

## **Discalculia do desenvolvimento e intervenções: uma análise de pesquisas nacionais e internacionais**

*Developmental dyscalculia and interventions: an analysis of national and international research*

*Discalculia del desarrollo e intervenciones: un análisis de la investigación nacional e internacional*

**Ana Lúcia Purper Thiele** (ana.purper@edu.pucrs.br)

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, Brasil

**Sandra Garcia Polino** (sandrapolino@gmail.com)

Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil

**Karen Henn Gil** (karenhennpoa@gmail.com)

Secretaria Municipal de Educação de Gravataí, Brasil

**Isabel Cristina Machado de Lara** (isabel.lara@pucrs.br)

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, Brasil

### **Resumo**

Este estudo apresenta uma análise de artigos, no âmbito nacional e internacional, tendo como objetivo analisar propostas de intervenções neurocognitivas, pedagógicas e computadorizadas que possam ser aplicadas em estudantes que possuem Discalculia do Desenvolvimento - DD e suas contribuições. Utiliza a Revisão Sistemática da Literatura – RSL, como método de pesquisa, tendo como questão central: “Quais as contribuições de intervenções realizadas em estudantes que possuem DD para a aprendizagem de Ciências e Matemática? Desse modo, o objetivo é verificar a existência de propostas neurocognitivas, pedagógicas e computadorizadas para serem desenvolvidas com esses estudantes, potencializando e reabilitando as habilidades matemáticas em defasagem na DD. Para selecionar as produções, utilizou-se as bases de dados: EMBASE, Web of Science, ACM Digital Library, IEEExplore e Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. A pesquisa evidenciou que o Brasil ainda carece de pesquisas na área da Educação Matemática que tenham como preocupação essa temática. Aponta que novas intervenções baseadas em softwares adaptativos e em componentes subjacentes à DD vem sendo desenvolvidas, discutidas e aprimoradas.

**Palavras-chave:** Discalculia do Desenvolvimento; Intervenções; Transtornos de aprendizagem na Matemática.

### **Abstract**

This study presents an analysis of articles, nationally and internationally, aiming to analyze proposals for neurocognitive, pedagogical interventions and computerized that can be applied to students who have Developmental dyscalculia - DD and its contributions. Use the Review Systematics of Literature - RSL, as a research method,

**Recebido em:** 15/10/2022

**Aceito em:** 12/12/2022

with the question central question: “What are the contributions of interventions carried out in students who do they have DD for learning Science and Mathematics? In this way, the objective is to verify the existence of neurocognitive, pedagogical and computerized to be developed with these students, enhancing and rehabilitating lagging math skills in DD. To select the productions, the following databases were used: EMBASE, Web of Science, ACM Digital Library, IEEXplore and Journal of the Coordination for the Improvement of Personnel Higher level. The research showed that Brazil still lacks research in the área of Mathematics Education that are concerned with this theme. points out that new interventions based on adaptive software and components underlying DD has been developed, discussed and improved.

**Keywords:** Developmental Dyscalculia; Interventions; disorders of learning in Mathematics.

### Resumen

Este estudio presenta un análisis de artículos, a nivel nacional e internacional, con el objetivo de analizar propuestas de intervenciones pedagógicas neurocognitivas e informatizado que se puede aplicar a los estudiantes que tienen Discalculia del desarrollo - DD y sus contribuciones. Usa la revisión Sistemática de la Literatura - RSL, como método de investigación, con la pregunta pregunta central: “¿Cuáles son los aportes de las intervenciones realizadas en estudiantes que ¿Tienen DD para aprender Ciencias y Matemáticas? De esta forma, el objetivo es verificar la existencia de capacidades neurocognitivas, pedagógicas y informatizados para ser desarrollados con estos estudiantes, potenciando y rehabilitar las habilidades matemáticas rezagadas en DD. Para seleccionar el producciones, se utilizaron las siguientes bases de datos: EMBASE, Web of Science, ACM Digital Biblioteca, IEEXplore y Revista de la Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal Nivel superior. La investigación mostró que Brasil todavía carece de investigación en el área de Educación Matemática que se ocupan de este tema. señala que nuevas intervenciones basadas en software y componentes adaptativos DD subyacente ha sido desarrollado, discutido y mejorado.

**Palabras-clave:** discalculia del desarrollo; intervenciones; trastornos de aprendizaje en Matemáticas.

### INTRODUÇÃO

A Matemática é vista historicamente como uma componente curricular no qual os estudantes apresentam muitas dificuldades. Vários estudos, entre eles os realizados pelo Grupo de Estudos sobre Discalculia do Desenvolvimento – GEPEDPUCRS, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul coordenado pela Dra. Isabel Cristina Machado de Lara, evidenciam que muitas dessas dificuldades estão associadas a Transtornos de Aprendizagem na Matemática – TAM.

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

O GEPEDPUCRS tem como enfoque mapear as produções científicas que abordam a Discalculia do Desenvolvimento - DD, buscando evidências acerca desse transtorno. No ano de 2013, foram iniciados os mapeamentos teóricos pelas pesquisadoras Pimentel e Lara (2013). Em 2016, Thiele e Lara (2017) realizaram um mapeamento dos eventos realizados na área da educação matemática.

Além disso, Ávila, Lima e Lara (2019) realizaram uma revisão da literatura sobre pesquisas que possuem como tema a DD. As autoras concluem que no Brasil existe uma carência de pesquisas que abordem estudantes com prognóstico de DD. Dessa forma, a falta de instrumentos padronizados dificulta que profissionais compreendam exatamente as áreas em defasagem, dificultando o estabelecimento de um plano de intervenção eficaz para estudantes em tratamento (ÁVILA; LARA; LIMA, 2019).

