

Uso de tecnologias digitais no Ensino de Matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA): uma revisão sistemática

Use of digital technologies in teaching mathematics to students with autism spectrum disorder (ASD): a systematic review

Daniel Bonadiman Bertol¹
Sani de Carvalho Rutz da Silva²
Adriela Maria Noronha³
Luiz Alberto Pilatti⁴

Resumo

O presente estudo tem como objetivo analisar as contribuições das tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem de matemática, para estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Este estudo constitui uma revisão sistemática da literatura conduzida com o uso do *software* Bibliometrix. As buscas foram realizadas em abril de 2024 nas bases Scopus e Web of Science. Durante a pesquisa foi empregada a combinação de termos-chave, relacionadas com a questão de pesquisa "autism" AND "technology" AND "mathematics education" OR "mathematics teaching". O corpus do estudo originou um total bruto de 315 artigos, visto que após o tratamento com o *software* Bibliometrix, o corpus analítico de pesquisa final compreendeu um total de 24 artigos publicados entre 2019 e 2024. De acordo com os estudos analisados, constatou-se que as tecnologias digitais podem contribuir positivamente no ensino e aprendizagem de matemática para estudantes com TEA, ressaltando a melhoria na compreensão de conceitos matemáticos, na resolução de problemas, o aumento no engajamento e motivação, o desenvolvimento de habilidades sociais e de comunicação, o que oportuniza o ensino e a aprendizagem mais flexível e adaptado a esses estudantes.

Palavras chave: tecnologia; ensino de matemática; autismo.

Abstract

The present study aims to analyze the contributions of digital technologies to the teaching and learning of mathematics for students with Autism Spectrum Disorder (ASD). This research consists of a systematic literature review conducted using the Bibliometrix software. Searches were performed in April 2024 in the Scopus and Web of Science databases. The

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR | danielbertol@alunos.utfpr.edu.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR | sani@utfpr.edu.br

³ Instituto Federal Catarinense – IFSC | adriela.noronha@ifc.edu.br

⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR | lapilatti@utfpr.edu.br

search strategy involved combining key terms related to the research question: "autism" AND "technology" AND "mathematics education" OR "mathematics teaching". The initial corpus yielded a total of 315 articles. After data processing with Bibliometrix, the final analytical corpus comprised 24 articles published between 2019 and 2024. According to the studies analyzed, digital technologies can positively impact mathematics teaching and learning for students with ASD. Notably, they enhance the understanding of mathematical concepts, improve problem-solving skills, increase engagement and motivation, and support the development of social and communication skills. These findings highlight the potential of digital tools to foster a more flexible and adapted educational environment for these learners.

Keywords: technology; mathematics; autism.

Introdução

A educação inclusiva busca garantir acesso equitativo à educação para todos os alunos, independentemente de suas habilidades ou necessidades. Fundamentada em princípios de equidade e participação plena, inclui alunos com deficiência em escolas regulares. Um marco significativo para a "Educação Inclusiva" ocorreu em 1994 com a Declaração de Salamanca durante a Conferência Mundial sobre Necessidades Educacionais Especiais. Este documento da UNESCO afirma que "aqueles com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, que deve acomodá-los dentro de uma pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer tais necessidades" (UNESCO, 1994, p. 1).

A Lei nº 12.764/2012 assegura que as escolas devem garantir a inclusão de alunos com TEA, oferecendo suporte necessário para sua participação plena. A legislação exige a adaptação curricular, capacitação de profissionais e utilização de recursos pedagógicos adequados, promovendo a inclusão desses alunos nas classes regulares e respeitando a diversidade (Brasil, 2012). Visando que o ensino e a inclusão de pessoas com deficiência têm ganhado espaço nos estudos teóricos e na realidade cotidiana escolar, esta pesquisa é direcionada para as contribuições das tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem de matemática, para estudantes com TEA.

O TEA é uma condição que afeta o comportamento neurológico, manifestando-se em diferentes níveis de intensidade e impactando habilidades sociais, comportamentais e de comunicação (American Psychiatric Association, 2013). Os estudantes com TEA apresentam dificuldades na interação social, comunicação verbal e não verbal, além de comportamentos repetitivos e interesses restritos. Essas características evidenciam a necessidade de um ensino adaptado, que considere as particularidades de cada estudante, promovendo a inclusão e uma aprendizagem personalizada (Zabala, 2018).

Para o processo de ensino e aprendizagem de alunos com TEA, estudos indicam que o uso de tecnologias digitais como: aplicativos, *software* de comunicação aumentativa e alternativa (CAA), tablets e dispositivos móveis, plataformas de aprendizagem online, ferramentas de realidade aumentada (RA) e realidade virtual (RV), bem como jogos educacionais interativos, podem auxiliar alunos a desenvolver conceitos matemáticos durante o desenvolvimento das aulas (Souza; Silva, 2019; Shurr *et al.*, 2021; Park *et al.*, 2020).

Estudos de Park *et al.* (2020), Root *et al.* (2021), Bassette *et al.* (2019), Morris *et al.* (2021) e Yakubova (2024) revelam que o uso de tecnologias digitais durante as aulas de matemática desempenha um papel importante no desenvolvimento de habilidades sociais e

de comunicação, pois facilita a interação entre os estudantes proporcionando um ambiente colaborativo.

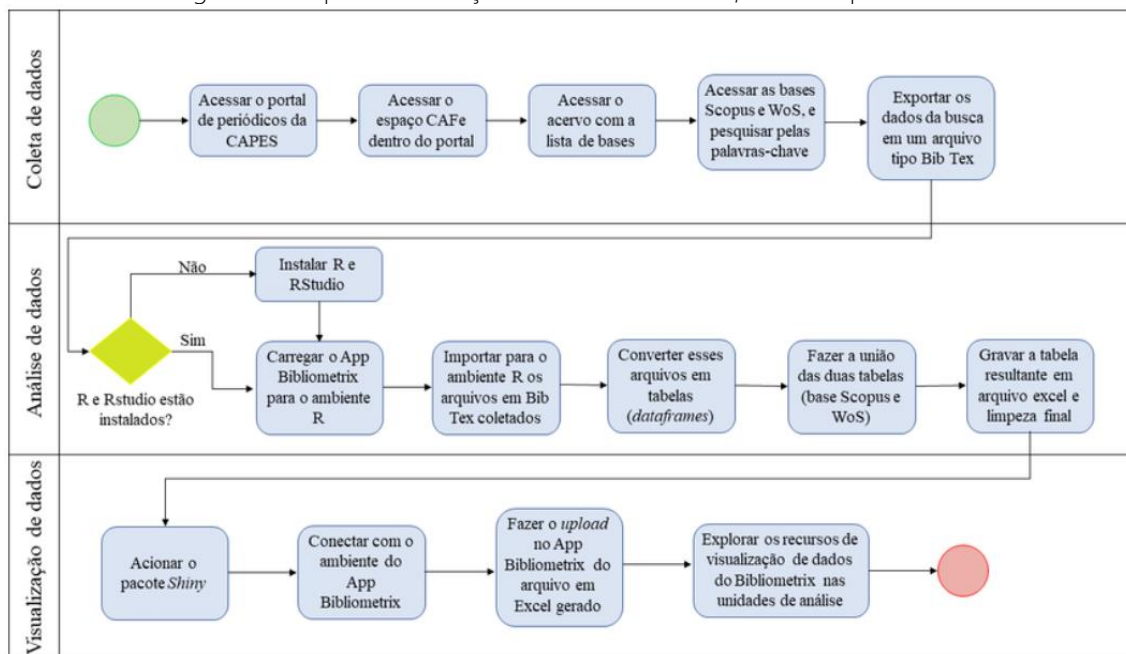
O uso de tecnologias digitais também tem sido utilizado na resolução de problemas matemáticos avançados para auxiliar estudantes com TEA (Gonzales, 2023; Yakubova, 2020; Root *et al.*, 2021), bem como, no engajamento e na motivação dos estudantes durante as aulas de matemática (Kellems *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2023; Pereira, 2023).

