



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CRISTIANE ARAUJO DINIZ

APROXIMAÇÕES ENTRE OS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E A
DISCALCULIA: uma revisão bibliográfica no ensino de matemática.

SÃO LUÍS

2023

CRISTIANE ARAUJO DINIZ

**APROXIMAÇÕES ENTRE OS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E A
DISCALCULIA: uma revisão bibliográfica no ensino de matemática.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestra.

Orientador: Prof. Dr. Antonio José Silva

SÃO LUÍS

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Diniz, Cristiane Araujo.

APROXIMAÇÕES ENTRE OS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E A DISCALCULIA: uma revisão bibliográfica no ensino de matemática / Cristiane Araujo Diniz. - 2023.
87 p.

Orientador(a): Antonio José Silva.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2023.

1. Aprendizagem. 2. Discalculia. 3. Educação. 4. Teoria dos Registros de Representação Semiótica. I. Silva, Antonio José. II. Título.

CRISTIANE ARAUJO DINIZ

**APROXIMAÇÕES ENTRE OS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E A
DISCALCULIA: uma revisão bibliográfica no ensino de matemática.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestra.

Aprovada em:29/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio José Silva (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. Lucélia Cardoso Cavalcante

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

SÃO LUÍS

2023

Dedico esta pesquisa a todos os professores e professoras que lutam arduamente para garantir uma educação de qualidade para seus alunos e alunas, em especial aos(às) que trabalham com a educação especial e alunos com transtornos de aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Senhor, agradeço o seu amor e cuidado por mim.

“Que darei eu ao Senhor por todos os benefícios que me tem feito?” (Sl - 116:12).

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECEM), pelo incentivo à pesquisa e pela oportunidade de adquirir novos conhecimentos para a construção da minha identidade profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), por meio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (Procad/Amazônia), Projeto nº 88887.199847/2018-00, pelo apoio na realização de estudos e pesquisas junto à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT).

Às professoras Dr.^a Maria Consuelo Alves Lima, Dr.^a Mariana Guelero Valle, Dr.^a Clara Virgínia Vieira Carvalho Marques e Dr.^a Regina Célia de Sousa. Mulheres inteligentes, admiráveis, aguerridas, exemplos de docentes. Quando eu crescer, quero ser igual a vocês! Professoras, vocês contribuíram em todas as áreas da minha vida! Isso é representatividade! Aos professores Dr. Carlos Erick Brito de Sousa e Dr. Benjamim Cardoso da Silva Neto, por conduzirem disciplinas difíceis para minha concentração com tanta sabedoria, didática e alegria. Vocês tornaram minhas segundas e sextas-feiras muito agradáveis. Aprendi muito com vocês!

Ao meu orientador, Dr. Antonio José Silva, por todas as vezes, antes de qualquer reunião, perguntar se eu estava bem. Obrigada pela paciência, orientação e incentivo! Levarei sua leveza, sua bondade, sua compreensão, seu jeito sereno de cobrar para a sala de aula e para a vida. Obrigada por tudo!

À Dona Maria do Carmo, minha amada mãe, e ao Seu Benedito, meu amado pai, por acreditarem que a minha vida e a dos meus irmãos seriam transformadas pela educação. Vocês são meus maiores incentivadores! Estou colhendo os frutos da boa educação e escolarização que vocês me deram. Não consigo mensurar nem demonstrar o tamanho da minha gratidão.

À minha tia, professora Maria de Lourdes Barbosa Araújo, por acreditar em mim desde a infância, orientando-me, ensinando-me, ajudando-me nos deveres de casa, ajudando meu pai e minha mãe com minha escolarização e educação. Devo muito a você! Amo-te!

À minha amada irmã, Rosiane Diniz, e ao meu amado irmão, Marlon Diniz, por tanto amor, cuidado e por acreditarem em mim sempre. A alegria de um é a alegria do outro! A conquista de um é a conquista do outro!

À minha comadre e prima Conceição de Maria Araújo, por insistir até os últimos minutos para fazer minha inscrição. Se não fosse por você, eu não faria parte da turma do PPECEM 2021. Obrigada! Você é sinônimo de fé e perseverança!

Às minhas primas e comadres Katiana Araújo e Joselma Araújo, por todo carinho, pelas orações, pela torcida e por nunca terem soltado a minha mão. Vocês são fortaleza!

À família Araújo e à família Diniz, pelas orientações, ensinamentos e valores.

Às minhas amigas Prof.^a Dr.^a Edilene Ribeiro, Prof.^a M.^a Eliete Santos e Prof.^a M.^a Edivana Siqueira, e aos amigos Prof. Me. Erivelton Correia, Prof. Me. Olegário Kleiton Costa e Prof. Dr. Fábio Nascimento, tudo começou com a força e o incentivo de vocês. Obrigada pelas preocupações, estudos, orientações, orações e cuidados!

Às minhas amigas Andressa Ramos, Cláudia Cristina Rodrigues, Léia Pinheiro, Ilma Mulato, Lusineith Paixão, Marilda Gomes, Maria Antônia Silva, Silvana Melônio e ao amigo Amarildo Pinheiro, por estarem comigo no momento mais difícil da minha vida. Por não me deixarem desistir do Mestrado. Amo vocês! Anjos são pessoas!

Ah! Agradeço à minha querida e amada turma do PPECEM 2021, vocês são maravilhosos e maravilhosas! A melhor turma! Turma de pessoas acolhedoras, de todos por todos, de gente bondosa e inteligente. Obrigada por tudo! Desculpa pelas atrapalhadas! Vocês foram essenciais na minha jornada e permanência no Programa! Vocês são calma e amor!

Finalmente, agradeço à minha amada filha, Isabel Diniz, e ao meu amado filho, Gabriel Diniz, pelo cuidado, companheirismo, preocupação, compreensão, companhia nas madrugadas de estudo, por tanto amor, por ser fonte de inspiração, por terem aguentado a saudade quando fiz o intercâmbio UFMA/UFSC! Foi por vocês meus amores! Tudo por vocês!

RESUMO

A discalculia é um transtorno de aprendizagem que afeta a habilidade de pensar, avaliar e raciocinar em processos matemáticos, o que pode impactar significativamente a vida cotidiana e social do indivíduo. Esta dissertação investigou estratégias eficazes baseadas na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) para alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental, visando melhorar a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos. Este trabalho se configurou como uma revisão sistemática de literatura, utilizando a Análise de Conteúdo como método de análise. A pesquisa visou não apenas aprofundar o conhecimento sobre o tema, mas também fornecer diretrizes práticas para auxiliar alunos com discalculia a superar suas dificuldades e alcançar um melhor desempenho acadêmico em matemática. Utilizando a análise de conteúdo de Bardin e uma revisão sistemática da literatura sobre discalculia como metodologia para identificar, avaliar e sintetizar estratégias TRRS eficazes, a pesquisa enfatiza a necessidade de estratégias pedagógicas adaptativas, abordando a carência de estudos na área e propondo direções para pesquisas futuras. As principais descobertas enfatizaram a necessidade de abordagens pedagógicas adaptativas e personalizadas, incorporando tecnologia e materiais manipuláveis. Foi abordada a importância da inclusão e adaptação na educação contemporânea, enfatizando o papel dos professores na promoção de uma sociedade mais justa e igualitária. Destacou-se a necessidade de compreender e lidar com os transtornos específicos de aprendizagem para garantir que todos os alunos tenham acesso igualitário à educação, assim, vê-se durante todo o trabalho que ele reforça a importância da formação contínua dos professores e da integração de abordagens multidisciplinares para promover um ambiente educacional mais inclusivo e acessível, e sua crucial missão na construção de uma sociedade mais justa.

Palavras-chave: Discalculia; Teoria dos Registros de Representação Semiótica; Educação; Aprendizagem.

ABSTRACT

Dyscalculia is a learning disorder that impacts the ability to think, assess, and reason through mathematical processes, significantly affecting an individual's daily and social life. This dissertation explored effective strategies based on the Theory of Semiotic Representation Registers (TRRS) for students with dyscalculia in the later years of elementary school, aiming to enhance the understanding and application of mathematical concepts. Structured as a systematic literature review, it employed Content Analysis as the analytical method. The research aimed not only to deepen knowledge on the topic but also to provide practical guidelines to help students with dyscalculia overcome their challenges and achieve better academic performance in mathematics. Using Bardin's content analysis and a systematic review of the literature on dyscalculia to identify, evaluate, and synthesize effective TRRS strategies, the study emphasized the need for adaptive pedagogical strategies, addressing the lack of studies in the area and proposing directions for future research. Key findings highlighted the need for adaptive and personalized pedagogical approaches, incorporating technology and manipulative materials. The importance of inclusion and adaptation in contemporary education was discussed, emphasizing teachers' roles in promoting a more equitable society. It underscored the necessity of understanding and addressing specific learning disorders to ensure all students have equal access to education, thereby reinforcing the significance of continuous teacher training and the integration of multidisciplinary approaches to foster a more inclusive and accessible educational environment, and its crucial mission in building a fairer society.

Keywords: Dyscalculia; Theory of Registers of Semiotic Representation; Education; Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Transtorno da aprendizagem e distúrbio da aprendizagem no cérebro.....	25
Figura 2 – Causas de mau rendimento matemático.....	28
Figura 3 – Atividade cognitiva de tratamento.....	40
Figura 4 – Atividade cognitiva de conversão.....	40
Figura 5 – Três fases da Análise de Conteúdo.....	53
Figura 6 – Exemplo de atividade cognitiva de conversão.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Distúrbios e transtornos de aprendizagem	26
Quadro 2 – Dificuldades e manifestações da discalculia	30
Quadro 3 – Sintomas da discalculia	31
Quadro 4 – Possíveis causas da discalculia em várias áreas	32
Quadro 5 – Diferença do objeto e sua representação	38
Quadro 6 – Tipos de registros de representação semiótica	42
Quadro 7 – Fontes de consultas e estratégias de busca	44
Quadro 8 – Resultado das buscas	45
Quadro 9 – Trabalhos selecionados do Google Acadêmico	46
Quadro 10 – Trabalho selecionado do Portal de Periódicos da Capes	47
Quadro 11 – Trabalhos selecionados da BDTD	47
Quadro 12 – Unidade de registros	55
Quadro 13 – Categorias	56
Quadro 14 – Dados dos trabalhos da revisão sistemática de literatura	57
Quadro 15 – Dados da metodologia Análise de Conteúdo	57
Quadro 16 – Exemplo de atividade cognitiva de tratamento	69

LISTA DE SIGLAS

ABD	Associação Brasileira de Discalculia
AEE	Atendimento Educacional Especializado
APA	<i>American Psychiatric Association</i>
Apae	Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
Cefet/MA	Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão
CID-11	Classificação Internacional de Doenças – 11ª revisão
DSM-5	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – 5ª edição
OMS	Organização Mundial da Saúde
PPECEM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
PPGECT	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
Procad/Amazônia	Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TRRS	Teoria dos Registros de Representação Semiótica
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1	Dificuldades de aprendizagem	20
2.2	Distúrbio de aprendizagem	24
2.3	Transtorno de aprendizagem	24
2.4	Conhecendo a discalculia.....	26
2.4.1	Características da discalculia.....	27
2.4.2	Identificação e diagnóstico.....	28
2.4.3	Educação matemática inclusiva.....	33
2.5	Conhecendo os registros de representação semiótica.....	36
2.5.1	Atividades cognitivas de tratamento e conversão	39
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	43
3.1	Procedimentos para coleta de dados.....	43
3.1.1	Formulação da questão.....	43
3.1.2	Busca dos dados	43
3.1.3	Seleção dos estudos	44
3.1.4	Análise e avaliação.....	44
3.1.5	Apresentação dos dados	44
3.2	Resumo dos trabalhos selecionados	48
3.2.1	Trabalhos selecionados do Google Acadêmico.....	48
3.2.2	Trabalhos selecionados do Portal de Periódicos da Capes	50
3.2.3	Trabalhos selecionados da BDTD	51
3.3	Procedimento para análise dos dados.....	53
3.3.1	Pré-análise	53
3.3.2	Exploração do material.....	55
3.4	Categorização	56
3.4.1	Tratamento dos resultados.....	57
4	ANÁLISES E RESULTADOS.....	59
4.1	Dados qualitativos	59
4.1.1	Unidades de Registro (UR)	60
4.1.2	Categorias (CTG).....	63
4.2	CTG2 - Aplicação das atividades cognitivas de tratamento e conversão	68
4.3	CTG3 - Contribuição da TRRS:	70
5	ABORDAGENS PEDAGÓGICAS E ESTRATÉGIAS DE ENSINO COM SUPORTE NA TRRS	72
5.1	Uso de Materiais Manipuláveis e Tecnologia.....	72
5.2	Enfoque na Linguagem Algébrica e Diversificação de Métodos de Ensino (Adaptação de Recursos e Linguagem).....	73
5.3	Desenvolvimento de Habilidades de Interpretação e Conversão (Conversão e	

Tratamento de Registros Diferentes).....	73
5.4 Intervenção e Avaliação Precoces	74
5.5 Estratégias de Ensino Adaptativas e Personalizadas	75
5.6 Desenvolvimento de Habilidades Numéricas e Interpretação de Enunciados	75
5.7 Estratégias Multimodais e Desenvolvimento da Linguagem Matemática	76
5.8 Promoção do Protagonismo do Aluno e Integração de Tecnologia	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

Os números sempre foram minha paixão. Na infância, por onde eu passava tinha a mania de contar, mensurar, comparar e vivia criando estratégias para adicionar, subtrair, multiplicar e dividir mentalmente. Na adolescência, ensinava matemática básica para meus irmãos, primos e amigos de infância. As aulas de matemática prendiam a atenção de uma menina agitada, ansiosa e com a mente acelerada. Não conseguia me concentrar nas outras aulas. Quando não dormia, pedia para ir ao banheiro e, outras vezes, para tomar água — eram desculpas para ficar passeando pela escola, aguardando passar o horário de “aulas chatas”.

A diretora e demais funcionários já conheciam meu comportamento hiperativo de ser. Como toda criança com comportamento diferente, também fui rotulada na escola e na família. Não suportava história, geografia, tampouco moral e cívica e, como a gente estudava através de questionários para obter notas, ficava sempre na média. O componente de matemática era contemplado com um caderno organizado; assim, revisava os conteúdos do dia com muita satisfação, já os outros componentes eram misturados em outro caderno. Tinha certa simpatia pelas aulas de ciências e língua portuguesa, pois era curiosa e sempre gostei muito de ler.

Então, no final do Ensino Fundamental, fui incentivada, pelo meu pai e minha mãe, a participar da seleção do Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão (Cefet/MA), tendo em vista que, naquela época, era considerada a melhor escola pública de São Luís. Os alunos tinham grandes chances de estágio e de fazer parte do mercado de trabalho, bem como ser aprovados nas universidades. Fiz a seleção, fui aprovada e cursei o Ensino Técnico em Edificações. Nesse curso, desenvolvi as habilidades necessárias para planejar, coordenar, desenhar, interpretar projetos e atuar nos diversos setores da construção civil.

Descobri que sabia desenhar e comecei a gostar também de física, química e biologia. Fui bem em todas as disciplinas técnicas e conseguir estagiar e trabalhar por quase dois anos nessa área. Mas, a cada dia, dava-me conta de que a paixão pelos números era para eu ser professora de matemática, e não engenheira civil ou arquiteta. Eu queria ajudar crianças e adolescentes a desenvolverem e construírem conceitos matemáticos. Queria incentivar meninas a se apaixonarem pelos números, uma vez que, nos cursos técnicos, a maioria era menino — dos quarenta discentes da turma, um ou dois eram meninas, e era triste ver os trabalhos de meninos sempre expostos e as vagas de estágios sempre preenchidas por eles.

No entanto, quando estava cursando o 4º ano do Ensino Técnico, surgiu a oportunidade de cursar o Magistério em outra instituição. Nesse período, já tinha concluído o Ensino Médio, pois os três primeiros anos no Curso de Edificação concediam o Ensino Médio e os quatros

anos completos, o Ensino Técnico. Nesse período, tive a certeza de que nasci para ser professora e, especificamente, professora de matemática do Ensino Fundamental. Logo após o término do Magistério e trabalhando na construção civil, fui aprovada em um concurso para lecionar nas escolas municipais dos anos iniciais do Ensino Fundamental de São José de Ribamar. Com o Curso de Magistério, passei para Professor de Nível 1, que dava somente o direito de lecionar do Infantil ao 5º ano.

Depois de dois anos, ingressei no Curso de Ciências com Habilitação em Matemática, pela Universidade Estadual do Maranhão e, com o Plano de Cargos e Salários do município para o magistério, após a graduação, passei a lecionar nos anos finais com o componente curricular de matemática e ciências. Nessa nova etapa, busquei por novos saberes e assumi uma nova postura e prática crítico-reflexiva, visto que estava diante de outro público, de novos comportamentos, de novos anseios e me dei conta de que o trabalho era árduo, pois me deparei com muitas crianças nos anos finais do Ensino Fundamental com dificuldades de aprendizagem em matemática. Todavia, com a colaboração dos demais professores da escola, através de projetos, diversos problemas e dificuldades eram minimizados.

Em 2019, precisamente no segundo semestre, ao lecionar no 6º e 8º ano, apliquei as atividades diagnósticas com todos os alunos novatos, já que é comum as escolas receberem alunos após as férias, e identifiquei, dentre eles, cinco alunos que não desenvolveram as habilidades matemáticas, tinham dificuldades para ler e escrever, não se concentravam, mostravam desinteresse e não gostavam de matemática. Pediam para tomar água e ir ao banheiro em todos os horários da minha aula e, muitas vezes, eu tinha que ir buscá-los devido à demora. Essa situação trouxe as lembranças das minhas idas e vindas ao pátio, por não suportar alguns componentes curriculares. Percebi que esses alunos, assim como eu na época escolar, precisavam de atenção, afeto e compreensão. Nada era sobre o professor, mas sim sobre o interesse e as dificuldades de aprendizagem.

A partir de então, comecei a aplicar atividades diferenciadas para os alunos com dificuldades de aprendizagem, enquanto os outros desenvolviam as atividades direcionadas. Dos cinco alunos, três conseguiram desenvolver habilidades com os números e melhoraram significativamente — é importante destacar o apoio e a colaboração da família. Os outros dois foram acompanhados pela psicopedagoga que assistia a escola e, com o consentimento da família, direcionados para o atendimento e acompanhamento especializado, por meio do qual foram diagnosticados com discalculia. Apesar de os alunos frequentarem o 6º e o 8º anos, apresentavam dificuldades e sintomas parecidos.

A discalculia ou discalculia do desenvolvimento, de acordo com Almeida (2006), é um

transtorno de aprendizagem caracterizado como dificuldade de pensar, refletir, avaliar ou racionar processos ou tarefas que envolvem habilidades matemáticas. De certo modo, não ter habilidades com números compromete a vida cotidiana e social do sujeito, acarretando, por exemplo, desemprego e renda baixa. Nessa mesma perspectiva, Weinstein (2010) enfatiza que a manifestação desses transtornos normalmente surte sofrimento para o aluno e sua família e que, sem uma intervenção eficaz com profissionais qualificados, as dificuldades aumentam com os anos, desenvolvendo transtornos psicoativos, abandono escolar, desemprego e outros.

No ano de 2021, interessei-me pelo mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECEM), pois vi a oportunidade de pesquisar e adquirir conhecimentos para compreender as causas e consequências da discalculia, bem como me aprofundar nos estudos da metodologia cognitiva da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), como possibilidade de intervenção junto a alunos discalcúlicos. O primeiro contato com a teoria foi através das buscas e pesquisas por métodos, estratégias e metodologia para ajudar no desenvolvimento cognitivo dos educandos com dificuldades ou transtorno de aprendizagem em matemática.

A TRRS, segundo Duval (2010), é uma abordagem cognitiva que ajuda a identificar e analisar as dificuldades detectadas durante a aprendizagem dos conceitos matemáticos, além de ajudar a entender o funcionamento cognitivo da matemática por meio do acesso aos objetos, pelas várias formas de representação e pela importância de diferenciar o objeto matemático da sua representação. Diante do exposto, é preciso enfatizar que a discalculia é um transtorno de aprendizagem pouco conhecido pelos profissionais de educação e pela família. Como explica Campos (2015, p. 20):

Entender o que é a discalculia, suas causas, origens e tratamento será um passo à inclusão desses estudantes, que têm o direito de pertencer. Afinal, este é o princípio da inclusão: que todos, indiferentemente de suas limitações, pertençam a uma escola, que respeite as diferenças e assume o papel em ajudar os alunos a adquirirem um aprendizado significativo para sua vida acadêmica e social.

Para tanto, é preciso que a inclusão e a intervenção sejam baseadas em princípios éticos, valorizando as diferenças da sala de aula, garantindo educação de qualidade e suportes necessários para uma vida com dignidade. Sob essa ótica, a partir do diagnóstico dos alunos com discalculia, senti-me motivada, e desencadeou-me o interesse por conhecimentos sobre esse transtorno que traz diversos prejuízos para a vida escolar e social do sujeito acometido. Para ser sincera, eu não conhecia o transtorno de aprendizagem da matemática e sequer tinha noção acerca de como desenvolver atividades para ajudar esses alunos.

É relevante evidenciar que esses alunos passaram a ser acompanhados pela equipe

especializada da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (Apae) São José de Ribamar, nas terças e quintas-feiras, bem como nas segundas, quartas e sextas-feiras pelos professores da escola regular. A Apae São José de Ribamar trabalhava em parceria com as escolas municipais, pois esses alunos não têm direito ao atendimento educacional especializado (AEE), visto que o educando discalculico não é considerado público-alvo da educação especial; por isso, não tem direito ao AEE. Nos dias que eram acompanhados por mim, eu desenvolvia atividades lúdicas, usava jogos e situações do cotidiano, mas o avanço era muito pouco.

Todavia, minha busca por conhecimentos e intervenção era incessante, uma vez que a baixa autoestima, a baixa imagem e o carinho desses alunos fizeram com que eu não desistisse de amenizar as dificuldades com os números durante o processo de ensino e aprendizagem. Contudo, depois de tantos esforços, infelizmente veio a pandemia do novo coronavírus, e esses educandos não conseguiram acompanhar o ensino remoto e evadiram. A busca escolar tentou localizá-los, mas não conseguiram — a hipótese é que voltaram para seu município de origem.

Em decorrência disso, fiquei sem meu objeto de pesquisa, os alunos diagnosticados com discalculia. Porém, ficaram as inquietações, a busca por intervenção e inclusão e o interesse de pesquisar, investigar e ajudar a apresentar um suporte teórico e metodológico, de modo que os professores de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental possam se apropriar de conhecimentos para identificar e enfrentar as dificuldades e transtornos de aprendizagem em matemática de maneira satisfatória e adequada.

Sob esse prisma, compreendemos que o letramento matemático é para todos e que a educação matemática não é somente relacionada aos números e modo operatório. Devemos considerar a importância que ela desempenha na formação do indivíduo e na resolução de situações do cotidiano. Assim, como evidencia a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no Ensino Fundamental:

[...] deve-se ter o compromisso com o desenvolvimento do letramento matemático, definido como competências e habilidades de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contexto, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas (Brasil, 2018, p. 264).

Para o desenvolvimento do letramento matemático, o Ensino Fundamental é dividido em duas etapas: anos iniciais e anos finais. Os anos iniciais englobam os alunos do 1º ao 5º ano. Nessa etapa, as crianças estudam com professores generalistas, que precisam dar continuidade a situações que valorizam a ludicidade, articuladas com experiências vivenciadas na Educação Infantil. Para evitar rupturas, evasão, prejuízos e impactos na motivação e aprendizagem, é necessário ter um olhar atento ao 5º ano, no qual ocorre a transição para os anos finais, de modo

que os alunos tenham um processo tranquilo e contínuo. Já os anos finais abarcam os alunos do 6º ao 9º ano, essa etapa em que os alunos estudam com professores especialistas e as atividades são mais complexas.

A aprendizagem matemática dos anos finais do Ensino Fundamental está diretamente relacionada à apreensão de significados dos objetos matemáticos, como destaca a BNCC:

Esses significados resultam das conexões que os alunos estabelecem entre os objetos e seu cotidiano, entre eles e os diferentes temas matemáticos e, por fim, entre eles e os demais componentes curriculares. Nessa fase, precisa ser destacada a importância da comunicação em linguagem matemática com o uso da linguagem simbólica, da representação e da argumentação (Brasil, 2018, p. 298).