Tratando-se de evidências, o objetivo do GEPEDPUCRS é identificar pesquisas que abordem o transtorno e verificar questões referentes à avaliação de estudantes com prognóstico de DD. Dessa maneira, o intuito é analisar produções e estabelecer considerações acerca de intervenções que possam potencializar as habilidades matemáticas em defasagem no transtorno.

Thiele e Lara (2017) destacam que nem sempre os professores recebem formação adequada para realizar a distinção entre dificuldades de aprendizagem – DA e DD, dificultando o reconhecimento de sinais que indiquem indícios desse transtorno. Lara (2022) destaca que embora a DD não tenha cura, é importante planejar intervenções que possam minimizar as dificuldades encontradas por pessoas que possuem esse transtorno.

Malloy-Diniz *et al.* (2016, p. 301) menciona que a reabilitação constitui um “[...] conjunto de medidas proativas para o alcance e manutenção de um nível de funcionamento favorável à interação de pessoas vulneráveis [...]”, com o objetivo de atenuar o impacto de determinadas sequelas de transtornos neurológicos. Adicionado a isso, Lara (2022, p. 247) afirma que “[...] intervenções pedagógicas e psicopedagógicas, quando bem planejadas, podem minimizar significativamente as dificuldades encontradas por pessoas com esse transtorno em Matemática”.

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

Os autores destacam que a reabilitação cognitiva poder ser “[...] restaurativa, compensatória ou metacognitiva [...]”, tendo como base o treino cognitivo ou estimulação de habilidades cognitivas tais como atenção e memória. O objetivo é restabelecer os processos disfuncionais ou habilidades em defasagem (MALLOY-DINIZ *et al.*, 2016).

A partir dessas considerações, uma análise de artigos que abordam a temática intervenções para DD no âmbito nacional e internacional, utilizando como método de pesquisa a Revisão Sistemática da Literatura - RSL - pode possibilitar novas evidências acerca de intervenções que possibilitem avanços em pesquisas na Educação Matemática. Assim, o objetivo desta pesquisa é analisar propostas de intervenções neurocognitivas, pedagógicas e computadorizadas que possam ser aplicadas em estudantes que possuem DD e suas contribuições.

Esta RSL está baseada nos estudos de Pickering e Byrne (2014), seguindo todas as etapas previstas pelos autores. Para compor o corpus de análise foram consultadas as seguintes bases: EMBASE; Web of Science; IEEE Xplore; ACM Digital Library; e, Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Assim, foram selecionados artigos científicos publicados nacional e internacionalmente. Nas seções seguintes apresentam-se o aporte teórico que se fundamentou essa análise e todas as etapas percorridas de acordo com Pickering e Byrne (2014). Vale destacar que este estudo está sendo realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS.

## **APORTES TEÓRICOS**

A Discalculia do Desenvolvimento (DD) é definida por Bakwin (1960) como uma dificuldade de contar" e por Cohn (1968), como uma “[...] falha em reconhecer números ou manipulá-los de forma avançada.”. Gerstmann (1957) descreve DD como “[...] incapacidade isolada para realizar operações aritméticas simples ou complexas e uma deficiência de orientação na sequência de números e suas frações”.

Kosc (1987) refere-se a déficits determinados de forma endógena e exógena. Dessa forma, o autor designa como disfunção os “[...] transtornos específicos do

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

desenvolvimento”, no caso da DD de aprendizagem. Enquanto para os transtornos do desenvolvimento menos sérios e de causas exógenas, a denominação mais apropriada permaneceria como “dificuldades específicas de aprendizagem.” (KOSC, 1987).

Nessa perspectiva, Kosc (1974), destaca que a discalculia do desenvolvimento caracteriza-se por ser uma dificuldade crônica e persistente que afeta as habilidades de processamento numérico e cálculo. Assim, para Kosc (1974, p. 47):

Developmental dyscalculia is a structural disorder of mathematical abilities which has its origin in a genetic or congenital disorder of those parts of the brain that are the direct anatomico-physiological substrate of the maturation of the mathematical abilities adequate to age, without a simultaneous disorder of general mental functions.<sup>1</sup>

Kosc (1974) destaca que a literatura sobre distúrbios das habilidades matemáticas evidencia ausência de uniformidade na terminologia e nas categorizações propostas.

Com o objetivo de reduzir essa lacuna, propôs um sistema uniforme de nomenclatura e classificação para a DD, apresentando seis subtipos para a DD que podem se manifestar com diferentes combinações a saber: 1) discalculia verbal: dificuldades em nomear termos e símbolos matemáticos, nomear números, os termos e os símbolos; 2) discalculia practognóstica: dificuldades para enumerar, comparar, manipular objetos reais ou em imagens, matematicamente; 3) discalculia léxica: dificuldades na leitura de símbolos matemáticos, operações e sinais, dígitos e numerais; 4) discalculia gráfica: dificuldades na escrita de símbolos matemáticos; 5) discalculia ideognóstica: dificuldades em fazer operações mentais e na compreensão de conceitos matemáticos 6) discalculia operacional: dificuldades na execução de operações e cálculos numéricos.

Butterworth (2005), destaca que o transtorno na aquisição de habilidades aritméticas pode estar atrelado a déficits na representação de numerosidade ou magnitude, no reconhecimento e na produção de numerais na notação arábica e verbal, e ainda, problemas relacionados aos procedimentos matemáticos em geral. Ainda que estudantes apresentem respostas e utilizem o método de resolução corretamente, tais respostas podem ser mecânicas e sem confiança.

<sup>1</sup> [...] uma disfunção estrutural de habilidades matemáticas que tem sua origem em uma deficiência genética ou congênita dessas partes do cérebro que são os substratos anátomos-fisiológicos diretos da maturação das habilidades matemáticas de acordo com a idade, sem uma disfunção simultânea de funções mentais gerais. (tradução nossa).

