

INSTRUMENTOS MEDIADORES DA APRENDIZAGEM CONCEITUAL MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA INTELLECTUAL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

DOI: <https://doi.org/10.33871/22385800.2021.10.22.149-173>

Adriela Maria Noronha¹
Sani de Carvalho Rutz da Silva²
Elsa Midori Shimazaki³

Resumo: Esta revisão integrativa da literatura apresenta reflexões sobre os instrumentos mediadores da aprendizagem conceitual matemática utilizados nas práticas pedagógicas organizadas aos alunos com deficiência intelectual. O estudo se fundamenta na teoria Histórico-Cultural e abarca contribuições da literatura disponível nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e *SciVerse Scopus*. Após a seleção, foram considerados 21 estudos como amostra final. As pesquisas foram analisadas mediante as categorias: (a) instrumentos mediadores utilizados nas intervenções pedagógicas; (b) implicações na apropriação conceitual matemática. Com as análises, infere-se que as pesquisas avaliadas utilizaram diversos instrumentos mediadores estruturados e não estruturados, como: softwares, jogos matemáticos, sólidos geométricos, calculadora e objetos para contagem. Destaca-se que a sua utilização contribuiu para a apropriação conceitual matemática, mediante o planejamento de intervenções pedagógicas, que intencionavam a representação mental ao partir do concreto rumo ao abstrato. Ao se pensar o ensino e a aprendizagem de conceitos matemáticos para estudantes com deficiência intelectual, observam-se avanços nas pesquisas, tais como: as múltiplas possibilidades de intervenções com a utilização de diferentes instrumentos mediadores.

Palavras-chave: Conceitos matemáticos. Deficiência intelectual. Teoria Histórico-Cultural. Revisão integrativa.

MEDIATING INSTRUMENTS OF THE CONCEPTUAL MATHEMATICAL LEARNING FOR STUDENTS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES: AN INTEGRATIVE REVIEW

Abstract: This integrative literature review presents reflections about the mediating instruments of the mathematical conceptual learning used in the pedagogical practices organized to students with intellectual disabilities. The study is based on the Historical-Cultural Theory and embraces contributions of the literature available in the databases *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) and *SciVerse Scopus*. After the selection, 21 studies were considered as final sample. The researches were analyzed through the categories: (a) Mediating instruments used in the pedagogical interventions; (b) Implications in the mathematical conceptual appropriation. From the analyses, it is evident that the assessed researches used several structured and unstructured mediating instrument, such as: softwares, mathematical games, geometrical solids, calculators and objects for counting. It is important to notice that the use of these instruments contributed to the mathematical conceptual appropriation, by planning the pedagogical

1 Doutoranda em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Docente do Instituto Federal Catarinense (IFC), Concórdia, SC, Brasil. E-mail: adriela.noronha@ifc.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9537-1223>.

2 Doutora em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, PR, Brasil. E-mail: sani@utfpr.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1548-5739>.

3 Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo (USP) e pós-doutora em Letras pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR, Brasil. E-mail: emshimazaki@uem.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2225-5667>.

interventions that set the mental representation from the concrete towards abstraction. As we think about the teaching and learning of mathematical concepts for students with intellectual disabilities, advances could be observed on the researches, such as: the multiple possibilities of intervention with the use of several mediating instruments.

Keywords: Mathematical concepts. Systematic review. Intellectual disability. Historical-Cultural Theory. Integrative Review

1. Considerações iniciais

A aprendizagem de alunos com deficiência intelectual (DI) inquieta as escolas que intencionam ser inclusivas. Silva, Becker e Castro (2019) enunciam o fato em função de esses alunos colocarem em discussão a função da escola, como instituição organizada em que as pessoas aprendem os conteúdos escolares. Ao não se apropriarem, alunos com DI conduzem a escola a repensar seu currículo, uma vez que as práticas pedagógicas nem sempre atendem às suas necessidades. Isto ocorre, pois, tais estudantes “[...] podem ter uma maneira própria de lidar com o saber [...] e de demonstrar a sua capacidade cognitiva, ocasionando novos desafios na dinâmica de apresentação de conteúdos pelos professores” (SILVA; BECKER; CASTRO, 2019, p. 234).

Mesmo que os alunos apresentem especificidades referentes à deficiência intelectual, os objetivos educacionais propostos seriam os mesmos dos estudantes que não possuem a deficiência (DAINEZ; SMOLKA, 2019). No entanto, se as ações educacionais não se pautam na redução de expectativas de aprendizagem, também não deveriam “[...] ignorar as especificidades da condição orgânica e idealizar a deficiência, admitindo que todos podem aprender tudo ou qualquer coisa, em determinado tempo/momento, desconsiderando as condições e a história de cada pessoa” (DAINEZ; SMOLKA, 2019, p.14).

Conforme afirmam Shimazaki e Menegassi (2016), há necessidade de se rever as práticas pedagógicas, as estratégias e os métodos de ensino, para que todos os alunos se apropriem dos conceitos científicos, sem desconsiderar as especificidades de aprendizagem. Desse modo, objetiva-se, com esta revisão integrativa (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011), fundamentada na teoria Histórico-Cultural, indicar e analisar o conhecimento elaborado em pesquisas na área da Educação Matemática sobre instrumentos mediadores da aprendizagem conceitual matemática, que são utilizados nas intervenções pedagógicas organizadas para alunos com DI. Considera-se especificamente o ensino de conceitos matemáticos, a favorecerem o desenvolvimento cognitivo, além de possibilitar que o estudante se coloque numa posição interativa diante do conhecimento apresentado.

Os registros de dados foram organizados e analisados mediante duas categorias: (a)

instrumentos mediadores utilizados nas intervenções pedagógicas; (b) implicações na apropriação conceitual matemática. A partir dessas categorias, indicam-se os conhecimentos já elaborados e aqueles que necessitam de novas pesquisas, a visar estudos futuros que possam ampliar discussões sobre o ensino e a apropriação de conceitos matemáticos em estudantes com DI.

2. Apropriação conceitual e instrumentos mediadores

O processo mais relevante que caracteriza o desenvolvimento do homem é a apropriação da experiência humana acumulada no decurso da história social (LEONTIEV, 1991). Desde o nascimento, a criança é exposta a um mundo objetivo, criado por gerações passadas, assim, “Pode-se dizer que o desenvolvimento mental da criança se inicia em um mundo humanizado” (LEONTIEV, 1991, p. 64). A criança, ao nascer, interage com outros humanos e a linguagem já faz parte desse mundo, por ser um produto objetivo da atividade humana. A relação que o indivíduo estabelece com o mundo e com os produtos objetivos da atividade coletiva depende das relações com as pessoas, assim, não é possível o desenvolvimento individual sem ter relações práticas e sociais com outras pessoas (LEONTIEV, 1991).

A linguagem é uma das funções mentais superiores (VIGOTSKI, 2010) formadas no processo de desenvolvimento histórico-cultural. Tais funções mentais dependem também de estruturas cerebrais. O cérebro, como suporte biológico da função psicológica, possui plasticidade e se modifica no decorrer do desenvolvimento do indivíduo, uma vez que “[...] a criança não nasce com os órgãos preparados para cumprir funções que representam o produto do desenvolvimento histórico do homem; estes órgãos desenvolvem-se durante a vida da criança e derivam da sua apropriação da experiência histórica” (LEONTIEV, 1991, p. 72).

A formação dos sistemas funcionais cerebrais não se produz da mesma maneira em todos os indivíduos. Algumas vezes, formam-se inadequadamente ou não se formam, pois, as condições do processo de desenvolvimento influenciam na formação cerebral (LEONTIEV, 1991). No caso específico de criança com DI, seu desenvolvimento é determinado principalmente pelas interações sociais possibilitadas, visto que a plasticidade e o desenvolvimento cerebral também dependem dos estímulos sociais recebidos, das interações discursivas e das apropriações conceituais disponibilizadas, tendo a escola papel fundamental neste processo, por ser um espaço socialmente organizado para as apropriações de conceitos científicos, por meio de interações sistematizadas (VIGOTSKI, 2008).

