

Intervenção Cognitiva Computadorizada: potencialização das habilidades aritméticas para resolução de algoritmos e de problemas de uma estudante com Discalculia do Desenvolvimento

Computerized Cognitive Intervention: enhancement of arithmetic skills for solving algorithms and problems of a student with Developmental Dyscalculia

Intervención Cognitiva Computarizada: mejora de las habilidades aritméticas para la resolución de algoritmos y problemas de un estudiante con Discalculia del Desarrollo

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

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

Lanúzia Almeida Brum Avila (lanuzia.avila@gmail.com)

Educinter, Brasil.

Resumo:

Este estudo é um recorte de uma pesquisa desenvolvida pelo Grupo de Estudos sobre Discalculia do Desenvolvimento da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul que aborda as contribuições de uma intervenção cognitiva computadorizada. Tem como objetivo analisar a potencialização das habilidades matemáticas e as estratégias utilizadas por uma estudante com DD envolvidas na resolução de algoritmos e de problemas de adição e subtração. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, caracterizada como um estudo prospectivo de delineamento experimental de caso único. Para realização da avaliação psicopedagógica, foram utilizados o Subteste de Aritmética – versão 1º ao 5º ano e um Teste piloto com resolução de problemas. Para o processo de intervenção, utilizou-se o *software* Calcularis®. A análise do desempenho da estudante evidencia que a intervenção contribuiu para diminuir o tempo de resposta, aumentar a atenção e a fluência do cálculo e melhorar significativamente seu desempenho na resolução de problemas de adição e subtração.

Palavras-chave: Discalculia do Desenvolvimento; Avaliação; Intervenção Computadorizada; Resolução de problemas.

Abstract:

This study is part of a research developed by the Study Group on Developmental Dyscalculia at the Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul that addresses the contributions of a computerized cognitive intervention. It aims to analyze the enhancement of mathematical skills and the strategies used by a student with DD involved in solving algorithms and problems of addition and subtraction. This is a qualitative research, characterized as a prospective study with a single case experimental design. To carry out the psychopedagogical evaluation, the Arithmetic Subtest – version 1st to 5th year and a pilot test with problem solving were used. For the intervention process, the Calcularis® software was used. The analysis of the student's performance shows that the intervention contributed to reducing

response time, increasing attention and calculation fluency, and significantly improving her performance in solving addition and subtraction problems.

Keywords: Developmental Dyscalculia; Evaluation; Computerized Intervention; Problem solving.

Resumen:

Este estudio es parte de una investigación desarrollado por el Grupo de Estudio sobre Discalculia del Desarrollo de la Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul que aborda las contribuciones de una intervención cognitiva computarizada. Tiene como objetivo analizar la mejora de las habilidades matemáticas y las estrategias utilizadas por un estudiante con DD involucrado en la resolución de algoritmos y problemas de suma y resta. Se trata de una investigación cualitativa, caracterizada como un estudio prospectivo con un diseño experimental de caso único. Para realizar la evaluación psicopedagógica se utilizó el Subtest Aritmético – versión 1° a 5° año y una prueba piloto con resolución de problemas. Para el proceso de intervención se utilizó el software Calcularis®. El análisis del desempeño de la estudiante muestra que la intervención contribuyó a reducir el tiempo de respuesta, aumentar la atención y la fluidez de cálculo, y mejorar significativamente su desempeño en la resolución de problemas de suma y resta.

Palabras-clave: Discalculia del Desarrollo; Evaluación; Intervención Informatizada; Solución de problemas.

INTRODUÇÃO

Historicamente, no Brasil, a componente curricular na qual os estudantes mais apresentam Dificuldades de Aprendizagem – DA é a Matemática. Isso é verificado principalmente nos exames nacionais e internacionais de desempenho. As DA, de acordo com Rotta (2016), são causadas por fatores externos que podem ser escolares, familiares e associados ao próprio estudante.

No entanto, essas dificuldades podem ser mais sérias e não passageiras, causadas por algum transtorno associado a alterações do sistema nervoso central. Em particular, na área da Matemática um dos transtornos é denominado como Discalculia do Desenvolvimento – DD. A prevalência da DD, baseada em estudos epidemiológicos, encontra-se entre 3% e 6,5% (DEVINE; FAWCETT; SZUCS; DOWKER, 2013). Isso demonstra a importância de estudos desenvolvidos nessa temática.

Vários estudos têm sido desenvolvidos, em particular no âmbito do o Grupo de Pesquisas sobre Discalculia do Desenvolvimento da Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – GEPED/PUCRS, com a intenção de compreender mais sobre o transtorno e desenvolver proposta de intervenção que contribuam para aprendizagem de estudantes que

possuem DD. Além disso, comprovam que existem poucas pesquisas, em particular no Brasil, sobre essa temática (AVILA; LIMA; LARA, 2019), tanto em relação a intervenções quanto à criação de instrumentos próprios para a compreensão desse transtorno, criando condições para que os profissionais da área da educação sintam-se desabilitados.

Em uma perspectiva mais cognitivista, Nascimento (2019) mostra que treinos computadorizados são eficazes para potencializar habilidades aritméticas. Pensando nesse tipo de treinamento foi desenvolvida uma pesquisa de doutorado por Avila (2022), que analisou as suas implicações para estudantes com DD resistentes a tratamentos prévios. O foco dessa pesquisa foi analisar o desempenho de estudantes em testes padronizado, entre eles o Subteste de Aritmética – versão 1º ao 5º ano (STEIN; GIACOMONI; FONSECA, 2019). A partir dos dados dos cinco participantes da pesquisa de Avila (2022), um novo direcionamento foi dado à investigação com o objetivo de analisar as contribuições da intervenção para o desenvolvimento de estratégias e habilidades desses estudantes com DD envolvidas na resolução de algoritmos e de situações problema. Limita-se, nesse recorte, a apresentar os resultados de apenas uma estudante em relação às operações de adição e subtração. Vale destacar que este estudo teve o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS.

