



Simuladores de Realidade Mista no Desenvolvimento de Competências na Formação Inicial do Educador Matemático: Elucidações e Questionamentos *

Mixed Reality Simulators in the Development of Skills in the Initial Training of Mathematical Educators: Clarifications and Questions

Sandra Cristina Martini Rostirola¹

Elisa Henning²

Ivanete Zuchi Siple³

Luciane Mulazani dos Santos⁴

Resumo

Este estudo, caracterizado como uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), traz uma investigação relacionada ao uso dos simuladores de realidade mista na formação inicial dos professores que ensinam Matemática. Em uma abordagem exploratória, foram buscados artigos que tratassem da temática dentro da concepção de desenvolvimento de habilidades e competências dos docentes. Assim, foram encontrados vinte e três artigos analisados por meio de uma abordagem quanti-qualitativa, os quais permitiram conhecer os aspectos de formação docente relacionados à importância do feedback do formador de professores sobre o desempenho do futuro docente no momento da experimentação; à possibilidade de desenvolver práticas de alta alavancagem; além da transposição de aprendizagem para situações reais de trabalho, destacando habilidades de gestão da sala de aula, que envolvem metodologias de ensino-aprendizagem, linguagens e atitudes. O estudo abriu possibilidades para futuras pesquisas, permitindo reflexões e questionamentos sobre as formas emergentes de formação inicial de educadores numa perspectiva tecnológica.

*Submetido em 07/10/2022 - Aceito em 10/04/2023

¹Mestre em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias. Técnica em Assuntos Educacionais no Instituto Federal Catarinense. Bolsista do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina, Brasil – E-mail: sandra.rostirola@ifc.edu.br

²Doutora em Engenharia de Produção. Professora do departamento de Matemática da Universidade do Estado de Santa Catarina - Centro de Ciências Tecnológicas, Joinville (SC), Brasil – E-mail: elisa.henning@udesc.br

³Doutora em Engenharia de Produção. Professora do departamento de Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ciências, Matemática e Tecnologias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil – E-mail: ivanete.siple@udesc.br

⁴Doutora em Educação, Professora Associada da Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Humanas e da Educação, Florianópolis (SC), Brasil – E-mail: luciane.mulazani@udesc.br

Palavras-chave: Formação inicial de professores. Ensino de Matemática. Simuladores de realidade mista. Tecnologia. Práxis docente.

Abstract

This study, characterized as a Systematic Literature Review (SLR), investigates the use of mixed reality simulators in the initial education of mathematics teachers. In an exploratory approach, we searched for articles that dealt with the theme within the development of teaching skills and competencies frame. The analysis of the 23 articles found, through a quantitative-qualitative approach, allowed to identify the aspects of teacher education related to the importance of feedback from teacher educators on the performance of future teachers at the time of experimentation; the possibility of developing high leverage practices; in addition to translating learning into real work situations, highlighting classroom management skills, such as those involving teaching- learning methodologies, languages, and attitudes. The results open possibilities for future research, allowing reflections and questions related to the emerging forms of initial teacher education from a technological perspective.

Keywords: Initial teacher education. Mathematics teaching. Mixed reality simulators. Technology. Teaching práxis.

1 INTRODUÇÃO

A velocidade das transformações atuais em termos de construção e difusão do conhecimento, juntamente à evolução em termos tecnológicos sugerem mudanças cognitivas em toda sociedade e, especialmente, na educação. Nesse sentido, a formação docente precisa acompanhar essa evolução paradigmática, sendo necessário refletir sobre um movimento nos cursos de formação de professores capaz de avaliar novos métodos e tecnologias digitais emergentes.

Entretanto, apesar do uso de tecnologias digitais nas esferas públicas e empresariais, além do grande número de pesquisas e experiências em sala de aula, o uso de tecnologias na Educação Matemática e o seu impacto sobre os currículos ainda são muitos limitados (DRIJVERS; WEIGAND, 2010). De acordo com esses autores as razões para isso podem ser várias, mas talvez a questão mais importante seja o fator tempo.