As tarefas que colocam a mente em ação são mediadas por instrumentos e signos, com isso, o homem, ao longo da história, tem criado diferentes instrumentos e signos que ajudam na transformação da natureza à sua necessidade. A ação das mãos, da linguagem e do cérebro - do pensamento - tornou o homem capaz de realizar as operações mais complexas e desenvolver cada vez mais as funções especificamente humanas. Assim, “[...] o uso de meios artificiais muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar” (VIGOTSKI, 2010, p.56).

As formas de atividades que as funções psicológicas operam, que são desencadeadas pelo uso de instrumentos mediadores, são consideradas no ensino e na aprendizagem de alunos com DI. Existem materiais pedagógicos utilizados como instrumentos mediadores da aprendizagem, a favorecer a internalização das funções psicológicas, a partir da formação dos conceitos científicos ensinados na escola, um exemplo seria o uso de materiais concretos ou materiais manipuláveis.

Os instrumentos são objetos sociais criados no decorrer do desenvolvimento histórico e social da humanidade, que ampliam as possibilidades de transformação da natureza a seu favor (VIGOTSKI, 2010). Os instrumentos mediadores contribuem para que habilidades matemáticas, como a abstração, a generalização e o pensamento matemático, sejam desenvolvidas nos alunos a partir da apropriação conceitual.

Os conceitos científicos e o pensamento abstrato, como cerne da escolarização, também são os objetivos traçados aos estudantes com DI. Se algum conceito não é trabalhado de forma adequada ou não é apresentado ao aluno, em decorrência da deficiência intelectual que possui, é improvável que consiga por si só aprender tal conhecimento. A não apropriação acontece principalmente em função das poucas experiências e do pouco acesso aos signos e instrumentos mediadores que essas pessoas, em especial, possuem em sua memória de vida. Com esses pressupostos, discute-se a deficiência intelectual sob a ótica da teoria Histórico-Cultural.

3. A Deficiência intelectual na perspectiva Histórico-Cultural

A deficiência intelectual é entendida a partir de diferentes concepções. Na legislação brasileira, é definida como impedimento de longo prazo de ordem intelectual (BRASIL, 2015). O Manual Diagnóstico Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-V) define a deficiência intelectual como caracterizada por três critérios principais: 1) déficits em

capacidades e funções intelectuais como: pensamento abstrato, raciocínio lógico, aprendizagem acadêmica e conceitual, planejamento e solução de problemas; 2) déficits que acarretam prejuízos nas habilidades adaptativas e sociais; 3) início dos déficits durante o período de desenvolvimento (AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION, 2013).

Estudantes com DI tendem a apresentar baixo desempenho em áreas acadêmicas, dificuldades na aprendizagem conceitual, na resolução de problemas, no raciocínio abstrato, na generalização e na representação simbólica de conceitos (HORD; XIN, 2015). Considera-se que o aluno só é capaz de se apropriar daquilo que o professor ensina, com interações sociais e práticas inclusivas. Durante o movimento de apropriação conceitual, a partir da interação com o outro, o estudante, com ou sem deficiência, realiza operações e ações externas que posteriormente são reconstruídas internamente. Esse processo de internalização (VIGOTSKI, 2010) consiste em transformações mentais, no qual um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal.

As funções psicológicas superiores são relações sociais externas que foram internalizadas com a mediação de instrumentos e de signos e envolvem a ação intencional sobre o mundo e o comportamento consciente humano (VIGOTSKI, 2008). Como exemplo dessas funções psicológicas superiores, elencam-se: atenção e memória conscientes, linguagem, abstração, generalização, capacidade de pensar em eventos que já aconteceram e prever ou planejar eventos futuros, capacidade de contar, medir, realizar operações matemáticas, ler, escrever, associar fatos, resolver problemas, utilizar signos, representar mentalmente objetos e situações, apropriar-se dos mais variados conceitos social e culturalmente compartilhados.

A partir da perspectiva Histórico-Cultural, a deficiência intelectual é entendida como uma dificuldade de internalização de algumas funções psicológicas superiores. O comportamento consciente e a ação intencional apresentam-se de forma deficitária em pessoas com DI, “[...] pois seu processo de aprendizagem é caracterizado pela dificuldade em deixar de precisar de marcas externas e passar a utilizar signos internos [...]” (MENEZES; CANABARRO; MUNHOZ, 2011, p.140).

A pessoa com deficiência intelectual, ao longo de seu desenvolvimento, necessita ser estimulada a desenvolver representações mentais que substituem objetos reais (MENEZES; CANABARRO; MUNHOZ, 2011). No seu processo de ensino, consideram-se essas características a centrar as ações no desenvolvimento das funções psicológicas superiores, não a limitar as intervenções pedagógicas apenas ao concreto e ao observável dos objetos, a tornar assim possível que se apropriem e internalizem dos conceitos ensinados (VIGOTSKI, 2010).

A matemática possui natureza abstrata, assim, muitas vezes, as suas habilidades são de difícil apropriação conceitual. Tais conceitos são significados e representados por meio do uso de instrumentos mediadores, que são utilizados como suporte para auxiliar no desenvolvimento das representações mentais junto a alunos.

Desse modo, entende-se como necessária a discussão sobre métodos e estratégias utilizados no ensino de conceitos matemáticos voltados a alunos com DI. Essas estratégias de ensino, que utilizam diversos instrumentos mediadores, contribuem com as práticas pedagógicas e possibilitam que alunos com DI desenvolvam suas funções psicológicas superiores a partir da aprendizagem de conceitos matemáticos. Por isso, pretende-se compartilhar, divulgar e ampliar, com esta revisão integrativa, o conhecimento já elaborado pelas pesquisas acadêmicas sobre a temática.

4. Procedimentos metodológicos

O estudo aqui descrito utiliza a revisão integrativa de forma a objetivar a ampliação da compreensão sobre o conhecimento já produzido referente à temática de investigação. A revisão integrativa é definida como um método específico que resume a literatura tanto empírica como teórica. Também possibilita analisar o conhecimento atual de determinada temática mediante síntese de estudos publicados e permite que novos conhecimentos sejam produzidos a partir dos dados já elaborados por estudos anteriores (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

A revisão integrativa segue seis etapas, assim definidas: 1^a) identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; 2^a) busca dos estudos; 3^a) identificação dos estudos; 4^a) categorização dos estudos; 5^a) análise e interpretação dos resultados; 6^a) apresentação da revisão do conhecimento (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011). Para melhor conhecimento, elencam-se os procedimentos da revisão integrativa proposta:

1^a Etapa – O estudo está orientado pelas problematizações: Quais instrumentos mediadores da aprendizagem são utilizados nas intervenções pedagógicas organizadas para o ensino da matemática aos alunos com DI? Quais as implicações desses instrumentos na apropriação conceitual?

2^a Etapa – Para a identificação dos estudos inclusos na revisão, realizaram-se buscas nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e *SciVerse Scopus*. Nas buscas, foram empregadas as palavras-chave: “deficiência intelectual”, “matemática”, “ensino” e “aprendizagem”. Nesta

etapa, também se definiram os critérios de inclusão dos estudos: a) publicações no período de 2015 a 2020; b) estudos que abordam a aprendizagem de conceitos matemáticos por alunos com DI; c) estudos empíricos; d) estudos que são acessados na íntegra;

3ª Etapa – Foram inicialmente localizadas 140 pesquisas nas bases de dados indicadas, dentro do período determinado. Ao considerar os demais critérios de inclusão, a partir da leitura dos resumos, foram selecionados 21 estudos para a revisão integrativa;

4ª Etapa – Estabeleceu-se o estudo nas categorias de análise: a) instrumentos mediadores utilizados nas intervenções pedagógicas; b) implicações na apropriação conceitual matemática, estabelecidas para responder às problematizações que conduzem a revisão;

5ª e 6ª Etapas – Nas pesquisas localizadas, identificam-se: ano de publicação, conceitos científicos abordados, instrumentos mediadores utilizados nas intervenções pedagógicas e analisam-se as implicações desses instrumentos na aprendizagem de estudantes com DI, além de objetivos e principais resultados de cada estudo.