ALGUNS APORTES TEÓRICOS

Revista Insignare Scientia

Nesta seção são abordados os conceitos mais relevantes para compreensão do problema desta pesquisa, sejam eles: DD; problema matemático; algoritmo; e, resolução de problemas.

Discalculia do Desenvolvimento

Desde a década de 1960, estudos internacionais vêm sendo desenvolvidos. Santos (2017) cita Robert Cohn e Ladislav Košč como os primeiros percussores das pesquisas voltadas aos transtornos de aprendizagem. Cohn (1968) referiu-se à DD como uma disfunção cerebral, com prejuízos significativos para reconhecer e manipular os números. De acordo com o autor (1968, p. 651) as defasagens estão relacionadas a:

(1) failure to develop the ability to recognize number symbols, usually as part of a general language dissolution; (2) the failure to remember the basic operations, or the use of operator and separator symbols; (3) the inability to recall tables and the

failure to "carry" numbers in multiplication; and (4) the inability to maintain proper order of the numbers in the calculations¹.

A DD foi definida por Košč (1970 apud KOŠČ, 1974, p. 166) como sendo uma “[...] *disorder of the special abilities for mathematics without a simultaneous defect in general mental abilities.*”². Corroborando a definição de Košč, von Aster (2000, p. 41) afirma que “[...] *children with DD show a difference between their mental age and their chronological age concerning number processing and calculation abilities.*”³. Conforme os aspectos destacados pelo autor (2000), estudantes com DD apresentam uma diferença significativa das habilidades matemáticas específicas, se comparado com seu desempenho cognitivo.

Jordan (2007), com base em seus estudos, refere que estudantes com DD apresentam defasagens no senso numérico, resolução de problemas e na fluência de fatos aritméticos. Com a mesma perspectiva, Rubistein e Henik (2009, p. 92) definem DD como sendo “[...] *moderate to extreme difficulties in fluent numerical computations that cannot be attributable to sensory difficulties, low IQ or educational deprivation [...]*”⁴.

Estudantes com esse transtorno, de acordo com Kaufmann e von Aster (2012), apresentam sérios comprometimentos das habilidades numéricas básicas, mesmo diante de oportunidades escolares e capacidade intelectual dentro do esperado. Para os autores (2012, p. 769), essas questões podem ser observadas por meio de “[...] *standardized psychometric testing that reveals poor calculating ability despite normal intelligence.*”⁵.

Para Kaufmann, Mazzocco, Dowker, von Aster, Goebel, Grabner, Jordan, Karmiloff-Smith, Kucian, Rubistein, Szucs, Shalev, Nuerk (2013, p. 4) “[...] *DD is a heterogeneous disorder resulting from individual differences in development or function at neuroanatomical, neuropsychological, behavioral, and interactional levels [...]*”⁶. Os autores (2013) apontam

¹ (1) falha no desenvolvimento da capacidade de reconhecer símbolos numéricos, geralmente como parte de uma dissolução geral da linguagem; (2) falha em memorizar as operações básicas, ou o uso de símbolos de operadores e separadores; (3) a incapacidade de lembrar tabelas e o fracasso em “transportar” números na multiplicação; e (4) a incapacidade de manter a ordem adequada dos números nos cálculos (tradução nossa).

² [...] disfunção das habilidades especiais para matemática sem um defeito simultâneo nas habilidades mentais gerais (tradução nossa).

³ [...] crianças com DD apresentam uma diferença entre sua idade mental e sua idade cronológica em relação ao processamento de números e habilidades de cálculo (tradução nossa).

⁴ [...] dificuldades moderadas a extremas em cálculos numéricos fluentes que não podem ser atribuíveis às dificuldades sensoriais, baixo QI ou privação educacional (tradução nossa).

⁵ [...] teste psicométrico padronizado que revela habilidade de cálculo pobre, apesar da inteligência normal (tradução nossa).

⁶ DD é um distúrbio heterogêneo resultante de diferenças individuais no desenvolvimento ou função nos níveis neuroanatômico, neuropsicológico, comportamental e interacional (tradução nossa).

que a compreensão dessas diferenças entre o perfil dos estudantes com DD, pode auxiliar o processo de avaliação e intervenção.

Nessa perspectiva, Haase, Costa, Michelli, Oliveira e Wood (2011) definem DD como entidade nosológica, comprometendo as habilidades aritméticas. Em relação à DD, Haase *et al.* (2011) mencionam que estudantes com esse transtorno podem apresentar problemas relacionados ao senso numérico, habilidades de contagem em defasagens, dificuldades na transcodificação numérica e problemas na resolução operações de adição, subtração, multiplicação e divisão.

De acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) (APA, 2014), os principais sintomas da DD são: dificuldades na construção do número que se caracterizam por inversões; na leitura de números; em realizar adições simples; falhas na distinção dos sinais das operações; em decifrar de modo correto o valor dos numerais com vários dígitos; na memorização de dados numéricos; em armar a conta matemática e disposição no espaçamento errado de números com operações de multiplicação e divisão.

No que se refere à caracterização da DD, além de definir esse transtorno Košč (1974) classificou em seis categorias, na intenção de destacar minuciosamente as habilidades em defasagem na DD. No quadro 1, apresenta-se detalhes das seis categoriais definidas.

Quadro 1- Classificação das categorias de DD.

