (em torno de 20 elementos), por estimativa e/ou por correspondência (um a um, dois a dois) para indicar “tem mais”, “tem menos” ou “tem a mesma quantidade”.

**EF01MA04.** Contar a quantidade de objetos de coleções até 100 unidades e apresentar o resultado por registros verbais e simbólicos, em situações de seu interesse, como jogos, brincadeiras, materiais da sala de aula, entre outros.

**EF01MA05.** Comparar números naturais de até duas ordens em situações cotidianas, com e sem suporte da reta numérica.

~~**EF01MA06.** Construir fatos básicos da adição e utilizá-los em procedimentos de cálculo para resolver problemas.~~

~~**EF01MA07.** Compor e decompor número de até duas ordens, por meio de diferentes adições, com o suporte de material manipulável, contribuindo para a compreensão de características do sistema de numeração decimal e o desenvolvimento de estratégias de cálculo.~~

~~**EF01MA08.** Resolver e elaborar problemas de adição e de subtração, envolvendo números de até dois algarismos, com os significados de juntar, acrescentar, separar e retirar, com o suporte de imagens e/ou material manipulável, utilizando estratégias e formas de registro pessoais.~~

**EF02MA09.** Construir sequências de números naturais em ordem crescente ou decrescente a partir de um número qualquer, utilizando uma regularidade estabelecida.

**EF02MA10.** Descrever um padrão (ou regularidade) de sequências repetitivas e de sequências recursivas, por meio de palavras, símbolos ou desenhos.

**EF02MA11.** Descrever os elementos ausentes em sequências repetitivas e em sequências recursivas de números naturais, objetos ou figuras.


## Apêndice O - Lista de Alterações Solicitadas a Cada Versão

### Alterações Solicitadas na Versão 0.01

Alterações pós análise semântica e de conteúdo

Instruções Gerais

- Usar apenas camisetas lisas e da mesma cor para os ratos.
- Nas tarefas com cestos de batata é preciso melhorar a visibilidade. Tanto as crianças quanto os especialistas tiveram dificuldade para contar. Separar as batatas e fortalecer a borda delas pode ajudar.
- Quando há modelos, destacar com uma animação, se possível. É importante para chamar a atenção das crianças para o que elas devem comparar.
- As figuras do modelo devem ser idênticas às comparações correspondentes (em tamanho, posição etc.).

N	Imagem	Alteração
1		<p>Destacar o modelo com uma animação. Fazer isso para todos as tarefas que contém modelo.</p>

2



Destacar o modelo com uma animação.

8



Substituir "menos curta" por "mais comprida".

9



Os limões do modelo devem ser iguais (em tamanho, posição, etc) ao limão a ser selecionado.

11



Nova redação da instrução: "Agora compre as bebidas diferentes daquela da imagem ao lado. Arraste as garrafas diferentes até o baú."



12



Deixar as figuras do modelo na mesma posição e alinhamento da fileira a ser selecionada

14



Alterar redação: "Bart, coloque na cesta do meio apenas os alimentos que as duas cestas têm de iguais."

15



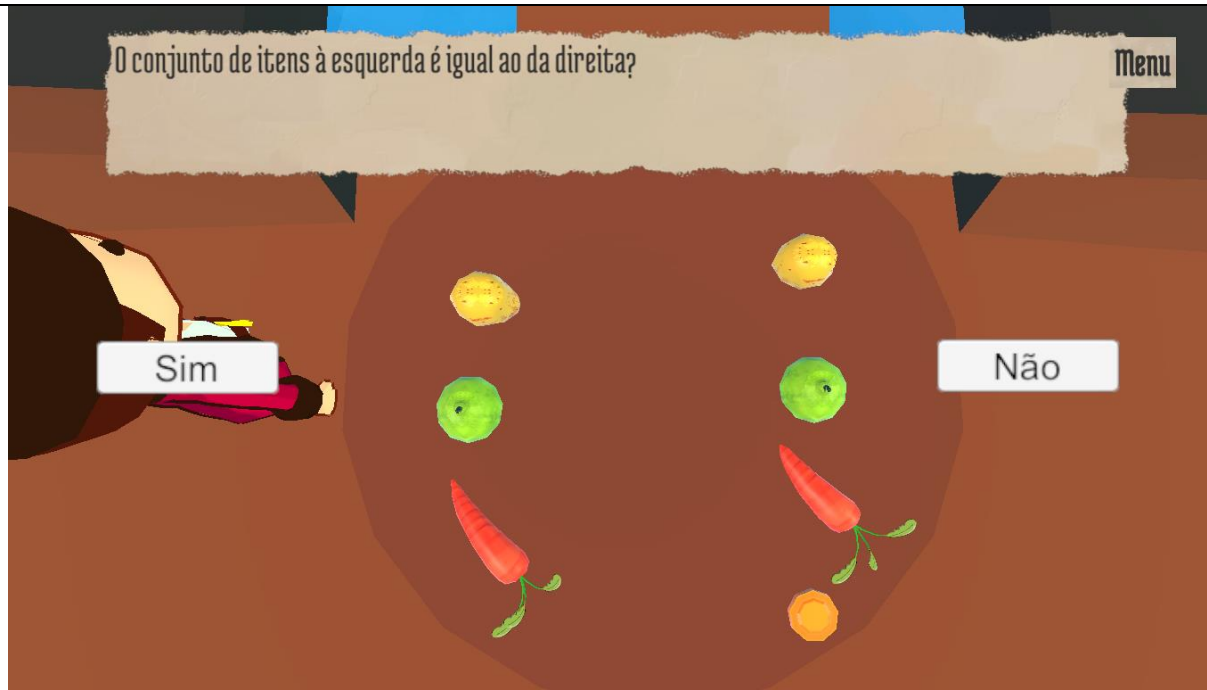
Alterar redação: Selecione o conjunto de objetos que vai do menor para o maior.