Dessa maneira, a apreensão de significados dos objetos matemáticos está relacionada ao desenvolvimento cognitivo das habilidades com os números e ao desenvolvimento das competências fundamentais para o letramento matemático, o qual é essencial para que o aluno desenvolva o raciocínio, a comunicação, a investigação, a criticidade e a autonomia e assegura que os conhecimentos matemáticos possibilitam a compreensão e atuação no mundo.

Ademais, é importante destacar que as expectativas em relação aos anos finais do Ensino Fundamental estão voltadas para o desenvolvimento de habilidades para interpretar, utilizar diversas estratégias e solucionar problemas, além de dominar operações com números naturais, inteiros e racionais. Compreendemos, então, que o conhecimento matemático é para todos. É imprescindível também ter um olhar minucioso para o 6º ano, considerado uma fase transitória, em que os alunos passam a estudar com nove componentes curriculares e com um número maior de professores.

A partir do início dos anos finais, durante a exposição das aulas e o desenvolvimento das atividades, torna-se mais fácil a identificação dos alunos que não conseguem desenvolver as habilidades e competências necessárias, uma vez que estão sob o olhar atento do professor de matemática nas realizações das atividades. Portanto, o papel do professor é essencial nesse processo, pois é ele quem observa e analisa o desempenho individual dos alunos, além de ser o principal responsável por estimulá-los e motivá-los. Em outras palavras, durante a exposição das aulas e o desenvolvimento das atividades, torna-se mais fácil a identificação de alunos com desmotivação e desinteresse pelos números.

Convém destacar que baixo rendimento, desmotivação, baixa autoestima, frustração, inadaptação e antissocialíssimo nem sempre estão associados à falta de interesse dos alunos pela matemática ou por considerar o componente complexo. Muitas vezes, são sinais de que o aluno está precisando de ajuda e/ou intervenção, por demonstrar transtornos ou distúrbios de aprendizagem (Trevisan, 2019; Villar, 2017). Vale ressaltar a importância de desmistificar que

os problemas e as dificuldades no ensino e na aprendizagem da matemática nem sempre estão relacionados por ser considerada uma disciplina culturalmente complexa.

Falar de dificuldade em Matemática é simples quando dizem que se trata de uma disciplina complexa e que muitos não se identificam com ela. Mas essas dificuldades podem ocorrer não pelo nível de complexidade ou pelo fato de não gostar, mas por fatores mentais, psicológicos e pedagógicos que envolvem uma série de conceitos e trabalhos que precisam ser desenvolvidos ao se tratar de dificuldades em qualquer âmbito, como também em Matemática (Almeida, 2006, p. 1).

É preciso ter a compreensão e considerar que muitos alunos apresentam dificuldades no ensino e na aprendizagem da matemática por não terem desenvolvido habilidades basilares para construir e compreender os conceitos mais complexos. Todavia, quando são estimulados a adquirir conhecimento, interpretar e articular métodos para argumentar e resolver problemas, conseguem desenvolver habilidades para estudos posteriores e melhoram seu desempenho em sala de aula. Por outro lado, alunos com transtornos de aprendizagem, alunos discalcúlicos, ou seja, aqueles acometidos por habilidades que dificultam seu desenvolvimento intelectual, não conseguem contar, mensurar, entender um problema e representar.

Em outros termos, esses alunos não conseguem desenvolver habilidades com números sem acompanhamento e método adequado. Assim, é importante que o professor de matemática busque conhecimentos sobre o tema, para ser capaz de diferenciar um aluno com transtorno de aprendizagem de um aluno com dificuldade de aprendizagem, de modo a direcioná-lo a um diagnóstico e intervenção o mais cedo possível. Consoante Silva (2008, p. 24), “ao deparar-se com alunos com déficit de aprendizado, o professor precisa dispensar maior atenção para poder identificar as dificuldades apresentadas”.

Em face das experiências da sala de aula, inquietações, frustrações, problemas com alunos e alunas com dificuldades de aprendizagem e com discalculia, surgiu o interesse em pesquisar por métodos, estratégias e metodologia que proporcionem situações e motivações para que todos e todas tenham a mesma oportunidade de aprender, visto que a importância agora está em interpretar, comparar e contextualizar. A linguagem, a comunicação e as representações matemáticas devem propiciar o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico, além de levar o aluno a pensar, criar, relacionar ideias, descobrir, investigar e ter autonomia de pensamento, e não apenas memorizar fórmulas.

Contudo, este estudo apresenta a TRRS, de Raymond Duval, por meio das atividades cognitivas de conversão e tratamento, como importante aporte e instrumento de pesquisa para a aquisição e organização de situações de ensino e aprendizagem dos conceitos matemáticos. A presente investigação visa também subsidiar práticas pedagógicas e evidenciar a possibilidade dos registros de representação semiótica para a aprendizagem de alunos discalcúlicos e para

que possam se sentir pertencentes à sala de aula e desenvolver habilidades matemáticas.

Portanto, através de uma revisão bibliográfica e sistemática da literatura, esta pesquisa apresenta conceitos, características, diagnósticos, intervenções pedagógicas e a possibilidade dos registros de representação semiótica para a aprendizagem e intervenção de alunos discalcúlicos, com o anseio de esses alunos recuperarem sua autoestima e autoimagem e de desenvolverem habilidades matemáticas com seus pares. Dessa forma, intentamos contribuir com um suporte teórico e pedagógico e informações acerca do tema tratado a fim de alertar os professores de matemática e estimular uma reflexão sobre sua prática, para que possam identificar, auxiliar, orientar e facilitar a aprendizagem dos alunos com transtornos de aprendizagem em matemática.

Cabe elucidar que a pesquisa bibliográfica, segundo Fonseca (2002), é desenvolvida: “a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de *web sites*”. Todo trabalho científico parte desse levantamento, pois proporciona ao pesquisador obter conhecimentos a respeito do assunto ou fenômeno investigado. Nessa acepção, para Marconi e Lakatos (2003, p. 183), a pesquisa bibliográfica tem como finalidade:

Colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto [...]; não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras.

A revisão sistemática de literatura permite o reconhecimento, a seleção, classificação e sintetização das evidências relevantes e acessíveis em pesquisas (Cordeiro *et al.*, 2007). Essa metodologia é importante para as informações de estudos e para um resumo das evidências associadas a uma estratégia de intervenção, que podem mostrar resultados contrários e/ou concordantes, além de identificar assuntos ou conteúdos que necessitam de aprofundamento, possibilitando orientações para pesquisas posteriores.

Convém enfatizar que os estudos acerca da discalculia estão avançando aos poucos, sobretudo na área da Educação, mas, apesar de ser uma temática relevante, há uma carência de pesquisas direcionadas ao assunto, o que nos incita a pensarmos em meios e intervenções para o desenvolvimento da aprendizagem dos discalcúlicos. Desse modo, é de suma importância buscar subsídios para o enfrentamento da discalculia no período escolar, principalmente no Ensino Fundamental, quando alguns sinais são manifestados. Quanto mais cedo as dificuldades de aprendizagem matemática forem identificadas, mais rápido pode ser a intervenção.

A partir da reflexão da prática, devido aos problemas, frustrações e inquietações para melhorar as estratégias e tornar a aprendizagem significativa dos alunos com discalculia nos anos finais do Ensino Fundamental, buscou-se suporte teórico e metodológico na TRRS através

de variadas pesquisas. Isso porque, como afirma Damm (2012), o uso de diversos registros de representação semiótica é um recurso didático e metodológico instigante para que o professor desenvolva atividades voltadas ao desenvolvimento cognitivo e habilidades matemáticas.

Diante da importância de promover a todos os educandos a oportunidade de aprender e na tentativa de contribuir com conhecimentos teóricos e com sugestões metodológicas para o enfrentamento da discalculia nos anos finais do Ensino Fundamental, formulamos a seguinte questão norteadora: Quais as contribuições dos registros de representação semiótica evidenciadas nas pesquisas da Educação Matemática nacional para o desenvolvimento cognitivo de alunos com discalculia?

Partindo desse princípio, objetivamo-nos a: analisar as contribuições de métodos e estratégias pedagógicas baseadas na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) para melhorar a compreensão e a aplicação de conceitos matemáticos em alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental. E para auxiliar na concretização deste, tem-se como objetivos específicos: realizar uma revisão abrangente da literatura existente sobre a Teoria dos Registros de Representação Semiótica e discalculia, com o intuito de entender o estado atual do conhecimento no campo; identificar e descrever os métodos e estratégias pedagógicas baseadas na TRRS que têm sido aplicadas para o desenvolvimento cognitivo em matemática; sintetizar as melhores práticas e recomendações para educadores e formuladores de políticas educacionais sobre como implementar métodos e estratégias baseadas na TRRS para alunos com discalculia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Argumentar/discutir a respeito das causas, sintomas e intervenção das dificuldades, distúrbios e transtornos de aprendizagem, no contexto da educação brasileira, é bastante complexo devido às várias concepções usadas pela literatura. Muitos autores empregam esses termos como sinônimos para abordar os diversos problemas de aprendizagem. Mesmo assim, encontramos autores que diferenciam tais termos e são a favor de uma terminologia uniforme. Portanto, achamos pertinente trazer a distinção desses termos para que os professores possam ter conhecimentos e suporte teórico e pedagógico para discutir, refletir, planejar e elaborar suas atividades de acordo com as necessidades de seus alunos e alunas, de forma a favorecer o desenvolvimento das competências matemáticas.

Considerando a possibilidade de reflexão e discussões sobre a prática de ensino e a relevância do aprofundamento teórico sobre a discalculia, compreendemos que a partir do momento que o professor tem conhecimento para identificar as dificuldades persistentes, o diagnóstico será dado com mais rapidez e assim, mais eficazes serão as intervenções para amenizar o sofrimento e prejuízos causados. Pois, majoritariamente por falta de conhecimento, o professor não sabe lidar com a situação.

Com o objetivo de contribuir para a identificação e intervenção junto a alunos discalculicos, com a finalidade de que todos tenham a oportunidade de aprender, apresentamos também os estudos de diversos autores para a compreensão e caracterização da discalculia com o intuito de alicerçar o trabalho do professor como mais uma instrumentalização para a aprendizagem desses alunos. Uma vez que, com o passar dos anos escolares, esses alunos se sentem desmotivados e desinteressados por não saberem reconhecer e manipular os números. Com base no referencial teórico, abordamos ainda, a possibilidade de usar a TRRS para auxiliar no desenvolvimento cognitivo da aprendizagem do sujeito com discalculia nos anos finais do Ensino Fundamental, na perspectiva da educação matemática inclusiva.

2.1 Dificuldades de aprendizagem

Nas últimas décadas, as pesquisas foram mais direcionadas às dificuldades específicas de aprendizagem da linguagem, um grande avanço para identificação, prevenção, intervenção e inclusão nessa área, enquanto as pesquisas em matemática são sutis e recentes. Mesmo sendo um assunto relevante e latente, é importante chamar a atenção para a carência de estudos sobre o mau desempenho, mau rendimento e dificuldades dos alunos com os números.

Nessa perspectiva, Bastos (2006) enfatiza que as dificuldades em aprendizagem da

matemática causam menos incômodo do que as dificuldades em linguagem, em razão das dificuldades específicas, por ser naturalizada complexa, ou seja, de difícil compreensão, e por ser culturalmente considerada para poucos. García (1998) corrobora ao destacar que os estudos nessa área são escassos devido a atenção estar mais focada em habilidades verbais e escritas.

Outro agravante é o método, metodologia ou estratégia para ensinar matemática aos alunos com dificuldades, haja vista que os conceitos matemáticos, diferentemente de muitos conceitos e conhecimentos do cotidiano, não são apreendidos diretamente do ambiente. Dessa forma, as dificuldades em leitura, escrita e raciocínio matemático, definidas como dificuldades de aprendizagem específicas, de acordo com García (1998, p. 10), dizem respeito a:

[...] uma dificuldade de aprendizagem específica pode ser encontrada se uma criança tem uma discrepância severa entre o aproveitamento e a habilidade intelectual em uma ou mais das diversas áreas: expressão oral, expressão escrita, compreensão oral ou compreensão escrita, habilidades de leituras básicas, cálculo matemático, raciocínio matemático ou soletração. Uma “discrepância severa” é definida como existente quando o aproveitamento em uma ou mais áreas está em ou abaixo de 50% do nível de aproveitamento esperado da criança, quando a idade e as experiências educativas prévias são levadas em consideração.

Para Smith e Strick (2001), as dificuldades de aprendizagem estão atreladas a vários problemas que podem causar perdas em qualquer área do desempenho escolar. O ambiente, a família e a escola influenciam diretamente no desenvolvimento dos alunos. As dificuldades de aprendizagem estão relacionadas, nas literaturas, a disfunções significativas na apreensão e uso da habilidade em linguagem, habilidades matemáticas e habilidades sociais. Nessa acepção, Sisto (2001, p. 193) define as dificuldades de aprendizagem como:

[...] um número heterogêneo de transtornos, manifestando-se por meio de atrasos ou dificuldades em leitura, escrita, soletração, cálculo, em crianças com inteligência potencialmente normal ou superior e sem deficiências visuais, auditivas, motoras ou desvantagem culturais.

Colaborando com o assunto, Santos (2015) frisa que as crianças com dificuldades de aprendizagem apresentam disfunções em habilidades fundamentais, bem como problemas em leitura no tocante à apreensão e ordenação de informações e à interpretação textual. Como tal, o processamento de informações se dá de forma lenta, os alunos demonstram poucas estratégias para a escrita, além de problemas relacionados à organização espacial e distração, que geram dificuldades de comunicação e aprendizagem.

As dificuldades de aprendizagem surgem durante o desenvolvimento e a aquisição de competências pelas crianças e podem interferir na assimilação de conteúdos, prejudicando seu processo de aprendizado (Almeida *et al.*, 2016). Por isso, é importante compreender como se manifestam para promover uma intervenção o mais cedo possível. A respeito, Sanchez (2004) contribui ao enfatizar que as dificuldades de aprendizagem em matemática podem se manifestar

da seguinte maneira:

Dificuldades em relação ao desenvolvimento cognitivo e à construção da experiência matemática; do tipo da conquista de noções básicas e princípios numéricos, da conquista da numeração, quanto à prática das operações básicas, quanto à mecânica ou quanto à compreensão do significado das operações. **Dificuldades na resolução de problemas**, o que implica a compreensão do problema, compreensão e habilidade para analisar o problema e raciocinar matematicamente. Dificuldades quanto às crenças, às atitudes, às expectativas e aos fatores emocionais acerca da matemática. Questões de grande interesse e que com o tempo podem dar lugar ao fenômeno da ansiedade para com a matemática e que sintetiza o acúmulo de problemas que os alunos maiores experimentam diante do contato com a matemática. **Dificuldades relativas à própria complexidade da matemática, como seu alto nível de abstração e generalização, a complexidade dos conceitos e algoritmos.** A hierarquização dos conceitos matemáticos, o que implica ir assentando todos os passos antes de continuar, o que nem sempre é possível para muitos alunos; a natureza lógica e exata de seus processos, algo que fascinava os pitagóricos, dada sua harmonia e sua “necessidade”, mas que se torna muito difícil pra certos alunos; a linguagem e a terminologia utilizadas, que são precisas, que exigem uma captação (nem sempre alcançada por certos alunos), não só do significado, como da ordem e da estrutura em que se desenvolve. Podem ocorrer **dificuldades mais intrínsecas, como bases neurológicas, alteradas. Atrasos cognitivos generalizados ou específicos.** Problemas linguísticos que se manifestam na matemática; dificuldades atencionais e motivacionais; dificuldades na memória, etc. **Dificuldades originadas no ensino inadequado ou insuficiente**, seja porque à organização do mesmo não está bem sequenciado, ou não se proporcionam elementos de motivação suficientes; seja porque os conteúdos não se ajustam às necessidades e ao nível de desenvolvimento do aluno, ou não estão adequados ao nível de abstração, ou não se treinam as habilidades prévias; seja porque a metodologia é muito pouco motivadora e muito pouco eficaz (Sanchez, 2004, p. 174, grifo nosso).

Todavia, é relevante destacar o uso inadequado e confusões nas literaturas acerca dos termos “dificuldade de aprendizagem” e “distúrbio e transtorno de aprendizagem”. Por vezes, esses termos são usados como sinônimos e de maneira contraditória para retratar problemas, perturbações e desafios que os estudantes apresentam no desenvolvimento da aprendizagem. Esses termos, como explana Fonseca (1999, p. 56), são empregados:

[...] para absorver uma diversidade de problemas educacionais acrescidos de uma grande complexidade de acontecimentos externos a eles inerentes. Não se conseguiu ainda, na arena do sistema de ensino, um consenso na definição das dificuldades de aprendizagem, porque elas têm emergido mais de pressões e de necessidades sociais e políticas do que de pressupostos empíricos e científicos.

Ainda segundo Fonseca (1999), a ausência de uma teoria consistente, fundamentada em paradigmas e pressupostos, e de uma taxonomia precisa e de fácil compreensão é uma das razões que demonstram os equívocos em torno das dificuldades de aprendizagem. Por esse motivo, a criação e propagação de suportes pedagógicos e psicopedagógicos são limitados e, conseqüentemente, não atendem aos sujeitos discalculicos de modo eficaz, porque não aparece nem se vislumbra um critério ou uma definição incontestável.

Ao revisarmos a literatura, deparamo-nos com muitas divergências sobre as causas, concepções e definições, o que proporcionou muitas confusões durante as leituras para o

entendimento do transtorno específico da matemática. Assim, notamos a existência de poucas pesquisas científicas que tratam especificamente sobre a temática. Pois, encontramos muitas lacunas e dificuldade para sintetizar e diferenciar alguns termos que são usados para definir ou caracterizar a discalculia. No entanto, alguns autores como Sousa (2011) e Carvalho (2013), caracterizam a discalculia como um transtorno de aprendizagem; enquanto outros, como Villar (2017) e Ciasca (2003), caracterizam-na como um distúrbio de aprendizagem.

Saber diferenciar esses termos é imprescindível para que os professores se apropriem de conhecimentos e, assim, possam contribuir para a identificação e mudanças de práticas por meio de metodologias e estratégias apropriadas a fim de favorecer a aprendizagem e o ensino adequado, respeitando as limitações e diferenças dos alunos conforme os sintomas e as causas. Além do mais, o quadro evolui em virtude da necessidade de fornecer serviços pedagógicos e psicopedagógicos a esses educandos que foram, e ainda são, negligenciados e excluídos.

Nesse entendimento, Ohlweiler (2016, p. 107) reforça que: “Os termos utilizados, tais como ‘distúrbios’, ‘dificuldades’, ‘problemas’, ‘discapacidades’, ‘transtornos’, são encontrados na literatura, e muitas vezes são empregados de forma inadequada”. Todavia, a autora assinala que, para possibilitar uma comunicação mais efetiva entre os docentes e outros profissionais da educação, é imprescindível a existência de uma terminologia uniforme.

Desse modo, consoante as literaturas, a dificuldade de aprendizagem é momentânea e está relacionada a fatores psicopedagógicos e pedagógicos em que os alunos necessitam de metodologias adequadas para seu desenvolvimento cognitivo e, por isso, deve ser tratada com intervenção em sala de aula. Dependendo do grau de dificuldade manifestado, é necessário buscar a ajuda de outros profissionais.

Cabe ressaltar que a dificuldade de aprendizagem está associada a vários fatores que interferem na aprendizagem das crianças e pode advir, sobretudo, de fatores extrínsecos ao ser humano, como fatores sociais, culturais, socioeconômicos e, até mesmo, de uma metodologia ou método inadequado. Logo, as dificuldades não estão condicionadas a causas neurológicas. Como evidencia Ciasca (2003), essa dificuldade se caracteriza como dificuldade escolar e está associada diretamente a problemas de ordem e origem pedagógica, como sala de aula fora dos padrões, troca de escola, troca de professor e outros.

Ademais, quando as dificuldades são incessantes e acompanham o sujeito por muito tempo, mesmo depois de uma intervenção pedagógica, é muito provável que, além do suporte do professor e da escola, esse sujeito precise de acompanhamento especializado, pois podemos estar diante de um sujeito com transtornos ou distúrbios de aprendizagem.

2.2 Distúrbio de aprendizagem

Segundo Ciasca (2003), o distúrbio está relacionado à “alteração na ordem natural”. A autora se refere ao distúrbio de aprendizagem como um termo genérico associado a um grupo heterogêneo de desordens própria do sistema nervoso central, apresentadas por dificuldades da audição, fala, escrita e raciocínio matemático, e está mais limitado a uma disfunção neurológica. Corroborando, Travassos (2016) afirma que esse distúrbio é uma disfunção, pois impossibilita que o processo de aprendizagem aconteça de forma natural, causando assim dificuldades nas habilidades da linguagem, como por exemplo: fala, leitura e escrita. Logo, percebe-se que essa alteração está diretamente ligada com o estímulo, o processamento e o armazenamento das informações recebidas pelo indivíduo.

Na mesma linha, Drowet (2001) cita que o distúrbio de aprendizagem também está atrelado às dificuldades neurológicas, relacionadas a problemas físicos, sensoriais, emocionais e cognitivos. Por conseguinte, o distúrbio de aprendizagem caracteriza-se como uma disfunção do sistema nervoso central, que acomete, normalmente, de forma leve, entretanto causa danos duradouros ao processo de ensino e aprendizagem (Villar, 2017).

Então, quando as dificuldades de aprendizagem se apresentam persistentemente, trata-se de distúrbio de aprendizagem, o qual “se traduz por um conjunto de sinais sintomatológicos que provocam uma série de perturbações no processo de aprendizagem da criança, interferindo no processo de aquisição e manutenção de uma forma acentuada” (Ohlweiler, 2016, p. 107). Assim, apresenta-se em nível individual, caracterizado conforme particularidades do sujeito, e em nível orgânico, ou seja, internamente (Travassos, 2016).

2.3 Transtorno de aprendizagem

Outro termo que causa muita confusão é transtorno de aprendizagem. Geralmente, é utilizado como sinônimo de distúrbio de aprendizagem. Em diversos estudos, tais termos são usados sem distinção ou como termo único, tornando complexa a definição e compreensão de ambos. Saber distinguir as dificuldades de transtornos ou de distúrbios é essencial e influencia o desenvolvimento da aprendizagem e ajuda a amenizar ou solucionar os problemas.

Como explana Travassos (2016, p.00), os termos distúrbios da aprendizagem e transtornos da aprendizagem não são sinônimos, pois existe uma distinção na área afetada do cérebro e no comprometimento comportamental do indivíduo. A autora evidencia que o transtorno provém “de uma disfunção na região frontal do cérebro, que provoca falha na entrada do estímulo e na integração de informações. Uma causa orgânica que gera impulsividade, hiperatividade e outras dificuldades, esse quadro transtorna a vida da pessoa”. Em

conformidade com tal explanação, Carvalho (2013, p. 2) também esclarece que:

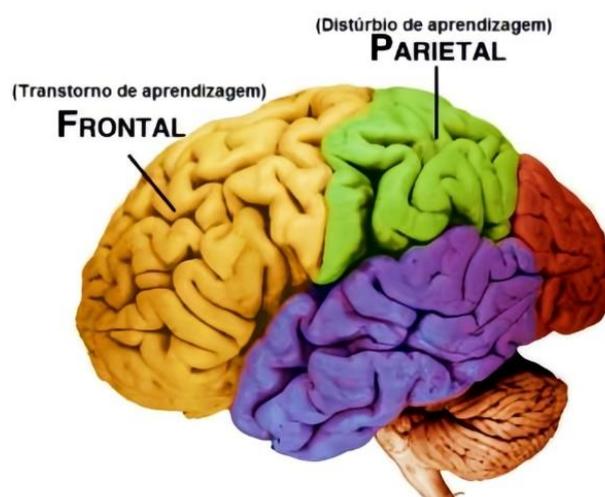
Os alunos com transtornos de aprendizagem apresentam baixo rendimento escolar, não por causa de métodos inadequados de ensino ou dificuldades escolares usuais, mas por possuírem uma disfunção, acarretando perda de habilidades específicas da aprendizagem, como problemas da leitura (dislexia), da expressão escrita (disgrafia e disortografia) e das habilidades matemáticas (discalculia), além de transtornos de aprendizagem sem outra especificação.