O número de pesquisas com temática em Educação Inclusiva tem aumentado gradativamente ao longo dos anos, tornando-se um foco central para novos estudos e projetos. Embora existam muitos estudos sobre TEA, a maioria são relacionados a um maior preparo dos profissionais de saúde para detectar casos de TEA, no entanto, pesquisas que abordem o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes com TEA, em especial em matemática, nas escolas regulares ainda são considerados poucos. Nesta lacuna, este estudo de revisão, tem por objetivo analisar as contribuições das tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem de matemática, para estudantes com TEA.

Método

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura. Na construção do *corpus* de pesquisa foi utilizado o *software* Bibliometrix (Aria e Cuccurullo, 2017). A aplicação ocorreu em 9 etapas, que de forma sinóptica, estão representadas na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da utilização do Bibliometrix e *softwares* dependentes



Fonte: adaptado de Terra *et al.* (2022).

Ao considerar que esta pesquisa é direcionada para o processo de ensino e aprendizagem de matemática para alunos com TEA, a primeira etapa constituiu em definir a questão problema: como são tratadas as questões relativas as contribuições das tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem de matemática, para estudantes com Transtorno do

Espectro Autista? Desta forma, definiu-se como descritores e combinações as palavras: "autismo", "tecnologia", "educação matemática" e "ensino de matemática".

Na segunda etapa, os descritores e as combinações identificados na primeira etapa ("autism" AND "technology" AND "mathematics education" OR "mathematics teaching"), foram testadas nas bases Scopus e Web of Science. Nesta etapa foi utilizado o biblioshiny (ferramenta que faz análises bibliométricas) para a remoção de artigos duplicados.

Na terceira etapa, analisamos que as bases de dados testadas na segunda etapa, atenderam aos critérios devido ao volume significativo de publicações pertinentes aos descritores pesquisados e à ampla acessibilidade dos materiais publicados. O período considerado na busca foi de 01/01/2019 à 01/03/2024.

O resultado da pesquisa é apresentado na quarta etapa, a qual originou em um total bruto de 315 artigos (Scopus n=19 e Web of Science n=296). O resultado foi considerado satisfatório, não havendo a necessidade da ampliação de bases. Foi utilizado o *software* RStudio como gerenciador das referências para a coleta e armazenamento dos dados.

Na quinta etapa, utilizou-se o *software* Bibliometrix para realizar as análises dos dados. Nesta etapa foram instalados, em sequência, os *softwares* R e RStudio para configuração do ambiente e construção do portfólio com os dados da pesquisa. Após a aplicação dos métodos de preparação, configurou-se os dados com o pacote do *software* Bibliometrix.

Os procedimentos de junção e filtragem dos artigos encontrados, faz parte da sexta etapa. Aqui foi realizada a junção das bases de dados. Na sequência, foram eliminados os trabalhos duplicados, os apresentados em conferências que não possuíam fator de impacto, livros ou capítulos de livros e cujo título não apresentava aderência com o tema do presente estudo. Nesta etapa foi utilizado o *software* RStudio para a construção do portfólio e para a remoção de artigos duplicados. Após a aplicação dos procedimentos de filtragem, chegou-se em 24 artigos.

A sétima etapa empregou a ordenação dos estudos levantados por meio do *software* Bibliometrix. Para essa ordenação procedeu-se a lei de Bradford: "se os periódicos forem organizados em ordem decrescente do número de artigos que publicaram sobre o assunto, então zonas sucessivas de periódicos contendo o mesmo número de artigos sobre o assunto formam a série geométrica simples $1: n_s: n_s^2: n_s^3$ " (Bradford, 1934, p. 85).

As etapas 8 e 9 se refere a localização dos artigos em formato integral. A localização dos artigos foi realizada diretamente no site da revista através do Portal de Periódicos da CAPES, com o acesso CAFe, sendo realizada a leitura e análise sistemática dos artigos selecionados. Após a leitura, foram excluídos os artigos que não apresentaram elementos suficientes para responder à pergunta de pesquisa.

Na sequência, apresenta-se os resultados desse estudo com as informações coletadas no Bibliometrix, bem como a descrição dos artigos que compõem a análise.

Resultados

O Quadro 1 apresenta os artigos selecionados durante a busca nas bases de dados, que discorrem sobre o uso de tecnologias para o ensino e aprendizagem de matemática para alunos que apresentam TEA, com as seguintes informações relacionadas ao Bibliometrix: classificação, estudo, total de citações, total de citações por ano e total de citações normalizadas.

Quadro 1: *Corpus* de pesquisa

Ranking	Estudo	Total Citação	TC por ano	Normalized TC
1	Park J <i>et al.</i> (2021)	19	4,75	2,65
2	Root JR <i>et al.</i> (2021)	12	3,00	1,67
3	Bassette L <i>et al.</i> (2020)	11	2,20	1,25
4	Jimenez Ba (2020)	11	2,20	1,25
5	Yakubova G (2020)	11	2,20	1,25
6	Tabassum K (2020)	8	1,60	0,91
7	Bouck Ec (2020)	8	1,60	0,91
8	Shurr J <i>et al.</i> (2021)	7	1,75	0,98
9	Bouck Ec (2023)	7	3,50	5,44
10	Morris JR <i>et al.</i> (2022)	5	1,67	1,25
11	Hunt JH (2023)	4	1,00	0,56
12	Cox SK (2020)	4	0,80	0,45
13	Root JR <i>et al.</i> (2022)	3	1,00	0,75
14	De Souza AC (2019)	3	0,50	1
15	Liu D <i>et al.</i> (2023)	1	0,50	0,78
16	Lindstrom ER (2023)	1	0,50	0,78
17	Cox SK (2021)	1	0,25	0,14
18	Ron-Ezra M (2021)	0	0	0
19	Camargo e Givigi (2023)	0	0	0
20	González e Moya (2023)	0	0	0
21	Yakubova G (2024)	0	0	0
22	Kellems RO <i>et al.</i> (2024)	0	0	0
23	Bundock K <i>et al.</i> (2023)	0	0	0
24	Pereira LMI (2023)	0	0	0

Fonte: os autores (2024).