16



Alterar redação: Selecione o conjunto de objetos que vai do maior para o menor.

20



Alteração: demarcar os conjuntos (circular cada um, por exemplo) e alterar a redação da tarefa para “Esses dois conjuntos de itens são iguais?”.

Fazer as mesmas alterações para as tarefas semelhantes.

23



Alterações: espaçar as batatas e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem. Fazer isso para todas as tarefas com cestas de batatas.

24



Menu

Selecione a cesta de batatas com a MESMA QUANTIDADE de batatas que a ao lado.

Alterações: espaçar as batatas e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem

25



: espaçar as batatas, limões e cenouras e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem

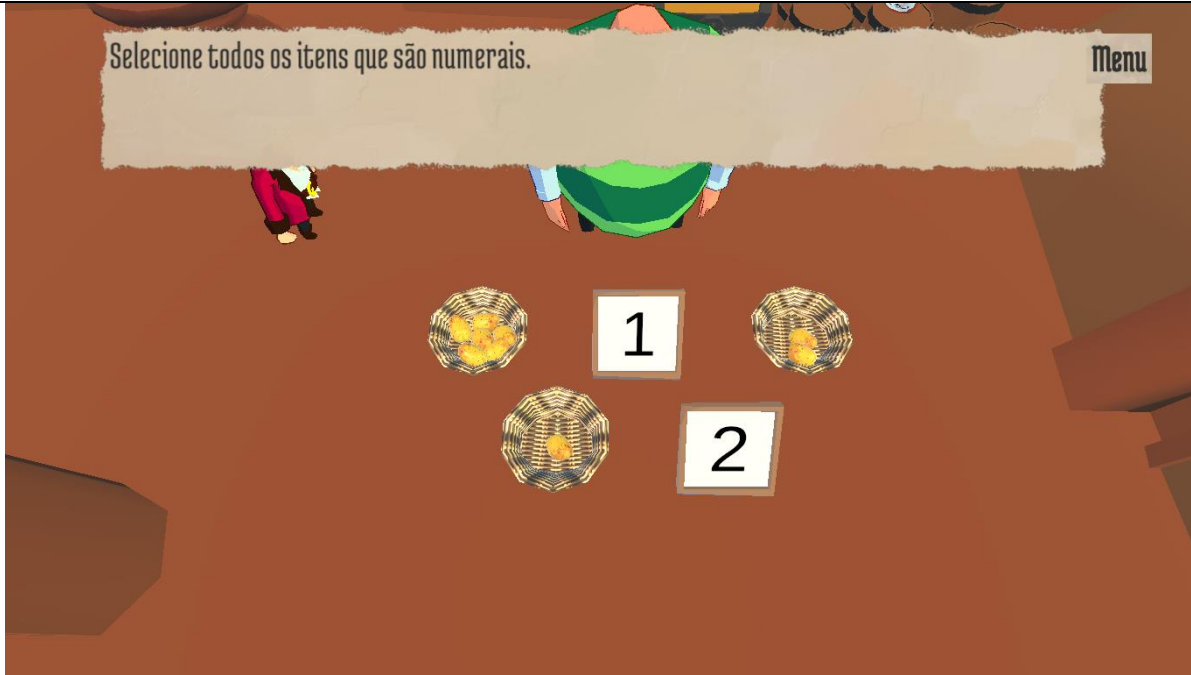


26



Alterações: espaçar as batatas e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem

30



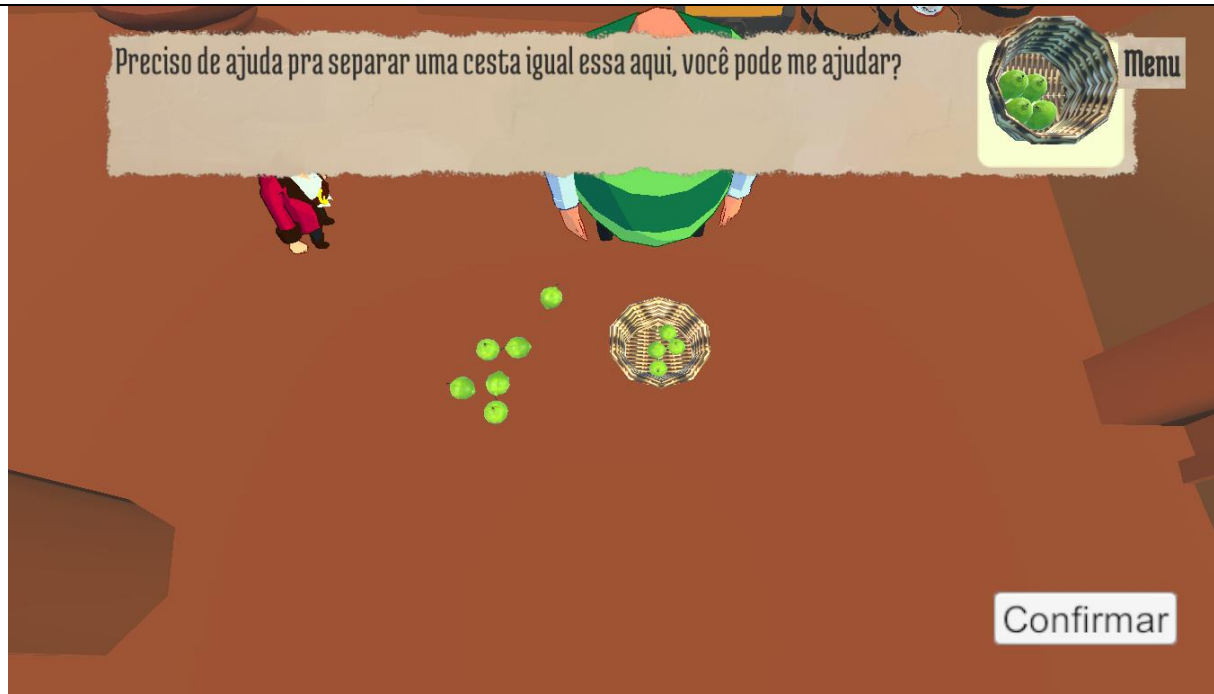
Alterar redação "Selecione apenas os números"

32



Alterações: espaçar as batatas e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem

34



Alterar redação da tarefa: “Preciso de ajuda para separar uma cesta com a mesma quantidade de limões que essa aqui, você pode me ajudar?”. Espaçar e demarcar os limões para melhorar a visualização, assim como no caso das batatas.

37



Alterações: espaçar as batatas e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem

38

Escolha a cesta de batatas com o MAIOR número de batatas.

Menu



Alterações: espaçar as batatas e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem

39



Alterações: espaçar as batatas e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem

40

Escolha a cesta de batatas com o MENOR número de batatas.

Menu



Alterações: espaçar as batatas e deixar o contorno delas mais marcado para facilitar a contagem



52

Selecione o sinal gráfico correto entre os dois conjuntos.