Nesse prisma, Sousa (2011) destaca que o transtorno de aprendizagem se caracteriza por desencadear perturbações no indivíduo, acompanhadas de desmotivação, imaturidades e problemas comportamentais. A autora referenciada classifica os transtornos da aprendizagem como transtornos da percepção, psicomotores, da atenção, da linguagem, da conduta e globais do desenvolvimento, em que os distúrbios e transtornos podem surgir simultaneamente.

Assim como mencionamos, as dificuldades de aprendizagem referem-se a limitações na capacidade de aprender e podem estar ligados a fatores cognitivos, culturais, emocionais, familiares e pedagógicos. Um indivíduo que enfrenta obstáculos na aprendizagem precisa de intervenções pedagógicas e mudanças de práticas para se sentir pertencente ao processo de ensino e aprendizagem.

Os transtornos e distúrbios de aprendizagem, como mostra a Figura 1, estão atrelados a causas neurológicas. Em decorrência disso, faz-se necessário o diagnóstico por uma equipe multidisciplinar para uma intervenção, pois os déficits apresentados pelos estudantes vão além de problemas culturais e socioeconômicos e as perturbações podem persistirem mesmo depois do uso de variados métodos, estratégias e metodologia pelos professores na sala de aula.

Figura 1 – Transtorno da aprendizagem e distúrbio da aprendizagem no cérebro



Fonte: Villar (2017, p. 34)

Devido aos distúrbios e transtornos serem de origem interna, não depende da vontade do aluno querer ou não desempenhar atividades da maneira que a escola, família e sociedade

esperam dele. É necessário um acompanhamento especializado para minimizar os problemas externos que prejudicam a aprendizagem.

Quadro 1 – Distúrbios e transtornos de aprendizagem

Distúrbios	Transtornos
Disfunção na região central do cérebro.	Disfunção na região frontal do cérebro.
Problema aparece na emissão da resposta.	Falha na entrada do estímulo.
Nível individual e orgânico.	Integração de informações.
Disfunção no processo natural da aquisição de aprendizagem.	Respostas em tarefas que exigem habilidade de leitura e memória são inibitórias.
Disfunção no processamento e armazenamento da informação.	Compromete a atenção seletiva, gera impulsividade, hiperatividade, entre outras dificuldades, além do comprometimento comportamental.
Déficits nas medidas das habilidades de linguagem: fala, leitura e escrita.	Déficits nas medidas das habilidades de linguagem: fala, leitura e escrita e dificuldade visomotora.

Fonte: Elaborado a partir de Travassos (2016).

Como é possível notar, o Quadro 1 apresenta a distinção entre distúrbios e transtornos de aprendizagem. Compreendemos, então, que conhecer essa diferenciação e se apropriar de tais particularidades favorece a aprendizagem e atenua muitos problemas para uma intervenção e inclusão precisa (Travassos, 2016).

2.4 Conhecendo a discalculia

Nas literaturas, as características da discalculia estão relacionadas a em torno de três concepções, a saber: dificuldade de aprendizagem, distúrbio de aprendizagem e transtorno de aprendizagem. Diante de várias leituras, investigações e busca por conhecimento, entendemos que o termo transtorno é o mais apropriado para caracterizá-la. Em vista disso, os estudos de Nascimento (2016) enfatizam que as literaturas da área da educação e da psicologia discutem os transtornos causados pelas dificuldades de aprendizagem em matemática de maneira rasa.

Consoante Silva (2016, p. 26), “a discalculia é um transtorno de aprendizagem que é pouco conhecido pelos profissionais de educação e, por conseguinte, pelos pais”. A dificuldade de aprendizagem relacionada à matemática é a discalculia, um transtorno de aprendizagem que atinge a habilidade com números. Pode ser um problema independente de aprendizagem, bem como pode estar ligado a outros transtornos.

Muitas vezes, o aluno pode apresentar objeções sobre a matemática, por não entender o enunciado dos problemas matemáticos, devido às dificuldades na leitura. A respeito, Ciasca (2003) também concorda que a discalculia, geralmente, revela-se com outros transtornos da

aprendizagem, como o transtorno da leitura ou transtorno da expressão escrita, pois o aluno pode apresentar dificuldades ao manusear as operações básicas de contagem por não conseguir ler ou interpretar as situações-problemas.

O *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – 5ª edição* (DSM-5), da *American Psychiatric Association* (APA, 2014), caracteriza o transtorno da aprendizagem em matemática, também chamado discalculia, enquanto dificuldades persistentes para dominar o senso, cálculo e raciocínio numérico. Do mesmo modo, aparece na *Classificação Internacional de Doenças – 11ª revisão* (CID-11), da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022), que essas dificuldades também estão associadas ao senso numérico, memorização numérica, cálculo e raciocínio preciso.

2.4.1 Características da discalculia

O transtorno da aprendizagem em matemática, a discalculia, é conhecida como a dificuldade em dominar números e dificuldade no raciocínio matemático. Logo, o discalcúlico tem dificuldades em manusear e classificar números, apresenta distorções no desenvolvimento de cálculos aritméticos e dificuldades em aplicar conceitos para solucionar problemas. Bastos (2006, p. 199) relaciona os requisitos necessários para o desenvolvimento da aprendizagem de crianças entre seis e doze anos da seguinte maneira:

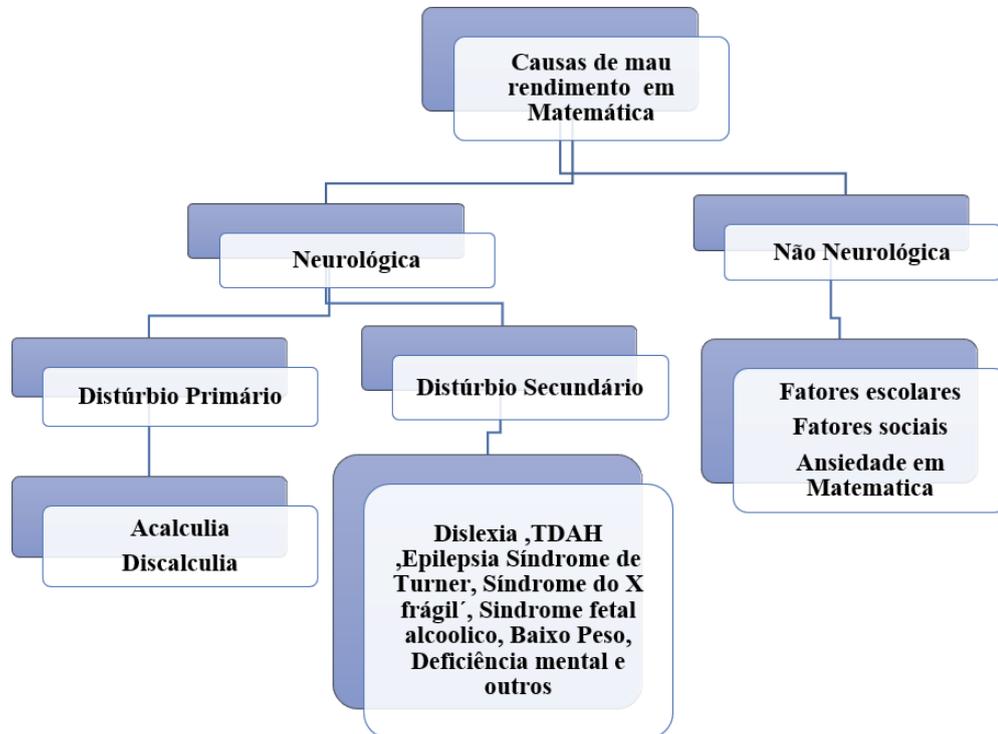
- a) ter a capacidade de agrupar objetos de 10 em 10; b) ler e escrever de 0 a 99; c) saber a hora; d) resolver problemas com elementos desconhecidos; e) compreender meios e quartos; f) medir objetos; g) nomear o valor do dinheiro; h) medir volume; i) contar de 2 em 2, 5 em 5, 10 em 10; j) compreender números ordinais; k) completar problemas mentais simples; l) executar operações matemáticas básicas.

Então, caso o aluno não apresente os requisitos citados nos anos iniciais e na transição para os anos finais do Ensino Fundamental, é necessário que o professor fique atento a sinais de desinteresse, desmotivação, baixa-autoestima, erros na contagem, dificuldades na realização de operações ou cálculo e resolução de problemas durante as atividades de matemática. Esses comportamentos ou perturbações, por vezes considerados normais, são alertas de que a criança não alcançou os requisitos necessários para o desenvolvimento do raciocínio matemático.

Diante do exposto, para reconhecer um aluno com discalculia é essencial identificar as dificuldades de aprendizagem diretamente ligadas às habilidades em matemática. Na ótica de Bastos (2016), essas dificuldades podem consistir em: inabilidade para efetuar somas simples; inabilidade para reconhecer sinais operacionais e utilizar separações lineares; dificuldade para ler corretamente o valor de números com multidígitos; memória pobre para fatos numéricos básicos; dificuldade de transportar números para local adequado na realização de cálculos; ordenação e espaçamento inapropriado dos números em multiplicações e divisões.

O autor aponta que as causas e o mau rendimento em matemática estão associados a problemas neurológicos, caracterizados como distúrbio primário ou secundário, e a problemas não neurológicos, como mostra a Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Causas de mau rendimento matemático



Fonte: Bastos (2016, p. 181).

Contudo, é relevante compreendermos que a discalculia está atrelada às dificuldades sinalizadas pelos alunos durante a aprendizagem matemática, e não a lesões na região cerebral. Como explica García (1998), a discalculia ou discalculia de desenvolvimento é uma desordem estrutural que afeta a habilidade do sujeito de compreender e manusear números sem interferir em outras funções mentais, diferentemente da acalculia, que é causada por lesões cerebrais ou traumas.

Portanto, a acalculia é um transtorno da matemática causado por lesão cerebral, o que faz com que a pessoa perca a habilidade em matemática, levando o cérebro a ativar uma outra área para resolver cálculos, no entanto essa região apresenta falhas nessa execução. A acalculia pode ser definida, então, em dois tipos: acalculias primárias, desordens primárias em cálculo; e acalculias secundárias, derivadas de outros distúrbios cognitivos (Silva, 2016).

2.4.2 Identificação e diagnóstico

Convém enfatizar que o diagnóstico é dado somente por uma equipe multidisciplinar — neurologista, psicopedagogo, fonoaudiólogo, psicólogo, psiquiatra — para a intervenção correta. Porém, é o professor, no chão da sala de aula, que identifica alguma característica de

transtorno de aprendizagem ou dificuldade de aprendizagem, sendo necessário ficar atento à possibilidade de um aluno ter dificuldades ou transtornos em matemática.

Assim, os estudos de García (1998) são relevantes e contribuem para a identificação e intervenção junto a um aluno discalculico. Conforme o estudioso, a discalculia é diagnosticada principalmente em crianças, e esse transtorno é identificado através dos erros apresentados nas habilidades de contagem, nas habilidades computacionais e na solução de problemas verbais. Ademais, o quadro é evolutivo; por isso, adultos também são diagnosticados.

O autor classifica esse transtorno em seis subtipos, que podem se apresentar de modos diferentes ou associados a vários outros transtornos de aprendizagem, como: i. **discalculia verbal**: dificuldade de nomear as quantidades matemáticas, os números, os termos, os símbolos e as relações; ii. **discalculia practognóstica**: dificuldade de enumerar, comparar e manipular objetos reais ou em imagens matematicamente; iii. **discalculia léxica**: dificuldades na leitura de símbolos matemáticos; iv. **discalculia gráfica**: dificuldades na escrita de símbolos matemáticos; v. **discalculia ideognóstica**: dificuldades de fazer operações mentais e na compreensão de conceitos matemáticos e; vi. **discalculia operacional**: dificuldades de executar operações e cálculos numéricos.

Para diagnosticar os alunos com transtorno de aprendizagem no cálculo aritmético, García (1998) também menciona alguns critérios que os professores e pais precisam considerar para a identificação de um aluno que apresenta perturbações e dificuldades de aprendizagem em matemática. Os critérios estabelecidos pelo autor excluem a deficiência intelectual e a má escolarização e englobam a seguinte sequência: quando o rendimento nos testes padronizados de aritmética, aplicados individualmente, é abaixo do esperado para escolarização e capacidade intelectual da criança; quando a alteração interfere no desenvolvimento de suas aprendizagens escolares, refletindo nas atividades do cotidiano que precisam das operações aritmética; quando a alteração não está associada a problemas visuais ou auditivos ou a um transtorno neurológico.

Corroborando esses critérios, Romagnoli (2008) destaca que, dependendo do grau de imaturidade neurológica da criança, a discalculia pode ser considerada a partir de três níveis: leve, quando o discalculico apresenta uma reação favorável à intervenção terapêutica; médio, o quadro mais comum dos sujeitos que apresentam dificuldades específicas em matemática; e limite, quando há uma lesão neurológica que acarreta algum déficit intelectual. Em sintonia com essa categorização, Campos (2014, p. 26) considera que a discalculia pode ser dividida em três classes:

- a) **Natural**: a criança ainda não foi exposta a todo processo de contagem, logo não adquire conhecimentos suficientes para compreender o raciocínio matemático; b)
- Verdadeira**: não apresenta evolução favorável no raciocínio lógico-matemático,

mesmo diante de diversas intervenções pedagógicas; c) **Secundária:** sua dificuldade na aprendizagem matemática está associada a outras comorbidades, como por exemplo, a dislexia.

As contribuições de Vieira (2004) também são relevantes para o diagnóstico de alunos discalculicos. Em resumo, no Quadro 2, seguem as dificuldades e manifestações estabelecidas a partir dos estudos do referido autor.

Quadro 2 – Dificuldades e manifestações da discalculia

Dificuldades	Manifestações
Dificuldade na identificação de números.	O aluno pode trocar os algarismos 6 e 9, 2 e 5, dizer 2 quando o algarismo é 4.
Incapacidade para estabelecer uma correspondência recíproca.	Dizer o número a uma velocidade e expressar oralmente em outra.
Escassa habilidade para contar compreensivamente.	“Decorar” rotina dos números, ter déficit de memória, nomear de forma incorreta os números relativos ao último dia da semana, estações do ano, férias.
Dificuldade na compreensão dos conjuntos,	Compreender de maneira errada o significado de um grupo ou coleção de objetos.
Dificuldade na conservação.	Não conseguir compreender que os valores 6 e $4 + 2$ ou $5 + 1$ se correspondem; para eles, somente significam mais objetos.
Dificuldade no cálculo.	O déficit de memória dificulta essa aprendizagem. Confusão na direcionalidade ou apresentação das operações a realizar.
Dificuldade na compreensão do conceito de medida.	Não conseguir fazer estimativas acertadas sobre algo quando necessitar dispor das medidas em unidades precisas.
Dificuldade para aprender a dizer as horas.	Aprender as horas requer a compreensão dos minutos e segundos, e o aluno com discalculia quase sempre apresenta problemas.
Dificuldade na compreensão do valor das moedas.	Ter problemas na aquisição da conservação da quantidade em relação a moedas, por exemplo: 1 moeda de R\$ 0,25 = 5 moedas de R\$ 0,05.
Dificuldade na compreensão da linguagem matemática e dos símbolos.	Adição, subtração, multiplicação, divisão: +, -, ×, ÷.
Dificuldade em resolver problemas orais.	O déficit de decodificação e compreensão do processo leitor impedirá a interpretação correta dos problemas orais.

Fonte: Vieira (2004, p. 116).

Para Díaz (2011), os sintomas mais significativos da discalculia são os seguintes, de acordo com o Quadro 3:

Quadro 3 – Sintomas da discalculia

Números e signos	<ul style="list-style-type: none"> - Não identificação; - Confusão de cifras de sons semelhantes; - Confusão de cifras simétricas; - Inversão de cifras; - Confusão de signos com formas semelhantes.
Seriação numérica	<ul style="list-style-type: none"> - Translação; - Repetição de cifras; - Omissão de cifras; - Perseveração no não reconhecimento de um limite determinado; - Não abreviação (não poder contar de “2 em 2”); - Confusão de signos semelhantes (+ por – por exemplo).
Escala	<ul style="list-style-type: none"> - Representação de cifras; - Omissão de cifras; - Perseveração (idem, seriação numérica); - Não abreviação (idem, seriação numérica); - Ruptura da ordem numérica.
Operações	<ul style="list-style-type: none"> - Colunamento deficiente; - Início da adição ou subtração pela esquerda; - Adicionar ou subtrair a unidade com a dezena; - Realizar uma operação primeiramente com a mão direita e terminar (ou alternar) com a mão esquerda; - Na multiplicação, iniciar a operação multiplicando o primeiro número da esquerda; - Na divisão, não saber calcular quantas vezes o divisor está contido no dividendo; - Começar uma operação pegando as cifras à direita do dividendo.

Fonte: Díaz (2011, p. 324).

Nesse bojo, Silva (2008) também contribui para a identificação do aluno discalculico, ao relacionar comportamentos que podem ser manifestados pelo educando:

A resistência às atividades que exigem leitura e escrita é outro aspecto a ser considerado, ressaltando que o discalculico pode ter dificuldades na leitura e na escrita e resiste, também, a atividades em grupo por não gostar de se expor. Geralmente escreve pouco e suas respostas às questões que lhe são formuladas resumem-se a “sim” ou “não”, devido ao medo de errar. Manifesta um sentimento fortissimo de menos-valia, que acontece por se sentir acuado em relação à classe (Silva, 2008, p. 25).

Diante dos conhecimentos sobre as características, tipos, critérios, sintomas, níveis, classes e comportamentos do transtorno de aprendizagem da matemática, o papel do professor é crucial para o direcionamento de um diagnóstico precoce, para mobilizar a escola e a família e, juntos, criar ou acessar uma rede de apoio para o desenvolvimento e a inclusão dos alunos que precisam de intervenção. Logo, é imprescindível o apoio e incentivo para que o aluno seja estimulado e possa se desenvolver dentro de suas possibilidades.

Outra contribuição para a identificação do aluno discalculico são as possíveis causas

investigadas em várias áreas, citadas por Santos *et al.* (2015) conforme o Quadro 4:

Quadro 4 – Possíveis causas da discalculia em várias áreas

Área	Causas
Neurologia	Considera que a discalculia se manifesta em grau leve (quando a criança discalculica reage favoravelmente à intervenção terapêutica), grau médio (que coexiste com o quadro da maioria dos que apresentam dificuldades específicas em matemática), grau limite (quando se verifica a existência de uma lesão neurológica gerada por traumatismos que provocam um déficit intelectual).
Linguística	Afirma que a compreensão matemática só é possível com a assimilação da linguagem, que tem um papel fundamental na evolução do intelecto de cada ser humano. Nesse caso, um discalculico apresenta deficiente elaboração do pensamento devido às dificuldades no processo de interiorização da linguagem.
Psicologia	Na área da psicologia, as conclusões apontam para o fato de os indivíduos portadores de alterações psíquicas se tornarem mais propensos a apresentar problemas de aprendizagem, pois o aspecto emocional interfere no controle de determinadas funções, caso da memória, da atenção e da percepção, por exemplo.
Genética	Aponta para a determinação de um gene responsável pela transmissão dos transtornos ao nível dos cálculos.
Pedagogia	Aponta dificuldade diretamente relacionada aos fenômenos que sucedem no processo de aprendizagem, como métodos de ensino desadequados, inadaptação à escola, entre outros.

Fonte: Santos *et al.* (2015, p. 3).

Desse modo, Sacramento (2008) salienta que o diagnóstico de discalculia é sempre um detalhamento do período em curso de desenvolvimento, que se aplica a um intervalo máximo de um ano em virtude de a criança estar sempre em desenvolvimento. Assim, as dificuldades que persistiam no ano anterior podem ser minimizadas no ano seguinte.

Contudo, é importante destacar que alunos com discalculia, transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH), dislexia, entre outros, são contemplados pela perspectiva da educação inclusiva, mas não são público-alvo da educação especial, pois não têm direito ao AEE, mas têm direito à aprendizagem e igualdade de condições com todos os demais. Portanto, é necessário que esses alunos se sintam parte do ambiente da sala de aula e da escola. Sob esse ponto de vista, a Lei nº 14.254, de 30 de novembro de 2021, institui o acompanhamento integral para educandos com TDAH, dislexia ou outro transtorno de aprendizagem, como a discalculia (Brasil, 2021), de forma a garantir que:

Art. 1º O poder público deve desenvolver e manter programa de acompanhamento integral para educandos com dislexia, transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH) ou outro transtorno de aprendizagem. Parágrafo único. O acompanhamento integral previsto no *caput* deste artigo compreende a identificação precoce do transtorno, o encaminhamento do educando para diagnóstico, o apoio educacional na rede de ensino, bem como o apoio terapêutico especializado na rede de saúde. Art. 2º As escolas da educação básica das redes pública e privada, com o

apoio da família e dos serviços de saúde existentes, devem garantir o cuidado e a proteção ao educando com dislexia, TDAH ou outro transtorno de aprendizagem, com vistas ao seu pleno desenvolvimento físico, mental, moral, espiritual e social, com auxílio das redes de proteção social existentes no território, de natureza governamental ou não governamental. Art. 3º Educandos com dislexia, TDAH ou outro transtorno de aprendizagem que apresentam alterações no desenvolvimento da leitura e da escrita, ou instabilidade na atenção, que repercutam na aprendizagem devem ter assegurado o acompanhamento específico direcionado à sua dificuldade, da forma mais precoce possível, pelos seus educadores no âmbito da escola na qual estão matriculados e podem contar com apoio e orientação da área de saúde, de assistência social e de outras políticas públicas existentes no território (Brasil, 2021, arts. 1-3).

A nova lei é mais uma forma de proteger/acolher os alunos com TDAH, dislexia ou outro transtorno de aprendizagem, visto que as escolas, com o apoio da família e dos serviços de saúde, devem garantir acompanhamento específico e proteção a esses alunos, propiciando um ambiente inclusivo. A norma determina, ainda, a capacitação dos professores da Educação Básica, para que possam identificar, o mais breve possível, os sinais relacionados ao TDAH e aos transtornos de aprendizagem.

Entretanto, para que a inclusão realmente ocorra no ambiente escolar, é preciso que a escola esteja adaptada às necessidades dos alunos. Contudo, a prática não acompanha a teoria, pois não é cumprido o que é exigido nos documentos. As leis ainda não são suficientes para garantir as condições necessárias e intervenções para uma educação inclusiva.

Nessa perspectiva, Carvalho, (2004, p. 77) afirma:

A Letra das leis, os textos teóricos e os discursos que proferimos asseguram os direitos, mas o que os garante são as efetivas ações, na medida em que se concretizam os dispositivos legais e todas as deliberações contidas nos textos de políticas públicas. Para tanto, mais que prever há que prover recursos de toda a ordem, permitindo que os direitos humanos sejam respeitados, de fato. Inúmeras são as providências políticas, administrativas e financeiras a serem tomadas, para que as escolas, sem discriminações de qualquer natureza, acolham a todas as crianças, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, lingüísticas ou outras...

2.4.3 Educação matemática inclusiva

Atualmente, as discussões sobre a inclusão e a diversidade estão contribuindo para a reivindicação de uma sociedade mais justa e igualitária. O respeito à diversidade, a garantia aos direitos e a participação social remetem a questões éticas para uma sociedade inclusiva que acolhe todos e todas, sem quaisquer distinções, dos privilegiados aos excluídos.

Uma sociedade mais inclusiva, portanto, oferece as mesmas oportunidades, reconhece a diversidade e a equidade e inclui as necessidades de todos os grupos sociais, entre os quais, o das pessoas com deficiências/transtornos de aprendizagem, as quais, muitas vezes, sofrem com a exclusão social. À vista disso, os debates acerca da inclusão nas escolas estão cada vez mais em pauta, por evidenciarem possibilidades para o ensino e a aprendizagem em um ambiente

acolhedor que respeite as diferenças.

A educação inclusiva, nessa linha, configura-se na oportunidade, equidade, igualdade e diversidade, para que todos possam aprender em um sistema regular de ensino, de modo a atender às necessidades educativas específicas de todos os alunos. Nesse entendimento, Mantoan (2003) aponta que a escola deve estimular a aprendizagem das crianças, em vez de segregá-las em classes especiais ou oferecer atendimentos à parte. Por essa razão, é relevante destacar, nos termos da autora, que:

A educação inclusiva acolhe todas as pessoas, sem exceção. É para o estudante com deficiência física, para os que têm comprometimento mental, para os superdotados, para todas as minorias e para a criança que é discriminada por qualquer outro motivo. Costumo dizer que estar junto é se aglomerar no cinema, no ônibus e até na sala de aula com pessoas que não conhecemos. Já inclusão é estar com, é interagir com o outro (Mantoan, 2005, p. 2).