O Quadro 2, fornece uma visão mais detalhada sobre os estudos que compõem o corpus analítico da pesquisa, tais como o objetivo, a população ou amostra e os resultados encontrados nos estudos.

Quadro 2: Descrição das características dos artigos que compuseram a análise.

(continua)

Código	Estudo	Objetivo	População ou amostra	Resultados
A1	Park J <i>et al.</i> (2021)	Avaliar a eficácia de uma sequência instrucional que utilizou abordagens virtual, representacional e abstrata combinada com sobre aprendizagem.	A amostra deste estudo consistiu em três estudantes com deficiências, sendo dois com dificuldades de aprendizagem e um com TEA.	Os resultados indicaram que houve uma relação funcional entre a sequência de instrução Virtual – Representacional – Abstrata sobre aprendizagem e a precisão na resolução de problemas de multiplicação pelos estudantes.

Quadro 2: Descrição das características dos artigos que compuseram a análise (continuação)

Código	Estudo	Objetivo	População ou amostra	Resultados
A2	Root JR <i>et al.</i> (2021)	Fornecer uma síntese das pesquisas de intervenção que ensinaram habilidades de resolução de problemas matemáticos para estudantes com transtorno do espectro autista entre 1975 e abril de 2020.	A amostra do estudo incluiu os 20 estudos de intervenção revisados que ensinaram habilidades de resolução de problemas matemáticos para alunos com TEA entre 1975 e abril de 2020.	Os resultados indicam quais práticas são mais relevantes e sob quais condições elas funcionam melhor, oferecendo suporte para educadores e pesquisadores na implementação de intervenções matemáticas para estudantes com TEA.
A3	Bassette L <i>et al.</i> (2020)	Explorar a eficiência dos alunos com TEA de resolver problemas matemáticos ao usar manipuladores concretos e baseados em aplicativos.	O estudo foi realizado com três estudantes do ensino fundamental com diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista	Os resultados do estudo revelaram que os manipulativos, tanto concretos quanto baseados em aplicativos, impactam diferentemente a eficiência dos alunos em resolver problemas matemáticos.
A4	Jimenez BA (2020)	Investigar o impacto de manipuladores virtuais, quando emparelhados com pesquisas (ou seja, aulas de matemática baseadas em histórias) e práticas baseadas em evidências (ou seja, instrução sistemática, organizadores gráficos, manipuladores).	O estudo foi realizado com dois estudantes com autismo e incapacidade intelectual moderada.	O estudo indicou uma relação funcional entre o uso de manipuladores virtuais e habilidades matemáticas dos alunos. Os manipuladores virtuais foram considerados mais envolventes do que os manipuladores tangíveis.
A5	Yakubova G (2020)	Examinar os efeitos de uma instrução via MV, manipulativos concretos, uma lista de automonitoramento e prática para verificação de compreensão sobre a precisão na resolução de problemas de frações de alunos do ensino médio com TEA.	O estudo foi realizado com três estudantes do ensino médio com do TEA que requerem apoio adicional em matemática.	Os resultados indicaram melhorias significativas na resolução de problemas com frações, após a implementação de uma intervenção que integrava MV com manipulativos concretos e uma lista de automonitoramento.

Quadro 2: Descrição das características dos artigos que compuseram a análise (continuação)

Código	Estudo	Objetivo	População ou amostra	Resultados
A6	Tabassum K (2020)	Discutir o desenvolvimento de tecnologias móveis baseadas em realidade virtual para crianças com necessidades especiais, incluindo aquelas com autismo.	O artigo não detalha uma amostra específica. A discussão foca nas implicações para crianças com necessidades especiais, sem apresentar participantes de um estudo convencional.	O uso de aplicativos móveis e ambientes de realidade virtual pode aprimorar estratégias de ensino e aprendizagem, promovendo inclusão e aumentando a compreensão e o engajamento de crianças com necessidades especiais.
A7	Bouck EC <i>et al.</i> (2020)	Investigar a eficácia de um pacote de intervenção baseado em manipulativos virtuais para ensinar multiplicação e divisão para estudantes do ensino secundário com deficiências de desenvolvimento, incluindo TEA.	O estudo envolveu três estudantes do ensino médio com deficiências de desenvolvimento, incluindo TEA.	Os resultados indicam que o uso de manipulativos virtuais é uma estratégia com potencial para ensinar operações matemáticas básicas a estudantes com necessidades especiais.
A8	Shurr J. (2021)	Investigar os efeitos do uso de manipulativos concretos e virtuais no aprendizado de adição de dois dígitos e na resolução de problemas matemáticos por alunos do ensino fundamental com TEA.	O estudo inclui três estudantes do Ensino Fundamental diagnosticados com TEA.	Os resultados indicam que tanto os manipulativos concretos quanto os virtuais foram eficazes em melhorar o desempenho matemático dos alunos. No entanto, os manipulativos virtuais mostraram-se mais eficientes do que os concretos.
A9	Bouck EC <i>et al.</i> (2023)	Analisar a eficácia de uma intervenção online utilizando uma sequência de instrução manipulativa virtual, para ensinar alunos com deficiências, encontrar frações equivalentes.	O estudo consistiu em três alunos do ensino fundamental que enfrentavam dificuldades em matemática, particularmente com frações.	Os resultados do estudo indicam que a intervenção baseada em manipulativos virtuais foi eficaz em melhorar a precisão dos estudantes na resolução de problemas envolvendo frações equivalentes.

Quadro 2: Descrição das características dos artigos que compuseram a análise (continuação)

Código	Estudo	Objetivo	População ou amostra	Resultados
A10	Morris JR <i>et al.</i> (2022)	Examinar os efeitos da combinação de modelagem de vídeo de ponto de vista, instrução explícita e realidade aumentada para ensinar matemática a alunos com deficiência.	Participaram do estudo dois alunos da oitava série, um com Transtorno do Espectro Autista e outro com uma dificuldade específica de aprendizagem.	O resultado da Tau-U para a fase de intervenção foi de 1,0 em todas as quatro habilidades para cada participante. Os participantes demonstraram altos níveis de manutenção e, com uma exceção, os alunos foram capazes de aplicar as habilidades nos problemas de palavras sem treinamento adicional.
A11	Hunt JH. (2021)	Entender como professores em formação conseguem antecipar o pensamento matemático diversificado dos alunos antes e depois de participarem de um curso centrado na neurodiversidade e no pensamento matemático.	O estudo consiste em 20 educadores que estavam em formação, ou seja, professores que estão sendo preparados ou treinados para trabalhar especificamente em educação especial.	Os resultados do estudo destacam que o curso semestral, focado na neurodiversidade e no pensamento matemático dos alunos, foi importante para melhorar o conhecimento do conteúdo pedagógico dos educadores especiais.
A12	Cox SK. (2020)	Fornecer orientações práticas aos educadores sobre como ensinar matemática para alunos com necessidades de suporte extensivo (NSE), como aqueles com Transtorno do Espectro Autista e deficiência intelectual (DI).	O estudo trata de uma revisão de literatura, na qual os autores analisaram e sintetizaram estudos sobre intervenções matemáticas para estudantes com Transtorno do Espectro Autista e Deficiência Intelectual (DI).	Há uma base crescente de pesquisas que oferece evidências de práticas relevantes para ensinar habilidades matemáticas alinhadas ao currículo a alunos com necessidades especiais. Além disso, orienta educadores na seleção de métodos apropriados para salas de aula heterogêneas, visando a inclusão efetiva e a melhoria contínua do ensino de matemática para essa população diversificada.

