



Edição Especial

III Congresso Internacional de Ensino - CONIEN
Universidade do Minho - Braga, Portugal, 2024

TECNOLOGIAS DIGITAIS E ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

*DIGITAL TECHNOLOGIES AND MATHEMATICS TEACHING FOR STUDENTS
WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDER: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*

João Coelho Neto¹
Adriana Gomes Alves²
Regina Célia Linhares Hostins³

Resumo

As Tecnologias Digitais são instrumentos que podem auxiliar nos mais diversos contextos, principalmente os educacionais, visto suas potencialidades em articular conteúdos teóricos com ações midiáticas de diversos conteúdos e níveis de ensino. Com base neste contexto, o objetivo dessa revisão é investigar quais Tecnologias Digitais Educacionais estão sendo utilizadas para o ensino de Matemática com alunos com Transtorno do Espectro Autista. Para o encaminhamento metodológico, utilizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura que fornece um método objetivo para identificar as evidências existentes relacionadas a um tema de pesquisa. Os resultados apresentam que há poucos trabalhos sobre a temática, havendo somente dois trabalhos em língua portuguesa, após análise restando somente um dos 53 trabalhos identificados. Porém, gerou-se um arcabouço de tecnologias que mesmo em outros idiomas, pode possibilitar para as escolas públicas uma alternativa de recursos para serem inseridos no âmbito pedagógico inclusivo.

Palavras chave: Transtorno do Espectro Autista; Matemática; Tecnologia Digital.

¹ Universidade Estadual do Norte do Paraná - *campus* de Cornélio Procópio – UENP CCP.

² Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.

³ Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.

REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio (PR), v. 8, n. 2, p. 862-884, 2024
ISSN: 2526-9542



Abstract

The digital technologies are instruments that can help in the most diverse contexts, especially educational ones, given its potential to articulate theoretical contents with media actions of different contents and levels of education. Based on this context, the objective of this systematic review is to investigate which digital educational technology is being used to teach Mathematics with students with autism spectrum disorder. For methodological approach, a Systematic Literature Review was used, which provides an objective method to identify existing evidence related to a research topic. For the expected results, it was observed that there are few works, with only two works in Portuguese, but only one was in the scope of the 53 works identified. However, a framework of technologies was generated that, even in other languages, can provide public schools with an alternative resource to be inserted in the inclusive pedagogical scope.

Keywords: Autistic Spectrum Disorder; Mathematics; Digital Technology.

Contextualização

A Educação e o Ensino estão profundamente influenciados pelo uso das tecnologias midiáticas (Liguang, 2011). Observa-se que as crianças têm cada vez mais acesso a aplicativos interativos (*apps*) em casa e na escola (Griffith *et al.* 2020). Para Munson e Pasqual (2012) a tecnologia de entretenimento pode desempenhar um papel significativo no desenvolvimento de ferramentas digitais que levam a melhorias no tratamento de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Nesse viés, como alternativas pedagógicas, Coelho Neto, Blanco e Silva (2017, p. 1) ressaltam que as “[...] tecnologias digitais em sala de aula podem ser instrumentos que auxiliam no processo de ensino e de aprendizagem, e para a área de Educação Especial, esses instrumentos podem ainda ser ferramentas potencializadoras de aprendizagem para indivíduos com deficiências ou transtornos”.

Dessa forma, o TEA é um transtorno do neurodesenvolvimento que causa dificuldades na comunicação, na capacidade de resposta emocional e nas habilidades sociais. Conforme Schwartzman (2011, p. 37) é um “[...] transtorno do desenvolvimento de causas neurobiológicas definido de acordo com critérios eminentemente clínicos”. Pessoas com autismo são muito sensíveis e até uma pequena mudança no ambiente circundante pode desregulá-las. Em alguns momentos elas não sabem como reagir de acordo com a situação (SHOAIB *et al.*, 2017).

Shoaib *et al.* (2017) relatam que pessoas com autismo tem dificuldades em reagir com questões de mudanças; por isso, a Tecnologia da Informação pode ser

muito útil pois as ações de um software são normalmente previsíveis. O uso de recursos digitais como parte das técnicas educacionais direcionadas a pessoas autistas é uma abordagem significativa e valiosa. Essa prática mostra-se extremamente promissora, especialmente com o avanço das tecnologias de informação e comunicação disponíveis.

Goulart, Blanco e Coelho Neto (2017, p.15) compreendem que:

Inúmeros são os mecanismos de intervenção existentes para o desenvolvimento de crianças autistas; a tecnologia é um deles. Para que ocorra a inclusão de pessoas com necessidades especiais nas escolas de ensino regular, é necessário que se desenvolvam ações adaptativas com o intuito de viabilizar um currículo flexível, que atenda às necessidades de todos os discentes. A tecnologia assistiva é um instrumento que proporciona a acessibilidade e inclusão.

No Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos mentais DSM-5 (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014, p. 55) é relatado que:

[...] muitos indivíduos com Transtorno do Espectro Autista também apresentam comprometimento intelectual e/ou da linguagem (p. ex., atraso na fala, compreensão da linguagem aquém da produção). Mesmo aqueles com inteligência média ou alta apresentam um perfil irregular de capacidades. A discrepância entre habilidades funcionais adaptativas e intelectuais costuma ser grande.

Particularmente, sobre a aprendizagem da Matemática, Silva, Blanco e Coelho Neto (2021) relatam que a utilização de jogos digitais pode auxiliar no desenvolvimento da cognição numérica, visto as possibilidades de motivação e engajamento dos indivíduos no processo.

Tosti (2018) fez um mapeamento a fim de identificar objetos de aprendizagem para ensino da Matemática; em especial para alunos autistas. A plataforma WebQualis foi usada para coleta de dados – Qualis Periódicos da Plataforma Sucupira – Classificações de periódicos quadriênio 2013–2016, nos estratos A1 e A2 na área de Ensino. Como resultados, dos 26.571 estudos retornados, 1.189 possuíam em seus títulos o descritor “Matemática”, 57 possuíam o descritor “Autismo” e 25 o descritor “Objetos de Aprendizagem”. Nenhum estudo apresentou recursos didático-pedagógicos, tecnologias digitais para o ensino da Matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista. Ressalta-se que nesse trabalho, o autor identificou somente um tipo de recurso que foi o “objeto de aprendizagem”. Assim, percebe-se

uma lacuna relativa a revisão da literatura que evidencie recursos digitais para o ensino e a aprendizagem de matemática em alunos com TEA,

Com base nesses contextos, surge a primeira indagação: que tecnologias digitais podem ser utilizadas para o ensino de Matemática para estudantes com TEA, principalmente para serem utilizadas em um contexto público de ensino? A partir desse questionamento, o objetivo geral dessa revisão é mapear tecnologias digitais educacionais que podem ser utilizados para o ensino de Matemática para alunos com autismo, objetivo este que será evidenciado com tecnologias para o uso em escolas públicas brasileiras e em língua portuguesa, assim, facilitando o processo de inclusão e elaboração de atividades com esses recursos.