Categorias	Habilidades matemáticas em defasagem
Discalculia verbal	Defasagens em relação às habilidades verbais quanto aos termos e relações matemáticas (nomeação, quantificação e identificação de um numeral ditado).
Discalculia practognóstica	Defasagens na manipulação matemática de objetos reais ou em figuras (enumeração, comparação e estimativa de quantidades).
Discalculia léxica	Defasagens em relação à leitura dos símbolos matemáticos (leitura dos sinais de operações e dos numerais).
Discalculia gráfica	Defasagens na escrita dos símbolos matemáticos (escrita e cópia dos numerais).
Discalculia ideognóstica	Defasagens em relação à compreensão de conceitos matemáticos e a execução das operações mentais (resolução de somas e subtrações simples).
Discalculia operacional	Defasagens na resolução de operações (troca de sinais e transporte nos cálculos).

Fonte: Elaborado pelas autoras baseando-se em Košč (1974).

Considerando os dados do Quadro 1, verifica-se a preocupação do autor em definir categorias de DD, na intenção de classificar o aspecto cognitivo e genético, possibilitando um olhar específico sobre o perfil cognitivo desse estudante. Essa tentativa, torna-se importante na medida em que a categorização propicia que a potencialização tenha como foco as áreas em defasagem, ou seja, aquelas que se encontram debilitadas (LARA; FRARE; AVILA; PIMENTEL, 2017). Preocupações essas que permeiam o GEPED/PUCRS. Alguns estudos desenvolvidos no âmbito do grupo fundamentam-se nas ideias defendidas por Košč (1974), pois sua classificação, conforme Lara *et al.* (2017) possibilita o olhar minucioso acerca das habilidades matemáticas em defasagem em cada uma das categorias de DD além de poderem ser combinadas com outros transtornos. Adicionado a isso, Lara (2022, p. 247) afirma que: “Pensar no desempenho desses estudantes a partir das diferentes categorias de DD possibilita ao professor e ao pesquisador irem além de uma análise restrita das habilidades envolvidas na resolução de operações.”, pois “Quando o professor consegue identificar as dificuldades específicas em seus estudantes, torna-se possível pensar em atividades que considerem a potencialização de tais defasagens.” (LARA, 2022, p. 247).

Conforme a pesquisa desenvolvida por Cardoso e Lara (2021, p. 400): “O treinamento de algoritmos não garante que o estudante desenvolverá, neste caso, a sua estrutura aditiva e pense matematicamente para resolver problemas.”. Diante disso, os autores mostram que estudantes que possuem Discalculia Operacional podem ser capazes de resolver problemas. Além disso, é relevante identificar o tipo de DD, pois segundo Lara (2022, p. 249), “[...] mais eficazes se tornarão as intervenções pensadas com o objetivo de reabilitar os comprometimentos matemáticos e potencializar as habilidades detectadas.”.

Problema e resolução de problemas

Polya (2006), define o problema como sendo algo a ser resolvido, para o qual não se tem solução imediata. De forma semelhante, Onuchic e Allevato (2011, p. 81) afirmam que um problema “[...] é tudo aquilo que não se sabe fazer, mas que se está interessado em fazer.”. Restringindo-se ao contexto de ensino da Matemática, as autoras complementam que “[...] um problema matemático é entendido como uma determinada situação que não seja de total conhecimento do estudante e na qual não estejam explícitos quais métodos ou caminhos devem ser utilizados em sua resolução.” (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 82).

A partir dessa afirmação é perceptível a existência de diferenças entre resolver problemas e resolver exercícios, ou ainda, algoritmos. Tal diferenciação é feita por Pozo e Pérez (1998) ao afirmarem que ambos, exercício e problemas estão relacionados aos objetivos que são capazes de alcançar ao serem propostos aos estudantes. O exercício consolida as habilidades instrumentais básicas, enquanto que a resolução de problemas necessita da criação e do uso de estratégias, exigindo do estudante tomada de decisões no momento em que elabora um plano para resolver o problema e pensa sobre o melhor caminho a ser seguido para encontrar a solução aceitável.

No caso desta pesquisa é fundamental que o estudante investigado se sinta à vontade para escolher suas estratégias de resolução. Vale ressaltar que dependendo da categoria em que se enquadra o estudante com DD, ele pode ter prejuízo nas habilidades mnemônicas para resolver exercícios que necessitem de regras e, ao mesmo, tempo ter fluência no cálculo e criar boas estratégias para resolver problemas, como mostra a pesquisa de Cardoso e Lara (2021).

Para Polya (2006), a resolução de problema é um processo com o objetivo de investigação de um ato para atingir um propósito que deseja alcançar, mas que não tem certeza se vai concretizá-lo. Dessa forma, compôs quatro etapas para a solução de problemas, as quais são: **compreender o problema; elaboração de um plano; executar o plano; retrospecto** (POLYA, 2006). Nessas etapas, percebe-se o quão resolver problemas diverge da resolução de exercícios e algoritmos, em particular em relação às habilidades envolvidas.

De acordo com Polya (2006), a primeira etapa, **compreensão do problema**, consiste em compreender o que está no enunciado do problema, identificar os dados apresentados e as condições do problema; refletir sobre a possibilidade de fazer uma representação por meio de uma figura, esquema ou diagrama para ilustrar a situação e, ainda, estimar uma possível resposta (POLYA, 2006). Na segunda etapa, **elaboração de um plano**, o estudante deverá criar um plano de resolução, envolvendo estratégias, buscando fazer relações entre a situação a ser resolvida e outras situações já vivenciadas, tenta organizar os dados do problema e busca resolvê-lo por partes (POLYA, 2006). A terceira etapa, **execução do plano**, é o momento em que o estudante deve executar o plano elaborado, passo a passo conforme as estratégias que pensou (POLYA, 2006). Finalmente, na quarta etapa, retrospecto, fará a verificação da solução obtida examinando se a solução encontrada está correta, se existem outros modos de resolver o problema e refletindo se as estratégias elaboradas poderão ser úteis para resolução de problemas semelhantes (POLYA, 2006).