5. Resultados e discussões

As pesquisas apresentadas no Quadro 1 representam o *corpus* angariado para o estudo. Indica-se a referência dos estudos analisados, os autores, o ano de publicação, o título, os instrumentos mediadores utilizados e os conceitos ensinados. Os dados referentes ao número de publicações por ano mostram que, no ano de 2017, houve maior produção, por outro lado, no ano de 2016, não foi encontrado estudo sobre a temática. Ao se analisar o número de publicações, constata-se que ainda são poucos os estudos matemáticos voltados à compreensão das especificidades de aprendizagem de estudantes com DI, assim como sobre análise de estratégias metodológicas de ensino e instrumentos mediadores que se mostram favoráveis.

Quadro 1: Estudos referentes ao *corpus* de análise

Nº da pesquisa	Referência	Título	Instrumentos mediadores	Conceitos
1	HORD e XIN (2015)	Teaching Area and Volume to Students with Mild Intellectual Disability	Fitas métricas, calculadora, peças 2D e 3D	Área e volume
2	RODRIGUES (2015)	O uso da calculadora como recurso de Tecnologia Assistiva no ensino da aritmética para os alunos com deficiência intelectual matriculados na Educação de Jovens e Adultos (EJA)	Calculadora	Operações matemáticas básicas
3	MASCIANO (2015)	O uso de jogos do software educativo Hércules e Jiló no mundo da	Software educativo	Número

		matemática na construção do conceito de número por estudantes com deficiência intelectual.		
4	BARTMEYER (2015)	Ensino de habilidades monetárias para educandos com Deficiência Intelectual (DI) da Educação de Jovens e Adultos (EJA).	Embalagens de produtos, moedas e notas de papel-moeda fictícios	Sistema monetário
5	BOUCK, PARK; NICKELL (2017)	Using the concrete-representational-abstract approach to support students with intellectual disability to solve change-making problems	Moedas de plástico e notas de papel	Adição e subtração de números decimais
6	ROOT et al (2017)	Teaching Personal Finance Mathematical Problem Solving to Individuals with Moderate Intellectual Disability	Calculadora	Adição e subtração de números decimais
7	SANTOS (2017)	Educação financeira nas trilhas da inclusão no ensino fundamental I	Figuras, jornais, livreto interativo (computador)	Educação financeira
8	NOLETO (2017)	A construção do número pela criança com deficiência intelectual: a percepção entre diferentes ambientes escolares	Jogos matemáticos e materiais para contagem	Número
9	RODRIGUES (2017)	A aprendizagem do conceito científico de fração por alunos com deficiência intelectual: os resultados de uma intervenção	Jogo educacional digital, objetos para contagem	Frações
10	NORONHA (2017)	Desenvolvimento do pensamento algébrico em alunos com deficiência intelectual no atendimento educacional especializado na perspectiva histórico-cultural	Barrinhas de cuisenaire e cartões com sequências de figuras	Sequências e regularidades
11	VIGINHESKI (2017)	O soroban na formação de conceitos matemáticos por pessoas com deficiência intelectual: implicações na aprendizagem e no desenvolvimento	Soroban dourado, soroban, jogos matemáticos, embalagens de produtos, botões, régua numérica	Números e operações
12	BOUCK et al. (2018)	Adding It Up: Comparing concrete and app-based manipulatives to support students with disabilities with adding fractions	Materiais físicos 3D: figuras geométricas, e figuras geométricas digitais	Frações
13	SANTOS (2018)	O aluno com síndrome de Down nas aulas de matemática: desafios e perspectivas	Material para contagem, jogo de dominó, calculadora	Sistema de numeração decimal
14	LOPEZ (2018)	Compresión de la probabilidad de jóvenes con discapacidad intelectual	Globo giratório para sorteio; dados e bolinhas de cores distintas	Pensamento probabilístico
15	ORIHUELA et al. (2019)	An instructional package for teaching geometric shapes to elementary	Cartões com fotografia de objetos	Formas geométricas

		students with moderate intellectual disability		
16	ORTIZ (2019)	Possibilidades e limites do trabalho colaborativo: o processo de aprendizagem das equações de primeiro grau pelos alunos com deficiência intelectual	Jogos matemáticos	Equação de primeiro grau
17	CARVALHO (2019)	A formação de conceitos das operações matemáticas fundamentais por estudante com deficiência intelectual na educação de jovens e adultos: desafios e perspectivas	Jogos matemáticos	Operações matemáticas básicas
18	VILLASANT E et al. (2019)	Information and Communication Technologies Based Teaching Methodologies for Peruvian Children with Down Syndrome	Aplicativo móvel	Conceito de número
19	CLEMENTE; COGOLLUD O-AGUSTIN (2019)	The Effectiveness of Teaching Geometry to Enhance Mathematical Understanding in Children with Down Syndrome	Materiais físicos, 2D e 3D, figuras geométricas	Noções geométricas
20	BOUCK; PARK; STENZEL (2020)	Virtual manipulatives as assistive technology to support students with disabilities with mathematics	Aplicativo educacional	Divisão de números naturais
21	GILLEY, ROOT e COX (2020)	Development of Mathematics and Self-Determination Skills for Young Adults with Extensive Support Needs	Ipad e calculadora	Multiplicação de números naturais

Fonte: As autoras (2021).

No ensino da matemática, são ofertados, segundo a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017), os conceitos que abordam Números, Geometria, Álgebra, Grandezas e Medidas, Probabilidade e Estatística, a fundamentar a formulação de habilidades a serem desenvolvidas na Educação Básica (BRASIL, 2017). Os conceitos apresentados pelas pesquisas revisadas concentram-se, em sua maioria, na unidade temática referente a Números, especificamente, as pesquisas 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 17, 18, 20, 21. Essa unidade abrange o desenvolvimento das habilidades referentes a: a) pensamento numérico; b) elaboração do conceito de número; c) sistema de numeração decimal; d) significado das operações fundamentais, a considerar os conjuntos dos números naturais, inteiros e racionais (BRASIL, 2017).

O sistema de numeração decimal e a resolução de problemas com as quatro operações foram abordados por Santos (2018), ao constatar atraso na aquisição dos conceitos por alunos com síndrome de Down, que também apresentam DI. Estes alunos apresentam possibilidades de dificuldades na compreensão da representação simbólica dos números, a relacionar a sua quantidade e a habilidade de contagem (SANTOS, 2018).

A formação do conceito de sistema de numeração decimal, entendida como um processo, é complexa, pois requer a apropriação de outros conceitos, como a classificação, a correspondência um a um, a resolução de problemas e o conceito de número. A partir disso, surgem conceitos gerais sobre o sistema de numeração decimal. Na perspectiva Histórico-Cultural, o aprendizado geralmente precede o desenvolvimento. Deste modo, “A criança adquire certos hábitos e habilidades numa área específica, antes de aprender a aplicá-las consciente e deliberadamente” (VIGOTSKI, 2010, p.126). Portanto, a organização do ensino precisa considerar que a aprendizagem de um novo conceito pela criança demonstra que seu desenvolvimento apenas iniciou.