A mudança Educacional precisa de tempo e requer uma evolução, em vez de uma revolução. Introduzir novos elementos, como novas tecnologias – significa desenvolver novos conceitos, conectando estes conceitos aos antigos, fazendo formação inicial e continuada de professores, testando e avaliando estes novos conceitos em investigações empíricas longitudinais. (DRIJVERS; WEIGAND, 2010, p. 666, Tradução livre).

Nesse sentido, D’Ambrosio (1993) já comentava que as pesquisas sobre a formação de professores mostravam indícios de que, em geral, o educador “ensina da maneira como lhe foi ensinado”. Dada à importância desse aspecto, podemos refletir sobre novas formas de desenvolvimento dos saberes docentes por meio da tecnologia digital, fornecendo possibilidades para os futuros educadores desenvolverem seus saberes e competências de forma reflexiva e dialógica. Outrossim, a integração das tecnologias digitais nas práticas dos futuros professores oferece alternativas complementares ao modelo de estágio tradicional que, em alguma medida, pode se limitar às experiências empíricas.

As alternativas tecnológicas relacionadas à formação docente perpassam o uso de ferramentas de caráter cotidiano, tais como: câmeras de vídeo para gravações de aulas, jogos virtuais e, até mesmo, simuladores de realidade mista. Esses tratam de programas de computador que possibilitam simular ambientes pedagógicos e, por meio da interação homem-tecnologia, oportunizam o desenvolvimento de habilidades intrínsecas à profissão docente.

Um exemplo de simulador de realidade mista é o TeachLive⁵, que surgiu em 2006 e foi desenvolvido na University of Central Florida com o objetivo de ser utilizado na formação de professores. Esse ambiente permite a “encenação” de aulas e até mesmo de reuniões com pais, possibilitando “ensaiar” habilidades pedagógicas. Do ponto de vista técnico, trata-se de um programa de computador que simula alunos virtuais em uma sala de aula. Esses alunos são comandados por um ator treinado, pertencente à própria Universidade, chamado de “interator”. As lições, falas e situações de aprendizagem são solicitadas antes para serem posteriormente

⁵Há a versão comercial “Mursion” (<https://ecumursion.simplybook.me>), a qual também traz uma sala de aula simulada.

representadas pelo interator. As personalidades dos alunos também são requeridas previamente pelo usuário, para que a interação com os avatares esteja em conformidade com os objetivos de formação.

Os equipamentos necessários para uso do TeachLive são: um espaço (sala de aula) equipado com um computador com acesso à internet, um projetor, webcam, caixas de som e um sistema baseado em jogos de rastreamento humano que permitem que você use todo o seu corpo para participar fisicamente do jogo, dando ilusão de aproximação e de distanciamento do aluno avatar. A Figura 1 ilustra uma sala de aula virtual propiciada pelo TeachLive.

Figura 1 – Sala de aula simulada no TeachLive



Acervo dos autores (2022).

Nessa sala de aula, o participante da simulação vê um avatar (ou até cinco, conforme planejamento solicitado) em uma tela, e o agente, conectado por uma linha de Skype e vendo o participante por uma webcam, retrata os movimentos e os diálogos do avatar. As falas do agente fazem parte de um script pré-estabelecido, conforme já mencionado. Os avatares possuem personalidades específicas, permitindo a criação de cenários de simulação diferenciados, considerando problemas de aprendizagem, disciplina e alunos com deficiência. As sessões podem ser direcionadas conforme a necessidade, com maior ou menor grau de dificuldade, considerando classes com trabalho pedagógico mais complexo ou mais ameno. Há também a possibilidade de encenar reuniões com pais avatares.

Durante as sessões é possível “pausar a sala de aula”, o que permite que o treinador ou o formador de professores possa intervir quando o docente participante estiver enfrentando alguma dificuldade e sugerir outras maneiras para o educador proceder. Com essas novas informações em mente, o professor pode continuar de modo a desenvolver confiança em como responder a situações semelhantes em uma sala de aula real (DIEKER *et al.*, 2014)).

Por meio dessas aulas simuladas, o futuro educador tem a possibilidade de desenvolver suas habilidades de comunicação com os alunos, de adaptação de linguagem às possíveis dificuldades, de transposição didática dos conteúdos, de resolução de conflitos, e de confiança em suas habilidades para gestão da sala de aula.