Algoritmos

Para Ifrah (1994, p. 95): “Os algoritmos são instrumentos desenvolvidos para tornar o cálculo mais simples por economizar tempo e facilitar sua realização através da generalização dos passos.”. De modo análogo, Usiskin (1995, p.7) define algoritmo como um “[...] procedimento ou uma sequência de procedimentos, com um número finito de passos, destinado a executar uma tarefa que se deseja realizar.”.

Cardoso e Lara (2021, p. 385) destacam que: “Na prática, percebe-se que nas aulas os estudantes têm a tendência de memorizar os procedimentos do algoritmo para a resolução dos problemas propostos, mas não conseguem ter o discernimento de escolher o caminho para encontrar a resposta.”.

Diante disso e das etapas de resolução de um problema, supracitadas, é possível perceber que resolver um problema exige que o estudante mobilize mais do que a habilidade de resolver algoritmos, muitas vezes adquirida de modo mecânico. Ademais, cria condições para que o estudante se torne o protagonista de sua aprendizagem criando hipóteses, levantando questionamentos e criando suas próprias estratégias de resolução.

De acordo com Kamii e Housman (2002), os algoritmos são prejudiciais para aprendizagem pois: “[...] encorajam a criança a abandonar seu próprio pensamento [...]” e “[...] “desensinam” valor posicional, desse modo impedindo as crianças de desenvolver o senso numérico.” (KAMII; HOUSMAN, 2002, p. 100).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa, pois analisa qualitativamente os resultados da estudante nos instrumentos de avaliação. Trata-se de estudo prospectivo de delineamento experimental de caso único, em que o estudante é analisado individualmente, servindo como seu próprio controle, sendo avaliado seu desempenho antes, durante e após a intervenção.

Para realização do processo de avaliação psicopedagógica, dentre os testes utilizados, no respectivo artigo, relata-se os resultados da estudante no Subteste de Aritmética – versão 1º ao 5º ano (STEIN; GIACOMONI; FONSECA, 2019), constituído por 37 exercícios comparando seu desempenho no Teste Piloto do 1º ao 5º ano, com 15 problemas, elaborado

pela pesquisadora Dra. Isabel Cristina Machado de Lara, na avaliação pré-intervenção e pós-intervenção. Este artigo, delimita-se aos resultados da estudante na resolução de oito algoritmos retirados do Subteste de Aritmética e de oito problemas, com os mesmos números envolvidos nos algoritmos, retirados do Teste Piloto.

Referente à intervenção, foi realizado com a estudante o *Calcularis®* (KÄSER *et al.*, 2013), comercializado pela companhia Dybuster. O *Calcularis®* foi desenvolvido baseado na teoria neurocognitiva de cognição numérica estudada por Kohn, Rauscher, Kucian, Käser, Wyschkon, Günter, von Aster (2020). Conforme os autores (2020), o TCC tem como objetivo automatizar representações de números, melhorar o acesso à reta numérica mental e treinar operações aritméticas, desenvolvendo as habilidades matemáticas, por meio de jogos que se adaptam ao desempenho dos estudantes, focando-se assim, nas dificuldades individuais.


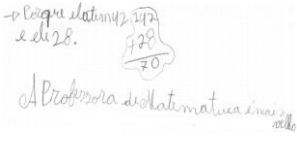

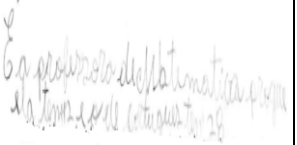
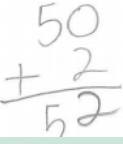
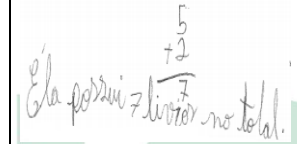

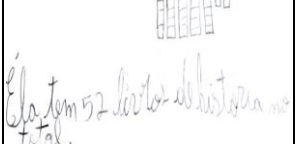

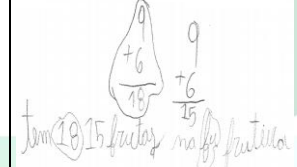

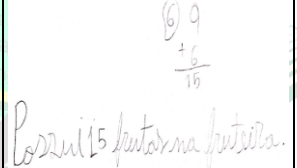
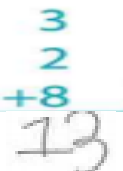
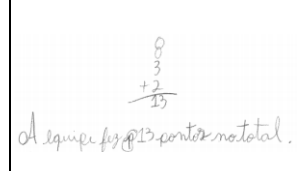
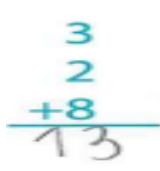
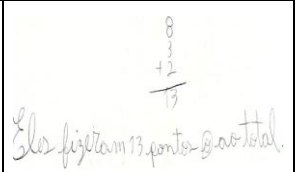
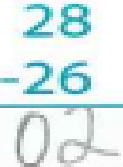
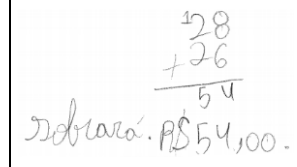

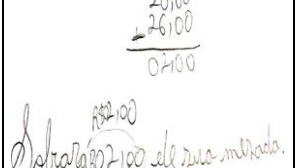
Foram realizadas 25 sessões, três vezes por semana, com cerca de 20 minutos, com dias e horários estabelecidos. Devido ao contexto pandêmico, as sessões de intervenção foram realizadas por meio de vídeo chamada pela plataforma Google Meet. Vale ressaltar, que o projeto original foi aprovado pelo Comitê de Ética da PUCRS e os termos de consentimento e de assentimento assinados.