Nesse sentido, a escola tem um papel crucial para evitar a desmotivação, a frustração, a exclusão e o isolamento social. Para tanto, é essencial que ela capacite seus profissionais, busque novas metodologias, promova atividades dinâmicas e disponha de espaços adequados e adaptados para planejar e realizar atividades para que todos tenham as mesmas oportunidades e possam desenvolver habilidades, autoconfiança e superar dificuldades, melhorar a autoestima e autoimagem, favorecendo a educação matemática inclusiva.

Consoante Campos (2014), é pertinente lembrar que o discalculico não possui uma doença, mas sim um transtorno que, quando tratado cedo e de forma adequada, não impede o aluno, independentemente da dificuldade que apresenta, de frequentar a sala de aula e de ter uma vida escolar sem tantos empecilhos. Entretanto, os professores precisam refletir sobre sua prática, promover ações pedagógicas, ser facilitadores e orientadores, buscar conhecimentos a respeito das dificuldades de aprendizagem, ajudar o educando “a procurar e a descobrir padrões e relações por meio de planejamento, verbalização cuidadosa das instruções, apresentação de materiais” (Johnson; Myklebust, 1987, p. 289).

Diante de tantos problemas e desafios enfrentados pelos professores por não saberem muitas vezes lidar com as situações de dificuldades ou transtornos de aprendizagem, é muito importante, apesar de tudo, pensarmos em meios e intervenções para o desenvolvimento da aprendizagem, haja vista que o aluno discalculico sofre na escola, por causa da intolerância de colegas e docentes, e em casa, devido à impaciência dos familiares.

Para a realização da educação matemática inclusiva, o professor de matemática precisa conhecer as características e sintomas da discalculia para assim ter a capacidade de identificá-la. Desse modo, é essencial a busca por formações continuadas e capacitações para a mudança da prática e intervenção em sala de aula. Nessa direção, Denari (2006, p. 39) corrobora:

[...] a política de inclusão que garante acesso e permanência a todo aluno com necessidades educativas especiais no ensino comum, na formação do professor seria importante prever, inicialmente, um preparo de efetiva qualidade para lidar com a diversidade, além de (in)formação específica em educação especial, no curso de formação inicial (magistério) e na graduação (pedagogia) para promover os apoios pedagógicos previstos na legislação.

Com relação à postura do professor, Silva (2008) sugere que o docente tenha muito cuidado e paciência, para não apresentar atitudes que possam constranger o aluno, em virtude das suas confusões de raciocínio, e não o colocar em evidência ou diferenciá-lo dos demais. É crucial também evitar correções constantes para não expor o aluno a situações desagradáveis diante da turma. O referido autor ressalta algumas possibilidades e orientações preconizadas pelas Associação Brasileira de Discalculia (ABD) para ajudar o professor no desenvolvimento da aprendizagem dos alunos discalculicos:

a) Permitir o uso de calculadora e tabela de tabuada; b) Adotar o uso de caderno quadriculado; c) Quanto às provas, devem-se elaborar questões claras e diretas, reduzindo-se o número de questões, sem limite de tempo, aplicando-a de tal sorte que o aluno esteja acompanhado apenas de um tutor para certificar se entendeu o enunciado das questões; d) Estabelecer critério em que, por vezes, o aluno poderá ser submetido a prova oral, desenvolvendo as expressões mentalmente, ditando para que alguém as transcreva; e) Moderar na quantidade dos deveres de casa, passando exercícios repetitivos e cumulativos; f) Incentivar a visualização do problema, com desenhos e depois internamente; g) Prestar a atenção no processo utilizado pela criança, verificando o tipo de pensamento que ela usa para desenvolver o problema; h) Ministrando uma aula livre de erros, para esse aluno conhecer o sucesso; e i) Ter em mente que, para o discalculico, nada é óbvio, como é para os demais alunos (Silva, 2008, p. 26-27).

Ao priorizar a construção do conhecimento pelo fazer e visar ao desenvolvimento do letramento matemático dos alunos com discalculia, faz-se necessário favorecer a inclusão, apesar dos problemas e dificuldades, para que todos possam ser estimulados a se comunicar, registrar e representar suas ideias matemáticas e tenham a oportunidade de conviver e aprender juntos sem discriminação, favorecendo a diversidade. Segundo Mantoan (2003, p. 97):

A educação inclusiva deve ser entendida como uma tentativa a mais de atender as dificuldades de aprendizagem de qualquer aluno no sistema educacional e com um meio de assegurar que os alunos, que apresentam alguma deficiência, tenham os mesmos direitos que os outros, ou seja, os mesmos direitos dos seus colegas escolarizados em uma escola regular.

Os debates sobre inclusão de alunos com deficiências/transtornos nas escolas regulares estão constantemente nas pautas para a garantia da educação de qualidade a todos. Apesar de o tema ser novo para a área de matemática, é essencial que o docente de matemática se aproprie de conhecimentos para uma prática inclusiva que possa favorecer a aprendizagem de todos em sala de aula. Assim, as escolas devem atender “às diferenças sem discriminar, sem trabalhar à parte com alguns alunos, sem estabelecer regras específicas para se planejar, para aprender,

para avaliar” (Mantoan, 2003, p. 25).

Ações pedagógicas e psicopedagógicas são essenciais para a intervenção e a inclusão do aluno com discalculia. Ademais, o desenvolvimento da aprendizagem está relacionado ao ritmo de cada aluno e às metodologias apresentadas. Os estudos de Bastos (2016) enfatizam que a intervenção diretamente com o professor ocasiona resultados melhores do que o uso da tecnologia e mídia no tratamento de distúrbios/transtornos em matemática. Segundo Campos (2015), mesmo a criança tendo dificuldades de aprendizagem em matemática ou discalculia, quando acompanhada e orientada corretamente, desenvolve habilidades e competências que, antes, eram inacreditáveis para elas.

2.5 Conhecendo os registros de representação semiótica

A TRRS, desenvolvida pelo filósofo e psicólogo francês Raymond Duval, tem sido muito divulgada no Brasil e essencial para as pesquisas em educação matemática, uma vez que oferece um suporte teórico e metodológico com abordagem cognitiva, que é fundamental para o desenvolvimento da aprendizagem matemática.

Essa teoria tem como base o uso da linguagem e de representações para atividades matemáticas. Sobre isso, Duval (2010) destaca que os objetos matemáticos não são acessíveis perceptiva ou instrumentalmente como em outras disciplinas, que podem acessados por meio do uso de microscópio, telescópio, aparelhos de medida e outros. De acordo com a TRRS, os objetos matemáticos são acessíveis através das representações semióticas.

Os objetos matemáticos não estão diretamente acessíveis à percepção ou à experiência intuitiva imediata, como são objetos comumente ditos “reais” ou “físicos”. É preciso, portanto, dar representantes. E por outro lado, a possibilidade de efetuar tratamento sobre os objetos matemáticos depende diretamente do sistema de representação semiótico utilizado (Duval, 2012, p. 268).

Nesse sentido, Damm (2012) esclarece que os objetos matemáticos a serem estudados podem ser compreendidos como conceitos, propriedades, estruturas e relações que permitem expressar distintas situações por meio de representações semióticas. Para tanto, é necessário entender o que “seriam essas representações essenciais ao funcionamento e ao desenvolvimento dos conhecimentos” (Damm, 2012, p. 167).

Consoante Colombo, Flores e Moretti (2008), cada vez mais, a teoria preconizada por Duval tem sido aprofundada e utilizada nos estudos sobre a aprendizagem matemática. Esse aprofundamento/uso teórico deve-se, como consideram Pantoja, Campos e Salcedos (2013), à relevância dos registros semióticos enquanto sistema de comunicação que permite organizar informações acerca do objeto representado.

Segundo Duval (2015), a atividade matemática apresenta duas faces. A primeira é a face

exposta, em que são apresentados os conceitos e procedimentos matemáticos na resolução de problemas; ela está focada nos objetos, propriedades, algoritmos e avaliações. Já a segunda é a face oculta, que compreende os gestos intelectuais, de natureza cognitiva e epistemológica, apresentados em qualquer atividade matemática. É nessa face que se dá a autonomia intelectual, e nela está alicerçada a TRRS. Para isso, é necessário “tomar consciência das formas de ver, de raciocinar, de reconhecer e de organizar as informações pertinentes” (Duval, 2015, p. 10).

Sob o prisma da TRRS, em uma atividade de ensino, podemos representar um objeto matemático utilizando os registros de representação semiótica, os quais são definidos como “produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representações, os quais têm suas dificuldades próprias de significado e funcionamento” (Duval, 1993, p. 39). Na concepção de Duval (2011, p. 23), as representações semióticas “estão no lugar dos objetos ou os evocam quando esses não são imediatamente acessíveis”.

Todavia, convém ressaltar que a compreensão dos objetos matemáticos será possível através da coordenação de vários registros de representação, pelo menos entre dois, ou seja, quanto maior for a mobilidade com diferentes registros de representação do mesmo objeto matemático, maior será a possibilidade de apreensão desse objeto (Damm, 2012). A respeito, Duval (2012, p. 270) explicita que:

O recurso a muitos registros parece mesmo uma condição necessária para que os objetos matemáticos não sejam confundidos com suas representações e que possam também ser reconhecidas em cada uma de suas representações. A coordenação de muitos registros de representação semiótica aparece fundamentalmente para uma apreensão conceitual de objetos: é preciso que o objeto não seja confundido com suas representações e que seja reconhecido em cada uma de suas representações possíveis.

Para o domínio dos sistemas semióticos próprios da matemática, Duval (2011) utiliza o termo “registro” — a língua natural, os sistemas de escrita (numérica e algébrica), os gráficos cartesianos e as figuras geométricas. Contudo, o autor alerta que precisamos discernir objeto matemático de sua representação, pois os registros de representação semiótica não são objetos matemáticos, isto é, os registros apenas representam esses objetos. Assim, temos uma parte de duas, com a representação fracionária e decimal representando um mesmo objeto matemático. Para uma melhor compreensão, segue o quadro com exemplos das linguagens dos sistemas de representação semiótica.

Quadro 5 – Diferença do objeto e sua representação

Objeto matemático: fração	
Representação	Registro
	Figural
Uma parte de duas	Língua natural
0,5	Decimal
$\frac{1}{2}$	Fracionário

Fonte: Duval (1993, p. 39).

Com ênfase, Duval (2012) relata que os obstáculos surgidos na aprendizagem, para a construção dos conceitos matemáticos, podem estar relacionados à dificuldade de diferenciar o objeto matemático da sua representação. Nessa direção, o autor destaca que:

Uma escrita, uma notação, um símbolo representam um objeto matemático [...] não devem ser jamais confundidos com a representação que se faz dele. De fato, toda confusão acarreta, em mais ou menos a longo termo, uma perda de compreensão e os conhecimentos adquiridos tornam-se rapidamente inutilizáveis ao longo de seu contexto de aprendizagem (Duval, 2012, p. 268).

Em sua teoria, Duval (2010) nos faz perceber que os fracassos e/ou as dificuldades dos alunos, seja em qual nível de ensino se encontram, estão atrelados com os monorregistros. Se o aluno manipula apenas um registro, ele não consegue reconhecer o mesmo objeto matemático em outras representações, usar seus conhecimentos e alcançar novos conhecimentos.

Na medida em que a matemática tende a diversificar os registros de representação, sua aprendizagem específica pode contribuir fortemente para o desenvolvimento das capacidades cognitivas globais do indivíduo. Visar esse desenvolvimento sem se fixar de forma míope sobre a aquisição de tal ou tal noção particular é provavelmente o aporte maior que se pode esperar da aprendizagem matemática para sua educação (Duval, 2010, p. 15).

Nesse contexto, quando o aluno tem propriedade de manusear os diversos registros de representação de um mesmo objeto, efetiva a construção do conhecimento de certo conteúdo ou conceito, uma vez que não fica limitado a uma única representação. Portanto, os registros semióticos permitem uma pluralidade de representações de um mesmo objeto, contribuindo para suas representações mentais, ampliando o desenvolvimento cognitivo, pois a representação de um mesmo objeto tem características, propriedades e conceitos diferentes.

Duval (2010) explica ainda que um mesmo objeto possui uma variedade de registros de representação, mas articular tais registros é o que determina a compreensão em matemática. Contudo, o autor frisa que essa condição é desconsiderada em diversas abordagens didáticas, o que leva à noção errônea de que todos os registros de representação de dado objeto partilham o

mesmo conteúdo ou que a partir de um registro é possível apreender o conteúdo do outro.

Moretti (2002) corrobora ao evidenciar que usar apenas a linguagem discursiva não alcança todo o acesso de um determinado objeto matemático; por isso, deve-se acessar outros registros, como a linguagem gráfica ou a linguagem algébrica. Nessa esteira, em seus estudos, Duval (1993, p. 18) elucida que:

As representações diferentes de um mesmo objeto, não têm evidentemente o mesmo conteúdo. Cada conteúdo é comandado por um sistema pelo qual a representação foi produzida. Daí a consequência de que cada representação não apresenta as mesmas propriedades ou as mesmas características do objeto. Nenhum sistema de representação pode produzir uma representação cujo conteúdo seja completo e adequado ao objeto representado.

De modo a assimilarmos as mudanças de representações semióticas, é preciso focar nas funções cognitivas desenvolvidas por essas transformações. Assim, Duval (2012) deixa clara a diferença entre “semiose” e “noesis”. A “semiose” se refere à apreensão ou produção de uma representação semiótica, já “noesis” concerne ao próprio conceito, à apreensão conceitual de um objeto, obtida nos aspectos cognitivos. O autor enfatiza que a noesis é indissociável da semiose; logo, não existiria noesis (conceito) sem semiose (representação).

Em outros termos, não devemos ensinar matemática como se a semiose (apreensão de uma representação semiótica) fosse uma operação alheia à noesis (apreensão conceitual do objeto). Em sintonia com essa explicação, Damm (2012, p. 177) enfatiza que a apreensão de um objeto matemático requer que “a *noésis* (conceitualização) ocorra através de significativas *semiósisis* (representações)”. É, então, essencial pensarmos na contribuição das TRRS como uma metodologia que o professor pode usar enquanto ferramenta na construção do conhecimento.

2.5.1 Atividades cognitivas de tratamento e conversão

Diante das diversas possibilidades de representar os objetos matemáticos conceituais, a compreensão em matemática implica coordenar, ao menos, dois registros de representação semiótica (Duval, 2010). Em linhas gerais, quando o aluno consegue coordenar, isto é, transitar entre as representações de um mesmo conceito matemático, demonstra que ele compreendeu o conceito do objeto trabalhado. Para que aconteça a coordenação entre dois ou mais registros, a TRRS apresenta duas atividades cognitivas relevantes: o tratamento e a conversão.

O tratamento de uma representação diz respeito às operações dentro de um mesmo registro de representação; por isso, é dita “interna a um registro”. Está relacionado à forma, e não ao conteúdo do objeto matemático. Acerca dessa atividade, Duval (2012, p. 272) explana:

A paráfrase e a inferência são formas de tratamento em língua natural. O cálculo é uma forma de tratamento próprio das expressões simbólicas (cálculo numérico,

cálculo algébrico, cálculo proposicional...). A reconfiguração é um tipo de tratamento particular para as figuras geométricas: é uma das numerosas operações que dá ao registro das figuras o seu papel heurístico.

Por exemplo, quando resolvemos uma equação de primeiro grau para encontrar o valor da incógnita, estamos usando a atividade de tratamento.

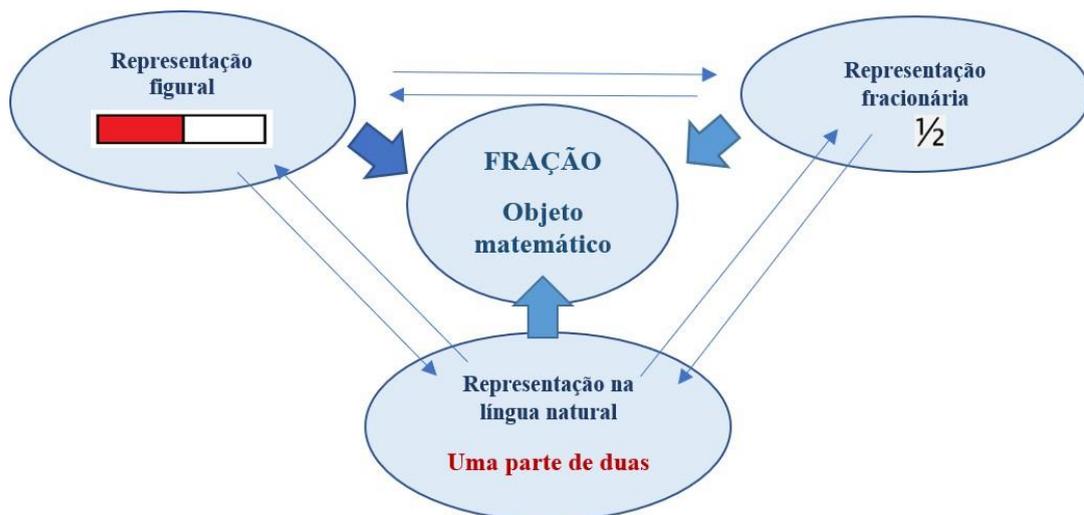
Figura 3 – Atividade cognitiva de tratamento

$$\begin{array}{c}
 5x - 9 = 9 + 2x \\
 5x - 9 = 9 + 2x \\
 5x - 2x = 9 + 9
 \end{array}$$

Fonte: Elaboração própria (2023).

Já a conversão de uma representação refere-se às operações em que o registro inicial é transformado em outro registro; por essa razão, é considerada uma “transformação externa”. De acordo com Duval (2009, p. 58), “converter é transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma situação ou dessa mesma informação num outro registro”. Para melhor compreensão, segue o esquema:

Figura 4 – Atividade cognitiva de conversão



Fonte: Elaboração própria (2023).

Assim, conserva-se o objeto matemático, muda-se a forma de sua representação e transforma-se o registro de representação inicial para outro tipo de registro. Por exemplo:

quando lemos uma parte de duas (linguagem natural) e a transformamos em $\frac{1}{2}$ (fracionário), a conversão foi realizada. Vale destacar que, para Duval (2009), é no trânsito de vários registros de representação que a aprendizagem em matemática se torna significativa.

Segundo o autor, selecionar o registro mais apropriado para aplicar os tratamentos implica uma desenvoltura do raciocínio e, conseqüentemente, leva à resolução dos problemas matemáticos e, por fim, à construção dos conceitos matemáticos. Então, quando o aluno tem propriedade de manusear diversos registros de representação de um mesmo objeto, ele efetiva a construção do conhecimento de certo conteúdo ou conceito, uma vez que não fica limitado a uma única representação.

É devido às diversas formas de representação do objeto matemático que o aluno passa a mobilizar vários registros através das atividades cognitivas de tratamento e conversão, de modo participativo e orientado pelo professor, o que pode contribuir para o desenvolvimento da sua aprendizagem. Portanto, as variadas formas dos sistemas semióticos são essenciais para a aprendizagem, o desenvolvimento cognitivo e a construção de conceitos, bem como permite ao aluno, durante a atividade, diferenciar o objeto da sua representação. Nesse bojo, Flores (2006, p. 4) acrescenta que:

Permanecer num único registro de representação significa tomar a representação como sendo de fato o objeto matemático – por exemplo, $f(x) = x$ seria a função, e não uma representação do objeto matemático. Logo, para não confundir o objeto e o conteúdo de sua representação é necessário dispor de, ao menos, duas representações, de modo que estas duas devam ser percebidas como representando o mesmo objeto. Além disso, é preciso que o estudante seja capaz de converter [...] entre uma e outra representação.

Então, é necessário apresentar atividades diversificadas aos alunos com dificuldades de aprendizagem/transtorno, através das propostas das atividades cognitivas de tratamento e conversão, para que possam manusear vários registros de representação semiótica e reconhecer o objeto sem confundi-lo com suas representações. Nessa perspectiva, as atividades cognitivas de tratamento e conversão são relevantes e podem contribuir para o desenvolvimento cognitivo e a compreensão das dificuldades de aprendizagem do aluno com discalculia.

Através da tripla análise das produções/atividades dos alunos: *i. análise matemática*, em termos da validade do encaminhamento e do sucesso; *ii. análise da compreensão*, ou seja, da aquisição pelos alunos em termos de autonomia e progressão e; *iii. análise da razão* – ou seja de sucesso ou aquisição – seja de fracassos ou bloqueios – isto é, os fatores que foram ou não considerados nas atividades pedagógicas.

Duval (2011, p. 149) apresenta duas vantagens:

Ela permite analisar com precisão não apenas tudo o que um aluno faz, diz ou tenta,

mas igualmente tudo o que ele não faz, ou o que ele não observa mesmo no que ele faz. Ela permite, em seguida, comparar as produções de um mesmo aluno em problemas que mobilizam conhecimentos matemáticos muito diferentes.

Para o reconhecimento dos tipos de representação semiótica no desenvolvimento das atividades matemática, adotando aprofundamento sobre as atividades cognitivas de tratamento e conversão, Duval (2010) propõe uma classificação dessas representações e apresenta dois tipos de registros com representação discursiva e representação não discursiva. Os registros multifuncionais são aqueles em que não se utilizam algoritmos, e os registros monofuncionais são aqueles em que se utilizam algoritmos, conforme explicitado no quadro a seguir.

Quadro 6 – Tipos de registros de representação semiótica

Representação discursivas		Representação não discursivas
Registros multifuncionais: os tratamentos não são algoritmizáveis.	Língua natural: associações verbais (conceituais). Forma de raciocinar: – argumentação a partir de observações, crenças...; – dedução válida a partir de definição ou teoremas.	Figuras geométricas ou em perspectiva (configurações em dimensão 0, 1, 2 ou 3): – apreensão operatória, e não somente perceptiva; – construção com instrumentos.
Registros monofuncionais: os tratamentos são principalmente algoritmos.	Sistemas de escrita: – numérico (binária, decimal, fracionária...); – algébrico; – simbólico (línguas formais). Cálculo.	Gráficos cartesianos. – mudança de sistema de coordenadas; – interpolação, extrapolação.

Fonte: Duval (2010, p. 14).

Como podemos notar, é necessário que o professor se aproprie do objeto matemático em estudo, selecione os registros de representação que serão utilizados e saiba desenvolver as atividades cognitivas de conversão ou tratamento no momento oportuno. Dessa maneira, as atividades cognitivas podem contribuir para a aprendizagem, além de possibilitar estratégias e metodologia para o enfrentamento das dificuldades de aprendizagem em matemática dos alunos com discalculia.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho apresenta-se como uma revisão sistemática de literatura, a qual, de acordo com Sampaio e Mancini (2007), torna possível, visivelmente, um resumo dos estudos sobre dada intervenção, favorecendo integrar um leque maior de resultados importantes para não se limitar a conclusões da leitura de alguns trabalhos. Esse tipo de revisão é considerado uma pesquisa secundária, porque precisa de estudos primários para fazer análises, bem como é considerado uma análise crítica da literatura.

No tocante ao método de análise, optamos por utilizar a Análise de Conteúdo, que, na concepção de Bardin (2016, p. 48), apresenta-se como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações”, cuja finalidade é obter, por meio de procedimentos sistemáticos e de objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, “indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens”.

A abordagem temática dessa revisão está direcionada às contribuições da TRRS para o desenvolvimento cognitivo da aprendizagem de matemática, sobretudo ao desenvolvimento cognitivo de alunos com discalculia. Dessa forma, os artigos, teses e dissertações selecionados estão relacionados aos registros de representação semiótica, discalculia e intervenção, entre o período de 2018 até o presente ano.

3.1 Procedimentos para coleta de dados

As etapas definidas para a coleta de dados desta revisão foram realizadas seguindo as orientações de Sampaio e Mancini (2007) para o desenvolvimento das revisões sistemáticas de literatura:

3.1.1 Formulação da questão

Fizemos uma leitura minuciosa das diferentes produções científicas e fontes de informação para a formulação do problema. Dessa maneira, os documentos escolhidos estão relacionados aos registros de representação semiótica para o desenvolvimento de habilidades em matemática. Essa leitura inicial aproxima o investigador do objeto em foco, bem como ajuda a identificar carências a serem pesquisadas.