Este artigo foi dividido em quatro seções: a primeira contextualiza a temática, emergindo as perguntas norteadoras e o objetivo geral da pesquisa; na segunda seção, o encaminhamento da revisão é apresentado; na terceira seção, os resultados e discussões são delineados; na quarta e última seção, as considerações, ponderações e trabalhos futuros são descritos.

Encaminhamentos metodológicos

O procedimento metodológico utilizado nesta pesquisa segue as orientações de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), que visa identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa específica, área, tópico ou fenômeno de interesse. Estudos individuais que contribuem para uma RSL são chamados estudos primários; assim, a RSL é uma forma de estudo secundário (Kitchenham; Budgen; Brereton, 2015).

O processo de RSL envolve três grandes fases: planejamento, condução e apresentação dos resultados, as quais serão descritas a seguir:

1. A primeira fase, o planejamento, tem como propósito elaborar o protocolo, visando elencar as perguntas a serem respondidas e os procedimentos a serem adotados na busca e seleção de estudos, assim como extração e sumarização dos dados;

2. A segunda fase, execução da revisão, consiste em efetivamente buscar por estudos candidatos vinculados à proposta da RSL, selecionar os relevantes e extrair/sumarizar dados dos incluídos. Assim, algumas das atividades realizadas são:

- Busca por estudos candidatos: os estudos são inicialmente buscados em bases de dados com o uso das *strings* de busca;
- Seleção de estudos relevantes: os estudos retornados nas buscas são selecionados por meio da aplicação de critérios de seleção (critérios de inclusão e de exclusão);
- Extração de dados: dos estudos incluídos, são extraídos dados para serem analisados e sumarizados a fim de responderem às questões de pesquisa da RSL.

3. A terceira e última fase, apresentação dos resultados, consiste na escrita dos resultados, seja em formato de relatório técnico ou artigo científico, para distribuição aos possíveis interessados.

A RSL desenvolvida nesta pesquisa seguiu três fases previamente descritas e detalhadas a seguir.

Definição das Questões de pesquisa (QP)

A fim de investigar o estado da arte atual das tecnologias digitais gratuitas⁴ para o ensino da Matemática para alunos com TEA, foram consideradas três QP, descritas a seguir:

1. **QP1** – Quais Tecnologias Digitais (ferramentas computacionais gratuitas) estão sendo utilizadas para o ensino da Matemática para alunos com TEA?
2. **QP2** – Que tipos de Tecnologias Digitais (ferramentas computacionais gratuitas) estão sendo utilizadas no contexto escolar em língua portuguesa?⁵
3. **QP3** – Quais países estão desenvolvendo essas Tecnologias Digitais?

Essas QP foram estruturadas nas quatro facetas do **PICOC** – *Population* (População), *Intervention* (Intervenção), *Comparison* (Comparação), e *Outcome* (Resultados), conforme demonstrado na sequência.

- População: alunos da Educação Básica com TEA;
- Intervenção: Tecnologia Digital (ferramentas computacionais gratuitas) em língua portuguesa;
- Comparação: não se aplica;

⁴ Neste trabalho, definimos “tecnologias digitais gratuitas”, para os *softwares* que podem ser utilizados livremente, sem algum tipo de pagamento e que estejam disponíveis para o uso.

⁵ Neste trabalho, optou-se por analisar somente os trabalhos que estivessem em língua portuguesa, para evidenciar seu uso nas escolas públicas brasileiras, porém ressaltamos que os outros materiais mapeados podem ser utilizados, mesmo estando em outros idiomas.

- Resultados: Tecnologias Digitais (ferramentas computacionais gratuitas) existentes;
- Contexto: Rede básica de ensino; principalmente a pública.

Identificação de estudos relevantes

Kitchenham (2004) relata que existem muitas razões para realizar uma RSL. Os motivos mais comuns são: resumir a evidência existente relativa a um tratamento ou tecnologia; resumir a evidência empírica dos benefícios e limitações de um método específico; identificar lacunas na pesquisa atual, a fim de sugerir áreas para uma investigação mais aprofundada; e fornecer uma estrutura para posicionar adequadamente novas atividades de pesquisa.

Dessa forma, a RSL tem como referência a tentativa de envolver o maior número de fontes, como base de dados indexando revistas e conferências e a adoção de técnicas de busca complementares. Por isso, o processo da revisão necessita ser rigoroso e imparcial.

A fim de minimizar o viés da busca e maximizar o total de estudos identificados, foi criada uma estratégia de busca considerando a busca automática, envolvendo a elaboração da *string* de busca e seleção de fontes para a busca.

A *string* de busca foi formada em três fases. Na primeira fase, foram definidos os termos principais das três áreas fundamentais relacionadas ao tópico de pesquisa deste estudo: Transtorno do Espectro Autista, Tecnologia Digital e Matemática. Durante a segunda fase, para cada um dos termos principais foram identificados seus sinônimos. Os sinônimos de Transtorno do Espectro Autista e Tecnologia Digital foram conectados pelo operador booleano OR. Finalmente, na última fase os dois termos principais e seus sinônimos foram conectados pelo operador booleano AND, gerando as seguintes palavras-chave:

("autism" OR "autism spectrum disorder") AND ("digital technology" OR "learning object" OR "software" OR "virtual environment" OR "app" OR "game" OR "platform" OR "tool") AND ("mathematics")
--

Utilizou-se o *Scopus* <<http://www.scopus.com>>, como base de busca nesta revisão, e a busca foi realizada pelo título, resumo e palavras-chave. A escolha dessa base deu-se por ser um banco de dados de citações e resumos de fonte neutra, com

curadoria de especialistas independentes no assunto que são líderes reconhecidos em seus campos.

Nesta pesquisa, utilizar-se-á somente os trabalhos resultantes de periódicos; excluindo-se a literatura cinzenta. Feitos esses contextos, utilizou-se a plataforma Rayyan® <<https://rayyan.ai/>>, que é a base para o gerenciamento da revisão.

Seleção dos estudos relevantes

Após a execução das buscas foi iniciada a fase de seleção de estudos. Um estudo será considerado relevante no contexto desta RSL, se satisfizer os seguintes critérios de inclusão (CI): **CI_1**: O Estudo deve apresentar pelo menos uma Tecnologia Digital (ferramenta computacional gratuita) no contexto de ensino de Matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista para a Educação Básica.

O estudo será excluído ao satisfazer ao menos um dos critérios de exclusão (CE), descritos como: **CE_1**: Estudo duplicado; **CE_2**: Estudo com cinco ou menos páginas; **CE_3**: Estudo desenvolvido fora do contexto educacional; **CE_4**: Estudo escrito em idiomas diferentes do português ou inglês; **CE_5**: Estudo que não aborde o uso da Tecnologia Digital; **CE_6**: Estudo relacionado ao uso da Tecnologia Digital fora do contexto de ensino da Matemática para TEA; **CE_7**: Estudo publicado antes de 2009; **CE_8**: Estudo fora do contexto da Educação Básica; **CE_9**: Estudo secundários ou terciários; **CE_10**: Literatura cinzenta.