Sobre a estudante que participou desta pesquisa, uma menina de 11 anos que cursava o 5º ano do Ensino Fundamental, chamada Bruna, nome fictício. Na anamnese realizada com os pais, eles relataram que desde o 2º ano a estudante começou a apresentar dificuldades em leitura e em Matemática e, mesmo tendo acompanhamento de psicopedagoga e aulas particulares, teve poucos avanços. Bruna tem QI Total de 89, com classificação Média Inferior, com diagnóstico de transtornos relacionados a F90.0 (predomínio da desatenção), R48.0 (Dislexia e outras disfunções simbólicas) e F81.2 (Transtorno específico da habilidade em aritmética - Discalculia).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na intenção de comparar o desempenho da estudante no Subteste de Aritmética (TDE II) e no Teste Piloto do 1º ao 5º ano, apresentam-se os resultados obtidos por Bruna nas avaliações realizadas pré e pós-intervenção. O Quadro 2 apresenta, na forma de questões, a resolução desenvolvida por Bruna nas oito questões sobre adição e subtração que apresentavam um algoritmo retirado do Subteste de Aritmética ao lado do respectivo problema retirado do Teste Piloto.

Quadro 2 – Resoluções apresentadas pela estudante nas questões

Pré-intervenção		Pós-intervenção	
<p>- Questão 1 – Subteste: Circule o maior 28 ou 42? Teste Piloto: A professora de Matemática tem 42 anos e o professor de Língua Portuguesa tem 28 anos. Quem é mais velho? Por quê?</p>			
Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto	Algoritmo – Subteste	Problema – Teste Piloto
			
Correto	Correto	Correto	Correto
<p>- Questão 2 – Subteste: 5 dezenas e 2 unidades é: Teste Piloto: Aninha está organizando seus livros em uma estante, ela possui 5 dezenas de livros de histórias de aventura e 2 unidades de livro de história policial. Quantos livros Aninha possui no total para organizar na estante?</p>			
Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto	Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto
			
Correto	Incorreto	Correto	Correto
<p>- Questão 3 – Subteste: $9 + 6 =$ Teste Piloto: Uma fruteira possui 9 maçãs e 6 laranjas. Quantas frutas tem na fruteira?</p>			
Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto	Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto
			
Correto	Correto	Correto	Correto
<p>- Questão 4 – Subteste: $3 + 2 + 8 =$ Teste Piloto: Em um jogo formado por trios, Marcia, Carlos e Joao estavam na mesma equipe. Se marcha fez três pontos, Marcos dois pontos e João oito pontos, quantos pontos a equipe fez ao total?</p>			
Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto	Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto
			
Correto	Correto	Correto	Correto
<p>- Questão 5 – Subteste: $28 - 26 =$ Teste Piloto: Antônio tem R\$ 28,00 guardados de sua mesada. Ele quer comprar um livro que custa R\$ 26,00. Se Antônio comprar o livro, sobrará ou faltará dinheiro de sua mesada? Quanto?</p>			
Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto	Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto
			
Correto	Incorreto	Correto	Correto
<p>- Questão 6 – Subteste: $3.458 + 2.440 =$</p>			

Teste Piloto: Em uma escola de Ensino Fundamental e Ensino Médio, estão matriculados 3.458 estudantes no Ensino Fundamental e 2.440 estudantes no Ensino Médio. Qual o total de estudantes matriculados nessa escola?

Algoritmo - Subteste	Problema – Teste Piloto	Algoritmo – Subteste	Problema – Teste Piloto
Correto	Incorreto	Correto	Correto

- Questão 7 – Subteste: $9.812 - 5.201 =$
Teste Piloto: Paula tinha 9.812 seguidores em seu Instagram. No mês passado, 5.201 pessoas deixaram de segui-la. Com quantos seguidores Paula ficou?

Algoritmo - Subteste	Problema - Teste Piloto	Algoritmo – Subteste	Problema – Teste Piloto
Incorreto	Incorreto	Correto	Incorreto

- Questão 8 – Subteste: $506 - ? = 375$
Teste Piloto: Gabriel tinha 506 fichas quando iniciou um jogo. Ao final, Gabriel ficou com 375 fichas. O que aconteceu com Gabriel durante o jogo, perdeu ou ganhou? Quantas fichas?

Algoritmo - Subteste	Problema - Teste Piloto	Algoritmo – Subteste	Problema – Teste Piloto
Incorreto	Incorreto	Incorreto	Incorreto

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos protocolos da avaliação da estudante (2022).

Antes de realizar a intervenção, Bruna acertou seis dos oito algoritmos e apenas três dos oito problemas. Após a intervenção seu número de acertos na resolução de algoritmos aumentou para sete e de problemas aumentou significativamente para seis. Na avaliação pré-intervenção, considerando os resultados obtidos por Bruna, a partir da correção e análise qualitativa de seu desempenho, no Subteste, constataram-se dificuldades na subtração sem retorno de números com quatro dígitos no minuendo e no subtraendo ($9.812 - 5.201 =$) e na subtração na forma de equalização com números de três dígitos ($506 - ? = 375$). Referente ao Teste Piloto, as dificuldades observadas durante a resolução dos problemas, foram relacionadas à compreensão do valor posicional, subtração sem retorno com números de dois e quatro dígitos no minuendo e no subtraendo, adição sem transporte com números de quatro dígitos na primeira e segunda parcela e subtração de equalização com números de três dígitos.