Quadro 2: Descrição das características dos artigos que compuseram a análise (continuação)

Código	Estudo	Objetivo	População ou amostra	Resultados
A13	Root JR <i>et al.</i> (2022)	Avaliar a eficácia de um pacote de tratamento multicomponente que combina Instrução Baseada em Esquemas Modificada (IBEM) e instrução baseada em vídeo, entregue por meio de realidade aumentada (RA), para ensinar habilidades de resolução de problemas pessoais e financeiros a jovens adultos com TEA.	O estudo incluiu quatro estudantes diagnosticados com TEA, matriculados em um programa de transição escolar localizado no campus de um colégio técnico.	A conclusão do estudo destaca a efetividade do tratamento multicomponente que integra Instrução Baseada em Esquemas Modificada (IBEM) e instrução baseada em vídeo via RA para o desenvolvimento de habilidades matemáticas e sociais essenciais em jovens adultos com TEA.
A14	De Souza AC. (2019)	Compreender as contribuições das Tecnologias Digitais Educacionais para a aprendizagem matemática de estudantes com TEA.	O estudo é composto por dois estudantes com TEA, em ambientes escolares regulares.	A pesquisa mostrou que as Tecnologias Digitais Educacionais ajudam no desenvolvimento da atenção compartilhada e na construção de conceitos matemáticos, como a adição, desempenhando papel significativo na inclusão e no aprendizado matemático de estudantes com TEA
A15	Liu D <i>et al.</i> (2023)	Fornecer uma síntese quantitativa dos estudos de caso único sobre o uso de intervenções mediadas por tablets para ensinar matemática a indivíduos com Transtorno do Espectro Autista e/ou DI.	Foram incluídos na meta-análise 27 estudos (2012-2022). A amostra específica consistiu em estudos de caso único que abordaram intervenções mediadas por tablets para ensinar matemática a alunos com TEA e/ou DI.	As intervenções mediadas por tablets têm um efeito significativamente positivo na melhoria das habilidades matemáticas de indivíduos com Transtorno do Espectro Autista e/ou DI.

Quadro 2: Descrição das características dos artigos que compuseram a análise
(continuação)

A16	Lindstrom ER. (2023)	Documentar a quantidade e qualidade do ensino de matemática fornecido para estudantes com deficiências intelectuais e de desenvolvimento (DID) do jardim de infância até o segundo ano em ambientes de educação especial segregada.	O estudo foi realizado com seis professores e 12 alunos.	O estudo indica que, embora uma parcela significativa do tempo seja dedicada ao ensino de matemática e numeracia inicial, a qualidade da instrução e o engajamento dos alunos variam. A qualidade instrucional difere entre professores e educadores, sem diferenças significativas no engajamento dos alunos em relação a quem lidera a instrução.
A17	Cox SK et al. (2021)	Revisar sistematicamente pesquisas experimentais sobre o ensino de resolução de problemas matemáticos textuais para estudantes com Transtorno do Espectro Autista.	Os autores analisaram 20 artigos sobre a resolução de problemas matemáticos textuais para estudantes com TEA, abordando assuntos relacionadas à aritmética, álgebra e problemas aplicados.	Os resultados indicaram que as práticas de analisar tarefas, sistema de estímulos graduais, organizadores gráficos, instrução explícita, ensino baseado em esquemas e instrução assistida por tecnologia, eram usadas em combinação, em pacotes de intervenção, para melhorar a capacidade dos alunos com TEA de resolver problemas matemáticos textuais.
A18	Ron-Ezra M. (2023)	Examinar a habilidade de um aluno de terceira série com Transtorno do Espectro Autista para resolver problemas de adição de dois dígitos e identificar e explicar erros em problemas de adição resolvidos incorretamente.	O estudo consiste em um estudante, que foi diagnosticado com TEA aos três anos de idade e que está matriculado em uma turma regular do 3º ano.	O estudante pesquisado, demonstrou boas habilidades procedimentais, boa memória de trabalho e uma atitude positiva em relação à aprendizagem da matemática, apesar de enfrentar desafios como habilidades de comunicação limitadas e dificuldades em ver situações da perspectiva de outras pessoas.

Quadro 2: Descrição das características dos artigos que compuseram a análise (continuação)

Código	Estudo	Objetivo	População ou amostra	Resultados
A19	Camargo e Givigi (2023)	Analisar o processo de ensino-aprendizagem da Matemática de um aluno com autismo, a partir da intervenção colaborativa.	A amostra do estudo é constituída por um aluno com autismo, inserido em uma sala de aula regular do ensino fundamental.	O estudo evidenciou que estratégias de ensino diferenciadas e intervenção colaborativa possibilitaram o desenvolvimento de conceitos matemáticos e funções mentais superiores em um aluno com autismo, destacando a importância da mediação qualificada e do trabalho colaborativo para a inclusão e o progresso acadêmico no ensino regular.
A20	González e Moya (2023)	Identificar as estratégias usadas por alunos com autismo ao resolverem problemas de permutações sem repetição, e conjecturar as razões potenciais para os erros cometidos durante o processo.	O estudo envolveu oito estudantes com diferentes níveis educacionais e modalidades de escolarização.	A pesquisa ressalta a importância de ensinar estratégias adequadas a estudantes com autismo para resolver problemas matemáticos, adaptando as abordagens de ensino para acomodar suas necessidades específicas.
A21	Yakubova G. (2024)	Analisar os efeitos de uma intervenção online multicomponente (modelagem de vídeo, manipulativos virtuais, jogos digitais, automonitoramento e técnicas de prompt de menos para mais) na aquisição de várias habilidades matemáticas de dois alunos do ensino fundamental com autismo.	O estudo foi realizado com dois alunos autistas do ensino fundamental. O estudo utilizou um desenho de múltiplas sondagens em um design experimental de caso único.	O estudo sugere que essas técnicas podem ser uma abordagem viável para apoiar o aprendizado matemático de alunos autistas em ambientes virtuais, o que é particularmente relevante dado o aumento do ensino online.