**Recebido em: 15/10/2022**

**Aceito em: 12/12/2022**

Kucian e Von Aster (2015) destacam que aproximadamente 3 a 6% de prevalência do “distúrbio específico da compreensão numérica” – DD (KUCIAN; VON ASTER, 2015, p. 1). O desenvolvimento prejudicado das habilidades de processamento numérico nessas crianças é caracterizado por vários problemas. Além disso, destacam que a DD é um distúrbio heterogêneo que oferece desafios especiais para definir critérios diagnósticos homogêneos.

Segundo Haase (2012), a DD afeta aproximadamente 3% a 6% da população em idade escolar, e apresenta alta comorbidade com outros transtornos, tais como Dislexia do Desenvolvimento e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade.

Uehara e Woodruff (2016, p. 381) enfatizam que a reabilitação cognitiva dispõe de técnicas compensatórias e estratégias como estimulação, treinos e exercícios cognitivos com o objetivo de minimizar o impacto das dificuldades enfrentadas pelos sujeitos. Nesse sentido, o termo “treino” ou “treinamento cognitivo” refere-se a intervenções dirigidas especificamente ao funcionamento cognitivo que atuam na maximização dessas funções e na prevenção de futuros declínios e no reestabelecimento funcional de uma estrutura perdida.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De acordo com Minayo e Sanches (1993) a pesquisa qualitativa refere-se a uma abordagem que analisa, de forma aprofundada e completa, o contexto específico de dado fenômeno social, ressaltando as motivações e as percepções dos participantes envolvidos. Na perspectiva da autora, a pesquisa qualitativa visa respeitar a realidade em que está inserida, conferindo ênfase aos significados e possibilitando “[...] a compreensão das relações e atividades humanas com os significados que as animam [...]” (MINAYO; SANCHES, 1993, p. 244).

### **Análise Textual Discursiva (ATD)**

Como método de análise inspirou-se na Análise Textual Discursiva – ATD – produzida, de acordo com Moraes e Galiazzi (2016) a partir da unitarização, categorização e interpretação dos dados coletados. A unitarização constitui-se na desmontagem ou desintegração dos dados, por meio do qual se destaca os elementos constituintes dos mesmos.

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

Nesta pesquisa, após o estabelecimento do corpus de análise, serão desconstruídos os textos que envolvem os objetivos e as contribuições de cada produção. Dessa forma, serão utilizadas as produções das bases de dados acessadas incluindo artigos científicos.

A etapa de categorização pressupõe a construção de relações entre as unidades de base, formando as categorias que constituirão o meta-texto.

### **Revisão Sistemática da Literatura (RSL)**

Esta RSL foi realizada com base nos critérios propostos por Pickering e Byrne (2014). Para os autores, a utilização desse método de pesquisa justifica-se quando o pesquisador necessita identificar a existência ou não de produções referentes ao tema investigado em sua área de atuação (PICKERING; BYRNE, 2014).

Conforme Pickering e Byrne (2014), a Revisão Sistemática da Literatura – RSL, permite buscar, mapear, organizar e analisar o material de pesquisa, identificando pressupostos teóricos e metodológicos, análises e resultados de pesquisa na área de interesse, indicando também, possibilidades de pesquisas futuras.

### **ETAPAS PERCORRIDAS NA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

A RSL, descrita por Pickering e Byrne (2014), percorre quinze etapas que são descritas neste estudo.

Para atingir o objetivo proposto, (etapa 1), tem-se como questão central de pesquisa: “Quais as contribuições de intervenções realizadas em estudantes que possuem DD para a aprendizagem de Ciências e Matemática?” (etapa 2). Na etapa 3, foram definidos os termos de busca, explicitados no Quadro 2.

Com esse objetivo, realizou-se uma busca aos bancos de dados: IEEE Xplore, ACM Digital Library, Web of Science, Embase e Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (etapa 4). Como critério de inclusão adotou-se: 1) a produção deverá ter como tema principal a DD; 2) apresentar dados sobre alguma proposta de intervenção; 3) abordar algum dos componentes curriculares: Ciências; Matemática; Biologia; Química; ou, Física. Como critério de exclusão utilizou-se a negativa dos critérios de inclusão (etapa 5). Para diferenciar as bases códigos foram determinados, a saber: B1 – EMBASE; B2 – Web of Science; B3 -

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

ACM Digital Library; B4 – IEEExplore; B5 – Portal Capes e, em seguida, desenvolveu-se um banco de dados (etapa 6).

**Quadro 1** – Frequência das produções encontradas nas respectivas bases

Palavras-chave/Base de dados	B1	B2	B3	B4	B5	Total
<b>Discalculia/dyscalculia</b>	1000	1248	61	40	1.237	3.586
<b>Dyscalculia AND interventions</b>	57	180	31	3	60	331
<b>Dyscalculia AND interventions AND Mathematics</b>	91	64	13	12	154	334
<b>Dyscalculia AND interventions AND Science</b>	8	59	18	1	155	241
<b>Dyscalculia AND interventions AND Biology</b>	10	1	2	0	0	13
<b>Dyscalculia AND interventions AND Chemistry</b>	0	0	1	0	0	1
<b>Dyscalculia AND interventions AND Physics</b>	0	0	19	0	1	20

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

A partir desta busca, foi realizada a filtragem das produções e lidos os seus resumos, palavras-chave e introdução (etapa 7). As produções acessadas a partir das palavras-chave e resumos foram lidos e categorizados conforme sua temática (etapa 8). Posteriormente, observados os critérios de inclusão e exclusão para este estudo, as categorias foram revisadas (etapa 9). Em seguida, organizou-se, as produções obtidas, ressaltando que algumas delas se repetem nas bases acessadas, no Quadro 3 (etapa 10).