A seleção foi realizada por dois revisores e em duas fases, descritas a seguir:

- **Seleção inicial**: Na seleção inicial os revisores aplicaram, em conjunto, os critérios de inclusão e exclusão com base na leitura do título e resumo de cada estudo;
- **Seleção final**: Após a seleção inicial, foi realizada a seleção final, que constituiu na aplicação dos mesmos critérios de seleção através da leitura completa do texto dos estudos incluídos na fase inicial.

Extração e sumarização dos dados

Para responder às QP, foram extraídos/sumarizados dados dos estudos incluídos em três etapas. Durante a etapa 1, extraíram-se os dados encontrados nas bases de dados. Depois disso, na etapa 2, agrupou-se os dados por tópicos e, finalmente, na etapa 3 foram construídos resumos e representações visuais (tabelas, gráficos etc.) dos dados para ajudar na análise e classificação das ferramentas encontradas.

As evidências foram analisadas qualitativamente, extraindo as observações geradas pela leitura dos trabalhos extraídos do *seed set*, gerando evidências baseadas nas questões de pesquisa elaboradas nesta revisão.

Resultados e Discussão

Esta revisão sistemática visou elencar um panorama sobre quais tecnologias digitais gratuitas para o ensino da Matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista estão sendo utilizadas em contexto escolar, possibilitando que professores possam utilizar as evidências elencadas neste trabalho em suas atividades de ensino; principalmente aqueles que atuam em escolas públicas brasileiras.

Dessa forma, após a busca dos estudos, do processo de inclusão e de exclusão e da análise do conjunto de dados gerados, por meio do RAYYAN®, gerou-se os resultados de análise

Durante o processo de geração das evidências, a base de buscas SCOPUS retornou 53 trabalhos, dos quais 22 foram incluídos para a análise final, de acordo com os critérios de inclusão CI_1 e 31 foram excluídos, sendo eles: literatura cinzenta (n=16), Estudos fora do contexto de ensino de matemática para TEA (n=11), estudos secundários ou terciários (n=3) e estudos fora do contexto educacional (n=1). Essa etapa foi gerada manualmente pelos pesquisadores.

Os trabalhos mapeados seguem uma sequência, a fim de identificar seu objetivo, tecnologia desenvolvida, idioma da pesquisa/tecnologia e o país de origem, assim, gerando evidências de quais tecnologias estão sendo utilizadas para o ensino de Matemática para alunos autistas em um contexto global, podendo constituir um arcabouço de tecnologias que possam ser utilizadas, principalmente, para as escolas públicas brasileiras. Para a apresentação dos autores, optou-se por deixar todos os autores do trabalho e não aplicando o critério de et al., a fim de evidenciá-los para buscas e mapeamentos futuros dos que publicam na área foco dessa pesquisa. A seguir são apresentados os estudos selecionados:

1. Yakubova; Defayette e Chen (2022), "*Mathematics Learning Through Online Video-Based Instruction for an Autistic Child*", tem como objetivo examinar a eficácia de um pacote de intervenção de Modelagem de Vídeo (VM) (incluindo manipulação virtual e correção de erros) fornecido por meio de um ambiente virtual

síncrono para ensinar as habilidades matemáticas de adição, comparação de números e subtração para uma criança autista de cinco anos. A tecnologia gerada foi um Ambiente Virtual Manipulatives <<https://www.didax.com/math/virtual-manipulatives.html>>. O idioma apresentado na pesquisa foi o inglês e a pesquisa foi desenvolvida nos Estados Unidos da América.

2. Ntalindwa; Nduwingoma; Karangwa; Soron; Uworwabayeho e Uwineza (2021), “*Development of a Mobile App to Improve Numeracy Skills of Children with Autism Spectrum Disorder: Participatory Design and Usability Study*”. Os autores tiveram como objetivo projetar e desenvolver um aplicativo móvel mais intuitivo para melhorar as habilidades numéricas de crianças com TEA em Ruanda e avaliar sua usabilidade. O idioma apresentado foi o inglês e a pesquisa desenvolvida em Ruanda na África.

3. Shurr; Bouck; Bassette e Park (2021), “*Virtual Versus Concrete: A Comparison of Mathematics Manipulatives for Three Elementary Students With Autism*”. Este estudo apresenta uma comparação dos efeitos de manipulações concretas e virtuais na aquisição de habilidades de adição de dois dígitos e resolução de problemas de palavras de três alunos do Ensino Fundamental com TEA. A tecnologia utilizada foi o uso de material concreto e virtual. O idioma foi o inglês e pesquisa desenvolvida com pesquisadores dos Estados Unidos da América, Canadá e Singapura.

4. Gallardo-Montes; Caurcel Cara; Crisol Moya e Jarque Fernández (2021), “*Assessment of apps aimed at developing basic instrumental skills in autistic children and teenagers*”. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de aplicativos gratuitos voltados para habilidades instrumentais básicas para crianças e adolescentes com autismo, disponíveis na *Google Play Store*®. A tecnologia utilizada foi aplicativos para área de Matemática – 6 apps foram analisados: The mathematics (M) apps scored between 1 and 6, with a mean of 2.14 (SD = 1.59). Just one app, “Smile and Learn”, attained the maximum score, and only 6 apps earned half the points available (M = 3): “Smile and Learn”, “Preescolar juegos en español”, “Preescolar aprende números 123”, “Ajedrez y Matemáticas para Niños Infantil gratis”, “Autastico” and “Niño conectar los puntos libre”. Os idiomas das tecnologias foram o inglês e espanhol. A pesquisa foi desenvolvida na Espanha.

5. Bassette; Bouck; Shurr; Park; Cremeans; Rork; Miller e Geiser (2020), “*A Comparison of Manipulative Use on Mathematics Efficiency in Elementary Students*”

With Autism Spectrum Disorder". Nessa pesquisa, os autores compararam a capacidade de alunos com TEA em resolver problemas matemáticos ao usar materiais concretos e digitais, por aplicativos. A tecnologia utilizada foi material concreto e aplicativo "concrete and app-based manipulatives". O idioma é o inglês e a pesquisa foi desenvolvida nos Estados Unidos da América e Canadá.

6. Chu; Tsai; Liao; Chen e Chen (2020), "*Supporting E-Learning with Emotion Regulation for Students with Autism Spectrum Disorder*". Este trabalho teve como objetivo propor um modelo de e-learning que apresenta reconhecimento e regulação emocional para melhorar o e-learning de matemática para alunos com TEA. A tecnologia desenvolvida foi um modelo de regulação emocional e uma plataforma de e-learning de matemática. O idioma é o inglês e o país da pesquisa é Taiwan.

7. Santos; Breda e Almeida (2020), "*Promoting geometric reasoning in students with autism spectrum disorder through a digital environment*". Discorre sobre os principais resultados obtidos com crianças com TEA utilizando o ambiente digital de aprendizagem em matemática; particularmente no que diz respeito à promoção de suas capacidades matemáticas fundamentais em geometria. A tecnologia desenvolvida foi um ambiente digital *Learning Environment on Mathematics for Autistic Children (LEMA)*, o idioma é o português e foi aplicado em Portugal.