Menu

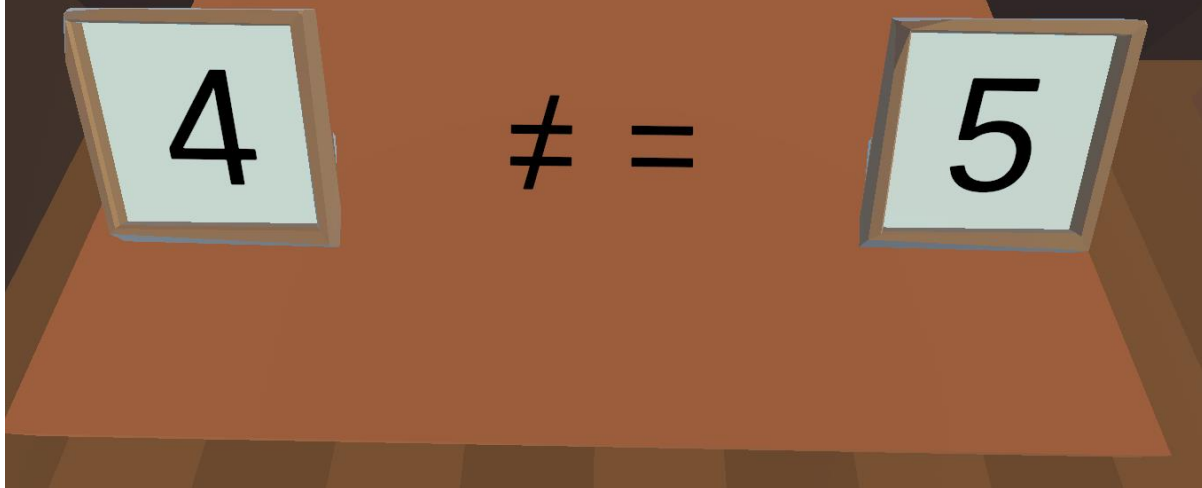


Aumentar o tamanho dos sinais e colocá-los em um formato 3D para seguir o padrão visual do jogo.

53

Selecione o sinal gráfico correto entre os dois numerais.

Menu



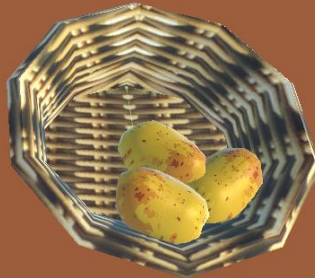
Aumentar o tamanho dos sinais e colocá-los em um formato 3D para seguir o padrão visual do jogo.

54

Arraste as batatas para a cesta e forme um conjunto com um NÚMERO A MAIS que o ao lado.

2

Menu



Confirmar

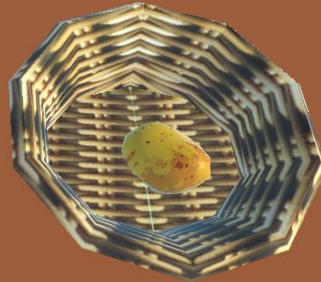
Alterar redação: Arraste as batatas para a cesta e forme um conjunto com apenas um número a mais do que o mostrado ao lado.

55

Arraste as batatas para a cesta e forme um conjunto com um NÚMERO A MENOS que o ao lado.

2

Menu



Confirmar

Alterar redação: Arraste as batatas para a cesta e forme um conjunto com um número a menos do que o mostrado ao lado.

56

Selecione o conjunto de batatas SUCCESSOR do conjunto ao lado.



Alterar redação: Selecione o conjunto de batatas que vem depois do conjunto ao lado

57

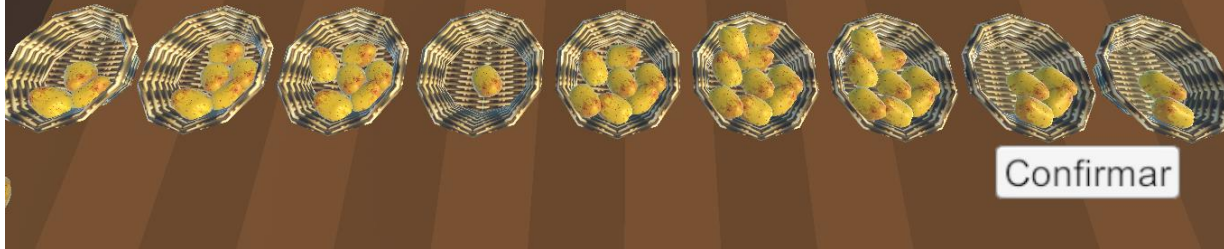
Selecione o conjunto de batatas ANTECESSOR do conjunto ao lado.



Alterar redação Selecione o conjunto de batatas que vem antes do conjunto ao lado

58

Coloque as cestas de batatas em -> SEQUÊNCIA CRESCENTE ->. Clique em uma para selecionar e em **Menu** outra para trocar as duas de lugar.



Alterar redação: Coloque as cestas de batatas em uma sequência que vai da menor para a maior. Clique em uma para selecionar e em outra para trocar as duas de lugar.

64

Selecione os ratos para completar a sequência de números: 12 \_ 45 \_ 7 \_

Menu



Alteração: usar apenas camisetas lisas e de mesma cor. Fazer isso para todas as tarefas com ratos de camiseta.



69

Coloque os ratos em -> SEQUÊNCIA DECRESCENTE ->. Clique em um para selecionar e em outro para trocar os dois de lugar. **Menu**



Confirmar

Alteração de redação: Coloque os ratos em uma sequência que vai do maior para o menor. Clique em um para selecionar e em outro para trocar os dois de lugar. usar apenas camisetas lisas e de mesma cor.

70

Coloque as placas em -> SEQUÊNCIA DECRESCENTE -> conforme o modelo com cestas de batatas. **Menu**  
Clique em uma para selecionar e em outra para trocar as duas de lugar.