Quadro 2: Descrição das características dos artigos que compuseram a análise (conclusão)

Código	Estudo	Objetivo	População ou amostra	Resultados
A22	Kellems RO <i>et al.</i> (2024)	Investigar os efeitos de uma intervenção de vídeo – prompting, utilizando iPads, na aquisição de novas habilidades matemáticas por alunos do ensino fundamental que enfrentam dificuldades na matéria.	O estudo foi realizado com cinco alunos do segundo ano, identificados por seus professores como tendo dificuldades em matemática, a resolver problemas de multiplicação.	O estudo concluiu que a intervenção de vídeo – prompting é uma ferramenta relevante para ensinar habilidades matemáticas a alunos que enfrentam dificuldades, e que essa abordagem pode ser aplicada em salas de aula regulares para auxiliar no ensino e aprendizagem de conteúdos acadêmicos.
A23	Bundock K <i>et al.</i> (2023)	Avaliar um modelo de desenvolvimento profissional (PD) para Co ensino em salas de aula de matemática do ensino médio em escolas rurais dos Estados Unidos.	O estudo incluiu 19 professores e 281 alunos de sexto a nono ano, distribuídos em nove classes de sete distritos escolares nos Estados Unidos, incluindo três distritos escolares rurais.	Os resultados indicam que o desenvolvimento profissional focado em coensino pode ser uma estratégia interessante para melhorar o desempenho em matemática de alunos com e sem deficiências, especialmente em áreas rurais onde os recursos podem ser mais limitados.
A24	Pereira LMI. (2023)	Entender o pensamento geométrico de nove participantes autistas por meio de atividades gamificadas em sua modalidade real.	O estudo envolveu nove estudantes com TEA e cinco professores que participaram de entrevistas estruturadas	O estudo aponta para a importância da gamificação como uma estratégia pedagógica promissora para o ensino de habilidades matemáticas a estudantes com TEA, incentivando práticas de ensino que são mais envolventes e adaptadas às necessidades individuais dos alunos.

Fonte: Os autores (2024).

Diante dos artigos selecionados, evidenciamos quatro categorias de análise (Quadro 3), as quais serão discutidas no tópico seguinte, o código do artigo evidencia sua categorização.

Quadro 3: Categorias de análise

Categorias de análise	Artigos
Conceitos matemáticos	A1, A6, A7, A8, A9, A14, A19
Resolução de problemas matemáticos	A2, A5, A12, A16, A17, A20,
Engajamento e a motivação	A4, A11, A15, A22, A23, A24
Habilidades sociais e de comunicação	A1, A2, A3, A10, A13, A21,

Fonte: os autores (2024).

A primeira categoria refere-se aos Conceitos Matemáticos, a segunda a Resolução de problemas, a terceira discute-se sobre a motivação dos estudantes na realização das tarefas com o uso das tecnologias e a quarta versa sobre as habilidades sociais e de comunicação dos estudantes com TEA nas aulas de matemática com o uso das tecnologias.

Discussão

Neste estudo, a revisão de literatura teve como propósito responder a seguinte questão de pesquisa: Como são tratadas as questões relativas as contribuições das tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem de matemática, para estudantes com TEA? Por meio dos estudos analisados, foi possível identificar os principais benefícios do uso das tecnologias no ensino de matemática para estudantes com TEA e a forma como essas tecnologias ajudaram a superar desafios específicos em determinados conteúdos. Passamos a analisar as categorias apresentadas:

Conceitos matemáticos

As metodologias variam desde a criação de ambientes livres de distrações até o uso de tecnologias digitais interativas. Diante dos estudos analisados, pode-se observar que o uso de tecnologias digitais auxilia na compreensão de conceitos matemáticos. A seguir, destaca-se as contribuições específicas na visão de diferentes autores, na qual é explorada a melhoria na compreensão desses conceitos.

Souza e Silva (2019) utilizaram uma variedade de recursos tecnológicos para realizar suas intervenções educacionais com estudantes com TEA, incluindo jogos livres da internet, *software* de domínio público, Kinect Xbox 360 e tablets. Os autores observaram que o uso de recursos tecnológicos, como jogos e *softwares* educacionais, facilitou a construção de conceitos matemáticos básicos, como adição, ao fornecer um ambiente visualmente interativo que ajudou os estudantes com TEA a evitar distrações e focar no aprendizado. Esses ambientes foram fundamentais para estudantes com TEA, que, muitas vezes, têm dificuldade em manter o foco devido a distrações ambientais.

Shurr *et al.* (2021) mostraram que os manipulativos virtuais não apenas ajudaram os estudantes a compreender conceitos abstratos de forma mais eficiente, mas também facilitaram uma experiência de aprendizado mais interativa e envolvente. A capacidade de manipular objetos virtuais permitiu aos alunos visualizar e experimentar conceitos matemáticos (operações de adição com dois dígitos) de uma maneira tangível, o que é particularmente benéfico para estudantes com TEA que podem ter dificuldades com abstrações puramente teóricas (Shurr *et al.*, 2021).

Ao permitir que os alunos interagissem diretamente com blocos digitais, os manipulativos virtuais ajudaram os alunos a visualizar e compreender conceitos

matemáticos abstratos. De acordo com o estudo de Shurr *et al.* (2021), existe a possibilidade de colocar esses blocos base-10 na tela de um tablet, simulando operações de adição visual e tátil. O sistema converte automaticamente os blocos em dez quando os alunos agrupam dez unidades, ajudando-os a internalizar o conceito de "troca" em adição. A interface garante uma aprendizagem mais precisa e intuitiva, evitando erros como mover números incorretamente. Ao usar os blocos digitais em vez dos físicos, os alunos com TEA demonstraram mais autonomia e precisão.

Tabassum (2020) destacou que o uso de tecnologias sem fio e móveis facilitou a personalização do ensino para melhor atender às necessidades individuais dos estudantes com TEA. Essas tecnologias permitiram aos professores adaptar as atividades de acordo com os níveis de habilidade e interesses dos alunos, proporcionando uma abordagem flexível e responsiva ao ensino, ou seja, os alunos puderam acessar conteúdo multimídia interativos incluindo imagens, vídeos, som e texto usando dispositivos como smartphones e tablets. Isso aumentou a flexibilidade de aprendizagem em qualquer lugar e a qualquer momento, criando conexões globais entre alunos e colegas, facilitando a troca de informações e a colaboração (Tabassum, 2020).

Além disso, a mobilidade dessas tecnologias permitiu que os estudantes participassem de atividades de aprendizado em diferentes ambientes, aumentando sua exposição e interação com conceitos matemáticos (resolução de problemas matemáticos básicos, como operações de adição, subtração, multiplicação e divisão), pois os aplicativos se adaptam às capacidades dos estudantes, oferecendo uma abordagem de ensino interativo e inclusiva, melhorando o desempenho e o engajamento no processo educativo (Tabassum, 2020).

Camargo e Givigi (2023) também identificaram melhorias na compreensão de conceitos matemáticos (noções espaciais como "perto/longe", "em cima/embaixo" e comparação de grandezas como "maior/menor"), destacando que a Comunicação Alternativa e Ampliada (CAA) ajudou o aluno com TEA, a expressar suas respostas e interagir de forma ativa com as atividades propostas, superando limitações de comunicação e permitindo a construção gradual de conhecimentos. Além disso, os jogos educacionais (quebra-cabeças para refletir formas geométricas e associar números a detalhes) utilizados ajudaram a estruturar o aprendizado facilitando a assimilação de novos conceitos matemáticos.