8. Triwahyuningtyas; Hudha; Tyas; Widiaty; Nandiyanto; Permanasari e Hamidah (2020), "Teaching basic mathematics and technology to elementary students with autism". Teve como objetivo descrever a aprendizagem de fração matemática para crianças autistas em escolas primárias na Indonésia. Os participantes deste estudo eram quatro alunos da quarta série em uma das escolas primárias particulares na Indonésia, ou seja, a escola primária em Muhammadiyah Malang, alunos estes com autismo, deficiência mental e capacidade de aprendizado lento. Para coletar os dados, o estudo implementou um teste de QI e um pré-teste aos alunos e uma entrevista aos professores. Os resultados do estudo concluíram que os conceitos de fração podem ser ensinados a crianças com autismo na quarta série. Além disso, este estudo descobriu que aprender os conceitos matemáticos básicos (incluindo fração) pode ser ensinado às crianças autistas com o auxílio de mídia e jogos concretos. O idioma está em inglês e o país de aplicação foi a Indonésia.

9. Mohd; Shahbodin; Sedek e Samsudin (2020), com a produção "*Game based learning for autism in learning mathematics*", tiveram como objetivo desenvolver uma aprendizagem baseada em jogos para crianças autistas na aprendizagem de

matemática básica. A tecnologia desenvolvida foi o jogo e o idioma está em inglês, país da pesquisa Malásia.

10. Bouck; Maher; Park e Whorley (2020), “*Learning fractions with a virtual manipulative based graduated instructional sequence*”. Este estudo explorou a sequência instrucional virtual-abstrata (VA) com relação à aquisição e manutenção de comportamentos de fração para três alunos do ensino médio com deficiência intelectual leve e/ou autismo. A tecnologia desenvolvida foi uma sequência instrucional virtual-abstrata (VA), o idioma é o inglês e o país de aplicação foram os Estados Unidos da América.

11. Jimenez e Besaw (2020), “*Building early numeracy through virtual manipulatives for students with Intellectual Disability and Autism*”. Neste estudo os autores usaram uma sondagem múltipla de caso único em habilidades matemáticas iniciais de numeramento, com replicação no design do aluno. A tecnologia aplicada foi manipulativos virtuais incorporados em um contexto de história para obter três habilidades iniciais de numeramento. Está no idioma inglês e os países de estudo foram os Estados Unidos da América e a Austrália.

12. Jung; Lee; Cherniak e Cho (2020), “*Non-sequential Learning in a Robotics Class: Insights from the Engagement of a Child with Autism Spectrum Disorder*”, este estudo de caso focou o processo de aprendizagem em robótica de Mark (um pseudônimo), um aluno latino-americano da segunda série diagnosticado com transtorno do espectro autista. As descobertas revelaram que Mark usou um processo de consulta não sequencial preenchido com explorações gratuitas repetitivas e consultas expandidas inesperadas sobre o sensor de luz. Este processo de investigação não sequencial destacou que o uso manipuladores robóticos era a maneira distinta de Mark explorar o sensor de luz. Seu processo de investigação não sequencial emergiu de seu envolvimento tácito e se expandiu para sua compreensão sofisticada e holística do sensor de luz. Discutiui-se as implicações para um programa educacional de robótica que atenda a crianças pequenas com diversas necessidades e características, os autores disponibilizaram o trabalho no idioma inglês e a pesquisa foi realizada nos Estados Unidos da América.

13. Bennett; Gallup; Chambers e Ray (2020), “*Designing inclusive STEM learning experiences for adolescents with Autism Spectrum Disorder: leveraging robotics to support discourse*”. Nesta produção, os autores apresentaram como os robôs podem ser usados para projetar o aprendizado de ciência, tecnologia,

engenharia e matemática (STEM) que seja inclusivo e envolvente para adolescentes com transtorno do espectro autista (TEA). A tecnologia utilizada foi Robôs, o idioma foi o inglês e a aplicação ocorreu nos Estados Unidos da América e Austrália.

14. Arshad; Hashim; Mohd Ariffin; Mohd Aszemi; Low e Norman (2020), "*Robots as Assistive Technology Tools to Enhance Cognitive Abilities and Foster Valuable Learning Experiences among Young Children with Autism Spectrum Disorder*". Os autores tiveram como objetivo examinar a eficácia dos robôs como ferramentas de aprendizado de tecnologia assistiva (TA) para crianças com transtorno do espectro do autismo (TEA). A tecnologia utilizada foi LEGO Mindstorms EV3. Um robô foi construído e programado para ensinar o conceito básico de valor posicional em matemática. Foi disponibilizado no idioma inglês e a pesquisa foi realizada na Malásia.

15. Shah e Jameel (2019), "*Emotional Intelligence Assessment Tool for Children with Autism Spectrum Disorder*", trabalho que visou projetar uma ferramenta protótipo que pode avaliar a inteligência emocional e a cognição social de crianças com TEA. A ferramenta faz uso de pistas visuais para apresentar cenários que evocam emoções e avalia o resultado, gerando como tecnologia um Protótipo/Ambiente. O idioma está na língua inglesa e o país da pesquisa foi o Paquistão.

16. Weng e Bouck (2019), "*Comparing the effectiveness of two app-based number lines to teach price comparison to students with autism spectrum disorders*". Este estudo investigou os efeitos de pistas visuais adicionais (ou seja, pontos) comparando dois tipos de condições de linhas numéricas baseadas em aplicativos: linhas numéricas com e sem pontos. A tecnologia utilizada foi o desenvolvimento de um aplicativo no idioma inglês e o país da pesquisa foram os Estados Unidos da América.

17. Bassette; Shurr; Cremeans; Bouck e Park (2019), "*Comparison of concrete and app-based manipulatives to teach subtraction skills to elementary students with autism*". Os autores visaram comparar o uso de manipuladores concretos e baseados em aplicativos para ensinar alunos do Ensino Fundamental com TEA a resolverem problemas de subtração. A tecnologia aplicada foi um aplicativo "concrete and app-based manipulatives". A tecnologia está em inglês e a pesquisa desenvolvida nos Estados Unidos da América.

18. Marino; Becht; Vasquez; Gallup; Basham e Gallegos (2019), "*Enhancing Secondary Science Content Accessibility With Video Games*". Com esse

trabalho destacam pesquisas atuais relacionadas ao uso de videogames como um meio de aumentar a acessibilidade cognitiva e social de materiais curriculares de ciências - em particular, videogames que atendem às necessidades de alunos com deficiência de alta incidência nas séries de 5 a 12 que participam em salas de aula inclusivas. Após uma discussão sobre os desafios enfrentados por esses alunos, os autores apresentam uma estrutura de implementação de videogame que permite aos professores de educação especial incorporarem, efetivamente, os videogames em sua prática educacional. A tecnologia foi os videogames. No trabalho, há um rol de tecnologias gratuitas e pagas que podem ser utilizadas para diversas áreas do conhecimento. O idioma é o inglês e sua aplicação foi nos Estados Unidos da América.

19. Santos; Breda e Almeida (2017), "*Design approach of mathematics learning activities in a digital environment for children with autism spectrum disorders*". Este trabalho tem como objetivo propor um conjunto de atividades de aprendizagem para o desenvolvimento do protótipo para promover o raciocínio matemático em alunos com autismo. A tecnologia desenvolvida foi um protótipo, está em português e o país da pesquisa é Portugal.