3.1.2 Busca dos dados

Realizamos essa busca em bancos de dados nacionais: Portal de Periódicos da Capes, *Google Acadêmico*, *SciELO Brasil* e *BDTD*. Utilizamos os descritores “representação semiótica *and* discalculia”; “representação semiótica *and* intervenção”; “representação semiótica *and*

aprendizagem” e; “representação semiótica”. Na primeira busca, usamos os termos isolados, e na segunda, combinados com e sem aspas, por considerarmos a ocorrência deles nas produções científicas.

3.1.3 Seleção dos estudos

Aplicamos os critérios de inclusão e exclusão. Os trabalhos escolhidos para a coleta de dados são produções nacionais, têm o período de publicação de 2018 a 2023 e são artigos, teses e dissertações que apresentam a possibilidade de intervenção com aporte teórico na TRRS. Os trabalhos excluídos foram aqueles com títulos duplicados em mais de uma base, em outro idioma, com publicação antes de 2018 e que não estavam relacionados à TRRS.

3.1.4 Análise e avaliação

Realizamos uma leitura cuidadosa para destacar e comparar as informações presentes nas produções científicas, excluindo aquelas que não estavam relacionadas ao objetivo e ao problema de pesquisa.

3.1.5 Apresentação dos dados

Diante da conclusão das outras etapas, as análises desses dados nos proporcionaram os dados qualitativos e quantitativos deste estudo, além da aplicação do método Análise de Conteúdo, que segundo Cardoso, Oliveira e Ghelli (2021, p. 111), “visa obter, por procedimentos sistemáticos de descrição do conteúdo das mensagens, conhecimentos relativos ao emissor da mensagem, ao receptor, ao meio, considerando as condições de produção/recepção das mesmas”.

Assim, com o intuito de evidenciar e sintetizar as características das produções científicas nacionais relativas à possibilidade de intervenção com aporte na TRRS, utilizamos diferentes fontes de consulta, as quais constituíram a construção da revisão sistemática de literatura, como é demonstrado no seguinte quadro:

Quadro 7 – Fontes de consultas e estratégias de busca

(continua)

Produções científicas	Fonte de consulta	Descritores e estratégias de busca
<ul style="list-style-type: none"> - Teses - Dissertações - Artigos 	<ul style="list-style-type: none"> - Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) - <i>Google Acadêmico</i> - <i>Scientific Electronic Library Online</i> (SciELO) Brasil 	Primeira busca: <ul style="list-style-type: none"> - representação semiótica; - discalculia; - dificuldades de aprendizagem.

	- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).	
--	---	--

Quadro 7 – Fontes de consultas e estratégias de busca

(conclusão)

Produções científicas	Fonte de consulta	Descritores e estratégias de busca
		Segunda busca (combinando os termos): - representação semiótica <i>and</i> discalculia; - representação semiótica <i>and</i> intervenção; - representação semiótica <i>and</i> aprendizagem.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Na primeira busca, utilizamos termos individuais e, na segunda, realizamos a combinação dos termos, como demonstrado no Quadro 7. Quando o resultado da busca não era o esperado, recorriamos ao uso dos termos de busca com aspas. Entretanto, tanto a primeira busca quanto a segunda apresentaram, essencialmente, os mesmos resultados. Os resultados das buscas podem ser observados no quadro a seguir:

Quadro 8 – Resultado das buscas

Descritores	Trabalhos encontrados no Portal de Periódicos da Capes	Trabalhos encontrados no Google Acadêmico	Trabalhos encontrados na SciELO Brasil	Trabalhos encontrados na BDTD
“representação semiótica <i>and</i> discalculia”	0	1	0	1
“representação semiótica <i>and</i> intervenção”	5	1	0	0
“representação semiótica <i>and</i> aprendizagem”	14	1	0	0
“representação semiótica”	159	1300	2	20

Fonte: Elaboração própria (2023).

Levando em conta que os artigos, teses e dissertações encontradas têm participantes pedagógicos, objeto matemático e modalidades diferentes, em razão da escassez de trabalhos voltados à intervenção junto a alunos discalculicos, sobretudo para o Ensino Fundamental e a área de educação, selecionamos somente os trabalhos voltados à intervenção em dificuldades

de aprendizagem em matemática, transtornos ou deficiência com aporte nos registros de representação semiótica. Deste modo, „selecionamos os trabalhos encontrados a partir dos descritores representação semiótica *and* discalculia, representação semiótica *and* intervenção” e “representação semiótica *and* aprendizagem. Com esses descritores encontramos trabalhos direcionados para a aprendizagem de alunos com dificuldades, transtornos ou deficiência com suporte na TRRS. E com o intuito de encontrarmos outros trabalhos voltados para o objetivo da nossa pesquisa, recorremos ao descritor “representação semiótica”, mas a maioria dos trabalhos estavam relacionados somente a algum objeto do conhecimento matemático ou especificamente sobre o estudo da TRRS, alguns repetidos, outros com textos incompletos, não atendo portanto, o objetivo da pesquisa.

A partir dos títulos, palavras-chave e resumos, nove (9) trabalhos foram selecionados para uma leitura minuciosa, sintetização e resumo. Cabe dizer que apenas um trabalho focado na contribuição dos registros de representação semiótica para a aprendizagem dos alunos com discalculia atendeu aos critérios deste estudo, como mostra o Quadro 9. As demais pesquisas estão voltadas à construção de conceitos, aplicação das atividades cognitivas de tratamento e conversão, métodos e estratégias de aprendizagem, bem como apresentam a TRRS enquanto metodologia cognitiva para o desenvolvimento da aprendizagem matemática.

Quadro 9 – Trabalhos selecionados do *Google Acadêmico*

Autores	Tipo de publicação/Ano	Título dos trabalhos	Objetivos
Maria Neuraildes Gomes Viana <i>et al.</i>	Artigo/2021	Dificuldade de aprendizagem matemática no Ensino Fundamental com aporte em representação semiótica.	Verificar habilidades e competências na resolução das atividades nas aulas de matemática, à luz da teoria de Duval, em que o aluno deve estabelecer relações entre tratamento e conversão de registros.
Jorge Paulino da Silva Filho	Tese/2022	Contribuições da teoria semiocognitiva de aprendizagem matemática de Reymond Duval para a análise da produção discente com discalculia do desenvolvimento.	Realizar uma análise, sob o olhar da TRRS, das dificuldades de aprendizagem da matemática apresentadas por um aluno com discalculia do desenvolvimento.
Marco Antônio Sandini Trentin; Leandro Boszko	Artigo/2022	Ensinando frações com jogos digitais organizados sob a Teoria dos Registros de Representação Semiótica.	Estimular os alunos para que possam vir a significar os conceitos estudados, através de diferentes registros de representação semiótica dos números fracionários.
Rosemeire	Artigo/2019	Registros de	Ampliar a compreensão no processo

Aparecida Leal Bolognezi		representação semiótica e a síndrome de Noonan: possibilidades no ensino e aprendizagem da matemática.	de aprendizagem das operações básicas de soma e subtração de matemática de um aluno com síndrome de Noonan.
--------------------------	--	--	---

Fonte: Elaboração própria (2023).

No Quadro 10, descrevemos o trabalho selecionado do Portal de Periódicos da Capes, em que encontramos vários trabalhos direcionados aos registros de representação semiótica, os quais, contudo, não atenderam aos requisitos da pesquisa. Apenas a produção científica citada a seguir relaciona os registros de representação semiótica às dificuldades de aprendizagem de um objeto matemático.

Quadro 10 – Trabalho selecionado do Portal de Periódicos da Capes

Autores	Tipo de publicação/Ano	Título dos trabalhos	Objetivos
Cristina Martins Paraol; Jeremias Stein Rodrigues	Artigo/2018	Os registros de representação semiótica de frações em atividades envolvendo tratamento e conversão.	Averiguar algumas das dificuldades dos estudantes a respeito da resolução de questões envolvendo frações, tendo como base a TRRS.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Os trabalhos selecionados da BDTD são produções científicas que relacionam os registros de representação semiótica à intervenção na aprendizagem matemática para alunos surdos, alunos com TEA e alunos com dificuldades de aprendizagem.

Quadro 11 – Trabalhos selecionados da BDTD

(continua)

Autores	Tipo de publicação/Ano	Título dos trabalhos	Objetivos
Laís Isabele Proença	Dissertação/2021	A mobilização dos registros de representação semiótica na prática pedagógica do processo de ensino-aprendizagem dos números racionais.	Investigar como a prática pedagógica no processo de letramento matemático, no ensino dos números racionais, pode contribuir na mobilização dos registros de representação semiótica.
Lucas José de Souza	Dissertação/2019	Surdez no contexto da educação matemática: um estudo sobre o conjunto dos números	Investigar a mobilização dos registros de representação semiótica relacionados ao conjunto dos números reais, a partir de tarefas realizadas por

		reais a partir de registros de representação semiótica e o Tangram.	estudantes surdos do 1º do Ensino Médio de uma escola bilíngue, envolvendo recurso manipulável Tangram.
Rosângela dos Santos Rodrigues	Dissertação/2021	Ensino de matemática para estudantes com transtorno do espectro autista nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma investigação com aporte em representações semióticas.	Investigar as práticas pedagógicas dos professores de matemática referenciadas em registros de representação semiótica, que intencionam contribuir para a aprendizagem de alunos com TEA dos anos iniciais do Ensino Fundamental do Centro de Ensino de Tempo Integral Bilíngue John Kenedy Jr.
Mateus Bibiano Francisco	Dissertação/2018	Desenvolvimento do Pensamento algébrico de alunos com transtorno do espectro autista (TEA): um estudo à luz da teoria dos registros de representação Semiótica.	Compreender como a transição entre diferentes registros de representação semiótica contribui para a aprendizagem de álgebra por alunos com TEA.

Fonte: Elaboração própria (2022).

Todos os trabalhos citados foram selecionados com o intuito de evidenciar os registros de representação semiótica como metodologia de intervenção para o desenvolvimento cognitivo matemático. Como já ressaltado, encontramos somente um trabalho voltado à intervenção em discalculia com a TRRS. Portanto, os trabalhos foram selecionados com muita cautela para contribuírem com o objetivo desta pesquisa.

3.2 Resumo dos trabalhos selecionados

Achamos relevante trazer os resumos das produções científicas deste estudo, para se entender a relevância de cada pesquisa à luz da TRRS para o desenvolvimento cognitivo no ensino e na aprendizagem da matemática.

3.2.1 Trabalhos selecionados do Google Acadêmico

O trabalho de Viana *et al.* (2021), *Dificuldade de aprendizagem matemática no Ensino Fundamental com aporte em representação semiótica*, foi desenvolvido junto a alunos do 5º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental, com o objetivo de verificar suas habilidades e competências na resolução das atividades em aulas de matemática, com auxílio da teoria de Duval. Assim, os objetos matemáticos foram manuseados através das atividades cognitivas de tratamento e conversões de registros.

Em tal estudo, observou-se que as dificuldades dos alunos estão na interpretação do

problema, muitas vezes por domínio da leitura. Ainda assim, os autores evidenciam que, com o uso de uma variedade de registros de representação semiótica, eles conseguiram visualizar com mais facilidade os objetos matemáticos, pois nem sempre esses objetos são passíveis de percepção.

Por sua vez, Silva Filho (2022) na pesquisa *Contribuições da Teoria Semiocognitiva de aprendizagem matemática de Raymond Duval para a análise da produção discente com discalculia do desenvolvimento*, buscou compreender as dificuldades de aprendizagem de alunos com discalculia do desenvolvimento, sob o ponto de vista da TRRS de Raymond Duval. No respectivo estudo, foi realizada a coleta de dados no período de dois anos, com um aluno discalcúlico de 16 anos, no Ensino Médio. Foram 64 encontros, em um estudo de caso e analisadas as produções orais e escritas referentes à resolução dos exercícios de matemática por meio, principalmente, da Teoria Semiocognitiva de Duval.

No trabalho em pauta, constatou-se que o sujeito da pesquisa apresentou importantes dificuldades de acesso aos objetos matemáticos ainda em sua forma significativa, dificuldades em tratamentos aritméticos e algébricos, dificuldades de recuperação de fatos aritméticos básicos da memória de longo prazo. Além disso, o aluno confundiu o conteúdo de algumas representações; recorreu, com frequência, às representações com baixa valência semiótica e instrumental, como os dedos das mãos e risquinhos. Entretanto, o autor chama atenção para o desenvolvimento cognitivo apresentado nas operações semiocognitivas de nível mais apurado, como a conversão, de forma correta, do registro em língua natural: “o quadrado de um número é igual a 121” para o registro algébrico “ $x^2 = 121$ ”.

Já a investigação de Trentin e Boszko (2022), denominada *Ensinando frações com jogos digitais organizados sob a teoria dos registros de representação semiótica*, apresenta a elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática para o ensino de frações, com o auxílio da TRRS de Duval somada à teoria histórico-cultural de Vygotsky. As atividades foram baseadas na compreensão de que o aluno pode interpretar variadas formas de representação de um mesmo número e potencializadas com o uso de jogos digitais, tão difundidos atualmente.

A sequência didática foi aplicada em uma turma de 8º ano de uma escola indígena de Ensino Fundamental, cujos alunos tinham pouco contato com *softwares*, visto que a instituição de ensino trabalha, até o 5º ano, exclusivamente com letramento em Kaingang, iniciando os trabalhos com a língua portuguesa apenas a partir do 6º ano. Tal fato dificulta a interpretação de problemas matemáticos e o uso de representações simbólicas no processo de construção de conceitos, uma vez que não há domínio da linguagem (Vygotsky, 1989).

Os resultados apontaram que essa forma de organizar as atividades em sala de aula

colaborou significativamente para o processo de aprendizagem de conteúdos relativos a frações, em especial o de parte-todo e suas equivalências. Também se observou que houve uma fácil assimilação dos recursos tecnológicos utilizados nessa atividade.

O estudo de Bolognezi (2019), *Registros de representação semiótica e a síndrome de Noonan: possibilidades no ensino e aprendizagem da matemática*, foi dedicado a um aluno de 15 anos com síndrome de Noonan, matriculado no 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública estadual de Londrina. Pessoas com síndrome de Noonan apresentam características faciais específicas, problemas relacionados ao crescimento, alterações esqueléticas, linfáticas e cardíacas e podem apresentar déficit cognitivo. Através de uma sequência de atividades com o auxílio da TRRS de Duval, contemplando as atividades cognitivas de tratamentos e conversão, as atividades foram selecionadas de modo a propiciar competências e habilidades para que o aluno sujeito da pesquisa se desenvolvesse cognitivamente, aprendendo em nível conceitual os conteúdos matemáticos trabalhados e, sobretudo, para desenvolver autonomia e raciocínio.

A autora enfatizou que também se dispôs a conhecer as práticas pedagógicas na perspectiva inclusiva, entender as políticas de inclusão adotadas pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná, bem como o trabalho pedagógico dentro da sala de aula regular. Como resultado, de acordo com a pesquisa, a TRRS possibilitou ao estudante operar com números naturais menores, manusear diferentes representações, especialmente o registro figural, que permitiu ao aluno compreender a representação de quantidade em sua forma numérica e, por conseguinte, realizar operações.

3.2.2 Trabalhos selecionados do Portal de Periódicos da Capes

Paraol e Rodriguês (2018) apresentam uma pesquisa qualitativa voltada à educação científica e tecnológica, intitulada *Os registros de representação semiótica de frações em atividades envolvendo tratamento e conversão*, na qual investigaram algumas dificuldades dos alunos na resolução de questões envolvendo frações, com aporte na TRRS. Foram aplicadas avaliações diagnósticas com frações e seus registros, decimal e figural, com alunos do Ensino Básico e Superior da região de Araranguá, Santa Catarina.

Os autores destacaram que há uma grande dificuldade nos procedimentos envolvendo frações, em especial no registro dos números decimais, e que ela é semelhante tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. Já no Ensino Superior, essa dificuldade se apresenta em proporção menor. Portanto, através dessa investigação, foi possível verificar o que o estudante apresenta ter domínio, referente aos processos de tratamento e conversão, bem como verificar os erros na resolução dos itens, pois, em muitos casos, estes são justificados pela TRRS.

No Ensino Fundamental, de modo geral, a maior parte dos estudantes não relacionou a representação decimal do objeto representado ao registro figural ou fracionário. Além disso, os estudantes apresentaram dificuldade em operar com números decimais, fato constatado pela dificuldade nos tratamentos com números decimais envolvendo as quatro operações.

Por seu turno, no Ensino Médio, não há compreensão pela maioria dos alunos em operar números decimais nem há identificação do objeto matemático representado no registro figural ou fracionário, com o mesmo objeto no registro decimal. Foi observado que há uma dissonância entre o que se consegue realizar com os registros fracionário e figural em relação ao registro decimal. No Ensino Superior, o índice de respostas corretas é muito maior do que os apresentados na Educação Básica (Ensinos Fundamental e Médio).

3.2.3 Trabalhos selecionados da BDTD

O estudo de Proença (2021), intitulado *A mobilização dos registros de representação semiótica na prática pedagógica do processo de ensino-aprendizagem dos números racionais*, foi realizado por meio da aplicação de uma sequência didática com a participação de 14 alunos do 6º ano, cujas aulas aconteceram de forma síncrona para os que possuíam acesso à Internet e assíncrona através de grupo de *WhatsApp* da sala, com vídeos das aulas.

Diante da compreensão de que o ensino dos números racionais é um desafio para o professor de matemática, ao ter como base as premissas trazidas pela TRRS, passou-se a ter um olhar mais crítico, reflexivo e articulado sobre como se deve ser a metodologia em sala de aula e a analisar criticamente os materiais didáticos que estão disponíveis para serem utilizados, pois são as bases para o trabalho. No entanto, na referida pesquisa, concluiu-se que não são apenas os materiais que devem estar de acordo com o objetivo de mobilização dos diferentes registros de representação semiótica dos números racionais, é preciso que tanto os materiais quanto a prática pedagógica sejam favoráveis, a fim de atingir as habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos.

Souza (2019), em *Surdez no contexto da educação matemática: um estudo sobre o conjunto dos números reais a partir de registros de representação semiótica e o Tangram*, considera a inclusão um paradigma necessário à democratização de espaços. Sua pesquisa foi direcionada a alunos surdos do 1º ano de uma escola bilíngue. Para tanto, adotou como referencial teórico os registros de representação semiótica e uma sequência didática composta por sete tarefas em que utilizou o Tangram com o intuito de gerar registros figurais das formas geométricas de suas peças e, como efeito, permitir a mobilização dos números reais, quando analisadas relações de áreas e medidas de lados no recurso didático.

O autor citado destaca que as representações advindas do Tangram consolidaram a mobilização de outros sistemas semióticos, principalmente representação numérica em forma fracionária, representações numéricas irracionais, representação geométrica na reta numérica e representação decimal. De acordo com tal estudo, o recurso contribuiu para a aprendizagem de conceitos matemáticos em virtude do manuseio de vários registros de representação semiótica. Constatou-se que o Tangram proporcionou maior mobilização de representações fracionárias e apreensões figurais, contribuindo para a coordenação de representações, tomando como ponto de partida o figural e favorecendo a apreensão conceitual.

A pesquisa de Francisco (2018), *Desenvolvimento do pensamento algébrico de alunos com transtorno do espectro autista (TEA): um estudo à luz da teoria dos registros de representação semiótica*, com o objetivo de compreender como a transição entre diferentes registros de representação semiótica contribui para a aprendizagem de álgebra por alunos com TEA, preocupou-se em reconhecer e destacar a importância da inclusão, promovendo diálogos e reflexões acerca da temática. Foram considerados os registros produzidos por quatro alunos com TEA, matriculados no 8º ano de uma escola privada da cidade de Itajubá, Minas Gerais, a partir de intervenções que visavam introduzir conceitos ligados à álgebra.

Para analisar as produções matemáticas dos alunos, com foco na linguagem algébrica, utilizou-se a TRRS, difundida pelo francês Raymond Duval. Além do mais, com base nos estudos de Duval, o autor preocupou-se em compreender a importância das mobilizações de diversos registros semióticos, para externar raciocínios e estabelecer explicações para algumas dificuldades relacionadas ao fenômeno de congruência semântica. Diante disso, a mobilização de diversos registros pelos alunos com TEA contribuiu para a superação das dificuldades em linguagem. A pesquisa também demonstrou que a abordagem usada ajudou no protagonismo dos sujeitos em seu processo de aprendizagem.

O estudo de Rodrigues (2021), *Ensino de matemática para estudantes com transtorno do espectro autista nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma investigação com aporte em representações semióticas*, visou investigar práticas pedagógicas de docentes referenciadas na TRRS, aplicadas junto a estudantes com TEA e dificuldades na aprendizagem de conteúdos de matemática nos anos iniciais do 1º ciclo do Ensino Fundamental em uma escola da rede pública estadual localizada no município de São Luís do Maranhão. Foram desenvolvidas atividades envolvendo operações de adição com números naturais.

A análise da investigação teve como referência principal a Teoria de Representação Semiótica de Durval. Os resultados revelaram que, em atividades com tratamento de registros numéricos, os alunos apresentaram bom desempenho. Isso levou à conjectura e entendimento

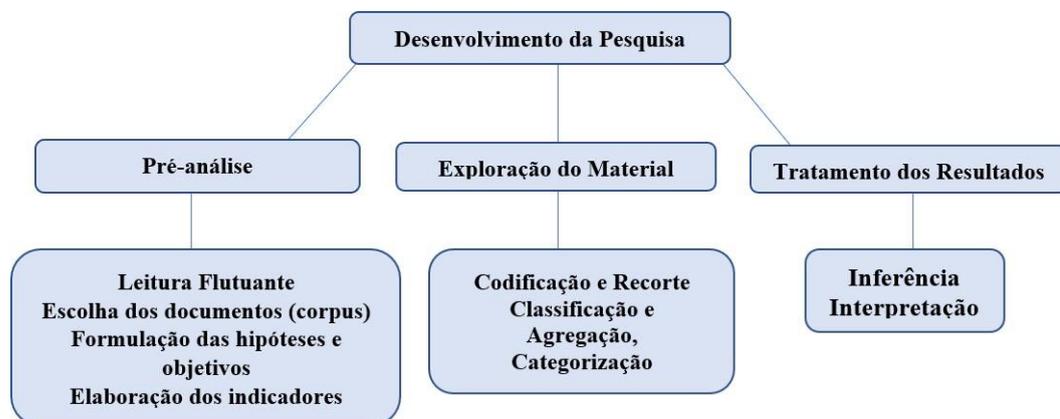
de que a resolução de problemas depende de uma série de elementos, como o domínio da leitura, interpretação dos enunciados e saber usar diferentes registros semióticos para a representação dos procedimentos operacionais na resolução de problemas que devem ser considerados pelo professor que atende a estudante com TEA. Vale ressaltar que a pesquisa revela que essa teoria contribuiu para o desenvolvimento de habilidades matemáticas, facilitando a aprendizagem.

3.3 Procedimento para análise dos dados

Para a análise dos dados da revisão sistemática da literatura desta pesquisa, utilizamos a metodologia de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), que, segundo a autora, permite expor processos sociais a grupos particulares, até o momento pouco conhecidos, e favorece novas abordagens, revisões e criação de conceitos e categorizações durante a investigação. Assim, a escolha desse método de análise decorreu da necessidade de desvelar as relações que se definem entre a discalculia e os registros de representação semiótica para o desenvolvimento cognitivo da aprendizagem de matemática.

Para Bardin (2016), a Análise de Conteúdo se estabelece de muitas técnicas, em que se busca apresentar o conteúdo transmitido no processo de comunicação, quer seja através de falas ou textos escritos, para um desvendar crítico. Dessa forma, a abordagem é constituída por procedimentos sistemáticos que favorecem o levantamento de indicadores (quantitativos ou não), aderindo à realização de inferência de conhecimentos. Portanto, os dados deste estudo foram analisados, passando pelas três fases apresentadas por Bardin (2016), como podem ser observadas na figura a seguir:

Figura 5 – Três fases da Análise de Conteúdo



Fonte: Adaptado de Bardin (2016)

3.3.1 Pré-análise

A pré-análise é a fase da organização e compreende o contato inicial com o material,

por meio da leitura flutuante para a escolha dos documentos, a formulação das hipóteses e a elaboração dos indicadores (Bardin, 2016). Nessa fase, organiza-se o material a ser analisado, com o objetivo de torná-lo operacional e sistematizar as ideias iniciais. Após as buscas feitas no Portal de Periódicos da Capes, no *Google Acadêmico*, na SciELO Brasil e na BDTD, selecionamos os artigos, dissertações e teses para compor o *corpus* da pesquisa.