Park *et al.* (2021) aplicaram uma sequência instrucional virtual-representacional-abstrata (VRA) para ensinar matemática a estudantes com TEA. Essa sequência instrucional virtual – representacional – abstrata (VRA) descrita por Park *et al.* (2021) é uma adaptação da sequência instrucional concreta – representacional – abstrata (CRA), amplamente utilizada no ensino de matemática para alunos com deficiências.

A VRA substitui os manipulativos concretos por manipulativos virtuais na fase inicial, utilizando objetos digitais em dispositivos como tablets para representar problemas matemáticos. A sequência é composta por três fases: na fase virtual, os alunos manipulam objetos virtuais para resolver problemas com a orientação do instrutor; na fase representacional, os alunos utilizam representações gráficas, como desenhos, para representar os problemas; e, na fase abstrata, os alunos resolvem os problemas usando estratégias numéricas abstratas, sem o auxílio de manipulativos ou representações visuais (Park *et al.* 2021).

Esta abordagem estruturada facilitou a transição dos estudantes do uso de representações concretas para abstratas, ajudando-os a compreender e aplicar conceitos matemáticos de maneira mais eficiente. A utilização de instruções virtuais também permitiu

uma maior flexibilidade e personalização do ensino, atendendo às necessidades específicas dos estudantes com TEA (Park *et al.* 2021).

Bouck *et al.* (2020) ao investigar o uso de manipulativos virtuais para ensinar multiplicação e divisão a alunos com TEA, realizaram uma intervenção estruturada na sequência virtual-representacional-abstrata (VRA), visando a aquisição e a manutenção das habilidades matemáticas. Os autores, destacaram que as intervenções foram focadas exclusivamente em conceitos básicos de multiplicação e divisão. E, apontaram que, embora os alunos tenham demonstrado compreensão dos conceitos de multiplicação e divisão, durante as sessões de intervenção, muitos tiveram dificuldade em generalizar essas habilidades para outros contextos sem o suporte da tecnologia ou do instrutor.

Bouck *et al.* (2023), implementaram uma intervenção remota com manipulativos virtuais para o ensino de frações equivalentes a estudantes com TEA. A intervenção foi estruturada em uma plataforma digital, permitindo que os alunos visualizassem e manipulassem frações de forma interativa, facilitando a compreensão conceitual e a aplicação prática desses conceitos. Os autores indicaram um aumento significativo na precisão dos alunos ao identificar e criar frações equivalentes. No entanto, a manutenção das habilidades ao longo do tempo apresentou variabilidade, indicando a necessidade de futuro para avaliar a atualização dos aprendizados.

O uso de tecnologias digitais é uma ferramenta promissora para introduzir conceitos matemáticos, podendo desempenhar um papel fundamental na educação especial (Camargo; Givigi, 2023; Shurr *et al.* 2021; Tabassum, 2020; Bouck *et al.*, 2020). Contudo, Souza e Silva (2019), salientam que embora, o uso de tecnologias digitais tenha demonstrado potencial para operações básicas, como multiplicação, divisão, podem ser insuficientes para preparar os alunos para conceitos matemáticos mais complexos, como operações com frações ou álgebra, por exemplo, sugerindo a necessidade de complementar essa abordagem com outras estratégias pedagógicas.

Resolução de problemas matemáticos

O uso de tecnologias digitais também tem sido utilizado na resolução de problemas matemáticos avançados para auxiliar estudantes com TEA. Ferramentas interativas e visuais facilitam a compreensão e aplicação de conceitos complexos (Gonzáles; Moya, 2023; Cox *et al.* 2021; Yakubova, 2020). Na sequência, é analisado como diferentes estudos utilizaram essas tecnologias para melhorar o ensino dos estudantes com TEA na resolução de problemas matemáticos.

Gonzáles e Moya (2023) utilizaram *software* específico denominado “combina” para resolver problemas de permutação sem repetição, um desafio para muitos estudantes com TEA. O *software* proporcionou uma abordagem estruturada e visual para a resolução de problemas complexos, ajudando os estudantes a desenvolver habilidades de resolução de problemas matemáticos. Esta abordagem não só facilitou a compreensão de conceitos complexos, ou seja, com alto nível de abstração para alunos com TEA, mas também aumentou a confiança dos estudantes em suas habilidades matemáticas (Gonzáles; Moya, 2023).

Root *et al.* (2021) exploraram o uso de realidade aumentada (RA) e instrução baseada em esquemas modificados para ensinar resolução de problemas a estudantes com TEA. A realidade aumentada criou um ambiente de aprendizagem mais interativo e visualmente estimulante, ajudando os estudantes a compreender melhor os problemas matemáticos e a

desenvolver estratégias eficazes de resolução. A instrução baseada em esquemas modificados forneceu uma estrutura clara e organizada, facilitando a aprendizagem e aplicação de novos conhecimentos.

Yakubova (2020) usou modelagem em vídeo para ensinar cálculos fracionários, proporcionando uma abordagem visual e prática para a resolução de problemas matemáticos. Alunos com TEA, apresentam dificuldades em generalizar informações aprendidas em um contexto específico para outras situações ou em conceitos abstratos após uma única exposição, portanto, os vídeos permitiram que os estudantes revisassem os conceitos várias vezes, o que foi particularmente útil para aqueles que precisavam de mais tempo para internalizar o material.

Cox *et al.* (2021), destacaram que a instrução assistida por tecnologia tem potencial para ensinar resolução de problemas matemáticos para alunos com TEA. Para os autores, as tecnologias digitais, como vídeos instrucionais, organizadores gráficos digitais e simuladores, auxiliaram na compreensão e retenção dos conceitos. Além disso, essas ferramentas ajudaram a fornecer suporte visual, aumentando o engajamento dos estudantes na realização das tarefas matemáticas.

Cox e Jimenez (2020), revisaram intervenções matemáticas para alunos com TEA e deficiência intelectual. Utilizando pesquisas anteriores, o estudo destacou estratégias como instrução explícita, modelagem em vídeo, organizadores gráficos e gestão por autorregulação, aplicadas de forma sistemática. Além disso, o estudo abordou a resolução de problemas matemáticos práticos, focando em conceitos como tempo, dinheiro, cálculo e operações aritméticas básicas. A modelagem de vídeo permitiu aos alunos observarem e repetirem etapas de resolução de problemas por meio de vídeos demonstrativos, promovendo a aprendizagem através da repetição.

Os autores destacaram algumas dificuldades no uso de tecnologias digitais por alunos com TEA, principalmente relacionadas às habilidades de funcionamento executivo e metacognição (González; Moya, 2023; Cox *et al.* 2021; Yakubova, 2020). Alunos com TEA podem enfrentar desafios em planejar, organizar informações e monitorar seu progresso durante o uso dessas ferramentas. De acordo com os autores, essas barreiras podem dificultar a introdução das tecnologias como suporte instrucional estruturado, tais como, sistemas de estudos graduais e feedback constante, essenciais para garantir êxito no ensino da resolução de problemas matemáticos.