20. Gallup; Little; Serianni e Kocaoz (2017), "*The potential of virtual environments to support soft-skill acquisition for individuals with autismo*". Os autores analisaram quais são as experiências sociais de jovens universitários com TEA, matriculados em uma trilha STEM, ao participarem de um ambiente de jogo online (MMORPG). Tecnologia desenvolvida foi um jogo, está em inglês e o país da pesquisa foi Estados Unidos da América.

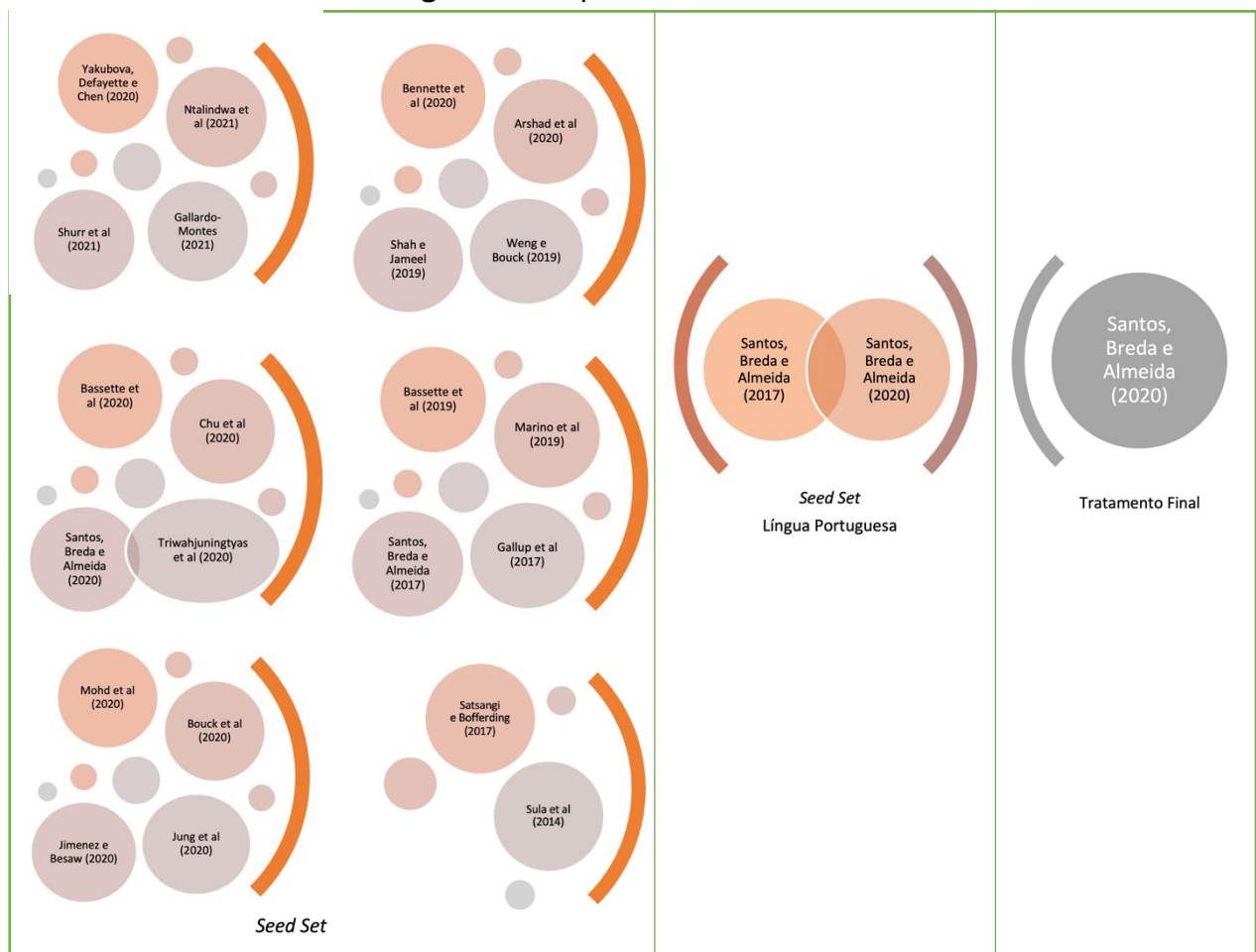
21. Satsangi e Bofferding (2017), "*Improving the Numerical Knowledge of Children with Autism Spectrum Disorder: The Benefits of Linear Board Games*". Os autores tiveram como objetivo um estudo piloto onde 10 crianças jogaram um jogo de tabuleiro em que moviam fichas em blocos coloridos exibindo os números de 1 a 10. Durante o jogo, os alunos do grupo experimental se concentraram nos números das peças, enquanto o grupo de controle se concentrou nas cores. A avaliação consistia em uma tarefa de estimativa de linha numérica, na qual os alunos colocavam números de 1 a 9 em uma linha numérica em branco. A tecnologia desenvolvida foi Jogos, está em inglês e a pesquisa foi realizada nos Estados Unidos da América.

22. Sula; Spaho; Barolli e Miho (2014), com "*A Proposed framework for combining smart environment and heuristic diagnostic teaching principles in order to assess students' abilities in math and supporting them during learning*", visaram propor

o uso do ambiente inteligente baseado em Internet das Coisas (IoT), tecnologia P2P e princípios de ensino de diagnóstico heurístico para identificarem habilidades de aprendizagem em matemática e traços criativos para alunos diagnosticados com transtorno do espectro autista (TEA). A tecnologia desenvolvida foi um ambiente virtual, o idioma é o inglês e o país da pesquisa o Japão.

A Figura 1 mostra, de forma sucinta, os trabalhos mapeados e sua conexão com a evidência analisada, assim possibilitando ter uma visão macro dos dados encontrados e gerando respostas para a **QP1** – Quais Tecnologias Digitais (ferramentas computacionais gratuitas) estão sendo utilizadas para o ensino da Matemática para alunos com TEA? e **QP2** – Que tipos de Tecnologias Digitais (ferramentas computacionais gratuitas) estão sendo utilizadas no contexto escolar em língua portuguesa?

Figura 1 – Mapeamento dos resultados



Fonte: Os autores

O interessante de uma revisão é poder verificar o todo e, assim, analisar o que os outros países estão utilizando e pesquisando. Nessa pesquisa, pode-se observar trabalhos de vários países, tais como Estados Unidos da América, Canadá, Singapura, Taiwan, Malásia, Austrália, Paquistão, Japão, Portugal e Brasil e em vários idiomas, como o inglês, espanhol e português.