Os objetivos dos estudos do Quadro 1 foram analisados e classificados em quatro categorias: a) investigar os efeitos da abordagem concreto-semiconcreto/representação-abstrato na aprendizagem (estudos 1 e 5); b) aplicar uma intervenção, abordagem ou proposta de ensino com o uso de materiais pedagógicos e analisar seus efeitos na aprendizagem (estudos 2, 3, 4, 7, 9, 12, 16, 18, 19 e 20); c) investigar os efeitos de instruções nas habilidades matemáticas de alunos com DI moderada ou com necessidades amplas de suporte (estudos 6, 15 e 21); d) analisar os processos mentais associados à apropriação conceitual matemática e desenvolvimento intelectual (estudos 8, 10, 11, 13, 14 e 17). Destacam-se os estudos que abordaram os efeitos de tarefas matemáticas, em que os estudantes manipularam, num primeiro momento, instrumentos mediadores, posteriormente, avançaram para tarefas em que ilustrações foram utilizadas para representar aquilo que foi manipulado, a avançar para representações abstratas com a utilização de elementos simbólicos matemáticos. Ressalta-se, também, a realização de intervenções com estudantes com deficiência intelectual grave, a confirmar que mesmo alunos com déficit cognitivo significativo também se beneficiam de práticas pedagógicas que utilizam instrumentos para mediar a aprendizagem matemática.

Infere-se que, nos estudos desenvolvidos, é indicada, de maneira geral, a preocupação com a aprendizagem conceitual dos estudantes com DI. Eles buscam investigar, planejar e implementar intervenções pedagógicas com o auxílio de instrumentos mediadores, que são potenciais para o ensino e a aprendizagem de matemática. Preocupar-se com a aprendizagem de alunos com DI indica um avanço em relação à construção de escolas que buscam a inclusão.

5.1 Instrumentos mediadores nas intervenções pedagógicas

Com o objetivo de verificar quais instrumentos mediadores são utilizados nas

intervenções pedagógicas organizadas para o ensino da matemática aos alunos com DI, o Quadro 2 classifica-os em duas categorias: 1) instrumentos não estruturados; 2) instrumentos estruturados.

Quadro 02: Classificação dos instrumentos mediadores

Instrumentos mediadores	Definição
Não-estruturados	<p>“[...] material não estruturado é aquele que, ao ser concebido, [...] não foi idealizado para trabalhar um determinado conceito matemático, não apresentando, por isso, uma determinada função, dependendo o seu uso da criatividade do professor” (BOTAS, MOREIRA, 2013, p. 259).</p> <p>Exemplo: palitos de picolé, tampas de garrafa, embalagens de produtos, fita métrica, calculadora, globo giratório, entre outros.</p>
Estruturados	<p>“[...] materiais estruturados apresentam ideias matemáticas definidas” (BOTAS, MOREIRA, 2013, p. 259).</p> <p>Exemplo: soroban, jogos matemáticos, tangram, geoplano, material dourado, ábaco, blocos lógicos, disco das frações, softwares e aplicativos específicos, entre outros.</p>

Fonte: As autoras (2021), a partir de Botas e Moreira (2013).

Sete estudos analisados utilizaram materiais não-estruturados nas intervenções planejadas (estudos 2, 4, 5, 6, 13, 14, 21); nove foram os estudos que utilizaram materiais estruturados para o ensino da matemática (estudos 3, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20) e cinco pesquisas utilizaram tanto materiais não-estruturados como estruturados (estudos 1, 7, 8, 9, 11). Conforme Vianna, Greca e Silva (2014), na abordagem voltada a alunos com DI, o uso variado de materiais estruturados e não estruturados contribui para a aprendizagem dos conceitos matemáticos, a possibilitar que o professor promova situações significativas.

Dos instrumentos mediadores estruturados, utilizados nas intervenções analisadas, apontam-se: jogos matemáticos, cartões com sequência algébrica, barrinhas de cuisenaire, figuras geométricas planas e espaciais, soroban e softwares e aplicativos educacionais. Os materiais não-estruturados utilizados foram diversos: fitas, jornais, moedas, dominó, palitos, botões, embalagens de produtos, tampas e calculadora. Conjectura-se, assim, que tais materiais são utilizados e de baixo custo, a possibilitar a contextualização do conteúdo. Muitas vezes, materiais específicos para o ensino da matemática não estão disponíveis nas escolas. Sobre isso, Noletto (2017, p. 104), a partir de pesquisa conduzida com docente, comenta que “[...] eram extremamente escassos. Planejar e colocar em prática atividades diferenciadas nessas condições impôs à professora uma situação de grande obstáculo, que resultava em uma prática pedagógica limitada ao uso de atividades fotocopiadas em papel”.

Referente aos jogos matemáticos utilizados, classificados como instrumentos mediadores estruturados (estudos 8, 9, 11, 16, 17), citam-se: jogo cartão vermelho, jogo

tampas pet, jogo 50 fichas, jogo nunca 4 soltos, jogo nunca 5 soltos, jogo do dez e jogo das duas mãos. O jogo tampas pet foi produzido por Carvalho (2019), com o objetivo de contribuir para o processo de formação de conceitos relacionados às operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, em um estudante com DI que frequentava a EJA. A pesquisadora, com a colaboração de um professor de Matemática, elaborou o jogo, composto por dados, tampas de garrafas pet coloridas e quadro de valores, a indicar a relação entre a face do dado, a cor da tampa e os pontos obtidos.

Na utilização do jogo tampas pet, primeiramente todos os alunos da turma entenderam as regras e jogaram, a registrar o valor do dado, a correspondência com a cor da tampa pet e o número de pontos. Após quatro rodadas, precisavam verificar os pontos obtidos e registrar a equação matemática correspondente. A partir do jogo, foram desafiados a responder situações de aprendizagem, a envolver operações fundamentais. O aluno com deficiência intelectual estabeleceu associação entre o valor da face do dado, a tampa correspondente e o valor obtido, também representou, com auxílio do professor, a expressão correspondente e realizou a operação de multiplicação para obter seu total de pontos. Ao operar com os valores correspondentes a dez e um, a base do sistema de numeração decimal, apresentou facilidade. Ao necessitar calcular o dobro de quantidade, “[...] revelou, de maneira rápida, um raciocínio lógico que expressou um grau de abstração e generalização voltados aos conceitos das operações matemáticas fundamentais [...]” (CARVALHO, 2019, p. 150). Com as interações e intervenções do professor e a mediação do jogo, a pesquisadora afirma que “[...] os processos mentais desenvolvidos por ele, evidenciaram a associação, a comparação, a composição e decomposição de quantidades, evoluindo para análise e síntese de uma particularidade do fenômeno quanto aos raciocínios aditivo e multiplicativo” (CARVALHO, 2019, p. 162).

Os conceitos matemáticos abordados, a partir da utilização de jogos, são diversos, sendo que muitos são adaptados para a necessidade do aluno, como também serem produzidos ou reproduzidos com materiais de baixo custo. Conforme indicado no caderno “Jogos na Alfabetização Matemática”, do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (BRASIL, 2014, p. 05), ao se utilizar de jogos, propicia-se a elaboração de “[...] conhecimentos novos, um aprofundamento do que foi trabalhado ou ainda, a revisão de conceitos já aprendidos”. O professor, ao trabalhar de maneira adequada, com intencionalidade, impulsiona o desenvolvimento não só de conceitos, bem como a capacidade de organização, reflexão, análise, trabalho colaborativo, entre outros (BRASIL, 2014).

Softwares ou aplicativos educacionais também foram utilizados nas práticas pedagógicas voltadas a alunos com DI. Sobre a utilização desses instrumentos, Bouck, Park

e Stenzel (2020) argumentam que não são suficientes apenas fornecer os recursos, uma vez que os estudantes precisam ser ensinados a utilizar a tecnologia como apoio à aprendizagem. Os aplicativos também são considerados pelos pesquisadores, mais socialmente aceitos do que materiais manipuláveis, principalmente entre estudantes do Ensino Médio, pois acabam sendo mais adequados à idade.

Na utilização de softwares por alunos com DI, Villasante et al. (2019), durante o estudo, observaram que o interesse dos alunos em realizar as tarefas aumentou. Constataram que os alunos realizavam a contagem proposta pelo aplicativo de forma satisfatória, entretanto, o instrumento também os distraía rapidamente, porque queriam apertar vários botões, imagens e realizar outras tarefas que não eram as solicitadas no momento. Destaca-se que, apesar de os softwares e aplicativos educacionais serem promissores, não substituí o professor e requerem planejamento para seu uso.