Dessa maneira, a alternativa da utilização de uma simulação em realidade mista envolve o fortalecimento dos métodos de abordagem do professor junto aos alunos, no ensino de conteúdos e na resolução de situações do cotidiano educacional (BILLINGSLEY; SCHEUERMANN, 2014), permitindo uma interação construtiva da teoria obtida na universidade com a prática profissional antes da inserção nos ambientes educacionais reais.

Contudo, de acordo com Billingsley *et al.* (2019), o conhecimento científico sobre o uso de tecnologias de realidade virtual imersivas ainda é reduzido quando consideramos a perspectiva da formação de professores. Para Felkel e Dickmann (2022), a utilização e a pesquisa dos ambientes virtuais como os simuladores de realidade mista na formação de docentes é recente, sobretudo no Brasil. Por outro lado, a sua utilização pode ser uma potencial ferramenta para a formação dos futuros professores, possibilitando aos docentes simular contato com diversos contextos educacionais, incluindo os menos frequentes. Entretanto, os autores supramencionados asseveram ainda que é essencial que os pesquisadores apontem de forma clara como esses ambientes virtuais de formação são constituídos, como afetam o usuário e como o indivíduo se sente ao utilizá-los.

Nesse sentido, a presente Revisão Sistemática de Literatura (RSL) investigou em artigos científicos como é a abordagem do uso de simuladores de realidade mista na formação de professores, em particular daquele que ensina Matemática. O objetivo foi elencar as limitações e potencialidades dos simuladores, permitindo avaliar a extensão dos estudos teóricos sobre a temática e sua colaboração na construção de saberes docentes.

O texto foi dividido em quatro seções: uma introdução que abordou aspectos conceituais e técnicos dos simuladores, a metodologia que explicitou o planejamento e as formas de condução das análises, uma terceira seção contendo as discussões dos dados, e na quarta, as considerações finais. O estudo englobou 23 artigos que permitiram explorar de uma forma introdutória a utilização dos simuladores na formação inicial docente com delimitação ao ensino de Matemática. Para além de permitirem assertivas conclusivas, os dados possibilitaram abrir um leque de questionamentos que evocam a ampliação dos estudos.

2 RSL: CONSTRUÇÕES METODOLÓGICAS

O tema em questão traz indagações que vão desde a mera curiosidade de funcionamento de uma tecnologia pouco conhecida como os simuladores, até seu potencial na aplicação na formação de professores, uma vez que já existem mecanismos com o objetivo de formação em áreas como a Aeronáutica e medicina, e pode chegar até discussões no âmbito da filosofia, sobre as futuras possibilidades da inteligência artificial. Diante do exposto, o planejamento dessa RSL visa explorar a temática de maneira introdutória, sintetizando as ideias e contribuições de um conjunto de obras iniciais que permitiram escutar os primeiros acordos do cenário atual das pesquisas sobre simuladores de realidade mista, sendo possível vislumbrar caminhos para futuros estudos.

A abordagem da pesquisa com uma RSL possibilita explorar um tema realizando uma análise crítica sintética, conforme a definição de Costa e Zoltowski (2014, p.56): “a revisão sistemática é um método que permite maximizar o potencial de uma busca, encontrando o maior número possível de resultados de uma maneira organizada”. Essa otimização de resultados permite explorar tendências e concepções. Assim, seguindo um protocolo, é possível esboçar cenários que podem ser utilizados em um estudo posterior ou para entendimento de um determinado momento de um objeto em estudo. Assim, concebeu-se um protocolo baseado nos estudos de Kitchenham (2004), que demonstram a importância de ter uma sistemática prévia que guie o processo de revisão, esboçando os passos da pesquisa.

Desse modo, buscando investigar as possibilidades pedagógicas do uso de simuladores de realidade mista na formação inicial de professores, especialmente os que ensinam Matemática, foram definidas diretrizes para a pesquisa que levaram em conta os meios e fontes a serem utilizadas, as palavras-chaves aplicadas a essas fontes, os critérios para inclusão e exclusão dos textos e o momento de análise propriamente dito.