**Quadro 2** – Frequência das categorias obtidas na análise das produções

	Categorias	B1	B2	B3	B4	B5
<b>01</b>	<b>Concepção acerca de DD</b>	20	23	0	4	15
<b>02</b>	<b>Intervenção neurocognitiva</b>	6	9	0	0	8
<b>03</b>	<b>Intervenções computadorizadas</b>	4	5	3	7	9
<b>04</b>	<b>Intervenções pedagógicas</b>	0	3	0	0	3
<b>05</b>	<b>Transtornos de aprendizagem</b>	20	23	11	8	8
<b>06</b>	<b>Intervenções psicopedagógicas</b>	0	0	0	0	0
<b>07</b>	<b>Dificuldades de aprendizagem na matemática</b>	13	30	0	3	0
<b>08</b>	<b>Revisão de literatura</b>	4	30	0	6	0
<b>09</b>	<b>Senso numérico</b>	9	7	0	0	6
<b>10</b>	<b>Ansiedade matemática</b>	4	3	0	0	2

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022



11	Neurociência e educação	1	10	0	0	8
12	Educação Especial	0	9	5	0	0
13	Outros transtornos/síndromes	1	6	1	1	0
14	Aprendizagem digital	0	0	6	0	0
15	Pesquisas com estudantes com indícios de DD	0	3	0	0	0
16	Dificuldade de aprendizagem	4	18	3	0	0
17	Formação de professores	0	1	2	0	1
18	Diagnóstico de DD	0	0	0	11	0
	<b>Total</b>	86	180	31	40	60

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

A partir dessa categorização foram selecionadas as produções que convergiram aos critérios de inclusão (etapa 11). Desse modo, constituem corpus de análise as produções que foram inseridas nas categorias 2- Intervenção neurocognitiva; 3- Intervenções computadorizadas e 4- Intervenções pedagógicas, perfazendo um total de 15 artigos analisados.

**Quadro 3** – Produções elencadas para constituir o corpus de análise

Cod.	Título	Autor(es)/periódico/ano
A1	Can abacus course eradicate developmental dyscalculia	Yujie Lu; Mei Ma; Guozhong Chen; Xinlin Zhou. Psychology in the Schools, 2020.
A2	Effectiveness of a process-based executive function intervention on arithmetic knowledge of children with Developmental Dyscalculia	Somayeh Nazaria; Farnaz Hakiminejadab; Saeid Hassanzadeh. Research in Developmental Disabilities, 2022.
A3	Sketchnote and Working Memory to Improve Mathematical Word. Problem Solving among Children with Dyscalculia	Ayed H. Ziadat International Journal of Instruction, 2022.
A4	The effect of self-regulation empowerment program training on neurocognitive and social skills in students with dyscalculia	Ebrahim Rahbar Karbasdehi; Abbas Abolghasemi; Abbas Ali Hossein Khanzadeh Archives of Psychiatry and Psychotherapy, 2019.
A5	Efectiveness of working memory training among children with dyscalculia: evidence for transfer effects on mathematical achievement—a pilot study	Smail Layes; Robert Lalonde; Yamina Bouakkaz; Mohamed Rebai Cognitive Processing, 2018.
A6	Efficacy of a Computer- Based Learning Program in Children with Developmental Dyscalculia, what Influences Individual	Juliane Kohn; Larissa Rauscher; Karin Kucian; Tanja Käser; Anne Wyszkon; Günter

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

	Responsiveness?	Esser; Michael von Aster. Frontiers in Psychology, 2020.
<b>A7</b>	Persistent Effects of Musical Training on Mathematical Skills of Children With Developmental Dyscalculia	Fabiana Silva Ribeiro; Flávia Heloísa Santos Frontiers in Psychology, 2020.
<b>A8</b>	Mental number line training in children with developmental dyscalculia	K.Kucian; U.Grond; S.Rotzer; B.Henzi; C.Schönmann; F.Planger; M.Gälli; E.Martin; M. von Aster. NeuroImage, 2011.
<b>A9</b>	Short-term numerosity training promotes symbolic arithmetic in children with developmental dyscalculia: The mediating role of visual form perception	Cheng, Dazhi ; Xiao, Qing; Cui, Jiaxin; Chen, Chuansheng; Zeng, Jieying; Chen, Qian; Zhou, Xinlin. Development Science WILEY, 2019.
<b>A10</b>	Working Memory and Numeracy Training for Children With Math Learning Difficulties: Evidence From a Large-Scale Implementation in the Classroom	David Muñoz; Kerry Lee; Rebecca Bull; Kiat Hui Khng; Fiona Cheam; Ridzuan Abd Rahim. Journal of Educational Psychology, 2022.
<b>A11</b>	Design and evaluation of the computer-based training program Calcularis for enhancing numerical cognition	Tanja Käser; Gian-Marco Baschera; Juliane Kohn; Karin Kucian; Verena Richtmann; Ursina Grond; Markus Gross; Michael von Aster. Department of Computer Science, ETH Zurich, Zurich, Switzerland. Frontiers in Psychology, 2013.
<b>A12</b>	An open trial assessment of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia	Anna J Wilson; Susannah K. Revkin; David Cohen; Laurent Cohen; Stanislas Dehaene.
<b>A13</b>	Development of mathematics manipulative for slow learner and dyscalculia student in elementary school by using Montessori's characteristic	C Aprinastuti; B E T Anggadewi; R Suharno; Wiyantari. Journal of Physics: Conference Series, 2020.
<b>A14</b>	MathFun: A Mobile App For Dyscalculia Children	Rizawati Rohizan; Lim Hean; Dr. Siti Azreena Mubin. Journal of Physics: Conference Series, 2020.
<b>A15</b>	The effectiveness of a mobile application "Kalcal" on the learning of mathematics in students with dyscalculia	Hanie Dehghani

Fonte: elaborado pelas autoras, 2022.