Após o período de intervenção, no Subteste, Bruna potencializou as habilidades matemáticas referente à subtração sem retorno de um algoritmo com números de quatro

dígitos no minuendo e no subtraendo. Entretanto, permaneceu apresentando erro na subtração de equalização com números de três dígitos.

No Teste Piloto, a estudante teve avanços na resolução de problemas que envolveram o valor posicional, subtração sem retorno com números de dois dígitos no minuendo e no subtraendo e adição sem transporte com números de quatro dígitos na primeira e segunda parcela. Contudo, ainda apresentou dificuldade nos problemas de subtração sem retorno com números de quatro dígitos no minuendo e no subtraendo e subtração de equalização com números de três dígitos. As subtrações com retorno, foram resolvidas sem êxito tanto antes, quanto depois da intervenção.

Foi possível verificar que Bruna cria diferentes estratégias para resolver algoritmos e problemas. Em todos os problemas, tanto antes quanto depois das intervenções Bruna recorre à resolução de um algoritmo para encontrar a solução e em todos eles, demonstra compreender o enunciado e decidir pela operação correta, demonstrando que não possui indícios fortes de Discalculia Ideognóstica, uma vez que abstraiu os conceitos adição e subtração.

Com o objetivo de analisar qualitativamente as estratégias utilizadas por Bruna para resolver os algoritmos e os problemas, cada questão será abordada separadamente.

Referente à questão 1, a estudante obteve êxito no Subteste, na avaliação pré e pós-intervenção, respondendo oralmente o maior número. No teste piloto realizado antes da intervenção, em um primeiro momento, Bruna leu 43 e depois 42, sendo necessário a psicopedagoga reler o problema. Em seguida, na tentativa de obter a resposta, armou o algoritmo, somando a idade dos professores, porém deu-se conta de seu erro e circulou⁷ o algoritmo. Releu o problema e conseguiu interpretar corretamente, e respondeu que a professora era a mais velha. Após, o período de intervenção, a estudante leu o problema e respondeu corretamente. É possível perceber que mesmo com o laudo de DD, Bruna foi capaz de reconhecer a magnitude dos números.

Para responder à questão 2 do Subteste, na avaliação pré-intervenção, Bruna utilizou como estratégia armar o algoritmo, necessitando realizar a contagem nos dedos, para obter o valor posicional. Após a intervenção, obteve o valor posicional, sem necessidade de registro do algoritmo. Na tentativa de resolver o problema, no Teste Piloto, a estudante somou as

⁷ Em todos os instrumentos de avaliação, foi combinado com a estudante para não utilizar borracha e quando se desse conta de algum erro, era para circular e fazer o registro correto.

dezenas e unidades, não obtendo êxito em sua resposta, na avaliação realizada antes da intervenção com o Calcularis®. Na avaliação após a intervenção, a estudante utilizou como estratégia para resolver o problema, fazer o registro pictórico representando o valor posicional. Vale ressaltar que alguns jogos propostos pelo Calcularis® utilizam a representação visual do número na Base 10. A escolha estratégica de Bruna, por meio da representação pictórica pós-intervenção, demonstra que ela construiu o conceito dezena e unidade e que a representação dos numerais que compõe o número 52 ganharam significado o qual corresponde ao valor posicional que cada numeral ocupa no número.

Em relação à questão 3, a realização do algoritmo do Subteste na avaliação pré-intervenção, foi realizada pela estudante usando-se da contagem dos dedos, para obter o resultado, tendo êxito em sua resolução. Durante a execução do algoritmo, Bruna mencionou que “guardou o nove na cabeça”. Na avaliação pós-intervenção, a estudante usou-se do cálculo mental para resolver a adição, obtendo o resultado correto. Referente ao problema, do teste piloto, aplicado antes da intervenção, a estudante fez a leitura rapidamente e logo armou o algoritmo. Antes de fazer o registro da resposta por extenso, releu o problema, contou novamente nos dedos e deu-se conta que sua resposta estava errada. Bruna circulou seu erro e refez o algoritmo, obtendo a resposta correta. Após as intervenções, a estudante leu o problema, armou o algoritmo e obteve a resposta correta. Nessa questão a operação de adição envolve o esquema de acrescentar, o qual, conforme Kamii e Housman (2002), esse é o tipo de problema mais simples para os estudantes caracteriza o esquema mental envolvido na resolução de problemas de adição, com o sentido de juntar, adicionar ou acrescentar. Bruna demonstra que já construiu os números até 10, sendo capaz de abstrair a primeira parcela e contar para frente até encontrar o resultado. Kamii e Housman (2002) explicam que a inclusão hierárquica é uma das relações lógicas envolvidas na construção do número. Desse modo, essa construção se efetiva quando o estudante é capaz de abstrair a parcela maior e contar para frente acrescentando todas as unidades da parcela menor.

Ao realizar o algoritmo da questão 4 do Subteste, na avaliação pré-intervenção, a estudante mencionou “Começo no oito, guardo oito na cabeça”, posteriormente utilizou-se dos dedos para adicionar mais dois, obtendo dez e após mais três, mencionando o total 13, tendo êxito em sua resolução. Na avaliação pós-intervenção, a estudante usou-se do cálculo mental para resolver a adição, obtendo o resultado correto. No teste piloto, ao resolver o problema, aplicado antes da intervenção, a estudante fez a leitura e logo armou o algoritmo, explicando “o maior sempre em cima”, necessitando utilizar os dados para obter a resposta.