6 5 2 4 8 9 7 3 1

Confirmar

Alteração de redação: Coloque as placas em uma sequência que vai da maior para a menor, conforme o modelo das cestas de batata acima. Clique em uma para selecionar e em outra para trocar as duas de lugar.

71

Selecione a sequência de conjuntos que estão em -> ordem decrescente ->.

Menu



demarcar os dois conjuntos de ratos. Alteração de redação: Selecione a sequência de conjuntos que vai do maior para o menor

72

Selecione a sequência de conjuntos que estão em -> ordem crescente ->.

Menu



demarcar os dois conjuntos de ratos. Alteração de redação: Selecione a sequência de conjuntos que vai do menor para o maior

74

Selecione a sequência que está em ordem decrescente.

5

Menu





Alterações: deixar as placas de cada conjunto com o mesmo tamanho. Alteração de redação: Selecione a sequência que vai do maior para o menor.

Fora o que tem nas tabelas, tem que criar a possibilidade de cada tarefa ser apresentada mais vezes. Por exemplo, se a criança joga uma vez só cada tarefa, pode ser que ela acerte no chute. Aí teria que ter a possibilidade de ter umas 5 tentativas por tarefa. Por exemplo, na tarefa de identificar qual objeto está dentro, teria que apresentar mais vezes, mudando o lado da resposta correta, o objeto que está dentro etc. Idealmente isso seria uma coisa a ser selecionada no início. Aí o pesquisador escolhe se vai apresentar uma vez só ou mais.

**Alterações Solicitadas na Versão 0.02**

1. Inserir os áudios das instruções das tarefas

**Alterações Solicitadas na Versão 0.03**

1. Algumas tarefas entre 40 e 44 apresentam feedback "muito bom" mesmo quando a opção não está selecionada no menu.
2. Não identifiquei a tarefa 61: Selecione a cesta com duas batatas a menos do que a do lado. tem selecione a cesta com duas a mais, três a mais e três a menos só.
3. Nas tarefas que tem as alternativas "sim" e "não" colocar junto os sinais  e .

**Alterações Solicitadas na Versão 0.04**

1. Na tarefa 24 e 28 não precisa deixar o modelo na mesma posição da resposta correta.

**Alterações Solicitadas na Versão 0.05**

1. Integrar animações disponíveis para os personagens.

**Alterações Solicitadas na Versão 0.06**

1. Na tarefa 1: retirar a crase na frase "compre um item igual a este para mim".
2. Na tarefa de separar as garrafas nas caixas, seria bom se a criança pudesse retirar elas, caso errasse. Da forma como está se ela coloca uma errada por engano não tem como corrigir.
3. Na fala do Bart na saída da feira de compras, corrigir a palavra "zarparMOS" que está escrita "zaparmos"
4. o csv de resultados ta bem bacana, já ajuda bem a analisar os dados depois. Se puder incluir o tempo de jogo seria bom. mas não é prioridade agora.

**Alterações Solicitadas na Versão 0.07**

1. Incluir algum botão para a criança ouvir novamente o áudio caso queira, ficaria mais próximo aos procedimentos de pesquisa que temos sem ser jogo.

**Alterações Solicitadas na Versão 0.09**

1. Na última fala do George antes do início das tarefas falta uma crase. Altere para "vamos às compras" no lugar de "vamos as compras".
2. Na tarefa 33 os estímulos modelo e comparação estão invertidos. A instrução é "selecione a placa com o mesmo número de batatas que a cesta de batatas ao lado", mas o modelo é

uma placa e os comparações as cestas. Precisa ser o contrário para ficar coerente com a instrução (:

#### **Alterações Solicitadas na Versão 0.10**

1. A tarefa 39 não tem alternativa correta possível. Vi que ela não está na lista das que você indicou, então imagino que pode ser um problema que ainda não vou resolvido. De qualquer forma achei melhor sinalizar.
2. Na tarefa 23, a cesta de batata correta deve ter o mesmo número e as batatas devem estar na mesma posição que o modelo. Modelo e comparação devem ser idênticos.

#### **Alterações Solicitadas na Versão 0.11**

1. Nas tarefas 56 e 57 o modelo e os comparações devem ser conjuntos (cestas de batatas). Atualmente o modelo é de cestas, mas as comparações são placas com números.

#### **Alterações Solicitadas na Versão 0.12**

1. Tarefa 33: O modelo deve ser a cesta de batatas e as opções de escolha numerais. Está ao contrário.
2. Tarefa 39: não é possível escolher uma alternativa. Eu cliquei em todas e nada aconteceu.

#### **Alterações Solicitadas na Versão 0.13**

1. Tarefa 67: todos os ratos apareceram vestindo a camiseta com o número 1. Eles devem estar em uma sequência crescente ou decrescente com o rato do meio sem número na camiseta para que a criança escolha o que vai "entre".