O uso da calculadora mostrou-se eficaz para aprendizagem de alunos com DI moderada. Root et al. (2017) colaboram com o avanço no entendimento do uso da calculadora, pois indicam que muitas situações relacionadas a finanças pessoais, compra e venda, exigem compreensão de quantidades maiores que dez, a envolver a utilização de números decimais. Como os alunos com DI moderada apresentavam déficit nessas compreensões e habilidades matemáticas, a calculadora contribuiu para superar tais barreiras.

No estudo desenvolvido por Root et al. (2017), os alunos participantes aprenderam a resolver problemas que envolviam situações do cotidiano, a dominar procedimentos para calcular situações envolvendo números decimais, o que também contribuiu para a autonomia. A calculadora contribui no desenvolvimento de habilidades matemáticas, todavia, o docente precisa ter ciência quanto ao seu propósito. A realização de cálculos mecânicos não contribui na apropriação do conhecimento matemático, já que de nada adianta o aluno utilizar o instrumento para calcular, se não possui ainda a ideia de quantidades e o significado das operações.

Referente à primeira categoria de análise, infere-se que os instrumentos mediadores da aprendizagem utilizados nas intervenções pedagógicas são diversos. Utilizam-se materiais não-estruturados, principalmente para realização de contagem, por exemplo: palitos e tampinhas. A calculadora foi utilizada como meio de possibilitar maior autonomia, especialmente em alunos com deficiência intelectual moderada, a possibilitar que realizassem compras e administrassem suas finanças pessoais. Utilizam-se, também, materiais estruturados para o ensino da matemática, como jogos matemáticos e softwares educacionais. Tanto os materiais estruturados como os não estruturados, utilizados nos estudos,

contribuíram no ensino de matemática aos alunos com DI, a indicar diversas possibilidades de intervenções pedagógicas voltadas à aprendizagem.

5.2 Implicações na apropriação conceitual matemática

Todas as pesquisas analisadas utilizaram algum tipo de instrumento mediador como artefato para impulsionar a aprendizagem conceitual. O uso de materiais manipuláveis foi utilizado ao se propor as intervenções didático-pedagógicas, na resolução de problemas, na exploração de jogos tanto manipuláveis como digitais, nas sequências de tarefas, na construção de cartazes, na manipulação de cartões com imagens, entre outros. Os estudos analisados mostraram que os materiais manipuláveis são considerados instrumentos mediadores da aprendizagem, mas, para tanto, seriam organizadas situações de aprendizagem com intencionalidade pelo professor, planejando situações matemáticas que levem o aluno a analisar e refletir sobre o que aprende.

Os materiais manipuláveis, como objetos, não garantem por si só a consciência do significado conceitual, uma vez que as crianças não se apropriam de um conceito científico apenas tocando em determinado material. A elaboração conceitual acontece a partir da interação social com o professor e os colegas, a partir da linguagem. Carvalho (2019, p. 93) enfatiza que não é suficiente disponibilizar recursos pedagógicos, “[...] mas é imprescindível a mediação e a interação entre os pares, estudantes e professores, que promovam o desafio, o questionamento, a reestruturação da atividade, a solicitação de estruturação e verbalização do pensamento”. Para o aluno com DI que possui dificuldade em abstrair, o uso do material manipulável, como instrumento mediador da aprendizagem, intencionaria a representação mental, a partir sistematicamente do nível concreto ao abstrato.

Ortiz (2019) propôs atividades colaborativas entre alunos com DI por meio da resolução de problemas, a utilizar jogos de tabuleiro e bingo. Destaca-se que muitas crianças, com ou sem DI, em cooperação, resolvem problemas que não solucionariam sozinhas, a ampliar assim o nível de desenvolvimento mental com o auxílio de outra pessoa (VIGOTSKI, 2010). No entanto, conforme Noronha (2017), muitos alunos com DI necessitam de intervenções pedagógicas mais intensificadas, a depender do déficit intelectual apresentado carecem de maior atuação por parte do professor para aprender, pois, “[...] sem este auxílio dificilmente conseguirá expor suas ideias, apresentar indícios de generalização [...] e apropriar-se de conceitos algébricos/científicos” (NORONHA, 2017, p.74).

Anteriormente à realização das pesquisas de Noletto (2017), Santos (2018) e Ortiz

(2019), os conceitos científicos não foram ensinados, ou eram ensinados de forma inadequada aos alunos participantes dos estudos, o que desencadeou num certo atraso na apropriação conceitual matemática. Essas práticas pedagógicas tenderam a considerar apenas o nível de desenvolvimento real do aluno, a centrar-se no que consegue fazer hoje sem auxílio. No entanto, o nível de desenvolvimento mental do aluno não é determinado somente pelo que consegue fazer sozinho. É necessário conhecer seu potencial de aprendizagem, a considerar o que ele consegue realizar com a ajuda de outro.

A zona de desenvolvimento proximal e o nível de desenvolvimento potencial dos alunos com deficiência precisam ser considerados nas práticas (VIGOTSKI, 2010). Assumi-los como sujeitos aprendentes e considerar que os conceitos matemáticos são necessários para o desenvolvimento do indivíduo com DI é parte essencial de uma prática pedagógica que visa à educação inclusiva, assim como a proposição de diferentes métodos e instrumentos mediadores da apropriação conceitual.

A pesquisadora Noletto (2017), ao realizar intervenção relacionada à sequência numérica a um aluno com DI que frequentava o 3º ano do Ensino Fundamental, observou que o aluno apresentava dificuldades na recitação oral da sequência e não dominava a habilidade matemática. A pesquisadora argumenta que a não apropriação “[...] ocorria pelo fato de que inicialmente aquela contagem oral não fazia parte de seus hábitos ou de suas necessidades na escola” (NOLETO, 2017, p. 109), sendo que as atividades propostas ao aluno eram facilitadas pelos professores. Diante dessa observação, proporcionaram-se tarefas com recursos diversificados como fichas numéricas, calendário, relógio, contagem com palitos, tampinhas e dados, com o intuito de que o aluno “[...] percebesse a presença da sequência numérica recitada oralmente, de modo que ficasse claro que é algo usualmente utilizado no convívio social e, portanto, essencial que fizesse parte de sua aprendizagem” (NOLETO, 2017, p.110).

Os procedimentos fizeram com que o aluno se interessasse pelas situações de contagem e quantificação, após as variadas intervenções com o uso de diferentes materiais manipuláveis, ele demonstrou autonomia na contagem oral. A recitação oral contextualizada relacionada à conservação de quantidades, associação entre a oralidade, numeral e quantidade correspondente começou a ter significado. Assim, o aluno “Começou um processo em que ele próprio percebeu o uso social da contagem e nas atividades matemáticas passou a ser um processo de aprendizagem realizado com frequência” (NOLETO, 2017, p.110).

A contagem oral é uma etapa intermediária da internalização do conceito de número. Leontiev (1991) discute que o ensino da aritmética se inicia por ações com objetos externos, instrumentos mediadores da aprendizagem. Em seguida, as ações transformam-se em

linguagem, momento em que a criança conta em voz alta e utiliza os objetos para auxiliar a contagem. Por fim, as ações externas adquirem o caráter de ações internas, momento em que a criança conta mentalmente. Para que as ações externas (contar oralmente) se tornem em ações internas (contar mentalmente), é necessária a disponibilização de intervenções pedagógicas, a permitir que o aluno organize a capacidade de contar mentalmente, a fazer relações com outros conceitos que já haviam sido apropriados, inclusive relações com os conceitos utilizados em seu cotidiano.