De acordo com Bardin (2016, p. 126): “O *corpus* é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos”. Definir nosso *corpus* foi uma tarefa muito cansativa devido à carência de trabalhos sobre a intervenção em discalculia na área da educação. Nessa etapa, surgiram muitas dúvidas e dificuldades, mas fomos “dominados por impressões, representações, emoções, conhecimentos e expectativas” (Franco, 2008, p. 52).

A seleção dos trabalhos para a constituição do *corpus* foi concedida por meio da metodologia da revisão sistemática de literatura. Após a escolha do material, realizamos a leitura flutuante, que é o primeiro contato com os documentos a serem analisados, visando à elaboração dos indicadores e categorias da pesquisa. Para tanto, seguimos algumas regras a fim de filtrar e selecionar os documentos, como orienta Bardin (2016):

- i. **Exaustividade** – “não se pode deixar de fora qualquer um dos elementos por esta ou por aquela razão (dificuldade de acesso, impressão de não interesse), que não possa ser justificável no plano do rigor” (Bardin, 2016, p. 126). Uma vez escolhido o *corpus* da pesquisa, esgotamos todo o assunto sem omissão de quaisquer partes. Mesmo com poucas pesquisas sobre o transtorno de aprendizagem em matemática com suporte na TRRS, buscamos insistentemente por trabalhos em bancos de dados nacionais relacionados ao assunto, para atendermos essa regra;
- ii. **Representatividade** – “a amostragem diz-se rigorosa se a amostra for uma parte representativa do universo inicial” (Bardin, 2016, p. 127). Todos os trabalhos escolhidos para a análise estão associados às dificuldades de aprendizagem em matemática e ao desenvolvimento cognitivo com aporte na TRRS;
- iii. **Homogeneidade** – “os documentos retidos devem ser homogêneos, quer dizer, devem obedecer a critérios precisos de escolha e não representar demasiada singularidade fora destes critérios de escolha” (Bardin, 2016, p. 128). Desse modo, os dados estão em torno do mesmo tema, foram coletados com as mesmas técnicas e os sujeitos que aparecem nas pesquisas apresentam dificuldades de aprendizagem em matemática;
- iv. **Pertinência** – “os documentos retidos devem ser adequados, enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise” (Bardin, 2016, p. 128). Aqui, tivemos o maior cuidado para que as questões norteadoras e os objetivos estivessem

adequados à pesquisa.

Dando continuidade à pré-análise, fizemos uma leitura minuciosa dos artigos, teses e dissertações escolhidos para compor o *corpus* do estudo, comparamos os objetivos e, por meio de recortes dos textos dos documentos de análise, extraímos os indicadores relacionados ao desenvolvimento cognitivo com o aporte teórico na TRRS. Os indicadores desta investigação são: a) registros de representação semiótica; b) distinção entre objeto e sua representação; c) atividade cognitiva de tratamento; d) atividade cognitiva de conversão.

3.3.2 Exploração do material

Bardin (2016) descreve esta fase como longa e fastidiosa, e nela estão compreendidas, essencialmente, as operações de codificação, regras de contagem e escolha das categorias em função de regras e características comuns. Nessa fase, é importante frisar que os resultados brutos são tratados de modo que sejam significativos (falantes) e válidos: “Se as diferentes operações da pré-análise foram convenientemente concluídas, essa fase não é mais do que a administração sistemática das decisões tomadas” (Bardin, 2016, p. 131).

Assim, fizemos um estudo mais detalhado do *corpus* da pesquisa para estabelecer as unidades de registro e as categorizações. Compete ressaltar, de acordo com Franco (2008, p. 41), que: “A Unidade de Registro é a menor parte do conteúdo, cuja ocorrência é registrada de acordo com as categorias levantadas”. As unidades de registro podem ser uma palavra, um tema, um acontecimento ou um personagem (Bardin, 2016).

Então, organizamos os dados e os agrupamos em unidades, para escolhermos o tema como nossa unidade de registro. Consoante Bardin (2016, p. 135), “é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo certos critérios relativos à teoria que serve de guia à leitura”. Neste estudo, encontramos os seguintes temas, apresentados no quadro a seguir:

Quadro 12 – Unidade de registros

Temas	Observações do agrupamento em unidades
Dificuldades e transtornos de aprendizagem em matemática.	Adaptação de recursos e linguagem, o diagnóstico e intervenção precoces, o ensino adaptativo e reflexivo e não menos importante, processos de mediação do educador
Desenvolvimento cognitivo na aprendizagem de matemática.	Identificação do uso de materiais manipuláveis para aprendizagem concreta, uso efetivo dos jogos digitais na aprendizagem de conceitos matemáticos, a contextualização cultural e linguística, assim como a integração entre jogos digitais e TRRS para o propósito de ensino e aprendizagem.
Registros de representação semiótica.	O uso estratégico de materiais e registros, uso de diferentes registros com suporte na teoria dos registros de representação

	semiótica (TRRS), integração de jogos digitais e TRRS, relacionar a linguagem natural e figuras
Atividades cognitivas de tratamento e conversão.	O uso de materiais didáticos e metodologias apropriadas às situações de aprendizagem suportadas pela TRRS, o desenvolvimento de habilidades de matemáticas com o auxílio das atividades cognitivas de tratamento e conversão.

Fonte: Elaboração própria (2023).

3.4 Categorização

A **codificação** ou **categorização** se restringe a “um processo de redução dos dados pesquisados, pois as categorias de análise representam o resultado de um esforço de síntese de uma comunicação, destacando-se, nesse processo, seus aspectos mais importantes” (Rodrigues, 2019, p. 30). Na ótica de Bardin (2016), a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. Assim, a categorização favorece ao pesquisador um estudo mais detalhado das categorias, que estarão relacionadas aos objetivos.

No processo de escolha das categorias, segundo Bardin (2016), adotam-se os critérios semântico (categorias temáticas), sintático (verbos, adjetivos e pronomes), léxico (sentido e significado das palavras — antônimo ou sinônimo) e expressivo (classificam as diversas variações da linguagem e da escrita). Desse modo, após a leitura flutuante e a elaboração dos resumos da revisão sistemática para a composição do *corpus* e para a simplificação dos dados, escolhemos as categorias apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 13 – Categorias

Unidades de registros	Categorias
Dificuldades e transtornos de aprendizagem em matemática.	Métodos e estratégias encontrados nos trabalhos.
Desenvolvimento cognitivo para aprendizagem da matemática.	Aplicação das atividades cognitivas de tratamento e conversão.
Registros de representação semiótica para intervenção.	
Atividades cognitivas de tratamento e conversão.	Contribuição da TRRS.

Fonte: Elaboração própria (2023).

3.4.1 Tratamento dos resultados

Esta etapa foi conduzida pelas quatro etapas da revisão sistemática de literatura deste estudo, que nos proporcionou dados quantitativos e qualitativos. Os dados quantitativos foram concebidos do estudo da revisão sistemática, que estão relacionados ao período da publicação, bases de dados, tipos de produções científicas, autores mais citados e análise de ocorrência das palavras-chave.

Quadro 14 – Dados dos trabalhos da revisão sistemática de literatura

Período	Bases de dados	Tipo de produções	Autores mais citados	Palavras-chave
2021	Google Acadêmico	Artigo	<ul style="list-style-type: none"> - Méricles Thadeu Moretti; - Raymond Duval; - Regina Flemming Damm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de representação semiótica; - Dificuldade em aprendizagem; - Educação inclusiva - Aprendizagem matemática.
2022		Tese		
2022		Artigo		
2019		Artigo		
2020	Periódicos da Capes	Artigo		
2021	BDTD	Dissertação		
2019		Dissertação		
2019		Dissertação		
2021		Dissertação		

Fonte: Elaboração própria (2023).

Os dados qualitativos são resultados da Análise de Conteúdo, a partir do processo de categorização. As categorias para a análise são: métodos encontrados nos trabalhos; aplicação das atividades cognitivas de tratamento e conversão; contribuição da TRRS.

Quadro 15 – Dados da metodologia Análise de Conteúdo

Métodos encontrados nos trabalhos	Aplicação das atividades cognitivas de tratamento e conversão	Contribuição da TRRS
Aplicação de atividades práticas com a TRRS. Produções orais e escritas. Sequência didática. Jogos digitais. Tangram manipulável.	Operações com tratamento e conversão. Operações com conversão. Atividades cognitivas de conversão e tratamento no registro figural. Manuseio dos diversos registros de representação semiótica por	Identificação por meio da TRRS de quais conceitos matemáticos precisavam ser revisados e consolidados. Compreensão das dificuldades de aprendizagem de alunos com discalculia sob o ponto de vista da TRRS. Compreensão e assimilação do conteúdo de fração.

	meio de tratamento e conversão.	
Resolução de problemas através de atividades auxiliada pela TRRS. Aulas por vídeos.		<p>Compreensão no processo de aprendizagem das operações básicas de soma e subtração de matemática de um aluno com síndrome de Noonan.</p> <p>Reflexão sobre a aprendizagem das figuras espaciais à luz da TRRS.</p> <p>Utilização dos diversos registros de representação semiótica para a resolução de problemas.</p> <p>Contribuição da aprendizagem pela mobilização dos registros de representação semiótica por alunos surdos.</p> <p>Utilização dos diversos registros de representação semiótica para os procedimentos operacionais na resolução de problemas que devem ser considerados por professores que atende a estudantes com transtornos do espectro autista.</p>

Fonte: Elaboração própria (2023).

De acordo com os trabalhos selecionados e analisados, a TRRS se constitui uma importante ferramenta para o desenvolvimento das atividades matemáticas e construções de conceitos com o auxílio das atividades cognitivas de tratamento e conversão. Dessa maneira, através do manuseio de vários registros, os alunos — enfatizados nesses trabalhos — com transtornos, dificuldades ou deficiência desenvolveram habilidades para a construção de conceitos matemáticos.

A partir dos resultados encontrados, observamos que os estudos realizados acerca da intervenção de alunos com discalculia ainda é pouco expressivo, mesmo sendo uma área em crescimento no âmbito internacional da educação matemática. Apesar das poucas pesquisas, todas as intervenções realizadas e encontradas, na presente revisão, apresentaram resultados significativos para o desenvolvimento da aprendizagem matemática por meio das atividades cognitivas da TRRS.

4 ANÁLISES E RESULTADOS

Os resultados a seguir são oriundos da revisão sistemática de literatura e da aplicação da Análise de Conteúdo apresentados no capítulo anterior. Com o intuito de delinear o *corpus* da pesquisa para melhor entendimento da análise, achamos relevante informar os tipos de produções científicas, produtividade do período investigado, autores que mais se destacaram nas produções científicas e incidência de palavras-chave.

Observamos, que a quantidade de dissertações direcionadas à intervenção sob o ponto de vista dos registros de representação semiótica é igual à quantidade de artigos, ou seja, da amostra de nove (9) estudos, quatro (4) são dissertações e quatro (4) são artigos, apenas um (1) estudo de doutorado foi encontrado, sendo este o único que analisa a intervenção da TRRS para a aprendizagem de alunos discalcúlicos.

Em relação a produtividade do período investigado, o ano de 2018 indicou dois estudos; o ano de 2019, dois estudos; o ano 2021, três estudos; e o ano de 2022, dois estudos. Dessa forma, o ano de 2021 foi o mais produtivo.

No tocante às autoras e autores mais citados nas obras selecionadas para o *corpus* deste trabalho, apresentamos: Méricles Thadeu Moretti, citado em cinco produções; Regina Flemming Damm, citada em quatro produções; e Reymond Duval, citado em todas as produções. Esses autores e autora têm seus trabalhos voltados para a TRRS e o desenvolvimento cognitivo em matemática. Vale ressaltar que Raymond Duval é professor e psicólogo e desenvolveu a TRRS.

Sobre a incidência das palavras-chave, organizamos em uma tabela todas as palavras-chave das dissertações, artigos e tese para facilitar a visualização e a frequência da ocorrência nos trabalhos analisados. A Tabela 1 demonstra as palavras-chave mais citadas e suas incidências.

Tabela 1 – Incidências das palavras-chave

Palavras-chave mais citadas	Incidências
Registro de representação semiótica	6
Dificuldade em aprendizagem	2
Educação inclusiva	4
Aprendizagem matemática	3

Fonte: Elaboração própria (2023).

4.1 Dados qualitativos

Esta seção apresenta os resultados dos dados qualitativos a partir da aplicação dos

critérios da Análise de Conteúdo com foco no processo de categorização mostrado na metodologia e apresentados nos Quadros 12, e posteriormente no Quadro 15.

Para a constituição das categorias fizemos diversas leituras e releituras do *corpus* para novas angulações, novos sentidos ou novas percepções, de modo a buscar aproximações ou afastamentos, bem como comparar as inter-relações das unidades de registros para o refinamento da categorização.

4.1.1 Unidades de Registro (UR)

Considerando o problema de pesquisa, sob a ótica dessas unidades de registro, preliminarmente identifica-se algumas estratégias metodológicas. Para a UR1 destaca-se a adaptação de recursos e linguagem, o diagnóstico e intervenção precoces, o ensino adaptativo e reflexivo e não menos importante, processos de mediação do educador. Para a UR2 é possível identificar o uso de materiais manipuláveis para aprendizagem concreta, uso efetivo dos jogos digitais na aprendizagem de conceitos matemáticos, a contextualização cultural e linguística, assim como a integração entre jogos digitais e TRRS para o ensino e aprendizagem. Para a UR3 destaca-se o uso estratégico de materiais e registros, uso de diferentes registros com suporte na teoria dos registros de representação semiótica (TRRS), integração de jogos digitais e TRRS, relacionar a linguagem natural e figuras. Na UR4 destaca-se o uso de materiais didáticos e metodologias apropriadas às situações de aprendizagem suportadas pela TRRS, o desenvolvimento de habilidades de matemáticas com o auxílio das atividades cognitivas de tratamento e conversão

Essas estratégias destacam a adaptação do ensino às necessidades individuais dos alunos, utilizando uma diversidade de registros semióticos, como jogos digitais e materiais manipuláveis, e enfatizam a importância de atividades que promovam a interpretação e conversão entre esses registros. Alinhadas com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), essas abordagens são promissoras para apoiar alunos com discalculia na compreensão e aplicação de conceitos matemáticos.

Os temas que direcionam para as unidades de registro são de grande relevância no processo de análise, são os mais indicados para analisar opiniões, valores, atitudes, respostas a questões abertas etc., (BARDIN, 2016). Nesse sentido, segue a análise dos temas escolhidos como unidade de registros dessa pesquisa, já apresentados no Quadro 13.

4.1.1.1 UR1 - Dificuldades e Transtornos de Aprendizagem em Matemática

Considerando essa unidade, Bolognezi (2019) destaca a importância de abordagens pedagógicas adaptadas. Em sua pesquisa ele destaca que a Síndrome de Noonan, que inclui

dificuldades de aprendizagem e cognitivas, requer estratégias de ensino especializadas, particularmente em matemática, onde conceitos abstratos podem ser desafiadores. A Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) é central nesta discussão, sugerindo o uso de múltiplas formas de representação (figurais, numéricas, verbais) para facilitar a compreensão de conceitos matemáticos, e potencialmente para alunos com discalculia.

A utilização de materiais manipuláveis é considerada essencial por Bolognezi (2019) para proporcionar uma compreensão concreta dos conceitos matemáticos aos alunos com necessidades especiais de aprendizagem, permitindo a visualização e manipulação física dos objetos matemáticos. Boszko e Trentin (2022) demonstram a eficácia dos jogos digitais no ensino de conceitos matemáticos complexos, como frações, oferecendo representações concretas e visuais.

Souza (2019) enfatiza a necessidade de adaptação dos recursos didáticos e da linguagem para atender às necessidades específicas dos alunos, e a importância do papel do educador na adaptação das atividades e na mediação entre diferentes registros semióticos. Bolognezi (2019) e Proença (2021) sugerem a consideração das necessidades individuais de cada aluno, com ajustes no ritmo de aprendizagem e na complexidade das tarefas, e a importância de um ensino adaptativo e reflexivo.

Destaca-se que para apoiar alunos com dificuldades e transtornos de aprendizagem em matemática, como a discalculia, é fundamental a adoção de estratégias pedagógicas adaptativas e diversificadas, a incorporação de tecnologias educacionais, a utilização de materiais manipuláveis, e a aplicação da TRRS, visando facilitar a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos.

4.1.1.2 UR2 - Desenvolvimento Cognitivo para Aprendizagem da Matemática

Viana *et al.* (2021) e Rodrigues (2021) ressaltam a importância de utilizar uma variedade de registros semióticos como uma estratégia para auxiliar processos de aprendizagem. A diversificação desses registros, incluindo formas figurais, numéricas e verbais, é essencial para aprimorar a compreensão e interpretação matemática, bem como para facilitar a transição entre conceitos abstratos e concretos.

Bolognezi (2019) destaca a eficácia dos materiais manipuláveis na educação matemática, enfatizando que estes proporcionam uma compreensão concreta dos conceitos matemáticos e permitem aos alunos uma interação física direta com os objetos de estudo, o que facilita significativamente a compreensão.

Boszko e Trentin (2022) complementam essa abordagem ao demonstrar a efetividade dos jogos digitais no ensino de conceitos matemáticos complexos, como frações, para alunos

com discalculia. Os jogos digitais oferecem uma representação visual e interativa dos conceitos, tornando o aprendizado mais acessível e envolvente. Além disso, enfatizam a importância da contextualização cultural e linguística nas estratégias de ensino, particularmente em ambientes educacionais diversos, como escolas indígenas.

A integração dessas estratégias, alinhada com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), proporciona uma abordagem dinâmica e interativa, crucial para facilitar a compreensão matemática em alunos com discalculia. Ao adotar essas práticas, os educadores podem promover um ambiente de aprendizado mais inclusivo e eficaz, atendendo às necessidades específicas de alunos com discalculia e considerando a diversidade cultural e linguística.

4.1.1.3 UR3 - Registros de Representação Semiótica para Intervenção

A aplicação da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) para intervenção em alunos com dificuldades de aprendizagem matemática é um tema central em várias pesquisas recentes (Proença, 2021; Rodrigues, 2021; Boszko; Trentin, 2022; Silva Filho, 2022).

Boszko e Trentin (2022) destacam a eficácia dos jogos digitais, alinhados com a TRRS, como uma abordagem dinâmica e interativa para facilitar a transição entre diferentes registros de representação, especialmente útil para alunos com discalculia. Parol e Rodriguês (2018) também enfatizam a importância da TRRS em intervenções precoces, ajudando alunos a superar desafios específicos na compreensão e manipulação de números e símbolos matemáticos.

Silva Filho (2022) e Bolognezi (2019) discutem a utilização de materiais manipuláveis e tecnologias educacionais para representar conceitos matemáticos de maneiras variadas, enquanto Rodrigues (2021) ressalta a necessidade de dominar a leitura e interpretação de enunciados matemáticos e o uso eficaz de diferentes registros semióticos. A TRRS, conforme proposta por Duval (1995), oferece uma estrutura teórica para entender como alunos interpretam e representam conceitos matemáticos, tornando-se uma ferramenta fundamental no ensino de matemática para alunos com discalculia.

Além disso, a integração da Língua Brasileira de Sinais e a utilização de linguagem natural e figuras, como sugerido por Souza (2019) e Bolognezi (2019), podem ser estratégias eficazes para facilitar a compreensão matemática em alunos com necessidades específicas. Essas abordagens refletem a necessidade de estratégias de ensino adaptativas e multimodais que considerem a diversidade cultural, linguística e cognitiva dos alunos.

4.1.1.4 UR4 - Atividades Cognitivas de Tratamento e Conversão

Proença (2021), Bolognezi (2019), Souza (2019) e Viana *et al.* (2021) ressaltam a importância de adaptar as estratégias de ensino e os materiais didáticos às necessidades de alunos, especificamente Silva Filho (2022) orienta esse olhar para alunos com discalculia. Proença (2021) enfatiza a seleção cuidadosa de materiais didáticos e metodologias variadas, enquanto Bolognezi (2019) e Souza (2019) destacam o uso de materiais manipuláveis para facilitar a compreensão de conceitos matemáticos abstratos.

Silva Filho (2022) contribui com diretrizes para o desenvolvimento de currículos matemáticos inclusivos, visando especificamente acomodar alunos com discalculia. Da mesma forma, Viana *et al.* (2021) mostram que melhorar a capacidade dos alunos de interpretar e converter diferentes registros pode ser crucial para superar dificuldades de aprendizagem em matemática. Bolognezi (2019) também sugere a realização de atividades progressivas, que evoluem de materiais concretos para representações mais abstratas, para consolidar o conhecimento.

4.1.2 Categorias (CTG)

A análise do *corpus* da pesquisa fornece informações valiosas em três categorias principais, que representam as sínteses do estudo e será a partir delas que faremos a análise. As categorias escolhidas para o estudo foram: a) métodos e estratégias encontrados nos trabalhos; b) aplicação das atividades cognitivas de tratamento e conversão; c) contribuição da TRRS. Essas categorias foram constituídas a partir do processo de agrupamento das Unidades de Registros. As categorias de Análise envolvem uma expressão-chave que procuram inter-relacionar as similaridades das UR no intuito de compreender os sentidos da análise.

Buscando compreender a eficácia dos métodos encontrados com suporte na TRRS partimos para a compreensão da primeira categoria.

4.1.2.1 CTG1 - Métodos e estratégias encontrados nos trabalhos (Pesquisas)

As pesquisas apresentam descrições de diversas estratégias de ensino e aprendizagem. Ao longo da leitura das pesquisas é possível observar exemplos de atividades didáticas e estratégias para a conversão de registros de representação. Como reflexo da aplicação de conceitos da TRRS, observam-se métodos de ensino de matemática e adaptações para inclusão de alunos com necessidades especiais, com ênfase em experiências práticas em sala de aula. A implementação de métodos de ensino flexíveis que atendam às necessidades individuais dos alunos foi enfatizada ao longo da apresentação das pesquisas, sugerindo a necessidade de integrar a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) no currículo e nas práticas

de ensino. A utilização estratégica de tecnologia, como jogos digitais e a adaptação cultural e linguística das ferramentas educacionais foram sugeridas como métodos eficazes.

De modo a cumprir o objetivo deste estudo, descrito como: analisar as contribuições de métodos e estratégias pedagógicas baseadas na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) para melhorar a compreensão e a aplicação de conceitos matemáticos em alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental, apresentamos os resultados alcançados a partir das análises das produções científicas para essa categoria.

4.1.2.2 Estratégias identificadas a partir de Proença (2021)

Uso de Material Manipulativo, Seleção de Materiais Didáticos e Metodologias Apropriadas, Aplicação da TRRS na Educação Matemática. Proença (2021) analisa a influência da prática docente no processo de aquisição e articulação de diferentes registros semióticos dos números racionais. Objetivou-se a entender como a prática pedagógica contribui para o letramento matemático, especificamente no ensino de números racionais e como isso influencia na mobilização dos registros de representação semiótica. Um aspecto importante destacado na pesquisa é o desafio que muitos alunos enfrentam ao tentar estabelecer conexões entre diferentes representações de um mesmo objeto matemático, em particular os números racionais. Proença (2021) utiliza a Teoria dos Registros de Semiótica de Duval como suporte teórico para desenvolver sequências didáticas. Essa abordagem foi aplicada a 14 alunos do 6º ano, utilizando métodos de ensino tanto síncronos (para alunos com acesso à internet) quanto assíncronos (através de um grupo de WhatsApp e vídeos de aula). A pesquisa reconhece o ensino de números racionais como um desafio significativo para os professores de matemática. Baseando-se nas premissas da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, a pesquisa sugere uma abordagem mais crítica e reflexiva na metodologia de ensino e na análise crítica dos materiais didáticos disponíveis (PROENÇA, 2021). O estudo destaca que não apenas os materiais didáticos devem estar alinhados com o objetivo de mobilizar diferentes registros de representação semiótica dos números racionais, mas também que a prática pedagógica deve ser conduzida de maneira favorável para o desenvolvimento das habilidades dos alunos.

4.1.2.3 Estratégias identificadas a partir de Francisco (2018)

Promoção do Protagonismo dos Alunos no Processo de Aprendizagem, Utilização de uma Variedade de Registros Semióticos. Francisco (2018) oferece recortes valiosos para entender como a transição entre diferentes registros de representação semiótica pode contribuir para o ensino de álgebra a alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Esta pesquisa é particularmente relevante para o contexto de alunos com discalculia nos anos finais do ensino

fundamental, especialmente quando se considera a aplicação da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) para aprimorar a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos. O autor destaca a importância de adaptar as estratégias de ensino de matemática para atender às necessidades específicas de alunos com dificuldades de aprendizagem, como ocorre com a discalculia. A TRRS oferece uma base sólida para desenvolver tais estratégias, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos através do uso de múltiplos registros de representação.