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

## ANÁLISE DOS OBJETIVOS DOS ARTIGOS

Em relação à categoria 2, Intervenção neurocognitiva, o foco central são os processos de reabilitação neurocognitivos que possuem relação com os domínios subjacentes à DD. Emergiu a partir dos artigos A2, A3, A4, A5, A7 e A10.

De acordo com Geary (1993) os principais mecanismos implicados na DD relacionam-se com a memória de trabalho, habilidades visuo-espaciais e senso numérico. Baddeley (2001) destaca que a relevância da WM para a aprendizagem matemática já está bem estabelecida. As tarefas de transcodificação numérica entre as notações arábica-verbal e vice-versa também demandam recursos de memória de trabalho. O executivo central é especialmente importante para manter informações por um período de tempo curto, integrar as informações recebidas e se conectar com a memória de longo prazo.

Nesse sentido, os autores do artigo A2 exploram a eficácia de um programa de intervenção de Funções Executivas - FE, baseado em processos de melhoria de componentes envolvidos na aprendizagem aritmética. Os participantes foram incluídos neste estudo com base em seu desempenho no teste WISC-IV e Key-Math. Participaram da pesquisa trinta estudantes do sexo masculino com idades entre 8 e 10 anos com diagnóstico formal de DD.

Os autores dos artigos A3, A4, A5, e A10 convergem em relação à utilização de componentes de FE, a saber: A3 - examinou o papel da intervenção integrada envolvendo o treinamento de memórias e a utilização da técnica Sketchnote – instrução baseada em esquemas e estratégia cognitiva de anotações. Este estudo envolveu participantes da Jordânia com 7 a 8 anos de idade diagnosticados com DD. Os participantes do grupo experimental foram envolvidos tanto na oficina de Skechnote quanto no treinamento baseado em WM.

No artigo A4 é avaliado o efeito do treinamento de autorregulação, habilidades neurocognitivas e sociais em estudantes com DD, verificando o impacto do treino cognitivo na disciplina de Biologia. A amostra foi composta por 26 participantes na faixa etária de 10 a 12 anos com DD, na província de Guilan - Irã em 2018. Foi utilizado um treinamento de auto-regulação constituído de doze sessões.

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

Conforme os autores do estudo, estudantes com DD podem demonstrar dificuldades em habilidades neurocognitivas como atenção, linguagem, processamento visual, espacial e WM. Essas habilidades são o resultado de experiência, treinamento e aprendizado, os quais são propostos na intervenção.

Os autores do artigo A5 utilizam a intervenção baseada em aspectos relacionados a WM. Examina se a capacidade de WM pode ser aprimorada por um programa de treinamento e se os resultados se relacionam com o desempenho matemático; e no A10 apresenta-se o treinamento de WM e sua relação com habilidades numéricas.

No que tange às FE e sua relação com a DD, Uehara *et al.* (2016) ressaltam que as FE constituem um conceito guarda-chuva que envolve funções diversas. Entre elas: controle da atenção, WM, flexibilidade cognitiva, planejamento e monitoramento do próprio desempenho (autorregulação).

Conforme os autores, as FEs são essenciais para consolidar bom desempenho na aprendizagem escolar. A flexibilidade cognitiva é constituída a partir do desenvolvimento do autocontrole e controle da motivação, favorecendo o pensamento estratégico e a resolução de problemas, aspecto essencial para a aprendizagem matemática, em especial para estudantes com DD (UEHARA *et al.*, 2016).

Os autores do artigo A7 verificam o impacto do treinamento musical e os ganhos cognitivos oriundos do programa. Neste estudo, foram avaliados 22 participantes com diagnóstico de DD, de escolas públicas de São Paulo.

Malloy-Diniz *et al.* (2016) destacam que existe reciprocidade entre os substratos neurais e a música. A estimulação musical, ativa circuitos frontoparietais necessários ao desempenho da memória operacional requeridos para aprendizagem matemática. Tal intervenção é baseada em processos, ou seja: treino de determinada habilidade cognitiva como WM, velocidade de processamento, ou habilidades multidomínios que possam ser transferidos para as habilidades matemáticas. Conforme os autores, treinos baseados em processos são os mais efetivos e com maior possibilidade de transferência (MALLOY-DINIZ *et al.*, 2016).

A autora do artigo A15 investiga a eficácia de intervenções neuropsicológicas básicas na reabilitação da DD, as quais provocam a estimulação e o reforço das

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

conexões neuropsicológicas. Essas intervenções envolvem reforço da memória ativa, atenção, funções executivas, percepção visuoespacial e habilidades de linguagem.

Em relação à categoria intervenções computadorizadas, a reabilitação é baseada em jogos computadorizados. Essa categoria emergiu a partir dos artigos A6, A8, A11, A12, A14 e A15. Os treinos computadorizados caracterizam-se por ser baseados em processos restaurativos de determinada habilidade cognitiva, como memória operacional ou velocidade de processamento.

Ribeiro e Santos (2015) destacam que o treino computadorizado proporciona ganhos cognitivos produzidos por mecanismos neuroplásticos. As autoras sugerem que tais procedimentos tendem a produzir transferências proximais. Entretanto, em treinos multidomínios, não é clara a contribuição de cada componente para a generalização das habilidades treinadas.

Quanto as intervenções computadorizadas o uso do Rescue Calcularis é destacado nos artigos A6, A8 e A11. Este programa, se baseia em modelos neurocognitivos do desenvolvimento do processamento numérico e da aritmética. Visa promover o estabelecimento de competências numéricas básicas e precursoras escolares, enfatizando a automatização numérica.