Engajamento e motivação dos estudantes

Por meio dos estudos analisados, pode-se observar que o uso de tecnologias digitais em sala de aula aumentou o engajamento e a motivação dos estudantes com TEA durante as aulas de matemática.

Kellems *et al.* (2023) observaram que a modelagem em vídeo através de iPads aumentou significativamente o engajamento e a motivação dos estudantes no aprendizado da multiplicação. Os vídeos instrucionais proporcionaram uma forma clara e visual de entender os conceitos, tornando o aprendizado mais atraente e acessível. De acordo com os autores, esta abordagem ajudou a superar o desafio da falta de motivação, que é comum entre estudantes com TEA, ao manter seu interesse e envolvimento nas atividades matemáticas (Kellems *et al.*, 2023). Liu *et al.* (2023) confirmaram por meio de uma meta-análise que intervenções mediadas por tablets não só melhoraram o desempenho acadêmico dos estudantes com TEA, mas também aumentaram seu engajamento nas

atividades escolares. A natureza interativa e atraente dos dispositivos móveis ajudou a manter o interesse dos alunos, facilitando uma participação mais ativa no processo de aprendizado (Liu *et al.*, 2023).

Pereira (2023) analisou o uso de tecnologias gamificadas no ensino de matemática para estudantes com TEA, destacando que essas ferramentas ajudaram a desenvolver o pensamento geométrico. As tecnologias gamificadas, ao incorporarem elementos de jogos e atividades interativas, proporcionaram um ambiente de aprendizagem mais envolvente e motivador para os estudantes.

Jimenez e Cox (2020), enfatizaram a importância de ferramentas assistivas como suporte para a aprendizagem de estudantes com o TEA. Essas ferramentas são destacadas por sua capacidade de facilitar a compreensão de conceitos matemáticos e adaptar o processo de ensino às necessidades individuais dos alunos. Embora o estudo não detalhe exemplos específicos de tecnologias ou *softwares*, ele enfatiza que o uso de recursos assistivos pode melhorar a participação e o engajamento dos estudantes, além de tornar o ensino mais inclusivo e acessível.

Habilidades sociais e de comunicação

O uso de tecnologias digitais também desempenha um papel importante no desenvolvimento de habilidades sociais e de comunicação em estudantes com TEA, pois permite uma abordagem individual e ajustada ao ritmo e às necessidades de cada estudante e por meio de diferentes canais (imagens, textos ou sons) auxiliam esses estudantes a expressarem suas necessidades e interagirem uns com os outros, transformando a sala de aula em um ambiente interativo. Ferramentas digitais, como a realidade aumentada e a modelagem em vídeo, oferecem recursos interativos que facilitam a interação e a colaboração (Park *et al.*, 2020; Root *et al.*, 2021).

Park *et al.* (2021) e Root *et al.* (2021) identificaram que tecnologias como a realidade aumentada (RA) e a instrução baseada em esquemas modificados ajudaram os estudantes a desenvolver habilidades sociais e de comunicação, além de melhorar a compreensão de conceitos matemáticos. A realidade aumentada proporcionou um ambiente estruturado que facilitou a interação entre os estudantes e a resolução colaborativa de problemas, ajudando-os a superar desafios relacionados à interação social e comunicação (Park *et al.*, 2021; Root *et al.*, 2021).

Bassette *et al.* (2019) exploraram o uso de manipulativos no ensino de matemática para estudantes com TEA, comparando manipulativos concretos e virtuais. Os manipulativos virtuais ajudaram os estudantes a compreender conceitos abstratos de maneira mais eficiente, proporcionando uma experiência de aprendizado interativa e visualmente rica.

Os manipulativos virtuais oferecem precisão e feedback imediato, o que facilita o aprendizado de conceitos matemáticos abstratos. Eles também auxiliaram no foco dos estudantes durante as tarefas de matemática, aumentando a independência na resolução de problemas. Esta abordagem foi útil para estudantes com TEA, que frequentemente se beneficiam de representações visuais claras e manipuláveis para compreender conceitos que seriam difíceis de internalizar de outra forma (Bassette *et al.* 2019).

Morris *et al.* (2021) utilizaram modelagem em vídeo, instrução explícita e realidade aumentada para ensinar matemática a estudantes com TEA. A combinação dessas tecnologias proporcionou um ambiente de aprendizagem mais interativo e envolvente, ajudando os estudantes a entender conceitos complexos e a desenvolver habilidades

matemáticas de forma mais eficiente. A modelagem em vídeo, em particular, permitiu que os estudantes revisassem os conteúdos várias vezes, melhorando a retenção e a compreensão.

Yakubova (2024) investigou o uso de instrução virtual e modelagem em vídeo para ensinar matemática a estudantes com TEA. Os vídeos instrucionais permitiram que os estudantes revisassem os conceitos matemáticos diversas vezes, facilitando a compreensão e aplicação dos conhecimentos. A instrução virtual proporcionou um ambiente de aprendizagem interativo, ajudando os estudantes a progredirem em seu próprio ritmo e a desenvolverem habilidades matemáticas de forma eficiente.

Os estudos demonstram diversas abordagens inovadoras para superar os desafios específicos enfrentados por estudantes com TEA no aprendizado de matemática. Enquanto Souza e Silva (2019) focaram na criação de ambientes livres de distrações e visualmente ricos, Camargo e Givigi (2023) enfatizaram a melhoria da comunicação através da CAA. Gonzales (2023) abordou desafios mais avançados, utilizando *software* específico para a resolução de problemas complexos, enquanto Kellems *et al.* (2023) e Liu *et al.* (2023) destacaram a importância do engajamento e motivação dos estudantes através do uso de vídeos e dispositivos móveis. Por fim, Park *et al.* (2020) e Root *et al.* (2021) demonstraram que tecnologias como a realidade aumentada podem ajudar a desenvolver habilidades sociais e de comunicação, essenciais para o aprendizado colaborativo e a interação social.

Os estudos analisados demonstraram que as tecnologias digitais podem contribuir significativamente no ensino e na aprendizagem de matemática para estudantes com TEA. Os principais benefícios incluem a melhoria na compreensão de conceitos matemáticos, aumento do engajamento e motivação dos alunos, e desenvolvimento de habilidades sociais e de comunicação. Embora, haja algumas variações nos enfoques e resultados específicos, a utilização de tecnologias digitais se mostra benéfica para essa população de estudantes.

Essas contribuições destacam a necessidade de continuar explorando e implementando tecnologias digitais no contexto educacional para maximizar o potencial de aprendizagem dos estudantes com TEA. Estas tecnologias oferecem soluções importantes que podem ser personalizadas para atender às necessidades individuais dos alunos, garantindo um aprendizado inclusivo.

Conclusão

A revisão das contribuições das tecnologias digitais para o ensino de matemática a estudantes com TEA evidencia melhorias significativas na compreensão de conceitos matemáticos, engajamento, motivação, e habilidades sociais e de comunicação. Ferramentas como manipulativos virtuais, modelagem em vídeo e realidade aumentada oferecem uma aprendizagem mais interativa e visualmente rica, facilitando a internalização de conceitos abstratos.