#### **Alterações Solicitadas na Versão 0.14**

1. Reposicionamento da câmera, aproximando as batatas.

#### **Alterações Solicitadas na Versão 0.15**

1. Animar todos os modelos. Em algumas tarefas aparece o destaque dos modelos, mas não em todos.
2. Verificar a aleatorização das tarefas de colocar em ordem crescente (tanto quantidades quanto numerais). Na minha tentativa com o jogo, em todas as tarefas desse tipo os estímulos apareceram na mesma ordem antes de serem organizados em ordem crescente.

3. Tem algo no fluxo do jogo que impede a sequência entre cenários. A partir das tarefas na prancha (19) toda vez que mudava de cenário eu precisei fechar e abrir direto na questão seguinte pelo menu.

### Alterações Solicitadas na Versão 0.16

Nas instruções, os itens em vermelho referem-se aos trechos que devem ser retirados e os em azul que devem ser corrigidos.

1. Corrigir a instrução do George no início do jogo. “Vamos as compras” -> “Vamos às compras”
2. Tarefa 13: uma das garrafas laranja está fixa, não é possível colocá-la nas caixas. Veja na imagem:



3. Corrigir instrução escrita para ficar idêntica ao áudio: “Escolha a placa com o número que vai entre os ratos vestidos” -> “Escolha a placa com o número que vai entre os ratos **vestidos**”.
4. Tarefa 71: traçar uma linha para separar os conjuntos de ratos.
5. Tarefa 73: repetir a tarefa intercalando ordem crescente e decrescente e mantendo os mesmos estímulos (ratos com camisetas). Acho que se você ler a instrução primária dá para entender melhor: “Diante de duas sequências de conjuntos de elementos, identificar qual está em ordem crescente e qual está em ordem decrescente”. Então é necessário apresentar a mesma sequência duas vezes perguntando primeiro qual vai da menor para a maior e qual vai da maior para a menor. Pode repetir a mesma instrução e áudio. É como se ficasse uma tarefa 73a e outra 73b.

### Alterações Solicitadas na Versão 0.17

1. Na tarefa 11 "Agora compre as bebidas diferentes daquelaS da imagem ao lado. Arraste as garrafas diferentes até o baú." está escrito "daquela" e precisa ser no plural.
2. tarefa 41: Corrigir instrução para "Gostaria que selecionasse para mim, qual é o maior em quantidade". Está "gostaria que seleciona"
3. Tarefas 1 até 17: aleatorizar as posição e/ou numerosidade dos estímulos modelo e comparação nas tarefas. 1 a 17, 19, 36, 71 e 71.
4. Aleatorizar os modelos das tarefas 66 e 67.



5. Nas tarefas 20a e 20b, colocando três tentativas ficou 20a 20a 20a 20b 20b 20b. Deveria ser 20a 20b 20a 20b 20 20b.
6. A tarefa 72 deve ser diferente. Tem que ser daquelas de trocar coisas de lugar para colocar em ordem crescente. Pode até ser cestas de batatas de novo para não complicar.
7. A tarefa 08 tem que ser a dimensão "menos" como relevante. Então pode usar "menos curta". porque anterior já é a dimensão "mais"

## Apêndice P – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



### Termo do Consentimento Livre e Esclarecido

O seu (sua) filho(a) está sendo convidado(a) para participar da pesquisa Análise de tarefas de um jogo educativo para avaliação de comportamentos pré-aritméticos.

Esta pesquisa será realizada pela doutoranda do programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de São Carlos – SP, Gabriele Gris, orientada pelo Prof. Dr. João dos Santos Carmo, do Departamento de Psicologia (DPsi) da Universidade Federal de São Carlos. O objetivo do estudo é investigar o papel de comportamentos pré-aritméticos na aprendizagem de fatos aditivos.

Para isso, estamos desenvolvendo um jogo educativo com o objetivo de auxiliar o ensino e avaliação de habilidades básicas em matemática. Para isso, seu (sua) filho(a) será convidado a jogar para avaliarmos a adequação das tarefas propostas. Caso aceite participar, seu filho(a) também é livre para abandonar a pesquisa em qualquer fase, sem penalização ou prejuízo algum. Seu (sua) filho (a) também terá o direito de não responder qualquer questão, sem necessidade de explicação ou justificativa.

Ainda que não foram encontrados na literatura científica riscos referentes à aplicação desta avaliação, o participante pode sentir-se cansado. Será garantida a interrupção na coleta até que ele se sinta em condições de prosseguir ou a total interrupção caso seja solicitada tanto pelo(a) participante como por seus responsáveis.