Os autores do artigo A8 desenvolvem e avaliam a intervenção computadorizada Rescue Calcularis. O estudo teve como objetivo desenvolver um programa de treinamento baseado nas habilidades de construção e acesso à linha mental numérica. O programa visa melhorar a representação espacial dos números e o acesso à linha numérica mental. Inclui uma associação aprimorada entre representações de número e espaço, compreensão da ordinalidade, estimativa e habilidades aritméticas.

Nesta perspectiva, Berch (2005) ressalta que o senso numérico engloba a intuição, reconhecimento, habilidades, estrutura conceitual do número e a linha numérica mental. Um senso numérico desenvolvido possibilita a compreensão e o significado numérico e elaboração de estratégias para a resolução de problemas matemáticos. Está atrelado à habilidade de estimação de quantidades e reconhecimento de erros em magnitudes e a compreensão do significado numérico (CORSO; DORNELES, 2010).

Os autores dos artigos A6 e A11 propõem-se a avaliar a eficácia do mesmo programa. O A6 publicado em 2020, apresenta uma pesquisa desenvolvida na

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

Alemanha. Tal estudo, envolveu uma amostragem final de 67 participantes com DD. No artigo A11 o objetivo é avaliar a eficácia do programa Rescue Calcularis. A fase de intervenção utilizou elementos centrais do programa numa amostragem de 32 participantes divididos em grupo controle e experimental.

Os autores do artigo A12 avaliam o programa The Number Race, um software baseado na hipótese de que a DD se deve a um “déficit central” no sentido numérico ou no seu acesso via informação simbólica. Este estudo foi realizado na França em 2006 e contou com o desenvolvimento e avaliação de treino adaptativo. Tal treino é baseado em tarefas de contagem, transcodificação, compreensão da base 10, enumeração, adição, subtração e comparação numérica simbólica e não-simbólica. Em relação à habilidade da transcodificação numérica – TN abordada no software The Number Race, Moura (2014) ressalta que o estabelecimento de elos entre as notações arábicas e verbal é uma das habilidades numéricas fundamentais para a aprendizagem da matemática.

Já os autores do artigo A14 avaliam o Math Fun, um aplicativo móvel, criado seguindo a abordagem Calculic Model, para participantes da Malásia com diagnóstico de DD, no ano de 2020. O estudo tem como foco avaliar a utilização e eficácia do aplicativo.

O artigo A15, publicado em 2015, teve como objetivo desenvolver um software denominado “Kalcal”. Foi construído com padrões de engenharia considerados recentes para intervenções em DD e contou com o auxílio de especialistas na área da Psicologia.

Os programas de treinamento computadorizados, convergem quanto à adequação do tipo de treino, tempo e escolha das tarefas. Utilizam-se de estímulos visuais e auditivos de forma simultânea. Além disso, o nível de habilidade pode ser adaptado, mantendo a motivação na tarefa.

A terceira categoria: intervenções pedagógicas, emergiu da análise dos artigos A1 e A13. Destacam-se, nessa categoria, práticas com a utilização do ábaco chinês a longo prazo no artigo A1. Este estudo foi realizado na China no ano de 2020, envolvendo um total de 479 participantes. As atividades foram incorporadas na rotina escolar e ao final de dois ou três anos os estudantes foram testados.

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*

No artigo A13 utilizou-se da matemática manipulável baseada no método Montessori. Este estudo foi desenvolvido na Indonésia e teve o objetivo de desenvolver estratégias de ensino baseadas no método Montessori para estudantes com DD. O material manipulável Montessori possui características importantes para estudantes com DD, a saber; permite a manipulação concreta, é atraente e dirigido ao desenvolvimento dos sentidos, estão voltados à atenção na cor e contornos de superfície e peso.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ARTIGOS

Quanto aos resultados apresentados na categoria 2 – Intervenção cognitiva destaca-se em A2 que os participantes da intervenção superaram o grupo controle nos componentes de aritmética factual e procedimental e conceitual. Já em relação ao artigo A3 os resultados ressaltam que podem ser usadas abordagens integradas de Sketchnote e WM para aprimorar a habilidade de estudantes com DD para a resolução de problemas.

No A4, os resultados da análise demonstram que o treinamento do programa de autorregulação observou avanço nas habilidades neurocognitivas e sociais em estudantes com DD. A intervenção favoreceu a avaliação e monitoramento do progresso de estudo e a utilização de estratégias de aprendizagens mais favoráveis e eficazes, desenvolvendo a flexibilidade cognitiva dos estudantes. Os resultados do A5 enfatizam que tanto o desempenho em WM quanto em aritmética aumentaram significativamente após a intervenção, indicando uma forte relação entre esses dois construtos.

Em relação ao artigo A7, os dados apontam melhoras até 10 meses após o pós-teste, o que pode ser chamado de remediação. Estudantes com DD retiveram ganhos na compreensão de números e nas tarefas de linha numérica. As alterações na linha numérica, são assumidas pelos autores como uma melhora na cognição numérica, podendo ser estar associada a alterações cerebrais (Kucian *et al.*, 2011).

Estes estudos contribuem para uma intervenção integrada de ambos os domínios do modelo de habilidades matemáticas; habilidades específicas e habilidades gerais. As habilidades específicas do domínio são conhecimentos numéricos gerais. As habilidades de domínio geral constituem-se como a base da capacitação para a manipulação e utilização destes conceitos que estão diretamente ligados às FE (HASSE, 2012).

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

Diante da categorização apresentada é possível perceber que a DD é um transtorno complexo e heterogêneo que afeta o neurodesenvolvimento. As representações numéricas e domínios cognitivos mais gerais, como o controle da atenção e do comportamento, estão entrelaçados com experiências individuais e ambientais. É essencial que esses aspectos sejam considerados durante as intervenções.