4.1.2.4 Estratégias identificadas a partir de Souza (2019)

Mobilização de Diversos Registros Semióticos, Eficiência da Visualização e Representação Geométrica. Souza (2019) investiga a mobilização de registros de representação semiótica em relação ao conjunto dos números reais, utilizando tarefas com estudantes surdos do 1º ano do Ensino Médio em uma escola de Educação Bilíngue. A pesquisa se baseia na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval, utilizando o *tangram* como recurso didático manipulável. A pesquisa adotou uma metodologia qualitativa de estudo de caso, focando na geração de registros figurais das formas geométricas das peças do *tangram*. As atividades visavam mobilizar o entendimento dos números reais, explorando relações de área e medidas dos lados das peças. Os resultados destacam que as representações icônicas derivadas do uso do *tangram* ajudaram a consolidar a mobilização de outros sistemas semióticos, especialmente as representações numéricas em formas fracionárias e irracionais. Estes sistemas semióticos foram articulados à produção de representações geométricas na reta numérica e representações numéricas decimais, além de representações percentuais para números racionais.

4.1.2.5 Estratégias identificadas a partir de Rodrigues (2021)

Estratégias Pedagógicas Inclusivas e Diversificadas. A pesquisa apresentada por Rodrigues (2021) foca na investigação de práticas pedagógicas de professores que aplicam a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) em estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA), especialmente nas dificuldades de aprendizagem de conteúdos matemáticos nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Do ponto de vista da problemática desta pesquisa, Rodrigues (2021) oferece contribuições relevantes para entender como a TRRS pode ser aplicada no contexto de alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental, através do desenvolvimento de habilidades numéricas, interpretação de enunciados, e uso eficaz de diferentes registros semióticos.

4.1.2.6 Estratégias identificadas a partir de Parol e Rodriguês (2018)

Exploração de Frações através da TRRS, Avaliação Diagnóstica em Diversos Níveis de Ensino. Parol e Rodriguês (2018) exploram as dificuldades enfrentadas por estudantes em diversos níveis de ensino (Ensino Fundamental, Médio e Superior) em relação à compreensão e resolução de questões envolvendo frações, baseando-se na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Raymond Duval. Esta pesquisa torna-se relevante, principalmente, para entender como estratégias baseadas na TRRS podem apoiar alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental na compreensão e aplicação de conceitos matemáticos. As contribuições de Parol e Rodriguês (2018) estão situadas no contexto de determinar estratégias eficazes baseadas na TRRS para apoiar processos de aprendizagem. A ênfase na compreensão das frações, na habilidade de transitar entre diferentes registros semióticos e no desenvolvimento de habilidades de tratamento e conversão são aspectos cruciais que podem ser incorporados em estratégias pedagógicas para melhorar a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos em alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental.

4.1.2.7 Estratégias identificadas a partir de Bolognezi (2019)

Uso de Materiais Manipuláveis na Aprendizagem Concreta, Adaptação das Atividades às Necessidades Individuais, Mediação Efetiva entre Diferentes Registros Semióticos, Diferenciação e Individualização das Estratégias de Ensino, Avaliações Contínuas e Adaptativas. Bolognezi (2019) analisa o aprendizado de matemática de um aluno com Síndrome de Noonan, focando em soma e subtração. Utilizando a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval, o estudo destacou a importância de diferentes formas de representação matemática. Apesar das dificuldades iniciais, especialmente com registros numéricos, o uso de materiais manipuláveis, figuras e linguagem natural, juntamente com a orientação do professor, mostrou um impacto positivo significativo no desenvolvimento cognitivo do aluno. O estudo reforça a necessidade de educação inclusiva adaptada e conclui que a deficiência não impede o aprendizado matemático, evidenciando um progresso notável no aluno. O artigo destaca a importância de abordagens flexíveis e inclusivas no ensino de matemática para alunos com desafios como a Síndrome de Noonan, o que permite vislumbrar para a alunos com discalculia (BOLOGNEZI, 2019).

4.1.2.8 Estratégias identificadas a partir de Boszko e Trentin (2022)

Integração de Jogos Digitais e TRRS, Contextualização Cultural e Linguística. Boszko e Trentin (2022) explora o uso de jogos digitais na educação matemática, especificamente no

ensino de frações, aplicando a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval e a Teoria histórico-cultural de Vygotsky. Uma sequência didática foi implementada usando jogos digitais em uma turma de oitavo ano de uma escola indígena, com alunos pouco familiarizados com softwares. Observou-se uma melhoria significativa na compreensão e aplicação de conceitos matemáticos relacionados a frações. Além disso, os alunos demonstraram fácil assimilação dos recursos tecnológicos utilizados. Boszko e Trentin (2022) fornece evidências significativas do potencial dos jogos digitais, combinados com a TRRS, para melhorar a compreensão e a aplicação de conceitos matemáticos em alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental. A pesquisa fornece uma base sólida para a implementação de estratégias pedagógicas mais inovadoras e inclusivas, ressaltando a importância da adaptação cultural e linguística no processo de ensino e aprendizagem.

4.1.2.9 Estratégias identificadas a partir de Silva Filho (2022)

Desenvolvimento de Currículos Inclusivos, Formação de Educadores. Silva Filho (2022) aborda, em profundidade, a discalculia e suas implicações no aprendizado matemático, com ênfase em intervenções pedagógicas e estratégias de ensino. O estudo apresenta uma abordagem prática sobre como ensinar matemática para alunos com discalculia. Nessa pesquisa são apresentadas algumas estratégias como o uso de materiais concretos e atividades lúdicas. Silva Filho (2022) apresenta orientações para aprimorar as práticas educacionais e melhorar os resultados de aprendizagem de alunos com desafios específicos em matemática, constituindo-se como contribuições significativas para a compreensão e o ensino da matemática para alunos com discalculia. Em razão desta pesquisa, esta obra tem grande relevância pois trata diretamente do ponto de interesse da problemática.

4.1.2.10 Estratégias identificadas a partir de Viana et al. (2021)

Diversificação de Métodos de Ensino, Desenvolvimento de Habilidades de Interpretação, Abordagem Personalizada e Inclusiva. Viana *et al.* (2021) investigam a dificuldade de aprendizagem matemática em alunos do quinto ano do ensino fundamental, aplicando a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval. Para tanto, utiliza uma abordagem qualitativa, com análise de atividades matemáticas realizadas por alunos, focando na relação entre tratamento e conversão de registros. Na pesquisa foram apresentadas as dificuldades dos alunos na aprendizagem matemática, em especial o domínio da leitura e interpretação de problemas. A pesquisa sugere que se faça uso de uma variedade de registros de representação para facilitar a compreensão. Nesse sentido, Viana *et al.* (2021) fornece uma perspectiva valiosa sobre como abordar as dificuldades de aprendizagem em matemática por

meio da TRRS. As estratégias e abordagens sugeridas na pesquisa mostram-se consistentes com as melhores práticas na educação matemática e oferecem uma base sólida para o desenvolvimento de metodologias de ensino eficazes para alunos com discalculia.

A organização dessas estratégias metodológicas conforme os itens do *corpus* da pesquisa mostram que para o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem da matemática é importante considerar os processos mentais dos alunos, adaptando o ensino para atender a suas capacidades e necessidades específicas. As estratégias que incentivam a visualização, a manipulação de materiais concretos e a utilização de jogos digitais se mostram eficazes em tornar conceitos abstratos mais tangíveis e acessíveis, o que enriquece as atividades de ensino e potencializam os processos de aprendizagem.

A aplicação da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) em intervenções pedagógicas reforça a necessidade de transitar entre diferentes registros de representação, como visual, simbólico e verbal, para auxiliar no entendimento de conceitos matemáticos complexos. Esta teoria oferece um quadro robusto para abordar as dificuldades de aprendizagem em matemática, facilitando a compreensão e a aplicação prática dos conceitos.

Por fim, as atividades focadas em tratamento e conversão entre diferentes registros semióticos são cruciais para o desenvolvimento da capacidade dos alunos de interpretar e representar matematicamente problemas. Estas atividades promovem um entendimento mais profundo da matemática, permitindo que os alunos não apenas aprendam operações e fórmulas, mas também compreendam e apliquem conceitos matemáticos em diferentes contextos.

4.2 CTG2 - Aplicação das atividades cognitivas de tratamento e conversão

Buscando respostas para a questão norteadora dessa pesquisa, a nossa intenção consiste em estabelecer, as contribuições e eficácia das atividades cognitivas de tratamento e conversão para a identificação de dificuldades matemática e desenvolvimento da aprendizagem.

Assim, a análise do corpus da pesquisa enfatiza a eficácia das estratégias pedagógicas em lidar com a discalculia na aplicação da TRRS. Explicitamente em Silva Filho (2022) essa aplicação se mostra bem sucedida. Já o desenvolvimento de habilidades de interpretação e a capacidade dos alunos de converter diferentes registros foram indicados ao longo das pesquisas como essenciais para superar dificuldades de aprendizagem em matemática.

Essa segunda categoria foi a aplicação das atividades cognitivas de tratamento e conversão, as quais foram apresentadas nas produções científicas selecionadas para compor o *corpus* desta pesquisa. É importante destacar que o trabalho intitulado *Ensino de matemática para estudantes com transtorno do espectro autista nos anos iniciais do Ensino Fundamental:*

uma investigação com aporte em representações semióticas, de Rodrigues (2021), apresentou sua investigação baseada na atividade cognitiva de tratamento.

O tratamento, de acordo com Duval (1993), é a transformação de uma representação no mesmo registro em que ela foi formada, é uma transformação interna a um registro. O cálculo, que é uma forma de tratamento próprio das expressões simbólicas (cálculo numérico, cálculo algébrico, cálculo proposicional), foi a forma de tratamento mais utilizada pelos pesquisadores do *corpus* deste estudo. Segue um exemplo de atividade cognitiva de tratamento tirada desse *corpus* para melhor compreensão.

Quadro 16 – Exemplo de atividade cognitiva de tratamento

Tratamento	Detalhamento	Exemplo
Cálculo numérico	O registro inicial, é $40 + 4 - 2 + 1$. Desse modo, desenvolve a operação cognitiva de tratamento na representação, de forma que não se altera o registro, visto que a representação final “43” continua no registro numérico. Portanto, esse processo é definido como tratamento numérico (Bolognezi, 2019).	<p>Calcule a seguinte expressão: $40 + 4 - 2 + 1$</p> <p>Resposta:</p> $40 + 4 - 2 + 1$ $44 - 2 + 1$ $45 - 2$ 43

Fonte: Elaboração própria (2023).

A conversão de uma representação está relacionada às operações nas quais o registro inicial é transformado em outro; em razão disso, é considerada uma “transformação externa”. Essa atividade cognitiva foi a mais utilizada nos trabalhos analisados para a intervenção nas dificuldades de aprendizagem em matemática e discalculia. Para Duval (2010), é no trânsito entre os diversos registros de representação que se desenvolvem as habilidades cognitivas para a aprendizagem de matemática. Segue, então, um exemplo de atividade cognitiva de conversão.

Figura 6 – Exemplo de atividade cognitiva de conversão

Registro dado em forma de texto	Mudança para representação numérica
José ganhou um cofrinho de seu Pai, e todo dia colocava nele moedas de 10 centavos, de 25 centavos, de 50 centavos e de um real. Certo dia abriu o cofrinho e verificou que tinha R\$ 16,00. Quantas moedas haviam de cada tipo colocadas no cofrinho?	<p>Solução apresentada por Suelen</p> $20 \text{ de } 10 \text{ centavos} = 2,00$ $04 \text{ de } 25 \text{ centavos} = 1,00$ $04 \text{ de } 50 \text{ centavos} = 2,00$ $11 \text{ de } 01 \text{ real} = 11,00$ <hr/> <p>Total R\$ 16,00</p>
Mudança para representação numérica	Mudança para representação numérica
<p>Solução apresentada por Nayra</p> $10 \text{ de } 10 \text{ centavos} = 1,00 + 08 \text{ de } 25 \text{ centavos} = 2,00$ $+ 08 \text{ de } 50 \text{ centavos} = 4,00 + 09 \text{ de } 01 \text{ real} = 9,00.$ <p>Total de R\$ 16,00.</p>	<p>Solução apresentada por Isabella</p> $40 \text{ de } 10 \text{ centavos} = 4,00 + 16 \text{ de } 25 \text{ centavos} = 4,00$ $+ 08 \text{ de } 50 \text{ centavos} = 4,00 + 04 \text{ de } 01 \text{ real} = 4,00.$ <p>Total de R\$ 16,00</p>

Fonte: Viana (2021).

O enunciado do problema está expresso em “linguagem natural”; nele foi pedido aos alunos a conversão desse registro de representação para “registro numérico”, com a finalidade de desenvolver o tratamento que o problema precisa, para, então, encontrar a solução desejada. Essa atividade teve o intuito de verificar as articulações que poderiam ocorrer a partir do “registro de partida” para o “registro de chegada”, bem como averiguar qual significado teria para os sujeitos investigados o manuseio de vários registros de representação semiótica.

Assim, conforme analisamos, o tratamento e a conversão foram utilizados nas mais variadas atividades como possibilidades de intervenção para os alunos com dificuldades de aprendizagem em matemática, discalculia e TEA. Os resultados, portanto, foram favoráveis para o desenvolvimento cognitivo, a construção de conceitos matemáticos e a identificação de problemas e dificuldades.

4.3 CTG3 - Contribuição da TRRS:

Pensando na contribuição da TRRS para o desenvolvimento cognitivo do aluno discalculico e para alcançarmos nosso objetivo apresentamos a compreensão da nossa terceira categoria.

A TRRS é vista como fundamental para garantir uma educação matemática equitativa e acessível, e mostra-se muito eficaz para alunos com necessidades específicas de aprendizagem, como em alunos com TEA, discalculia, Síndrome de Noonan e surdez. A análise do corpus da pesquisa oferece suporte à ideia de que a diversificação dos métodos de ensino, incorporando diferentes registros de representação, é benéfica, especialmente para alunos com discalculia.

A necessidade de abordagens de ensino personalizadas e inclusivas, considerando as necessidades individuais dos alunos, foi ressaltada majoritariamente nas produções científicas analisadas. As análises destacam a importância de métodos de ensino adaptáveis e inclusivos, o papel crucial da TRRS na educação matemática, e a necessidade de desenvolver habilidades cognitivas relacionadas ao tratamento e conversão de registros semióticos em estudantes com dificuldades de aprendizagem como a discalculia.

Esta categoria indica que manusear os diversos registros de representação semiótica e usar as atividades cognitivas de tratamento e conversão nas aulas e atividades, de acordo com o *corpus* desta pesquisa, possibilita o desenvolvimento cognitivo para a aprendizagem matemática. Todos os trabalhos selecionados trouxeram a TRRS como metodologia para sanar ou amenizar as dificuldades de aprendizagem em matemática, visto que essa teoria permite que a matemática se torne menos abstrata e o ensino mais atrativo.

Nessa ótica, vale ressaltar o trabalho de Silva Filho (2022), *Contribuições da Teoria Semiocognitiva de aprendizagem matemática de Reymond Duval para a análise da produção discente com discalculia do desenvolvimento*, o qual foi o único direcionado à discalculia com aporte na TRRS. Apesar das dificuldades do aluno discalcúlico investigado, para desenvolver cálculos, transitar pelos diversos registros semióticos e usar risquinhos para contagem, o autor chama atenção para o desenvolvimento cognitivo apresentado nas operações semiocognitivas mais apuradas, uma vez que o educando conseguiu converter de forma correta o registro em língua natural para o registro algébrico. Ficou evidente, então, que os registros de representação semiótica favoreceram o desenvolvimento cónito para a aprendizagem matemática.

5 ABORDAGENS PEDAGÓGICAS E ESTRATÉGIAS DE ENSINO COM SUPORTE NA TRRS

Na avaliação das publicações científicas selecionadas como foco de investigação, foram identificadas várias estratégias comuns que se baseiam na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS). Essas estratégias demonstram potencial para aprimorar tanto a compreensão quanto a aplicação de conceitos matemáticos em estudantes com discalculia, particularmente nos anos finais do ensino fundamental. As estratégias a serem detalhadas e examinadas neste estudo foram organizadas e embasadas por diversos pesquisadores: Proença (2021), Francisco (2018), Souza (2019), Rodrigues (2021), Parol e Rodriguês (2018), Bolognezi (2019), Boszko e Trentin (2022), Silva Filho (2022) e Viana *et al.* (2021). As análises dessas estratégias serão realizadas seguindo as orientações e fundamentações propostas por esses autores.

5.1 Uso de Materiais Manipuláveis e Tecnologia

O uso de materiais manipuláveis e representações múltiplas é uma abordagem pedagógica essencial no ensino de matemática para os alunos com necessidades específicas de aprendizagem (SOUZA, 2019; RODRIGUES, 2021; SILVA FILHO, 2022). Bolognezi (2019) e Silva Filho (2022) destacam a importância destes recursos na educação matemática, pois permitem aos alunos uma compreensão concreta e visual dos conceitos matemáticos, facilitando assim a transição para representações mais abstratas.

A eficácia dos materiais manipuláveis, como o tangram, é destacada por Souza (2019), ao demonstrar como a manipulação física e a visualização concreta de formas geométricas podem auxiliar alunos surdos na compreensão de conceitos matemáticos abstratos. Da mesma forma, Proença (2021) sugere que a escolha de materiais didáticos e metodologias de ensino que enfatizem múltiplas representações matemáticas pode ser mais benéfica para esses alunos.

Bolognezi (2019) e Viana *et al.* (2021) reforçam a importância de materiais manipuláveis e representações concretas para tornar conceitos abstratos mais tangíveis e acessíveis. Eles observam que o uso desses recursos pode criar uma base sólida para compreender conceitos matemáticos, facilitando a transição entre diferentes registros semióticos.

A incorporação de tecnologias educacionais, como jogos digitais, enfatizada por Boszko e Trentin (2022), oferece uma abordagem interativa e visual, que é crucial para o processo de aprendizagem dos alunos com discalculia (Silva Filho, 2022). Esses recursos tecnológicos complementam o uso de materiais manipuláveis, proporcionando uma experiência educacional

mais rica e envolvente.

5.2 Enfoque na Linguagem Algébrica e Diversificação de Métodos de Ensino (Adaptação de Recursos e Linguagem)

Souza (2019) e Francisco (2018) destacam a importância de adaptar recursos didáticos e linguagem para atender às necessidades específicas dos alunos. Isso inclui a criação de recursos visuais e manipulativos personalizados, bem como estratégias de ensino adaptadas para facilitar a compreensão. Francisco (2018) enfatiza a necessidade de desenvolver a linguagem matemática e a capacidade de generalização, utilizando diferentes registros semióticos. Essa abordagem envolve a diversificação de métodos de ensino, incluindo visualização e representação geométrica.

A pesquisa de Francisco (2018) também ressalta a relevância da linguagem natural e registros figurais, como pontes para a compreensão de conceitos matemáticos mais abstratos. A ênfase na linguagem algébrica é crucial, considerando que a discalculia afeta a habilidade de entender e manipular números e operações matemáticas e o uso de múltiplos registros pode ajudar na superação de dificuldades relacionadas à linguagem matemática. Além disso, Francisco (2018) sugere que o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem, permitindo que explorem diferentes registros de representação, pode aumentar a compreensão e o engajamento. Esta abordagem promove o protagonismo dos alunos no processo educacional, especialmente significativo para aqueles com discalculia.

5.3 Desenvolvimento de Habilidades de Interpretação e Conversão (Conversão e Tratamento de Registros Diferentes)

Parol e Rodriguês (2018), Viana *et al.* (2021) e Rodrigues (2021) enfatizam a necessidade de focar no desenvolvimento de habilidades de interpretação e conversão entre diferentes registros semióticos, particularmente no contexto da matemática para alunos com discalculia. Essas habilidades são cruciais para compreender e aplicar conceitos matemáticos, especialmente em áreas como frações e números decimais.

Viana *et al.* (2021) e Souza (2019) ressaltam a importância da visualização e da representação geométrica na compreensão matemática. Para os alunos com discalculia, que podem ter dificuldades com a linguagem simbólica da matemática, tais abordagens são ferramentas poderosas, pois facilitam a transição entre representações visuais, geométricas, numéricas fracionárias e decimais, ajudando a formar uma compreensão mais robusta e integrada dos números reais.

A mobilização de diferentes registros semióticos, conforme proposto por Duval (2003), é crucial no ensino de matemática para alunos com discalculia e Silva Filho (2022) sugere a utilização de uma variedade de materiais e registros semióticos para abordar conceitos matemáticos de maneiras diversificadas. Rodrigues (2021) destaca a importância do domínio da leitura e interpretação dos enunciados e da capacidade de utilizar diferentes registros semióticos para a resolução de problemas matemáticos.

Viana *et al.* (2021) também apontam a necessidade de diversificar os métodos de ensino, incorporando diferentes registros de representação no ensino de matemática, o que é fundamental para superar dificuldades de aprendizagem em matemática em alunos com discalculia.

5.4 Intervenção e Avaliação Precoces

Parol e Rodriguês (2018) ressaltam a significância do diagnóstico e da intervenção precoces no contexto educacional, particularmente para alunos com dificuldades em matemática, como na compreensão de frações. Eles destacam que realizar avaliações diagnósticas regulares e adaptar atividades às necessidades específicas dos alunos pode ser crucial para identificar e abordar problemas de compreensão matemática numa fase inicial. Essa abordagem é especialmente benéfica para os alunos com discalculia (Silva Filho, 2022).

Além disso, Parol e Rodriguês (2018) apontam que as frações são frequentemente mal compreendidas por estudantes em diversos níveis de ensino. Eles enfatizam a utilização da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) para explorar frações, realçando a importância de atividades de tratamento e conversão, que são fundamentais na teoria e particularmente úteis para alunos com discalculia. Esses alunos podem se beneficiar da habilidade de transitar entre diferentes registros semióticos, como fracionário, decimal e figural, para entender melhor os conceitos matemáticos.

A pesquisa inclui a aplicação de avaliações diagnósticas sobre frações em diferentes níveis educacionais, permitindo uma análise mais profunda das dificuldades específicas dos estudantes. Esta estratégia sugere abordagens adaptativas para alunos com discalculia, focando no desenvolvimento da capacidade de converter e tratar informações dentro de diferentes registros matemáticos.

Bolognezi (2019) complementa afirmando a importância de avaliações contínuas e adaptativas para regularmente verificar o progresso dos alunos e ajustar as estratégias de ensino conforme necessário, garantindo uma abordagem educacional mais eficaz e responsiva às necessidades individuais dos alunos.

5.5 Estratégias de Ensino Adaptativas e Personalizadas

Bolognezi (2019) e Silva Filho (2022) entre outros pesquisadores destacam a importância de adaptar as estratégias de ensino às necessidades individuais dos alunos, especialmente para aqueles com discalculia. Isso envolve a personalização do ensino de matemática, utilizando uma variedade de registros de representação semiótica e integrando métodos como materiais manipuláveis, jogos digitais e representações visuais concretas.

Estratégias inclusivas, como propostas por Souza (2019) e Proença (2021), enfatizam a necessidade de um ensino adaptativo e reflexivo, adaptando os recursos didáticos e as abordagens de ensino às necessidades específicas de cada aluno. Essas estratégias são baseadas na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) e incluem práticas como o tratamento e a conversão entre diferentes registros semióticos, que são fundamentais para os alunos com discalculia.

Rodrigues (2021) ressalta a relevância de estratégias pedagógicas inclusivas e diversificadas, adaptadas às características individuais e necessidades de aprendizagem dos alunos, enquanto Boszko e Trentin (2022) reforçam a necessidade de personalizar e diversificar as estratégias pedagógicas. Essas abordagens são cruciais não apenas para alunos com discalculia, mas também para aqueles com Síndrome de Noonan ou Transtorno do Espectro Autista (TEA), conforme indicado por Rodrigues (2021).

Em suma, a aplicação da TRRS em contextos educacionais inclusivos e a personalização das estratégias de ensino são essenciais para facilitar o desenvolvimento de habilidades matemáticas em alunos com necessidades específicas, como discalculia, contribuindo significativamente para a melhoria de suas habilidades numéricas e na resolução de problemas matemáticos.