Tecnologias móveis e aplicativos educacionais permitem a personalização do ensino, adaptando-se às necessidades específicas dos estudantes com TEA e promovendo um ambiente de aprendizado flexível. A inclusão de elementos gamificados torna o ensino mais atrativo e dinâmico, incentivando a participação ativa dos alunos. Em resumo, as tecnologias digitais são essenciais para a inclusão e desenvolvimento acadêmico de estudantes com TEA, oferecendo soluções pedagógicas inovadoras e adaptadas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil. Bolsista do CNPq, Brasil.

Referências

- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5*. 5th ed. Arlington: American Psychiatric Publishing, 2013.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive mapping analysis. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.doi.2017.08.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1751157717300500>. Acesso em: 31 maio 2024.
- BRASIL. Lei n. 12.764, de 27 de dezembro de 2012. *Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; altera o § 3º do art. 98 da Lei n. 8.112, de 11 de dezembro de 1990*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 dez. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12764.htm. Acesso em: 31 maio 2024.
- BASSETTE, L. A. *et al.* A comparison of manipulative use on mathematics efficiency in elementary students with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, New York, v. 49, n. 1, p. 35-47, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177/0162643419854504>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0162643419854504>. Acesso em: 08 abr. 2024.
- BUNDOCK, K. *et al.* Improving access to general education via co-teaching in secondary mathematics classrooms: An intervention for students with autism spectrum disorder. *Journal of Special Education*, Thousand Oaks, v. 50, n. 2, p. 101-113, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1177/87568705231167340>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/87568705231167340>. Acesso em: 08 abr. 2024.
- CAMARGO, S. P. H.; GIVIGI, R. C. Intervenção colaborativa com alunos com transtorno do espectro autista utilizando recursos tecnológicos. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v. 27, n. 3, p. 431-444, 2023. Disponível em: 10_REM_35-2.pdf (revista-educacion-matematica.org.mx). Acesso em: 08 abr. 2024.
- FERREIRA, M. R. Uso de símbolos pictográficos e atividades lúdicas no ensino de matemática para estudantes com TEA. *Revista de Educação Matemática*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 105-117, 2023. DOI: <https://doi.org/10.12802/relmat25202>. Disponível em: <https://portal.issn.org/resource/10.12802/relmat25202>. Acesso em: 08 abr. 2024.
- GONZALES, M. Estratégias de estudantes com autismo ao resolver um problema de permutações sem repetição. *Revista de Matemática e Ensino*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 89-102, 2023. DOI: <https://doi.org/10.35763/aiem24.4861>. Disponível em: <https://aiem.es/article/view/v24-gonzalez-garcia>. Acesso em: 08 abr. 2024.
- KELLEMS, R. O. *et al.* Using video modeling via iPads to teach multiplication to struggling learners. *Journal of Special Education Technology*, Louisville, v. 38, n. 1, p. 55-68, 2023. DOI:

<https://10.1177/01626434231180584>. Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/01626434231180584>. Acesso em: 08 abr. 2024.

LIU, T. *et al.* Meta-analysis of tablet-mediated interventions to teach mathematics for individuals with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, New York, v. 53, n. 3, p. 123-137, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1177/01626434231180579>.

Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/01626434231180579>. Acesso em: 08 abr. 2024.

MORRIS, B. J. *et al.* Using video modeling, explicit instruction, and augmented reality to teach mathematics to students with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, New York, v. 51, n. 2, p. 567-579, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/07319487211040470>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/07319487211040470>. Acesso em: 08 abr. 2024.

PARK, S. H. *et al.* Using the virtual-representational-abstract with overlearning instructional sequence to students with autism. *Journal of Special Education Technology*, Louisville, v. 35, n. 4, p. 223-236, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0022466920912527>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022466920912527>. Acesso em: 08 abr. 2024.

PEREIRA, R. Análise de intervenções com tecnologias gamificadas no desenvolvimento do pensamento geométrico de estudantes com TEA. *Revista Brasileira de Tecnologia Educacional*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 77-89, 2023. Disponível em: ABT. DOI:

<https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343403>. Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1109/FIE58773.2023.10343403>. Acesso em: 08 abr. 2024.

ROOT, J. R. *et al.* Using augmented reality and modified schema-based instruction to teach problem-solving to students with autism. *Journal of Special Education Technology*, Louisville, v. 36, n. 2, p. 129-141, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/074193252110542>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/074193252110542>. Acesso em: 08 abr. 2024.

SARH JIMENEZ, F. Práticas pedagógicas tradicionais no ensino de matemática para estudantes com TEA. *Revista de Educação Matemática*, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 215-227, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103744>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891422220301748?via%3Dihub>.

Acesso em: 08 abr. 2024.

SHURR, J. *et al.* Virtual versus concrete: A comparison of mathematics manipulatives for three elementary students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, New York, v. 51, n. 5, p. 2013-2025, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1177/1088357620986944>. Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1088357620986944>. Acesso em: 08 abr. 2024.

SOUZA, D.; SILVA, M. A. Uso de ambientes virtuais para melhorar a aprendizagem de matemática em estudantes com TEA. *Revista de Educação Matemática*, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 345-360, 2023. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v33n65a16>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/WXbRNkncggMBx8F5xLzSKv/?lang=pt>. Acesso em: 08 abr. 2024.

TABASSUM, T. Using wireless and mobile technologies to enhance teaching and learning strategies. *International Journal of Technology in Education*, Ohio, v. 6, n. 4, p. 456-470, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v17.i3.pp1555-1561>. Disponível em:

<https://ijeecs.iaescore.com/index.php/IJECS/article/view/17623>. Acesso em: 08 abr. 2024.

TERRA, A. V. *et al.* Análise bibliométrica com o *software* Bibliometrix. *In: Encontro nacional de engenharia de produção*, 42., 2022, Foz do Iguaçu. *Anais [...]*. Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-9-Fluxograma-do-processo-de-mapeamento-cientifico-com-Bibliometrix_fig3_363170565. Acesso em: 31 maio 2024.

TURK, M. Using wireless and mobile technologies to enhance teaching and learning strategies. *International Journal of Technology in Education*, Ohio, v. 6, n. 4, p. 456-470, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18404/ijemst.822234>. Acesso em: 08 abr. 2024.

UNESCO. *Declaração de Salamanca sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais*. Salamanca, 1994. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139394>. Acesso em: 31 maio 2024.

YAKUBOVA, G. Teaching students with ASD to solve fraction computations using a video modeling instructional package. *Journal of Special Education Technology*, Louisville, v. 35, n. 3, p. 201-214, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103637>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891422220300676?via%3Dihub>. Acesso em: 08 abr. 2024.

YAKUBOVA, G. Virtual instruction in teaching mathematics to autistic students: Effects of video modeling and virtual environments. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, New York, v. 54, n. 1, p. 89-102, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/01626434231177875>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/01626434231177875>. Acesso em: 08 abr. 2024.

ZABALA, A. *Ensino adaptado: um caminho para a inclusão de todos*. Porto Alegre: Penso, 2018.