Em relação à categoria intervenções computadorizadas os resultados obtidos no artigo A8 demonstram melhoras na representação espacial de números e no raciocínio matemático. O artigo A6 e A11 apontam uma restauração parcial da ativação de processamento numérico e melhoras nas habilidades de treinamento em relação à representação numérica, aritmética e espacial. O artigo A11 ressalta resultados promissores que demonstram melhorias significativas na subtração e na representação numérica.

Na mesma categoria, os autores do artigo A12 ressaltam o aumento de desempenho em tarefas básicas do senso numérico. O teste demonstrou resultados promissores com a utilização do programa em curto espaço de tempo. Houve aumento em relação às habilidades referentes a subtração, no entanto, não foi significativa a melhora em relação aos procedimentos de adição. Conforme os autores, os resultados são consistentes com a ideia de que um déficit central pode ser causado por prejuízo nas ligações entre representações não simbólicas e simbólicas de numerosidade.

Em relação aos artigos A14 e A15, verifica-se que o MathFun e o Kalcal foram considerados softwares projetados e implementados detalhadamente para o aprimoramento do processo de aprendizagem em estudantes com DD e relevantes para o desenvolvimento de habilidades em defasagem.

No que tange aos resultados da categoria 3 – Intervenções pedagógica, os autores do A1 destacam que curso de ábaco pode facilitar o cálculo aritmético e a capacidade de atenção (na tarefa de busca de figuras geométricas). Em A13, enfatiza-se que o material manipulativo da educação Montessori favorece a autoeducação e a possibilidade de verificação e correção de erros. Este material favorece a aprendizagem de conceitos matemáticos básicos.

*Recebido em: 15/10/2022*

*Aceito em: 12/12/2022*



## ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DOS ARTIGOS

Quanto as contribuições elencadas para a categoria 2 – Intervenção neurocognitiva, ressalta-se que os artigos convergem na utilização de componentes das FE. Estes estudos, consideram o modelo de FE como um constructo de importância para suportar procedimentos matemáticos específicos de domínio. Dias e Seabra (2017), identificaram a influência das FE no desenvolvimento de habilidades matemáticas - A2, A3, A4.

Essas pesquisas contribuem com a ciência cognitiva para apresentar um padrão teórico e conceitual mais criterioso para FE e sua relação com os componentes matemáticos. Novas pesquisas podem investigar a interação entre treinamento cognitivo e treinamento matematicamente específico em diferentes faixas etárias e buscar outras abordagens, bem como a durabilidade dessas melhorias, conforme A5.

Além disso, são ressaltados os fundamentos cognitivos e a compreensão dos mecanismos subjacentes à DD nos artigos A2, A3, A4, A5 e A7. Em particular, os autores dos artigos A2, A3, A4 e A5 destacam que estudos futuros devem investigar a interação entre treinamento cognitivo e treinamento matematicamente específico em diferentes faixas etárias e buscar outras abordagens, bem como a durabilidade dessas melhorias. Ademais, os resultados podem possibilitar, conforme consta no artigo A5, que novos estudos de intervenções em FE sejam desenvolvidos e colaborem para que currículos educacionais sejam preparados com base nos componentes fundamentais do desenvolvimento da aritmética, propiciando que a aprendizagem da matemática seja mais efetiva.

Em relação às contribuições elencadas na categoria intervenções computadorizadas o *Calcularis* pode ser usado individualmente, bem como em um ambiente de grupo como um aprimoramento de aprendizagens matemáticas, destacam-se os artigos A6 e A11. Além disso, nos artigos A6, A8 e A11, os estudantes indicam que gostam de treinar com programas computadorizados, pois o ambiente é atraente e promotor de motivação.

O programa *Calcularis* possui uma ampla gama de habilidades matemáticas e individualização e também apresenta desafios para a avaliação, evidenciada nos artigos

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

A6, A8 e A11. Nessa perspectiva, programas de treinamento computadorizados podem fornecer uma colaboração ao ensino em sala de aula convencional com a possibilidade de abordar de forma diferenciada as dificuldades individuais.

Ao utilizar softwares projetados para aprimorar o senso numérico e seu acesso por meio de informações simbólicas, estudantes com DD progrediram na cognição numérica. Conforme os estudos desenvolvidos em A14 e A14, os aplicativos MathFun e Kalcal possibilitam melhoras no aprendizado da matemática e tem potencial para ser utilizado em sala de aula.

Quanto aos resultados da categoria intervenções pedagógicas a utilização do ábaco envolve cálculo mental, cujo processo depende das habilidades de atenção e propiciam seu desenvolvimento. No A13, evidencia-se que a matemática manipulativa pode auxiliar estudantes com dificuldades de aprendizagem e com diagnóstico de DD a desenvolver habilidades matemáticas em defasagem por meio da característica manipulativa e atrativa do material.

## CONCLUSÕES

Esta RSL teve como objetivo analisar propostas de intervenções que possam ser aplicadas em estudantes que possuem - DD e suas contribuições, a partir da consulta nas bases de dados citadas. Considerando o estudo realizado, além das conclusões apresentadas na análise, pode-se perceber que intervenções para DD, neurocognitivas, pedagógicas e computadorizadas vem sendo discutidas e aprimoradas, inclusive que contemplam domínios não numéricos.

Tais intervenções contemplam habilidades importantes para aspectos específicos do tratamento: desenvolvimento de habilidades numéricas básicas, representações espaciais, desenvolvimento do raciocínio aritmético, conhecimento processual e factual. Intervenções com melhores êxitos, estão apoiadas na avaliação diagnóstica e adaptadas ao perfil cognitivo do estudante.

Contudo, ainda existe uma carência de pesquisas sobre intervenções para DD. Isso evidencia a necessidade de que pesquisadores se dediquem ao desenvolvimento de

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

pesquisas que tenham como objetivo a elaboração de intervenções eficazes que propiciem o desenvolvimento de habilidades em defasagem na DD.