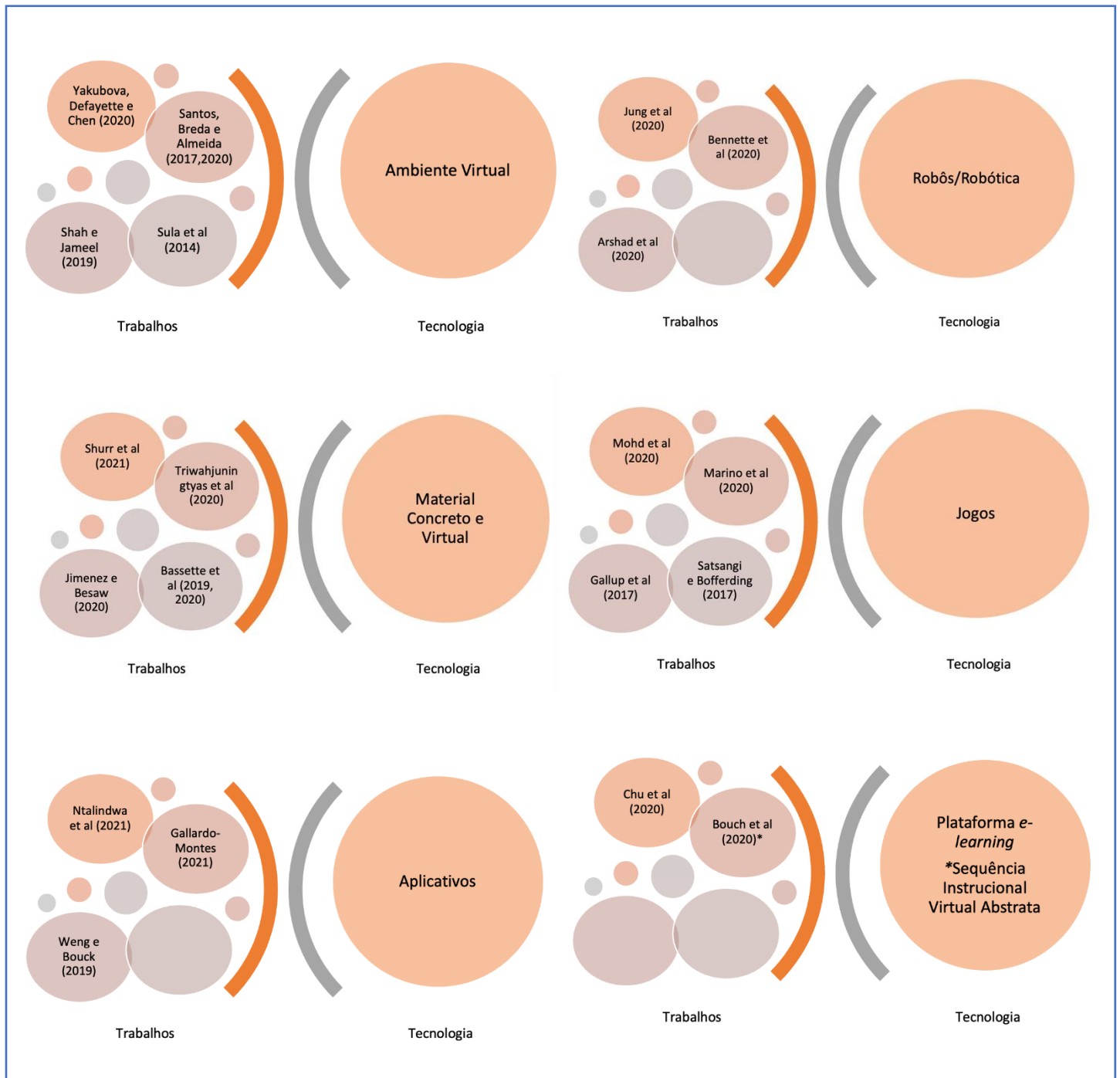
Após mapear os países que estão no rol dos trabalhos desenvolvidos, observou-se que as tecnologias desenvolvidas circularam-se nos seguintes materiais: Ambiente Virtual e Plataformas *e-learning*, Aplicativos, Material Concreto e Virtual, Jogos, Robôs e Sequências Virtuais, conforme pode ser visualizado pela Figura 2. As categorias agrupadas nessa etapa da pesquisa seguiram as nomenclaturas definidas pelos autores.

Durante os relatos das evidências, observou-se que a maioria das tecnologias foi ambientes virtuais, materiais concretos e virtuais e jogos, além de plataformas *e-learning*, sequências, aplicativos e robótica conforme observado pela Figura 2.

Dessa forma, ao mapear quais tecnologias digitais educacionais podem ser utilizadas para o ensino de Matemática para alunos com autismo, objetivo este que será evidenciado com tecnologias para o uso em escolas públicas brasileiras, apoiar-se-á em dois trabalhos de Santos, Breda e Almeida (2020; 2017), que são trabalhos com evidências em língua portuguesa, facilitando, assim, o uso nas escolas públicas brasileiras. Ressalta-se, porém, que não significa que os trabalhos não analisados nessa revisão não sejam importantes e que não possam ser utilizados; apenas que, nesse protocolo, será evidenciado os que estiverem em língua portuguesa, facilitando, desta maneira, o processo de inserção no público-alvo dessa pesquisa, deixando como evidências e para trabalhos futuros as outras pesquisas.

Santos, Brenda e Almeida (2017) propõem um protótipo de ambiente digital com recursos de adaptação dinâmica, projetado para oferecer atividades voltadas para o desenvolvimento do raciocínio matemático em crianças de 6 a 12 anos, diagnosticadas com TEA. Além de apresentar estratégias que podem ser usadas, o artigo, com base na revisão da literatura e nos resultados de um estudo preliminar, apresenta resultados relativos à proposta de um conjunto de atividades de aprendizagem para o protótipo em desenvolvimento, especificamente vocacionado para promover o raciocínio matemático em alunos com TEA, traçando diretrizes para pesquisas futuras.

Figura 2 – Mapeamento tecnologias encontradas



Fonte: Os autores

Assim, esse trabalho descreve as atividades de aprendizagem geométrica propostas para o ambiente digital de aprendizagem matemática para crianças autistas denominado de LEMA, o qual será descrito em Santos, Brenda e Almeida (2020).

No percurso do artigo, os autores apresentam *guidelines* para interface de acessibilidade para pessoas com autismo, abordando as definições descritas pelos

usuários finais e os sistemas de requisitos e a abordagem de *design* do LEMA e, assim, trazendo o percurso das atividades propostas pelo sistema.

Os autores descrevem as dificuldades de raciocínio matemático de algumas crianças com TEA e propõem um conjunto de atividades específicas que podem ser usadas para superar essas dificuldades de ensinar Matemática utilizando tecnologia para alunos autistas, assim, podendo favorecer o desenvolvimento do raciocínio matemático.

O trabalho de Santos, Brenda e Almeida (2020) tem como objetivo relatar os principais resultados obtidos com crianças com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA)⁶ utilizando o ambiente digital *Learning Environment on Mathematics for Autistic Children* (LEMA) desenvolvido, particularmente, no que se refere à promoção das suas capacidades matemáticas fundamentais em Geometria. Nesse artigo os autores apresentam opções metodológicas e os resultados obtidos ao uso do ambiente digital LEMA.

O LEMA incorpora 32 atividades baseadas num conjunto de funções que permitem a manipulação direta de itens visuais, conforme apresenta a Figura 3, extraída de Santos, Brenda e Almeida (2020).

Figura 3 – Tela do LEMA



Fonte: Santos, Brenda e Almeida (2020, p. 382)

Esse é um protótipo de uma avaliação inicial. Procedimentos foram sendo ajustados para a versão final, a fim de melhorar e permitir as reformulações para que as atividades possam promover o desenvolvimento de capacidades matemáticas.