Garantimos o sigilo relativo a todas as informações pessoais fornecidas e durante toda a pesquisa. Os participantes serão identificados apenas por uma letra indexada (a título de exemplo: P1). Informamos que os resultados e conclusões obtidos na pesquisa serão inseridos no trabalho de doutorado da pesquisadora e poderão ser publicados em forma de artigo científico ou resumo e apresentados em eventos científicos, novamente guardando a identificação e informações pessoais dos participantes. Será garantido o acesso aos resultados da pesquisa.

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.”

A coleta de dados será realizada por meio da plataforma de vídeo chamadas Zoom ou presencialmente em local e horário a ser combinado. Os resultados serão divulgados no trabalho de doutorado da pesquisadora e em outros trabalhos científicos, mas será garantido o sigilo de todas as pessoais de identificação. Espera-se que estes resultados nos ajudem a entender o papel das habilidades básicas na aprendizagem de matemática e na avaliação de um jogo educativo, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de ensino apropriadas para crianças.

11/5/2021

Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e a participação de seu filho, agora ou a qualquer momento através de e-mail ou telefone da pesquisadora e do orientador.

Pesquisadora: Gabriele Gris

Email: grigsawriele@gmail.com

Telefone: (16) 993769813

Endereço: Avenida Giovanni Gronchi, 6675, Porto Alegre 11F.

Orientador: Dr. João dos Santos Carmo

E-mail: joaocarmo.dpsi@gmail.com

Telefone: (16) 997 205063

Endereço: Rod. Washington Luis, km 235 - São Carlos - SP - BR. Campus Universitário da Universidade Federal de São Carlos.

1. Os critérios utilizados para a inclusão ou exclusão dos participantes são os seguintes:

Inclusão: (i) apresentar o TCLE assinado por um dos pais ou responsáveis.

Exclusão: (i) não ter o TCLE assinado por um dos pais ou responsáveis.

Autorizo que sejam feitas entrevistas, filmagens e fotografias, apenas para a coleta de dados, não sendo possível a divulgação dessas imagens ou da identificação de meu/minha filho/filha. A gravação da sessão será feita pela pesquisadora e salva em um HD externo após o encerramento da mesma. As gravações não serão mantidas em nenhum serviço do tipo nuvem a fim de garantir a segurança dos dados. Autorizo também a divulgação da pesquisa em eventos científicos/publicações científicas, tais como capítulos de livro, artigos, dissertações e teses.

E por estarem de acordo, as partes firmam o presente compromisso. Garantimos o acesso do participante e/ou responsável ao registro do consentimento sempre que solicitado; Uma cópia desse termo será encaminhada para o e-mail do participante ou responsável. A cópia física ou digital deste termo deve ser guardada por você. Caso queira imprimir uma cópia do termo, recomenda-se que marque a opção imprimir "cabeçalhos e rodapés", para ter o link fonte e a paginação do TCLE. Caso o participante ou responsável deseje receber uma cópia do termo assinada pela pesquisadora, o endereço deverá ser descrito no final deste termo. Todos os custos de envio serão de responsabilidade da pesquisadora.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul docampus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30. O CEP está vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315- 5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

Observação: No presente termo, a assinatura é substituída pela concordância no campo a seguir.

11/5/2021

AO CLICAR NO BOTÃO ABAIXO, O(A) SENHOR(A) CONCORDA COM A PARTICIPAÇÃO DE SEU/SUA FILHO/FILHA NA PESQUISA NOS TERMOS DESTA TCLE. CASO NÃO CONCORDE EM PARTICIPAR, APENAS FECHAR ESSA PÁGINA NO SEU NAVEGADOR.

\*

Concordo em participar da pesquisa

## Seção

2. Nome do responsável \*

3. Nome da criança \*

4. E-mail ou whatsapp do responsável \*

5. Deseja receber uma cópia impressa deste termo? \*

Sim

Não

---

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.

 Microsoft Forms

## Apêndice Q – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



### Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado/a a participar da pesquisa Análise de tarefas de um jogo educativo para avaliação de comportamentos pré-aritméticos.

Esta pesquisa será realizada pela doutoranda do programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de São Carlos – SP, Gabriele Gris, orientada pelo Prof. Dr. João dos Santos Carmo, do Departamento de Psicologia da Universidade Federal de São Carlos.

Estamos desenvolvendo um jogo educativo com o objetivo de auxiliar o ensino e avaliação de habilidades básicas em matemática. Para isso, você será convidado a jogar e suas participação nos ajudará a entender se jogo está adequado ou não. Não foram encontrados riscos para a aplicação dessas avaliações, no entanto, você pode se sentir cansado(a). Caso isso ocorra, será garantida a interrupção da pesquisa até que você se sinta bem para continuar. Sua participação é livre, se aceitar participar, também poderá abandonar a pesquisa em qualquer fase, sem nenhum prejuízo. Você também terá o direito de não responder qualquer questão, sem ter que explicar ou justificar por qual motivo não quis responder.