Após o período de intervenção, Bruna leu o problema, armou o algoritmo e utilizou-se como estratégia para a resolução, o cálculo mental. Ao utilizar-se da contagem para frente, novamente Bruna reitera a construção dos números até 10. Ao mencionar que o número de maior valor vai sempre em cima, demonstra uma regra memorizada, possivelmente por técnicas desenvolvidas em sala de aula. No entanto, ressalta-se que para resolver uma adição, multiplicação ou uma divisão essa regra nem sempre é aplicada.

No Subteste, na avaliação pré-intervenção, Bruna ao realizar a questão 5, contou oito nos dedos e depois “baixou” seis dedos, para fazer a subtração, e para subtrair dois de dois, usou-se da mesma estratégia. Na avaliação pós-intervenção, a estudante usou-se do cálculo mental para resolver a subtração, obtendo o resultado correto. No teste piloto, ao resolver o problema, aplicado antes da intervenção, a estudante leu o problema e armou um algoritmo aplicando a adição ao invés da subtração. Na avaliação pós-intervenção, a estudante em um primeiro momento armou o algoritmo, novamente usando a adição, mas logo deu-se conta e mencionou, “eita já tava botando mais, mas é menos”, realizando o cálculo mentalmente e obtendo êxito na resolução do problema. Uso demonstra que Bruna teve mais atenção e cuidado na interpretação que fez do enunciado do problema após a intervenção, dando-se conta do seu próprio erro.

Na questão 6, ela utiliza o cálculo mental e a contagem dos dedos, tanto antes, quanto depois da intervenção. O erro cometido refere-se à adição de um número a zero, que mesmo contando nos dedos, resulta em zero. Porém, após a intervenção ela demonstra ter compreendido que zero não altera o número ao qual é adicionado e nem utiliza os dedos para encontrar o resultado correto. Além disso, mostra-se mais atenta ao se dar conta que o problema era de “mais” e ela estava iniciando de “menos”.

Para questão 7, em todas as resoluções, pré e pós-intervenção, utiliza-se de algoritmos, cálculo mental e contagem nos dedos. Vale destacar que troca o sinal – por + e afirma “Deu esse número, mas eu não sei falar”, o que se deve ao fato de possuir diagnóstico de Dislexia e outras disfunções simbólicas. Porém depois da intervenção faz mais rápido, o que evidencia uma maior fluência no cálculo. Destaca-se que antes da intervenção afirma: “O zero não conta.”, escrevendo $1 - 0 = 0$ tanto no algoritmo quanto no problema. Seu entendimento muda após a intervenção, acertando o algoritmo, mas voltando a cometer o mesmo erro na resolução do problema. Nessa questão, o problema de subtração é do tipo separação, rapidamente compreendida por Bruna. Para Kamii e Housman (2002), esse é o tipo de problema de subtração mais simples para os estudantes.

A questão 8 refere-se a uma subtração do tipo equalização, na qual se apresenta o todo subtraído de uma parte não conhecida, resultando na outra parte conhecida como resto. Segundo Kamii e Housman (2002), a equalização é um dos tipos mais difíceis de subtração, uma vez que o estudante deve elaborar um algoritmo resolvendo uma subtração entre o todo e a parte apresentada inicialmente como o resto. Antes da intervenção Bruna tenta explicar uma solução apenas oralmente, afirmando: “Vou colocar o número que acho”. Contudo, depois da intervenção elabora um algoritmo, mas sem sucesso, mantendo a ideia que o zero não conta, fazendo $0 - 7 = 7$, demonstrando não ser capaz de resolver subtração com retorno, além de uma memorização de regra não compreendida por ela.

Embora erre os problemas, Bruna demonstra ser capaz de perfazer algumas etapas previstas por Polya (2006). Ela interpreta o problema, elabora um plano, executa o plano, mas não é capaz de fazer um retrospecto identificando seu erro em todos os problemas. Capacidade essa, já demonstrada antes da intervenção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar este artigo, vale acrescentar, além das conclusões supracitadas, que a análise do desempenho da estudante evidencia que a intervenção contribuiu para diminuir o tempo de resposta, aumentar a atenção durante a resolução de algoritmos e de problemas, bem como a fluência do cálculo das operações de adição e subtração. Portanto, observam-se avanços significativos na resolução das operações aritméticas de adição e subtração com números naturais.

Esse progresso na resolução dos algoritmos, pode ser justificado pelo modo como foi proposto as intervenções com o Calcularis®. Em um primeiro momento, Calcularis® propõe jogos envolvendo operações de adição e subtração, representando os resultados por meio de esferas, ou seja, de modo pictórico permitindo um estímulo visual. Em seguida, operações com números na forma arábica, as quais foram resolvidas usando-se da representação de unidades e dezenas e por meio de uma linha numérica. Somente após Bruna ter adquirido as habilidades mencionadas anteriormente, os jogos avançaram para exercícios envolvendo o cálculo mental.

Adicionado a isso, verificou-se a potencialização de habilidades fundamentais para resolver problemas de adição e problemas de subtração sem retorno com dois dígitos. No

Calcularis® não há nenhum jogo específico envolvendo a resolução de problemas, contudo alguns jogos possibilitam potencializar habilidades necessárias para essa resolução.

Tais resultados evidenciam contribuições significativas da utilização do Calcularis®, ressaltando que dependendo do grau de gravidade do transtorno, em se tratando de leve, moderado e grave, sugere-se um número maior de sessões para que possam avançar no processo de aprendizagem. Os resultados de Bruna, reforçam a importância dos estudos de Kohn *et al.* (2020) desenvolvidos com um número de 42 sessões do TCC Calcularis®. Segundos os autores, um número maior de sessões poderia resultar na potencialização de outros domínios, os quais em apenas 25 sessões de intervenção não são suficientes, como é o caso da estudante, em que treinou somente jogos envolvendo o domínio adição e subtração, com números de um dígito e subtração com números de um e dois dígitos.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **DSM-5**: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2014.