⁶ Os pesquisadores dessa revisão, optaram por deixar a nomenclatura utilizada pelos autores da pesquisa ao usarem a nomenclatura Perturbação do Espectro do Autismo (PEA); porém, nessa revisão utiliza-se Transtorno do Espectro Autista (TEA).

Ressalta-se que o ambiente está em adaptação e que os autores informam que serão implementados os reajustes apontados, seguidos de posterior validação com usuários com TEA.

Desse modo, verificou-se as possibilidades que podem ser exploradas e inseridas em sala de aula e mesmo que neste artigo a abordagem seja para um contexto brasileiro, ele possibilita uma expansão, visto o rol de trabalhos que foram mapeados que podem ser analisados e articulados em um contexto educacional para o ensino de Matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista, mesmo estando em outros idiomas.

Desse modo, Souza e Silva (2019) vêm corroborar ao mencionarem que o desenvolvimento de um trabalho pedagógico com tecnologias digitais, juntamente com a mediação do professor, pode favorecer a prática de ações inclusivas para que as singularidades dos alunos com Transtorno do Espectro Autista não se tornem motivos de sua exclusão no ambiente escolar

Assim, os recursos elencados podem vir a auxiliar no contexto escolar nos mais diversos níveis de ensino, como destacado por Coelho Neto e Blanco (2017), Coelho Neto, Marcomini e Bueno (2019), Kientz et al. (2013), Coelho Neto, Blanco e Silva (2017), Coelho Neto *et al.* (2017), Bueno e Coelho Neto (2018), Shoaib *et al.* (2017) e outros autores observados nessa revisão, que corroboram que as tecnologias digitais vêm auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem nos variados contextos educacionais.

Considerações Finais

Observou-se que o uso das Tecnologias Digitais vem favorecer o processo de ensino e de aprendizagem, desde que planejado e organizado para um determinado objetivo

Para esse primeiro questionamento, surge outro: Será que há prejuízo no ensino? Isso é uma abordagem que esse artigo não consegue responder, porque prejuízo pedagógico é muito mais do que o uso de alguma metodologia em um contexto escolar, deixando, aqui, propostas para futuras indagações e pesquisas sobre a temática com alunos que possuem algum tipo de transtorno do neurodesenvolvimento.

Para o segundo questionamento, se há recursos tecnológicos que visam auxiliar nesse contexto?, para o contexto final, em português, observou-se o ambiente LEMA. Porém por meio das análises, observou-se várias ferramentas que podem ser contextualizadas para o ensino de Matemática para alunos com Transtorno do Espectro Autista em um contexto mundial, visto analisar quase todos os continentes, trazendo evidências dos seguintes países: Estados Unidos da América, Canadá, Singapura, Taiwan, Malásia, Austrália, Paquistão e Japão.

Assim, o objetivo geral dessa revisão foi mapear tecnologias digitais educacionais que podem ser utilizados para o ensino de Matemática para alunos com autismo, objetivo este que pode ser inserido para o uso em escolas públicas brasileiras.

Evidencia-se que esta revisão visou contribuir com o ensino público, principalmente o brasileiro, pois pode elencar possibilidades a serem utilizadas por professores atuantes das escolas públicas que são carentes de recursos midiáticos; principalmente para esse público de alunos.

Essa pesquisa não termina nessa revisão, visto a possibilidade de analisar as tecnologias encontradas em outros países, conforme elencado na pesquisa, além da análise dos materiais excluídos por estarem na literatura cinzenta que acumula a quantidade de 16 trabalhos a serem analisados.

Agradecimentos

Estágio Pós-doutoral em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí.

Referências

ADAMS, R.J.; SMART, P.; HUFF, A.S. Shades of Grey: Guidelines for Working with the Grey Literature in Systematic Reviews for Management and Organizational Studies. **International Journal of Management Reviews**, 19: p. 432-454. 2017. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12102>

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais** [recurso eletrônico]: DSM-5 / [American Psychiatric Association; tradução: Maria Inês Corrêa Nascimento ... et al.] ; revisão técnica: Aristides Volpato Cordioli ... [et al.]. – 5. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2014.

ARSHAD, N. *et al.* Robots as Assistive Technology Tools to Enhance Cognitive Abilities and Foster Valuable Learning Experiences among Young Children With Autism Spectrum Disorder. **IEEE Access**, 8, p. 116279-116291, 2020.

BASSETTE, L. *et al.* A Comparison of Manipulative Use on Mathematics Efficiency in Elementary Students With Autism Spectrum Disorder. **Journal of Special Education Technology**, 35(4), p. 179-190, 2020.

BASSETTE, L. *et al.* Comparison of concrete and app-based manipulatives to teach subtraction skills to elementary students with autism. **Education and Training in Autism and Developmental Disabilities** - Volume 54, Issue 4, p. 391-405, 2019.

BENNETT, C.A. *et al.* Designing inclusive STEM learning experiences for adolescents with Autism Spectrum Disorder: leveraging robotics to support discourse. **International Perspectives on Inclusive Education**, Volume 14, 2020, p. 125-140, 2020.

BOUCK, E.C. *et al.*, A. Learning fractions with a virtual manipulative based graduated instructional sequence. **Education and Training in Autism and Developmental Disabilities**. Volume 55, Issue 1, March 2020, p. 45-59, 2020.

BUENO, C. K.; COELHO NETO, J. Objetos de Aprendizagem e o Ensino de Matemática: possíveis aproximações. **Revista Ciências & Ideias**. v.9, n.2 maio/agosto, p. 115-125, 2018.

CHU, H. *et al.* (2020). Supporting E-Learning with Emotion Regulation for Students with Autism Spectrum Disorder. **Educational Technology & Society**, 23(4), p. 124-146, 2020.

COELHO NETO, J. *et al.* Autismo e Tecnologia: um mapeamento sobre as tecnologias para auxiliar o processo de aprendizagem. **PRIMUS VITAM**, v. Extra, p. 1-6, 2017.

COELHO NETO, J.; BLANCO, M. B. O Uso Das Tecnologias Digitais Educacionais Para Auxiliar Pessoas Com Discalculia: Uma abordagem no contexto educacional. **ESPACIOS (CARACAS)**, v. 38, p. 29-38, 2017.

COELHO NETO, J.; BLANCO, M.B.; SILVA, J.A. O uso da gamificação e dificuldades matemáticas: possíveis aproximações. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 15, n.1, julho, p.1-9, 2017.

COELHO NETO, J.; MARCOMINI, J.T.S.; BUENO, L.G. O uso das Tecnologias Digitais em contextos de ensino: Scratch, Logo e Objetos de Aprendizagem. **Research, Society and Development**. n.8, v.12, p. 1-16, 2019.

COOK, A. *et al.* Towards automatic screening of typical and atypical behaviors in children with autism. **Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics, DSAA 2019** - Volume 0, Issue 0, 2019. p. 504-510.