5.6 Desenvolvimento de Habilidades Numéricas e Interpretação de Enunciados

Rodrigues (2021) destaca a importância do desenvolvimento de habilidades numéricas e a interpretação de enunciados matemáticos, enfocando principalmente em alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Essas estratégias são também benéficas para os alunos com discalculia. A pesquisa aponta que o entendimento e a resolução de problemas matemáticos dependem do domínio da leitura e interpretação dos enunciados e da habilidade de transitar entre diferentes registros semióticos, um aspecto crucial para facilitar a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos por alunos com discalculia.

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval (1995), conforme

explorada por Rodrigues (2021) e Francisco (2018) é destacada como uma ferramenta eficaz na facilitação da aprendizagem matemática para alunos com dificuldades de aprendizagem. A TRRS enfatiza a importância de transitar entre diferentes registros semióticos para melhorar a compreensão matemática, sendo particularmente relevante para os alunos com discalculia, que frequentemente enfrentam desafios na compreensão de números e operações matemáticas. A capacidade de compreender conceitos matemáticos através de múltiplas representações (visuais, simbólicas, verbais) pode facilitar significativamente o aprendizado desses alunos.

Bolognezi (2019) sugere que atividades progressivas, que evoluem de materiais concretos para representações mais abstratas, podem ser eficazes na consolidação do conhecimento matemático. Assim, a aplicação da TRRS e a implementação de estratégias progressivas são fundamentais no desenvolvimento de habilidades numéricas e na interpretação de enunciados matemáticos, especialmente para os alunos com discalculia.

5.7 Estratégias Multimodais e Desenvolvimento da Linguagem Matemática

Francisco (2018) destaca a importância de estratégias multimodais e o desenvolvimento da linguagem matemática para aprimorar a aprendizagem de conceitos matemáticos. A Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval é central nessa abordagem, enfatizando a necessidade de utilizar diferentes formas de representação (figurais, numéricas, verbais) para facilitar a compreensão matemática. Esta teoria é especialmente relevante para os alunos com discalculia, que muitas vezes enfrentam desafios na compreensão e manipulação de números e conceitos matemáticos.

Bolognezi (2019) e Viana *et al.* (2021) também ressaltam a importância do papel do educador na adaptação das atividades às necessidades individuais dos alunos e na mediação entre diferentes registros semióticos. As práticas educacionais devem incluir o uso de diversos registros semióticos, como proposto pela TRRS, e devem ser adaptativas e personalizadas para cada aluno, especialmente aqueles com dificuldades específicas de aprendizagem.

Rodrigues (2021) e Parol e Rodriguês (2018) apontam a importância do tratamento e da conversão de registros semióticos, especialmente em conceitos desafiadores como frações. Para os alunos com discalculia, o desenvolvimento de habilidades para converter entre diferentes representações e manipular essas representações dentro de um mesmo registro é essencial para a compreensão matemática. Assim, a TRRS oferece um meio eficaz para abordar as dificuldades desses alunos através de múltiplas representações, facilitando a transição entre representações visuais, simbólicas e verbais e melhorando a compreensão dos conceitos matemáticos.

5.8 Promoção do Protagonismo do Aluno e Integração de Tecnologia

Francisco (2018), bem como Boszko e Trentin (2022) destacam a importância da promoção do protagonismo do aluno e da integração de tecnologia no ensino de matemática, particularmente para alunos com discalculia. Francisco (2018) ressalta que estratégias que promovem a participação ativa dos alunos e a exploração de diferentes registros semióticos são benéficas, especialmente para aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA), e conseqüentemente, também para os alunos com discalculia. Boszko e Trentin (2022) apoiam a incorporação de tecnologias digitais, como jogos digitais, no currículo matemático. Eles demonstram que os jogos digitais podem ser ferramentas pedagógicas eficazes no ensino de conceitos matemáticos complexos, oferecendo representações visuais e interativas que facilitam a compreensão de conceitos matemáticos complexos, como frações. Estes jogos permitem uma transição eficiente entre diferentes registros semióticos, um aspecto central da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), e são particularmente úteis para alunos com discalculia.

Além disso, a adaptação cultural e linguística das ferramentas e estratégias educacionais, como destacado por Boszko e Trentin (2022), é fundamental no contexto de diversidade cultural e linguística, garantindo que as abordagens de ensino sejam relevantes e acessíveis para todos os alunos. Portanto, a promoção do protagonismo do aluno, juntamente com a integração estratégica de tecnologia e a adaptação cultural e linguística, forma uma abordagem educacional inclusiva e eficaz para melhorar o aprendizado de matemática entre alunos com discalculia e outras necessidades especiais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ser professor na atualidade requer lidar com a diversidade de forma eficaz. O respeito à diversidade é fundamental para construir uma sociedade mais justa e igualitária, e a educação desempenha um papel crucial nesse processo. A escola é um ambiente onde diferentes realidades se encontram e é nesse contexto que surgem desafios para os professores, que muitas vezes se sentem despreparados para lidar com as dificuldades e transtornos de aprendizagem.

É essencial que os professores conheçam os transtornos específicos de aprendizagem, como a discalculia, para identificar e intervir de maneira adequada. Isso possibilita a promoção de práticas pedagógicas inclusivas, garantindo que todos os alunos, independentemente de suas dificuldades, tenham acesso aos mesmos direitos educacionais.

Ao refletir sobre minha prática como educador, percebi a importância da pesquisa em minha vida pessoal e profissional. A reflexão sobre minha prática pedagógica me levou a buscar conhecimentos para melhorar minhas aulas e oferecer suporte aos alunos com dificuldades de aprendizagem em matemática. A jornada em busca desses conhecimentos foi repleta de desafios, mas a oportunidade de entender as características, causas e sintomas da discalculia, assim como explorar a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) para desenvolvimento cognitivo e intervenção, proporcionou discussões e reflexões importantes para uma abordagem inclusiva e embasada teoricamente.

Diante do sofrimento, desmotivação e desinteresse observados em alunos que enfrentam dificuldades com números, senti a necessidade de buscar soluções. Assim, esta pesquisa se propõe a analisar as contribuições de métodos e estratégias pedagógicas baseadas na TRRS para melhorar a compreensão e aplicação de conceitos matemáticos em alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental. Para isso, realizamos uma revisão abrangente da literatura sobre a TRRS e discalculia, visando entender o estado atual do conhecimento nessa área. Propomos identificar e descrever os métodos e estratégias pedagógicas baseadas na TRRS que têm sido aplicadas com sucesso para o desenvolvimento cognitivo em matemática, sintetizando as melhores práticas e recomendações para educadores e formuladores de políticas educacionais.

Nessa perspectiva, esta pesquisa destacou a importância de elaborar e aplicar estratégias, métodos e metodologias voltadas ao desenvolvimento cognitivo de alunos com dificuldades ou transtornos de aprendizagem, enfatizando a área da matemática e, mais especificamente, a discalculia. A pesquisa identificou uma carência de trabalhos focados na inclusão e intervenção de alunos com discalculia, contribuindo para a lacuna de suporte teórico e metodológico

necessário para um ensino eficaz que enfrente as dificuldades e transtornos destes alunos.

Um desafio adicional evidenciado é a dificuldade dos professores de matemática em identificar e diferenciar os sintomas de transtornos de aprendizagem, frequentemente confundindo-os com preguiça ou desinteresse. Isso reforça a necessidade de uma reflexão contínua e busca por novos conhecimentos por parte desses educadores, através de pesquisa e formação continuada.

Neste contexto, o estudo explorou a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) como uma metodologia inovadora de intervenção, visando apoiar alunos com discalculia nos anos finais do ensino fundamental. Os resultados indicaram que a TRRS oferece suporte teórico e pedagógico significativo para a construção de conceitos matemáticos e o desenvolvimento cognitivo de alunos com deficiências, dificuldades e transtornos de aprendizagem. Esta abordagem permite que os educadores melhorem sua prática por meio de jogos, livros, mídias, softwares, brincadeiras, entre outros, tornando a matemática mais inclusiva e acessível.

Além disso, a pesquisa apontou a relevância de uma abordagem educacional inclusiva e adaptativa, que considere as necessidades específicas de alunos com discalculia. Isso inclui a utilização de materiais manipuláveis e tecnologia para tornar conceitos matemáticos mais acessíveis, a adoção de estratégias que enfatizam a linguagem algébrica, a diversificação dos métodos de ensino, e o desenvolvimento de habilidades de interpretação e conversão em registros semióticos variados.

Deste modo, as análises realizadas a partir das pesquisas científicas selecionadas objetivaram a identificação das estratégias que podem ser eficazes para o ensino de matemática para alunos com discalculia. Foi possível identificar algumas descobertas comuns:

- A importância da diversificação dos registros de representação semiótica para melhorar a compreensão dos alunos, particularmente em relação a conceitos matemáticos complexos como frações e operações aritméticas e algébricas.
- A eficácia de estratégias didáticas adaptadas para alunos com discalculia, enfatizando a conversão e o tratamento de diferentes registros semióticos.
- A necessidade de considerar desafios específicos enfrentados por alunos com discalculia, como dificuldades com operações aritméticas e algébricas, e a importância de representações auxiliares.
- O valor da mediação do professor e o uso de tecnologia, como jogos digitais, para facilitar a aprendizagem.

- A relevância de compreender a relação entre dificuldades de aprendizagem e a manipulação de registros semióticos, especialmente em contextos de discalculia.

Para tanto, uma abordagem multifacetada e adaptativa é essencial para melhorar o aprendizado matemático de alunos com transtornos de aprendizagem, como a discalculia. Essa abordagem inclui a utilização de materiais manipuláveis e tecnologia para tornar conceitos matemáticos mais acessíveis e a adoção de estratégias que enfocam a linguagem algébrica e diversificam os métodos de ensino. Além disso, é importante desenvolver habilidades de interpretação e conversão, especialmente em registros semióticos variados, e realizar intervenções e avaliações precoces para identificar e tratar dificuldades no início do processo educacional. Ademais, o desenvolvimento de habilidades numéricas e a capacidade de interpretar enunciados matemáticos são cruciais, juntamente com a integração de estratégias multimodais que fomentem o desenvolvimento da linguagem matemática.

Portanto, as estratégias de ensino devem ser adaptativas e personalizadas, atendendo às necessidades individuais dos alunos. Além disso, é fundamental promover o protagonismo do aluno e integrar a tecnologia no processo de ensino, criando um ambiente de aprendizado envolvente e eficaz. A aplicação dessas estratégias integradas e conscientes pode enriquecer significativamente a experiência educacional de alunos com dificuldades de aprendizagem, proporcionando um ambiente mais inclusivo e facilitador para o sucesso acadêmico. Olhando para uma perspectiva futura de pesquisa, existem várias sugestões para direcionamento da pesquisa e prática na área da educação matemática inclusiva, especialmente para alunos com discalculia. Destaca-se a ampliação de estudos sobre TRRS, desenvolvimento de ferramentas e recursos tecnológicos, formação continuada de professores, estudos e avaliações de impacto das práticas idealizadas, integração de abordagens multidisciplinares, colaboração interdisciplinar. As perspectivas futuras visam não apenas aprimorar o ensino de matemática para alunos com discalculia, mas também contribuir para um ambiente educacional mais inclusivo e acessível para todos os estudantes. A continuidade da pesquisa e a implementação de suas descobertas serão fundamentais para avançar na compreensão e na prática da educação matemática inclusiva. Em resumo, esta pesquisa contribui significativamente para o campo educacional, oferecendo caminhos promissores para a melhoria do aprendizado matemático de alunos com discalculia, além de destacar a importância de abordagens de ensino mais inclusivas e adaptativas no contexto dos anos finais do ensino fundamental.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. S. **Dificuldades de aprendizagem em matemática e a percepção dos professores em relação a fatores associados ao insucesso nesta área**. 2006. 13 f. Monografia (Graduação em Matemática) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/handle/10869/1766>. Acesso em: 20 dez. 2022.
- ALMEIDA, R. P. *et al.* Prevenção e remediação das dificuldades de Aprendizagem: adaptação do modelo de resposta à intervenção em uma amostra brasileira. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 66, p. 611-630, jul./set. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782016216632>. Acesso em: 20 dez. 2022.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. Trad. Maria Inês Corrêa Nascimento *et al.* 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BASTOS, J. A. Discalculia: transtorno específico da habilidade em matemática. **Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. São Paulo: Artes médicas, p. 195-206, 2006.
- BASTOS, J. A. Matemática: distúrbios específicos e dificuldades. **ROTTA, NewraTellechea. Transtornos da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- BOLOGNEZI, R. A. L. Registros de representação semiótica e a síndrome de noonan: possibilidades no ensino e aprendizagem da matemática. **Revista Educação Inclusiva**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 55-73, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://revista.uepb.edu.br/REIN/article/view/172>. Acesso em: 20 jan. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 14.254, de 30 de novembro de 2021**. Dispõe sobre o acompanhamento integral para educandos com dislexia ou transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH) ou outro transtorno de aprendizagem. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14254.htm. Acesso em: 17 jun. 2022.
- _____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- CAMPOS, A. M. A. **Discalculia: superando as dificuldades em aprender matemática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak, 2015.
- _____, A. M. A. **Jogos matemáticos: uma nova perspectiva para discalculia**. Rio de Janeiro: Wak, 2014.
- CARDOSO, M. R. G.; DE OLIVEIRA, G. S.; GHELLI, K. G. M. Análise de conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, p. 98-111, 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2347>. Acesso

em: 20 jan. 2023.

CARVALHO, A. M. F. T. Educação matemática e psicologia cognitiva: intervenção integrada em discalculia do desenvolvimento. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DA MATEMÁTICA*, 6., 2013, Canoas. **Anais eletrônicos** [...]. Canoas: Ulbra, 2013. Disponível em: <http://www.ulbra.br/ciem2013/>. Acesso em: 20 set. 2022.

CIASCA, S. M. **Distúrbios da aprendizagem**: proposta de avaliação interdisciplinar. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

COLOMBO, Janecler Ap Amorin; FLORES, Claudia R.; MORETTI, Mérciles T. Registros de representação semiótica nas pesquisas brasileiras em Educação Matemática: pontuando tendências. **Zetetiké**, v. 16, n. 1, 2008. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8647035>. Acesso em: 10 jan. 2023.

CORDEIRO, A. M. *et al.* Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 428-431, nov./dez. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>. Acesso em: 5 jan. 2022.

DAMM, R. F. Registros de representação. *In: MACHADO, S. D. A. (org.). Educação matemática: uma (nova) introdução*. 3. ed. São Paulo: Educ, 2012. p. 167-188.

DENARI, F. Um novo olhar sobre a formação do professor de educação especial: da segregação a inclusão. *In: RODRIGUES, D. (org.). Inclusão e educação: doze olhares sobre a educação inclusiva*. São Paulo: Summus, 2006. p. 35-64.

DÍAZ, F. **O processo de aprendizagem e seus transtornos**. Salvador: EdUFBA, 2011.

DROWET, R. C. R. **Distúrbios de aprendizagem**. São Paulo: Ática, 2001.

DUVAL, R. Mudanças, em curso e futuras, dos sistemas educacionais: desafios e marcas dos anos 1960 aos anos... 2030! **Revemat**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 1-23, 2015. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2015v10n1p1>. Acesso em: 10 jan. 2023.

DUVAL, R. Registre de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. **Annales de Didactique et Sciences Cognitives**, Strasbourg, v. 5, p. 37-65, 1993. Disponível em: https://mathinfo.unistra.fr/websites/math-info/irem/Publications/Annales_didactique/vol_05/adsc5_1993-003.pdf. Acesso em: 5 jan. 2023.

_____. R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Trad. Mérciles Thadeu Moretti. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**. Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266>. Acesso em: 10 jan. 2023.

_____. R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. *In: MACHADO, S. D. A. (org.). Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica*. 7. ed. Campinas: Papirus, 2010. p. 11-33.

_____. R. **Semiósis e pensamento humano**: registros semióticos e aprendizagens intelectuais. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

_____. R. **Ver e ensinar a matemática de outra forma**: entrar no modo matemático de pensar os registros de representações semióticas. Trad. Marlene Alves Dias. São Paulo: PROEM, 2011.

FLORES, C. R. Registros de representação semiótica em matemática: história, epistemologia, aprendizagem. **Bolema**, Rio Claro, v. 19, n. 26, p. 1-22, 2006. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1853>. Acesso em: 10 jan. 2023.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2023.

FONSECA, V. **Insucesso escolar**: abordagem psicopedagógica às dificuldades de aprendizagem. 2. ed. Lisboa: Âncora, 1999.

FRANCISCO, M. B. **Desenvolvimento do pensamento algébrico de alunos com transtorno do espectro autista (TEA)**: um estudo à luz da teoria dos registros de representação semiótica. 2018. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/1927>. Acesso em: 20 jan. 2023.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Brasília: Líber Livro, 2008.

GARCÍA, J. N. **Manual de dificuldades de aprendizagem**: linguagem, leitura, escrita e matemática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

JOHNSON, D. J.; MYKLEBUST, H. R. **Distúrbios de aprendizagem**: princípios e práticas educacionais. São Paulo: Pioneira, 1987.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar**: o que é? Por quê? Como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.

MANTOAN, M. T. E. Inclusão promove a justiça. Entrevista concedida a Meire Cavalcante. **Nova Escola**, São Paulo, 1 maio 2005. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/902/inclusao-promove-a-justica>. Acesso em: 5 jan. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MORETTI, M. T. O papel dos registros de representação na aprendizagem de matemática. **Revista Contrapontos**, Itajaí, v. 2, n. 6, p. 423-437, set./dez. 2002. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/rc/article/view/180>. Acesso em: 10 jan. 2023.

NASCIMENTO, L. T. **Proficiência em matemática**: discalculia e características da aprendizagem no ensino fundamental II e no ensino médio. 2016. 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1591>. Acesso em: 5 jan. 2023.

OHLWEILER, L. Introdução aos transtornos da aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; RIESGO, R. S. (org.). **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. p. 107-111.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Organização Pan-Americana da Saúde. Versão final da nova Classificação Internacional de Doenças da OMS (CID-11) é publicada. Washington, DC: PAHO, 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/11-2-2022-versao-final-da-nova-classificacao-internacional-doencas-da-oms-cid-11-e>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PANTOJA, L. F. L.; CAMPOS, N. F. S. C.; SALCEDOS, R. R. C. A teoria dos registros de representações semióticas e o estudo de sistemas de equações algébricas lineares. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DA MATEMÁTICA*, 6., 2013, Canoas. **Anais eletrônicos** [...]. Canoas: ULBRA, 2013. Disponível em: <http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ciem/vi/paper/viewFile/1423/528>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PARAOL, C. M.; RODRIGUES, J. S. Os registros de representação semiótica de frações em atividades envolvendo tratamento e conversão. **Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, v. 4, n. 2, p. 21-37, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/REMAT/article/view/3019>. Acesso em: 20 jan. 2023.

PROENÇA, L. I. **A mobilização dos registros de representação semiótica na prática pedagógica do processo de ensino-aprendizagem dos números racionais**. 2021. 204 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15032>. Acesso em: 20 jan. 2023.

RODRIGUES, M. U. Contextualizando a análise de conteúdo como procedimento de análise de dados em pesquisas qualitativas. *In: RODRIGUES, M. U. (org.). Análise de conteúdo em pesquisas qualitativas na área da educação matemática*. Curitiba: CRV, 2019. p. 21-34.

RODRIGUES, R. S. **Ensino de matemática para estudantes com transtorno do espectro autista nos anos iniciais do ensino fundamental: uma investigação com aporte em representações semióticas**. 2021. 170 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Ensino da Educação Básica) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021. Disponível em: <http://tedebc.ufma.br:8080/jspui/handle/tede/3873>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ROMAGNOLI, G. C. **Discalculia: um desafio na matemática**. 2008. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Distúrbios de Aprendizagem) – Centro de Referência em Distúrbios de Aprendizagem, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.crda.com.br/tccdoc/13.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2023.

SACRAMENTO, I. Dificuldades de aprendizagem em matemática-discalculia. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO ENSINO DA MATEMÁTICA*, 1., Salvador, 2008. **Anais eletrônicos** [...]. Salvador: UFBA, 2008. Disponível em: <http://www.artigonal.com/educacao-artigos/dificuldadesde-aprendizagem-em-matematica-discalculia-860624.html>. Acesso em: 5 jan. 2023.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SANCHEZ, J. N. G. **Dificuldades de aprendizagem e intervenção psicopedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

SANTOS, E. P. **Dificuldades de aprendizagem nas séries iniciais do ensino fundamental**. 2015. 73 f. (Licenciatura em Pedagogia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/12111>. Acesso em: 5 jan. 2023.

SANTOS, S. M. *et al.* Discalculia em foco. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO, CIDADANIA E EXCLUSÃO, 4., Rio de Janeiro, 2015. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro: UERJ, 2015. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/ceduce/2015/TRABALHO_EV047_MD1_SA7_ID_1272_05052015193521.pdf.

SILVA FILHO, J. P. **Contribuições da teoria semiocognitiva de aprendizagem matemática de Reymond Duval para a análise da produção discente com discalculia do desenvolvimento**. 2022. 209 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/234655>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SILVA, M. A. **Discalculia e aprendizagem de matemática: um estudo de caso para análise de possíveis intervenções pedagógicas**. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016. Disponível em: <https://tede.ufrjr.br/jspui/handle/jspui/1995>. Acesso em: 5 jan. 2023.

SILVA, W. C. **Discalculia: uma abordagem à luz da educação matemática**. 2008. 45 f. Relatório Final (Projeto de Iniciação Científica) – Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2008. Disponível em: https://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Monografia_Silva.pdf. Acesso em: 5 jan. 2023.

SISTO, F. F. Dificuldades na aprendizagem em escrita: um instrumento de avaliação (ADAPE). In: SISTO, F. F. *et al.* (org.). **Dificuldades de aprendizagem no contexto psicopedagógico**. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 190-213.

SMITH, C.; STRICK, L. **Dificuldades de aprendizagem de A a Z**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SOUSA, F. M. A. A. Distúrbios e dificuldades de aprendizagem: uma perspectiva de interface entre saúde e educação. In: SAMPAIO, I.; FREITAS, I. B. (org.). **Transtornos de dificuldades de aprendizagem: entendendo melhor os alunos com necessidades educativas especiais**. Rio de Janeiro: Walk, 2011.

SOUZA, L. J. **Surdez no contexto da educação matemática: um estudo sobre o conjunto dos números reais a partir de registros de representação semiótica e o Tangram**. 2019. 223 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/21513>. Acesso em: 20 jan. 2023.

TRAVASSOS, L. P. **Neurociências e educação: uma parceria imprescindível**. Petrópolis: Instituto Irlen Brasil, 2016. Disponível em: <https://www.bemrelacionar.com.br/post/2016/08/23/neuroci%C3%A2ncias-e-educ%C3%A7%C3%A3o-uma-parceria-imprescind%C3%ADvel#>. Acesso em: 6 set. 2022.

TRENTIN, M. A. S.; BOSZKO, L. Ensinando frações com jogos digitais organizados sob a teoria dos registros de representação semiótica. **Dialogia**, São Paulo, n. 42, p. 1-21, e22220,

set./dez. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/22220>. Acesso em: 20 jan. 2023.

TREVISAN, M. C. **Discalculia**: um olhar para o ensino dos números naturais e das operações fundamentais da matemática. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Franciscana, Santa Maria, 2019. Disponível em: <http://www.tede.universidadefranciscana.edu.br:8080/handle/UFN-BDTD/725>. Acesso em: 11 mar. 2022.

VIANA, M. N. G. *et al.* Dificuldade de aprendizagem matemática no ensino fundamental com aporte em representação semiótica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 14439-14454, fev. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/24515>. Acesso em: 20 jan. 2023.

VIEIRA, E. Transtornos na aprendizagem de matemática: número e a discalculia. **Revista Ciências e Letras**, Porto Alegre, n. 35, p. 109-120, mar./jul. 2004.

VILLAR, J. M. G. **Discalculia na sala de aula de matemática**: um estudo de caso de dois estudantes. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/5804>. Acesso em: 11 mar. 2022.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WEINSTEIN, M. A. **Transtornos específicos de aprendizagem**. Rio de Janeiro: Sinpro, 2010. Disponível em: www.sinpro-rio.org.br/download/diversos/monicaweinstein.pdf. Acesso em: 11 mar. 2022.