A relação com outros conceitos já apropriados é visualizada na intervenção pedagógica de Viginheski (2017). Com o objetivo de promover a classificação, a seriação e a contagem, habilidades necessárias para a elaboração de número, a autora utilizou embalagens de diferentes produtos. Foram disponibilizadas variadas embalagens de alimentos, remédios, materiais de limpeza, a desafiar os alunos a separá-las em categorias. O aluno com DI “[...] conseguiu categorizar as embalagens, a partir da sua experiência profissional e do seu conhecimento cotidiano trazido para a escola” (VIGINHESKI, 2017, p.136), o aluno separou as embalagens em duas categorias: produtos de limpeza e alimentos. Relacionou os conceitos cotidianos já assimilados como forma de justificar a classificação, a argumentar que não podia deixar produtos de limpeza com os alimentos, já que produtos de limpeza estragam alimentos.

Por sua vez, Bouck et al. (2018) afirmam que os alunos obtiveram bom desempenho na execução das tarefas propostas, a demonstrar independência e precisão. Porém, ressaltam que nem todos foram capazes de solucionar com sucesso os problemas de adição de fração ao não possuírem material manipulável de apoio, a recomendar, assim, o seu não só para os alunos com deficiência.

Peças sólidas de madeiras possibilitam a criação de representações, em que é possível perceber que, ao combinar cubos de uma unidade, determina-se o volume de diferentes figuras, como a utilização de figuras planas (quadrados de uma unidade) que contribui para a representação do comprimento, da largura e da área. Hord e Xin (2015), após trabalharem com a fase denominada concreta, em que os alunos manipularam as peças e representaram concretamente figuras geométricas com auxílio dos materiais, passaram para uma fase semiconcreta e uma fase abstrata, em seguida. Na fase semiconcreta, os alunos representaram, por meio de desenhos, as ideias e os pensamentos relacionados às figuras que haviam construído, a realizar conexões com outros conceitos matemáticos. Na fase abstrata, os alunos utilizaram as fórmulas que haviam compreendido a partir da manipulação dos instrumentos para resolver problemas.

Os autores argumentam que a compreensão das características das figuras geométricas

e as relações que os alunos elaboraram nas fases concreta e semiconcreta os ajudaram a lembrar das informações durante a fase abstrata. É importante ressaltar que a fase concreta contribuiu para que as fórmulas e as representações matemáticas tivessem sentido para os alunos com DI. No estudo de Hord e Xin (2015), há uma evolução nas representações e no pensamento matemático, pois os estudantes foram estimulados a resolver problemas a partir do que haviam compreendido nas construções com os blocos de madeira. Foram estimulados a superar a fase manipulável e alcançar um nível abstrato de pensamento.

Noronha (2017), a partir de ações de estudo que contemplavam conceitos básicos da álgebra, ao utilizar cartões com sequência de figuras, possibilitou aos alunos, durante o Atendimento Educacional Especializado (AEE), o desenvolvimento do pensamento algébrico. A professora, durante a intervenção, distribuía os cartões sobre uma mesa, a dar início à sequência de figuras, por exemplo: uma das sequências indicava triângulos; o primeiro cartão continha um triângulo com o vértice para baixo; o segundo cartão, um triângulo com o vértice para cima; assim sucessivamente). Após observarem a sequência exposta, os alunos eram questionados sobre a regularidade, sobre quais seriam as próximas peças, também eram solicitados que continuassem a sequência, a argumentar suas percepções e formas de pensamento no processo. A partir de intervenções como a citada, constatou-se que os alunos demonstraram indícios de abstração, de mobilização do pensamento algébrico e de evolução no pensamento e na linguagem algébrica (NORONHA, 2017).

Vigotski (2010) faz referência ao processo de abstração em alunos com DI ao discutir o conceito de zona de desenvolvimento proximal. Aponta que, a partir da ideia de que crianças com DI não são capazes de ter pensamento abstrato, faz críticas aos métodos de ensino que priorizem o “observar e fazer” (VIGOTSKI, 2010, p. 101). O autor criticou o sistema de ensino que se fundamenta somente no concreto, porque elimina o pensamento abstrato e apresenta falhas em ajudar pessoas com DI a superar as deficiências inatas. Nessa linha de raciocínio, Clemente e Cogolludo-Agustin (2019) argumentam que a falta de progresso na aprendizagem da matemática em crianças com DI está mais relacionada às escolhas inadequadas de metodologias e conteúdo que não aproveitam suas potencialidades do que com uma deficiência genética relacionada a um comprometimento intelectual inato que dificulta a abstração.

O aprendizado tanto para alunos com deficiência como para os que não a possuem, não seria orientado para o nível de desenvolvimento que já foi atingido, a ser um processo ineficaz, pois deveria ser ensinar adiantando-se ao próprio desenvolvimento. Justamente pela dificuldade de representar mentalmente, fato comum a alunos com DI, é que o pensamento

abstrato não deixaria de ser objetivo do professor, a conduzir seu ensino nesta direção, pois o concreto seria considerado apenas ponto de partida das intervenções pedagógicas (VIGOTSKI, 2010).

Os principais resultados das intervenções pedagógicas mediadas por instrumentos, indicados pelas pesquisas analisadas, foram sintetizados e agrupados em quatro categorias gerais em relação aos processos de apropriação conceitual, aos processos psicológicos relacionados à aprendizagem, às habilidades sociais e à atividade docente, expostos no Quadro 3.

Quadro 3: Principais resultados das intervenções mediadas por instrumentos

Categorias de análise	Principais resultados	Estudos*
(a) Processos de apropriação conceitual	(i) A utilização dos materiais e recursos serviu como facilitadores na aproximação do aluno com os conteúdos matemáticos, apoiou o raciocínio e contribuiu para a eficácia na resolução de problemas.	1, 3, 4, 12, 13
	(ii) A calculadora compensou a falta de memória rápida e a fluência dos alunos, a ajudar na resolução de problemas aritméticos com decimais.	6
	(iii) É possível aumentar as habilidades matemáticas e de linguagem por meio de tecnologias.	18
	(iv) A estratégia de instrução concreto-semiconcreto-abstrato foi eficaz em ensinar os participantes a resolver corretamente os problemas.	1, 5
	(v) Alunos com DI moderada adquiriram a identificação das formas geométricas visadas.	15
	(vi) Foram observados o uso da memória de trabalho, o esquema perceptivo visual e a atenção para as ideias de espaço amostral, medida de probabilidade e variável aleatória.	14
	(vii) A dificuldade em desenhar círculos, quadriláteros, triângulos ou linhas retas está principalmente associada às habilidades motoras, não à capacidade de representação simbólica.	19
	(viii) Houve indícios de apropriação conceitual, desenvolvimento de ideias que requerem certa abstração e algum tipo de pensamento simbólico.	19, 10, 11
	(ix) Favorecimento da consolidação das estruturas lógicas de classificação, seriação, conservação e inclusão hierárquica.	3, 8
	(x) Os alunos utilizam a sobreposição de formas como maneira de comparar comprimento e superfície e ordenar dois ou três objetos em seu acordo. A comparação é mais difícil se os objetos a serem comparados são desenhados e não são sobrepostos.	19
(b) Processos psicológicos relacionados à aprendizagem	(i) A criatividade e a motivação foram instigadas a partir da utilização do instrumento de software, em relação à aprendizagem de conteúdos matemáticos.	3
	(ii) Houve resgate da autoconfiança na capacidade de aprendizagem por parte do estudante.	8
	(iii) O aplicativo matemático mostrou um aumento nas habilidades de aprendizagem, a permitir ao aluno que aprendesse enquanto se divertia.	18
(c) Habilidades sociais	(i) Tarefas colaborativas, em que interações foram possibilitadas por meio de jogos matemáticos e resolução de problemas, contribuem para a formação de conceitos matemáticos.	16, 17

	(ii) Intervenção pedagógica proporcionada promoveu a independência.	21
	(iii) A utilização da calculadora contribuiu para que os educandos pudessem ter maior independência e autonomia nas atividades escolares.	2
	(iv) Alunos com deficiência precisam de uma ferramenta, como um manipulador ou calculadora baseada em aplicativo, para resolver alguns problemas matemáticos.	20
	(v) Alunos desenvolveram a percepção do uso social da contagem.	8
	(vi) Tiveram autonomia ao recitar a sequência numérica oral, que é um dos aspectos essenciais à construção do conceito do número.	8
	(viii) Alunos com DI moderado foram capazes de aprender a resolver problemas matemáticos do mundo real com o uso de calculadora.	6
(d) Atividade docente	(i) A intervenção, a intencionalidade e a interação promovidas pelo professor favoreceram a aprendizagem colaborativa, contribuíram para aumentar o nível cognitivo, facilitaram a compreensão e os processos de significação conceitual.	7, 10, 13, 16, 17
	(ii) Para alunos com DI moderada, a assistência contínua do professor se mostrou necessária.	18
	(iii) A falta de progresso em matemática está relacionada à metodologia de ensino.	19

Fonte: As autoras (2021).