- FERRARI, F.C. *et al.* Identificação de Estudos. *In:* FELIZARDO, K.R.; NAKAGAWA, E.Y.; FABBRI, S.C.P.F.; FERRARI, F. C.F. **Revisão sistemática de literatura em engenharia de software: teoria e prática.** 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017, p. 31-50.
- GADIA, C. Aprendizagem e Autismo. *In:* ROTTA, N.T.; OHLWEILER, R.S.R. (org.) **Transtorno da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016, p. 440-449.
- GALLARDO-MONTES, C. *et al.* Assessment of Apps Aimed at Developing Basic Instrumental Skills in Autistic Children and Teenagers. **Mathematics (Basel)**, 9(9), 1032, 2021.
- GALLUP, J. *et al.* The potential of virtual environments to support soft-skill acquisition for individuals with autism. **Qualitative Report** - Volume 22, Issue 9, p. 2509-2532, 2017.
- GOULART, J. C.; BLANCO, M. B.; COELHO NETO, J. O Jogo Digital em Tecnologia Touch como Instrumento de Aprendizagem para Criança Autista. **ESPACIOS (CARACAS)**, v. 38, p. 15-23, 2017.
- GRIFFITH, S.F. *et al.* Apps as learning tools: A systematic review. **Pediatrics** - Volume 145, Issue 1, p. -, 2020.
- JIMENEZ, B.A.; BESAW, J. Building early numeracy through virtual manipulatives for students with intellectual disability and autism. **Education and Training in Autism and Developmental Disabilities** - Volume 55, Issue 1, p. 28-44, 2020.
- JUNG, S.E. *et al.* Non-sequential Learning in a Robotics Class: Insights from the Engagement of a Child with Autism Spectrum Disorder. **Tech Know Learn** 25, p. 63–81, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9394-8>
- KIENTZ, J.A. *et al.* Interactive Technologies for Autism: A Review. **Synthesis lectures on assistive, rehabilitative, and health-preserving technologies**, 2(2). Morgan & Claypool, p. 1-177, 2013.
- KITCHENHAM, B.; BUDGEN, D.; BRERETON, P. A. **Evidence-Based Software Engineering and Systematic Reviews: 4.** Ed. 1. Chapman and Hall/CRC, 2015.
- LIGUANG, Z. The influence of multimedia technology on foreign language teaching. *In:* **2011 International Conference on Multimedia Technology**, Hangzhou, 2011, pp. 6596-6598. doi: 10.1109/ICMT.2011.6002059.
- MARINO, M.T. *et al.* Enhancing Secondary Science Content Accessibility With Video Games. **Teaching Exceptional Children** - Volume 0, Issue 0, p.-, 2019.
- MOHD, C.K.N.C.K *et al.* Game based learning for autism in learning mathematics. **International Journal of Advanced Science and Technology**. Volume 29, Issue 5, 10 April 2020, p. 4684-4691, 2020.

MUNSON, J.; PASQUAL, P. Using Technology in Autism Research: The Promise and the Perils. **Computer**, vol. 45, no. 6, p. 89-91, June 2012.

NAJEEB, R.S. *et al.* Gamified smart mirror to leverage autistic education – Aliza. ICAC 2020 - **2nd International Conference on Advancements in Computing, Proceedings** - Volume 0, Issue 0, 2020, p. 428-433

NTALINDWA, T. *et al.* Development of a Mobile App to Improve Numeracy Skills of Children With Autism Spectrum Disorder: Participatory Design and Usability Study. **JMIR Pediatrics and Parenting**, 4(3), E21471, 2021.

RAYYAN. **Faster Systematic Review**. 2022. Disponível em: <https://www.rayyan.ai>. Acesso em: 26 dez. 2022.

SANTOS, M.I.; BREDA, A; ALMEIDA, A.M. Design approach of mathematics learning activities in a digital environment for children with autism spectrum disorders. **Education Tech Research Dev** 65, p. 1305–1323, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9525-2>

SANTOS, M.I.G.; BREDA, A.M.R.A.; ALMEIDA, A.M.P. Promover o Raciocínio Geométrico em Alunos com Perturbação do Espectro do Autismo através de um Ambiente Digita. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 34, n. 67, p. 375-398, ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a02>

SATSANGI, R.; BOFFERDING, L. Improving the Numerical Knowledge of Children with Autism Spectrum Disorder: The Benefits of Linear Board Games. **Journal of Research in Special Educational Needs** - Volume 17, Issue 3, p. 218-226, 2017.

SCHWARTZMAN, J.S. Transtorno do Espectro do Autismo: conceito e generalidades. In: SCHWARTZMAN, J.S; ARAUJO, C.A **Transtorno do espectro do autismo**. São Paulo: Memnon, 2011, p. 37-42.

SCOPUS. **Scopus Fact Sheet 2022**. 2022 Disponível em: https://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0017/114533/Scopus-fact-sheet-2022_WEB.pdf. Acesso em: 26 dez. 2022.

SHAH, N.; JAMEEL, F. Emotional Intelligence Assessment Tool for Children with Autism Spectrum Disorder. **International Journal of Learning** - Volume 5, Issue 3, p. 213-219, 2019.

SHOAIB, M. *et al.* The role of information and innovative technology for rehabilitation of children with Autism: A Systematic Literature Review. *In*: **2017 17th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA)**, Trieste, 2017, p. 1-10.

SHURR, J. *et al.* Virtual Versus Concrete: A Comparison of Mathematics Manipulatives for Three Elementary Students With Autism. **Focus on Autism and Other Developmental Disabilities**, 36(2), p.71–82. 2021. <https://doi.org/10.1177/1088357620986944>

SILVA, J. A.; BAZAN, M. B.; COELHO NETO, J. JEEDMA: a utilização de um jogo eletrônico educacional gamificado para o desenvolvimento da cognição numérica. **ACTIO**, Curitiba, v. 6 n. 1, p. 1-19, jan/abr. 2021.

SOUZA, A.C.; SILVA, G.H.G.; Autism Spectrum Disorder and Mathematics Education: Possibilities with Students from Elementary School. **Inclusive Mathematics Education: State-of-the-Art Research from Brazil and Germany** - Volume 0, Issue 0, 2019, p. 295-313.

SULA, A *et al.* A Proposed framework for combining smart environment and heuristic diagnostic teaching principles in order to assess students' abilities in math and supporting them during learning. **Mediterranean Journal of Social Sciences** - Volume 5, Issue 2, p. 187-196, 2014.

WENG, P.-L.; BOUCK, E.C. Comparing the effectiveness of two app-based number lines to teach price comparison to students with autism spectrum disorders. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology** - Volume 14, Issue 3, p. 281-291, 2019.

WINOTO, P. *et al.* A mathematical and cognitive training application for children with autism: A system prototype. **Communications in Computer and Information Science** - Volume 851, Issue 0, 2018, p. 114-119.

XU, L.; LIU, Z. The Study on the Application of Multimedia Technology in College Basketball Teaching. *In: 2009 Second International Conference on Education Technology and Training*, Sanya, 2009, p. 83-85. doi: 10.1109/ETT.2009.5

YAKUBOVA, G.; DEFAYETTE, M.; CHEN, B. Mathematics Learning Through Online Video-Based Instruction for an Autistic Child. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, 1-13, 2022.