O vídeo da coleta de dados será imediatamente salvo em um HD externo da pesquisadora, evitando que qualquer informação seja salva em serviços de nuvem. Os resultados serão divulgados no trabalho de doutorado da pesquisadora e em outros trabalhos científicos, mas será garantido o sigilo de todas as suas informações pessoais, como por exemplo, seu nome. Espera-se que estes resultados nos ajudem a entender o papel das habilidades básicas na aprendizagem de matemática e na avaliação de um jogo educativo, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de ensino apropriadas para crianças.

Informo também que serão cobertas quaisquer despesas decorrentes desta pesquisa. Também serão cobertas indenizações decorrentes de eventuais danos causados pela pesquisa. Todos os seus direitos, incluindo os presentes no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) serão respeitados.

Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento através de e-mail ou telefone da pesquisadora e do orientador.

Pesquisadora: Gabriele Gris

Email: grisgabriele@gmail.com

Telefone: (16) 993769813

Endereço: Avenida Giovanni Gronchi, 6675, Porto Alegre 11F.

Orientador: Dr. João dos Santos Carmo

E-mail: joaocarmo.dpsi@gmail.com

Telefone: (16) 997 205063

Endereço: Rod. Washington Luis, km 235 - São Carlos - SP - BR. Campus Universitário da Universidade Federal de São

11/5/2021  
Carlos.

Os critérios utilizados para a inclusão ou exclusão dos participantes são os seguintes:

Inclusão: (i) apresentar o TALE assinado por um dos pais ou responsáveis.

Exclusão: (i) não ter o TALE assinado por um dos pais ou responsáveis.

Autorizo que sejam feitas entrevistas, filmagens e fotografias, apenas para a coleta de dados, não sendo possível a divulgação dessas imagens ou da minha identificação. A gravação da sessão será feita pela pesquisadora e salva em um HD externo após o encerramento da mesma. As gravações não serão mantidas em nenhum serviço do tipo nuvem, a fim de garantir a segurança dos dados.

1. Autorizo também a divulgação da pesquisa em eventos científicos publicações científicas, tais como capítulos de livro, artigos, dissertações e teses.

Garantimos o acesso do participante e/ou responsável ao registro do consentimento sempre que solicitado; Uma cópia desse termo será encaminhada para o e-mail do participante ou responsável. A cópia física ou digital deste termo deve ser guardada por você. Caso queira imprimir uma cópia do termo, recomenda-se que marque a opção imprimir "cabeçalhos e rodapés", para ter o link fonte e a paginação do TCLE. Caso o participante ou responsável deseje receber uma cópia do termo assinada pela pesquisadora, o endereço deverá ser descrito no final deste termo. Todos os custos de envio serão de responsabilidade da pesquisadora.

O pesquisador me informou que este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

E por estarem de acordo, as partes firmam o presente compromisso.

Observação: No presente termo, a assinatura é substituída pela concordância no campo a seguir.

Ao clicar no botão abaixo, você concorda em participar da pesquisa nos termos deste TALE. Caso não concorde em participar, apenas feche essa página no seu navegador

\*

Concordo em participar na pesquisa

## Seção

2. Nome da criança \*

3. E-mail ou whatsapp da criança ou do responsável \*

---

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.

 Microsoft Forms





47	1	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	1	1
49	1	1	0	1	0	1	1	0,714286
50	1	1	1	1	1	1	1	1
51	0	0	0	1	1	1	1	0,571429
52	0	0	0	0	0	0	1	0,142857
53	0	0	0	1	0	0	1	0,285714
54	0	0	0	1	0	1	1	0,428571
55		0	0	1	0	1	1	0,5
56		1	0	1	1	1	1	0,833333
57		1	0	1	1	1	1	0,833333
58		0	0	1	0	0	1	0,333333
59		0	0	1	0	1	1	0,5
60		0	0	1	0	1	1	0,5
61		0	0	1	1	1	1	0,666667
62		0	0	1	1	0	1	0,5
63		1	1	1	0	1	1	0,833333
64		0	0	1	1	0	1	0,5
65		1	0	1	0	0	1	0,5
66		1	0	1	0	1	1	0,666667
67		1	0	1	0	1	1	0,666667
68		1	0	1	0	1	1	0,666667
69		1	0	1	0	0	1	0,5
70		1	0	1	0	0	1	0,5
71		0	0	1	0	1	1	0,5
72		0	0	1	0	1	1	0,5
73		0	0	0	0	0	1	0,166667
74		1	0	1	0	1	1	0,666667