* Os números da terceira coluna indicam as pesquisas relacionadas no Quadro 1.

Nos estudos, foram relatados avanços relacionados à aprendizagem matemática, inclusive dos alunos com DI moderada ou que necessitam de amplo suporte. Para tanto, foram necessárias diferentes estratégias metodológicas a fim de contemplar suas necessidades em aprender. Indica-se a constatação de indícios de apropriação conceitual, de abstração e de pensamento simbólico. Clemente e Cogolludo-Agustin (2019) relatam que as habilidades motoras e apresentam como barreiras, já que, em seu estudo, observaram que a dificuldade em representar as figuras geométricas estava relacionada aos aspectos motores dos estudantes e não ao raciocínio abstrato e ao pensamento simbólico. Outra estratégia relevante foi a relatada por Hord e Xin (2015) e Bouck, Park e Nickell (2017) ao considerarem o processo concreto-semiconcreto-abstrato, a demonstrar contribuições à apropriação conceitual, pois possibilitou que os alunos partissem de representações concretas para representações simbólicas.

Foram estimulados mediante as intervenções pedagógicas outros processos que contribuem para a aprendizagem, a destacar-se a criatividade, a motivação, a autoconfiança, a independência, a colaboração e as interações com o professor e os colegas. Noletto (2017, p. 117) relata que “Os resultados da pesquisa, que foi inicialmente pensada para investigar a aprendizagem conceitual do número, extrapolaram a aprendizagem do número”. A autora indica que o aluno, anteriormente à intervenção pedagógica, não interagiu com os colegas, e não se via como um sujeito aprendente. Situação que no decorrer da pesquisa foi alterando-se, pois o aluno, com o encorajamento da professora durante as tarefas propostas, “[...] se sentia mais à vontade para tentar novos desafios, para propor situações, assim como para se

expressar, se comunicar de modo efetivo e integralmente no grupo. Desse modo, se tornava mais consciente de que poderia participar como protagonista de sua aprendizagem” (NOLETO, 2017, p. 121).

Os resultados dos estudos também apontam considerações a respeito da atividade docente, a indicar enfaticamente que a intervenção, a intencionalidade e a interação promovidas pelo professor favoreceram a estimulação dos processos cognitivos e a aprendizagem colaborativa entre colegas. Clemente e Cogolludo-Agustin (2019) relatam que os resultados confirmam a hipótese de seu estudo sobre o poder do pensamento abstrato em alunos com DI. As intervenções planejadas sistematicamente indicam a contribuição matemática para um conhecimento além do utilitário, que incluem aspectos que não são concretos e requerem compreensão em nível mais complexo.

Entende-se diante do exposto que o uso de materiais manipuláveis como instrumentos mediadores da aprendizagem contribui para o desenvolvimento de habilidades sociais e na apropriação conceitual matemática em alunos com DI. Essa contribuição ocorre mediante a intervenção e ações intencionais do professor a partir do entendimento de que são artefatos de apoio para o desenvolvimento do pensamento abstrato e do próprio conceito.

6. Considerações finais

A revisão integrativa aqui apresentada identificou os instrumentos mediadores utilizados para ensinar matemática ao aluno com DI, além de analisar e ampliar as implicações na apropriação conceitual matemática. Identificaram-se o emprego de diferentes materiais educativos tanto não estruturados, tampinhas, palitos, moedas e embalagens, como estruturados, jogos matemáticos, softwares e sólidos geométricos. Todas as intervenções pedagógicas organizadas aos alunos apresentavam planejamento prévio e intencionalidade. Dessa forma, compreende-se que há preocupação explícita em ensinar conceitos matemáticos e contribuir para o desenvolvimento intelectual dos estudantes, a utilizarem-se de diferentes estratégias metodológicas, ações que contribuem para a efetivação de uma escola com perspectiva inclusiva.

Sobre as contribuições dos materiais manipuláveis utilizados como instrumentos mediadores da aprendizagem, verifica-se que contribuem no processo de desenvolvimento de habilidades sociais e da apropriação conceitual em alunos com DI, na medida em que são planejadas por parte do professor intervenções pedagógicas que intencionam partir do concreto rumo à abstração. Esses materiais contribuem para que os alunos internalizem as

operações realizadas externamente, a representar mentalmente os objetos concretos ao se apropriar dos conceitos científicos matemáticos ensinados. As contribuições são observadas, por exemplo, na pesquisa de Hord e Xin (2015), em que estudantes superaram a fase manipulável de utilização de blocos de madeira, sendo capazes de resolver problemas sem mais fazerem uso desses instrumentos. Os alunos participantes mostraram a internalização do conceito, na medida em passaram a fazer uso de processos mentais, como a memória, a abstração e o pensamento matemático, a substituir mentalmente os instrumentos que mediarão a aprendizagem.

Ao se pensar o ensino e a aprendizagem de conceitos matemáticos para estudantes com DI, observam-se avanços nas pesquisas, tais como as múltiplas possibilidades de intervenção com a utilização de diferentes instrumentos mediadores e as contribuições às áreas da Educação Especial e Matemática, além de possibilitarem que outros professores utilizem, em suas intervenções pedagógicas, estratégias que com diferentes tipos de instrumentos mediadores.

A considerar a importância da temática, torna-se necessária a realização de um número maior de pesquisas a discutir o ensino e a aprendizagem de outros conceitos matemáticos que não foram investigados nos estudos analisados, como os ensinados nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Com maiores detalhamentos sobre as especificidades de aprendizagem dos alunos com DI e da abordagem como o professor organiza o ensino, haverá, cada vez mais, elementos teóricos, metodológicos e práticos a contribuir para práticas pedagógicas que intencionam ser inclusivas no desenvolvimento de alunos com DI na escola brasileira.

Referências

AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental disorders - DSM-V**. 5th.ed. Washington: American Psychiatric Association, 2013.

BARTMEYER, C. A. P. **Ensino de habilidades monetárias para educandos com deficiência intelectual (DI) da Educação de Jovens e Adultos (EJA)**. 2015. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2461>. Acesso em: 12 jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: Jogos na Alfabetização Matemática**. Brasília: MEC/SEB, 2014. Disponível em: https://pnaic.ufsc.br/?page_id=985. Acesso em: 12 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº13.146, de 06 de julho de 2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm. Acesso em: 26 jan. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 jan. 2021.

BOTAS, C. MOREIRA, D. A utilização dos materiais didáticos nas aulas de Matemática – Um estudo no 1º Ciclo. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 26, p. 253-286, 2013. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/3259>. Acesso em: 26 jan. 2021.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C.C.; MACEDO, M. O Método da Revisão Integrativa nos Estudos Organizacionais. **Gestão e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n 11, p. 121-136, 2011. Disponível em: <https://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/1220>. Acesso em: 26 jan. 2021.

BOUCK, E.; PARK, L.; STENZEL, K. Virtual manipulatives as assistive technology to support students with disabilities with mathematics. **Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth**, v. 64. p. 281-289, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1045988X.2020.1762157?journalCode=vpsf20> Acesso em: 12 jan. 2021.