AVILA, L. A. B. **Intervenção cognitiva computadorizada para estudantes com Discalculia do Desenvolvimento resistentes a tratamentos prévios**. Porto Alegre, 2022. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2022.

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.

COHN, R. Developmental Dyscalculia. **Pediatric Clinics of North America**, p. 651-668, 1968.

CARDOSO, J. R. B; LARA, I. C. M. Resolução de algoritmos e de problemas de adição e subtração: uma análise de estratégias utilizadas por estudantes com diagnóstico ou prognóstico de Discalculia do Desenvolvimento. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 28, n. 1, Passo Fundo, p. 380-402.

DEVINE, A.; FAWCETT, K.; SZUCS, D.; DOWKER, A. Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. **Learning and Instruction**, v. 27, p. 31-39, 2013.

HAASE, V. G.; COSTA, D. S.; MICHELLI, L. R.; OLIVEIRA, L. F. S.; WOOD, G. O estatuto nosológico da discalculia do desenvolvimento. In: CAPOVILLA, F. C. (Org.). **Transtornos de aprendizagem 2**: Da análise laboratorial e da reabilitação clínica para as políticas públicas de prevenção pela via da educação, Memnon Edições Científicas: São Paulo, 2011. p. 139-144.

IFRAH, G. **Os Números**: história de uma grande invenção. Tradução Stella Maria de Freitas Senra: revisão técnica Antônio José Lopes. 7 ed. São Paulo: Globo, p.90 – 100, 1994.

JORDAN, N.C. Do words count? Connections between mathematics and reading difficulties. In D. B. Berch; M. M. Mazocco (Eds.), **Why is math so hard for some children?** The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities Baltimore, MD: Paul H. Brookes, 2007, p. 107-120.

KAMII, C.; HOUSMAN, L. B. **Crianças pequenas reinventam a aritmética**: implicações da teoria de Piaget. Tradução Cristina Monteiro. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

KÄSER, T.; BASCHERA, G-M.; KOHN, J.; KUCIAN, K.; RICHTMANN, V.; GROND, U.; GROSS, M.; VON ASTER, M. Design and evaluation of the computer-based training program *Calcularis* for enhancing numerical cognition. **Frontiers in Psychology**, v. 4, p. 1-13, agos. 2013.

KAUFMANN, L.; MAZZOCCO, M. M.; DOWKER, A.; VON ASTER, M.; GOEBEL, S. M.; GRABNER, R. H.; JORDAN, N. C.; KARMILOFF-SMITH; A. D.; KUCIAN, K.; RUBISNTEIN, O.; SZUCS, D.; SHALEV, R.; NUERK, H-C. Dyscalculia from a developmental and differential perspective. **Frontiers in Psychology**, v. 4(516), p. 1-5, 2013.
KAUFMANN, L.; VON ASTER, M. The Diagnosis and Management of Dyscalculia. **Dtsch Arztebl Int**, 109(45), p. 767-768, 2012.

KOHN, J.; RAUSCHER, L.; KUCIAN, K.; KÄSER, T.; WYSCHKON, A.; GÜNTER, E.; VON ASTER, M. Efficacy of a Computer-Based Learning Program in Children With Developmental Dyscalculia. What Influences Individual Responsiveness? **Frontiers in Psychology**, v. 11, p. 1-14, jul. 2020.

KOŠČ, L. Developmental Dyscalculia. **Journal of Learning Disabilities can be found at**, v. 7, n. 3, p.163-177, marc. 1974.

LARA, I. C. M. Discalculia do Desenvolvimento: alguns estudos sobre definições, diagnósticos e intervenções pedagógica. **Com a Palavra o Professor**, v. 7, n. 17, Vitória da Conquista, p. 235-253, 2022.

LARA, I. C. M.; FRARE, J. P. N.; AVILA, L. A. B.; PIMENTEL, L. S. A resolução de algoritmos de Adição e Subtração. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DE MATEMÁTICA, Canoas, 2017, **Anais do VII Congresso Internacional de Ensino de Matemática**, Canoas: ULBRA, p.1-13, 2017.

NASCIMENTO, J. M. **Efeitos de uma intervenção computadorizada sobre a ansiedade à matemática em crianças com Discalculia do Desenvolvimento**. 2019. Dissertação (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2019.

ONUCHIC, L. da R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, SP, v. 25, n. 41, p. 73-98. 2011.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**: um novo aspecto do método matemático. 2. ed. Tradução e adaptação de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

RIESGO, R. S. (Org.). **Transtornos da aprendizagem**: Abordagem neurobiológica e multidisciplinar. São Paulo: Artes Médicas, 2016. p. 94-104.

ROTTA, N. T. Dificuldades para aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; SANTOS, F. H. (Orgs.). **Discalculia do desenvolvimento**. São Paulo: Person Clinical, 2017.

STEIN, L. M.; GIACOMONI, C. H.; FONSECA, R. P. Livro de aplicação TDE II Subteste de Aritmética. In: STEIN, L. M.; GIACOMONI, C. H.; FONSECA, R. P. (Orgs.). **TDE II**: Teste de Desempenho Escolar. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2019.

USISKIN, Z. Concepções sobre a álgebra da escola média e utilizações das variáveis. In: COXFORD, A. F.; SHULTE, A. P. **As ideias da álgebra**. São Paulo: Atual, 1995.

VON ASTER, M. Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: varieties of developmental dyscalculia. **European Child & Adolescent Psychiatry**, v. 9(2), p. 41-57, 2000.