Nesta RSL, foram selecionadas 15 pesquisas para análise, ressalta-se que se os descritores e as plataformas de busca fossem outras, seria possível encontrar outras categorias de análise. Contudo, a escassez de literatura e a falta de instrumentos padronizados para a avaliação dificulta o processo de intervenção do psicopedagogo, impedindo-o muitas vezes, de realizar intervenções que de fato reabilitem as habilidades debilitadas.

## REFERÊNCIAS

AVILA, L. A. B.; LIMA, V. M. R.; LARA, I. C. M. Intervenções psicopedagógicas e Discalculia do Desenvolvimento: uma revisão Sistemática da Literatura. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 32, p. 1-21, 2019.

BADDELEY, A. **Essentials of human memory**. East Sussex, UK: Psychology Press, 2001.

BERCH, D. B. Making Sense of Number Sense: Implications for Children With Mathematical Disabilities. **Journal of Learning Disabilities**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 333-339, 2005. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00222194050380040901>. Acesso em: 11 dez. 2022.

BUTTERWORTH, B. The development of arithmetical abilities **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 3-18, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x>. Acesso em: 11 dez. 2022.

COHN, R. Developmental Dyscalculia. **Pediatric Clinics of North America**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 651-668, 1968. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031395516321678>. Acesso em: 11 dez. 2022.

CORSO, L. V.; DORNELES, B. V. Senso numérico e dificuldades de aprendizagem na Matemática. **Psicopedagógica**, [s. l.], v. 27, n. 83, p. 298-309, 2010.

DIAS, N. M.; SEABRA, A. G. School performance at the end of elementary school: Contributions of intelligence, language, and executive functions. **Estudos de Psicologia**, Campinas, v. 34, n. 2, p. 315-326, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-166X2017000200315&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-166X2017000200315&lng=en&tlng=en). Acesso em: 11 dez. 2022.

GEARY, D. C. Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. **Psychological Bulletin**, Wasington, v. 114, n. 2, p. 345-362, 1993.

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

Disponível em: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0033-2909.114.2.345>.  
Acesso em: 11 dez. 2022.

GERSTMANN, J. Some Notes on the Gerstmann Syndrome. **Neurology**, [s. l.], v. 7, n. 12, p. 866–866, 1957. Disponível em: <https://www.neurology.org/lookup/doi/10.1212/WNL.7.12.866>. Acesso em: 11 dez. 2022.

HAASE, V. G. *et al.* Heterogeneidade cognitiva nas dificuldades de aprendizagem da matemática: uma revisão bibliográfica. **Psicologia em Pesquisa**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 139–150, 2012. Disponível em:  
[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-12472012000200007&lng=pt&nrm=i&tlng=pt](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-12472012000200007&lng=pt&nrm=i&tlng=pt). Acesso em: 11 dez. 2022.

KOSC, L. Development Dyscalculia. **Journal of Learning Disabilities can be found**, [s. l.], v. 7, n. 3, mar. p. 163-177, 1974.

KOSC, L. Learning Disabilities: Definition or Specification? A Response to Kavale and Forness. **RASE**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 36-41, 1987.

KUCIAN, K.; VON ASTER, M. Developmental dyscalculia. **European Journal of Pediatrics**, [s. l.], v. 174, n. 1, p. 1–13, 2015. Disponível em:  
<http://link.springer.com/10.1007/s00431-014-2455-7>. Acesso em: 11 dez. 2022.

KUCIAN, Karin et al. Non-Symbolic Numerical Distance Effect in Children With and Without Developmental Dyscalculia: A Parametric fMRI Study. **Developmental Neuropsychology**, [s. l.], v. 36, n. 6, p. 741–762, 2011. Disponível em:  
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87565641.2010.549867>. Acesso em: 11 dez. 2022.

LARA, I. C. M. Discalculia do Desenvolvimento: alguns estudos sobre definições, diagnósticos e intervenções pedagógicas. **Com a Palavra, o Professor**, [s. l.], v. 7, n. 17, p. 235–253, 2022. DOI: 10.23864/cpp.v7i17.839. Disponível em:  
<http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/839>. Acesso em: 11 dez. 2022.

MALLOY-DINIZ, L. F. *et al.* **Neuropsicologia: aplicações clínicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2016.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239-262, jul./sep, 1993.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

MOURA, R. J. **Transcodificação numérica em crianças e adultos de baixa escolaridade**: o papel da memória de trabalho, consciência fonêmica e implicações para a aprendizagem da matemática. 2014. Tese (Doutorado Neurociências) - Programa de Pós-Graduação em Neurociências, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 12/12/2022

PICKERING, C.; BYRNE, J. The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early career researchers. **Higher Education Research and Development**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 534-548, 2014.

RIBEIRO, F. S.; SANTOS, F. H. Métodos específicos para impulsionar a memória. In: Santos, F. *et al.* (org.). **Neuropsicologia hoje**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

SOUZA, Kellcia Rezende; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, [s. l.], v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/EducacaoFilosofia/article/view/29099>. Acesso em: 11 dez. 2022.

THIELE, A. L.; LARA, I. C. M. A formação continuada de professores e suas implicações na compreensão da discalculia. **Revista Signos**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 44-61, 2017.

UEHARA E.; WOODRUFF, E. Treino Cognitivo informatizado. In: MALLOY-DINIZ, L. F. (org.). **Neuropsicologia: aplicações clínicas**. Porto Alegre: ARTMED, 2016. p. 380-391.

UEHARA, E. *et al.* Funções executivas na infância. In: SALLES, J. F.; HAASE, V. G; Malloy-Diniz, L. F. (ed.). **Neuropsicologia do Desenvolvimento: infância e adolescência**. Porto Alegre: Artes Medicas, 2016. p. 17-27.