BOUCK, E.; SHURR, J.; BASSETE, L.; PARK, J. WHORLEY, A. Adding It Up: Comparing Concrete and App-Based Manipulatives to Support Students with Disabilities With Adding Fractions. **Journal of Special Education Technology**, v.33, p. 194-206, 2018. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0162643418759341>. Acesso em: 12 jan. 2021.

BOUCK, E.; PARK, J.; NICKELL, B. Using the concrete-representational-abstract approach to support students with intellectual disability to solve change-making problems. **Research in Developmental Disabilities**. v. 60, p. 24–36, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27875782/>. Acesso em: 12 jan. 2021.

CARVALHO, M. M. D. **A formação de conceitos das operações matemáticas fundamentais por estudante com deficiência intelectual na educação de jovens e adultos: desafios e perspectivas.** 2019. 228 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/27579>. Acesso em: 12 jan. 2021.

CLEMENTE, M. E.; COGOLLUDO-AGUSTIN, J. I. The Effectiveness of Teaching Geometry to Enhance Mathematical Understanding in Children with Down Syndrome. **International Journal of Disability, Development and Education**, v. 2, n. 66, p. 186-205, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1034912X.2019.1571171>. Acesso em: 12 jan. 2021.

DAINEZ, D.; SMOLKA, A. L. A função social da escola em discussão, sob a perspectiva da educação inclusiva. **Educação e Pesquisa**, n. 45, p. 01-18 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/Sjfzqqk3cBv47szKzLpdJWD/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12

GILLEY, D. P.; ROOT, R. J.; COX, S. K. Development of Mathematics and Self-Determination Skills for Young Adults with Extensive Support Needs. **The Journal of Special Education**, v. 54, n. 04, p. 195-204, 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0022466920902768>. Acesso em: 12 jan. 2021.

HORD, C.; XIN, Y. P. Teaching Area and Volume to Students with Mild Intellectual Disability. **The Journal of Special Education**, v. 49, n. 2, p.118–128. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1067634>. Acesso em:12 jan. 2021.

LEONTIEV, A. N. Os Princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental. In: LURIA, A. R.; VYGOTSKY, L. S. **Psicologia e pedagogia**: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. São Paulo: Moraes, 1991, p. 59-76.

LOPEZ, J. M. Comprensión de la probabilidad de jóvenes con discapacidad intelectual. **Revista Científica**, n. 33, v. 3, p. 306-315, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n33/2344-8350-cient-33-00306.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

MASCIANO, C. F. R. **O uso de jogos do software educativo Hércules e Jiló no mundo da matemática na construção do conceito de número por estudantes com deficiência intelectual**. 2015,179 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/18185>. Acesso em: 12 jan. 2021.

MENEZES, E. C. P.; CANABARRO, R. C. C.; MUNHOZ, M. A. Atendimento Educacional Especializado para alunos com deficiência intelectual. In: SILUK, A. C. P. (org.). **Formação de Professores para o Atendimento Educacional Especializado**. Santa Maria: UFSM, 2011. p.137-157.

NOLETO, C. A. S. **A construção do número pela criança com deficiência intelectual: a percepção entre diferentes ambientes escolares**. 2017. 158p. Dissertação (Mestrado em Educação) -Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/23935>. Acesso em:12 jan. 2021.

NORONHA, A. M. **Desenvolvimento do pensamento algébrico em alunos com deficiência intelectual no Atendimento Educacional Especializado na Perspectiva Histórico-Cultural**. Dissertação - (Mestrado em Educação nas Ciências).167p. Ijuí/RS: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6133>. Acesso em:12 jan. 2021.

ORIHUELA, S. M.; COLLINS, B. C.; SPRINGGS, A. D.; KLEINERT, H. An Instructional Package for Teaching Geometric Shapes to Elementary Students with Moderate Intellectual Disability. **Journal of Behavioral Education**, v. 28, n. 2, p. 169–186, 2019. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1215642>. Acesso em:12 jan. 2021.

ORTIZ, K. T. D. **Possibilidades e limites do trabalho colaborativo**: o processo de aprendizagem das equações de primeiro grau pelos alunos com deficiência intelectual. 2019.

131 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) Universidade Federal do Pampa, Jaguarão, 2019. Disponível em:
https://www.unipampa.edu.br%3A8080%2Fjspui%2Fhandle%2Friu%2F4586&usg=AOvVaw2TtXSR3elkgAODGnc4-_OR. Acesso em: 12 jan. 2021.

RODRIGUES, L. B. **O uso da calculadora como recurso de tecnologia assistiva no ensino de aritmética para os alunos com deficiência intelectual inseridos na Educação de Jovens e Adultos**. 2015. 237 p. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino na Educação Básica - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em:
<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5729>. Acesso em: 12 jan. 2021.

RODRIGUES, S. P. A. **Aprendizagem do conceito científico de fração por alunos com deficiência intelectual: os resultados de uma intervenção**. 2017. 168 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação). Universidade Federal do Pampa, Jaguarão, 2017. Disponível em:
<http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/bitstream/riu/2557/1/SastriadePaulaRodrigues2017.pdf> Acesso em: 12 jan. 2021.

ROOT, J.; SAUNDERS, A.; SPOONER, F.; BROSH, C. Teaching Personal Finance Mathematical Problem Solving to Individuals with Moderate Intellectual Disability. **Career Development and Transition for Exceptional Individuals**, v. 40, p. 5–14, 2017. DOI: 10.1177/2165143416681288. Disponível em:
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2165143416681288>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SANTOS, B. C. M. **Educação financeira nas trilhas da inclusão no Ensino Fundamental I**. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). 2017. 89 p. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy” UNIGRANRIO, Duque de Caxias, 2017. Disponível em:
<https://tede.unigranrio.edu.br/handle/tede/286>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SANTOS, T. M. **O Aluno com Síndrome de Down nas aulas de Matemática: desafios e perspectivas**. 2018. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018. Disponível em:
<https://ri.ufs.br/handle/riufs/830>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SHIMAZAKI, E. M.; MENEGASSI, R. J. Aspectos da apropriação de leitura e escrita em deficientes intelectuais. In: Maria Amélia Almeida; Eniceia Gonçalves Mendes. (Org.). Educação especial e seus diferentes recortes. 1ªed. Marília: ABPEE, 2016, v. 1, p. 35-50.

SILVA, M. C.; BECKER, M. U.; CASTRO, S. F. A Educação Matemática para alunos com deficiência intelectual no contexto da escola inclusiva. In: PAVÃO, S. M. O. et al. (org.) **Práticas educacionais inclusivas na educação básica**. Santa Maria, RS: FACOS-UFSM, 2019, p. 229-254.

VIANNA, C. R.; GRECA, C. M.; SILVA, R. A. F. Quem são eles? Os alunos da minha sala? In: BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: Educação Inclusiva**, Brasília: MEC, SEB, 2014. Disponível em:
https://www.ufpel.edu.br%2Ffontoniomaucio%2Ffiles%2F2017%2F11%2F10_Educ-Incl_pg001-096.pdf&usg=AOvVaw2n-y5OL9yY1AedR6kf1ido. Acesso em: 12 jan. 2021.

VIGINHESKI, L. V. M. **O soroban na formação de conceitos matemáticos por pessoas com deficiência intelectual**: implicações na aprendizagem e no desenvolvimento. 2017. 275 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2471>. Acesso em: 12 jan. 2021.

VILLASANTE, J.; POMA, S.; GUTIERREZ-CARDENAS, J.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, N. Information and Communication Technologies Based Teaching Methodologies for Peruvian Children with Down Syndrome. **ICETC 2019**: Proceedings of the 2019 11th International Conference on Education Technology and Computers. October 2019, p.12–17. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3369255.3369270>. Acesso em: 12 jan. 2021

VIGOTSKI, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

VIGOTSKI, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

Recebido em: 15 de abril de 2021
Aprovado em: 22 de junho de 2021