Quanto às fontes de pesquisa, foram utilizados artigos provenientes do Portal de Periódicos da CAPES, cujas publicações foram disponibilizadas na internet com acesso por meio da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). A RSL foi sistematizada para responder ao seguinte questionamento: como é a abordagem dos simuladores de realidade mista na formação inicial dos professores que ensinam Matemática?

A seleção das palavras-chave é uma parte determinante de uma revisão sistemática, pois delinea todo o corpus da pesquisa. Costa e Zoltowski (2014) afirmam que “as palavras-chave sintetizam os conceitos ou as variáveis principais em um determinado estudo”. Portanto, a opção por essas palavras se deu por representarem o objetivo exploratório desse estudo, uma vez que a temática ainda tem pouco destaque na literatura educacional em termos nacionais. Desse modo, buscou-se diretamente o termo “Simuladores de Realidade Mista” nos idiomas português e inglês, como forma de abranger o maior número de contextos possíveis. Quanto aos termos “TeachLive” e “Mursion” incluídos no estudo, tratam-se respectivamente das nomenclaturas acadêmica e comercial do equipamento usado para a simulação em realidade mista, conforme descrito na introdução, obtido em sondagens anteriores, durante a fase de planejamento da RSL. As palavras-chave poderiam estar localizadas em quaisquer partes do texto.

Quanto ao recorte temporal, foi considerado o intervalo de 2010-2020. Este espaço de tempo foi escolhido por representar uma maior probabilidade de encontrar obras científicas publicadas sobre a temática, uma vez que o início das pesquisas na Universidade da Flórida data de 2006. Os dados foram coletados no mês de setembro de 2020.

Nessa primeira análise foi obtido o quantitativo de 121 textos, conforme a classificação relacionada às palavras-chave especificadas na Tabela 1, que dão indícios do contexto geral no qual são utilizados os simuladores de realidade mista.

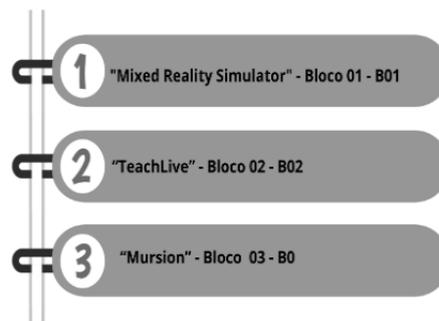
Tabela 1 – Quantitativo dos textos encontrados em primeira análise

Palavra-chave e recorte temporal - inclusão de artigos	Ocorrência
"Simulador de realidade mista"	0
"Mixed Reality Simulator"	25
TeachLive	68
Mursion	28
Total	121

Fonte: Acervo dos autores (2022).

Os artigos foram categorizados em blocos de acordo com as palavras-chaves, sendo definidos conforme exposto na Figura 2.

Figura 2 – Nomenclatura dos blocos



Acervo dos autores (2022).

Não foi considerado na categorização o termo "Simulador de realidade mista" em língua portuguesa, pois não houve ocorrência de textos na aplicação dos filtros de inclusão. Após consolidado o conjunto das obras que vieram a compor o primeiro momento da RSL, foram aplicados, um após o outro, os Critérios de Exclusão (CE), como ilustra a Figura 3.

Figura 3 – Critérios de Exclusão



Acervo dos autores (2022).

Dessa maneira, num segundo momento foram retirados do conjunto da pesquisa os textos que ocorreram de forma repetida (CE- I), sendo obtidos cento e oito textos, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Exclusão dos artigos repetidos - CE – I

Blocos	Total	Permaneceram
B01	25	23
B02	68	66
B03	28	19
Total	121	108

Fonte: Acervo dos autores (2022).

Posteriormente, conforme expresso na Tabela 3, aplicando ainda os critérios de exclusão CE – II (exclusão de textos que não foram encontrados na forma integral) e CE – III (texto não encontrado na forma de artigo científico⁶), sendo obtido um total de quarenta e três artigos.

Tabela 3 – Aplicação dos critérios de exclusão C - II e C – III

blocos	Retirados na aplicação de CE - II	Retirados na aplicação de CE - III	Permaneceram na pesquisa
B01	11	2	10
B02	35	4	27
B03	12	1	6
TOTAL	58	7	43

Fonte: Acervo dos autores (2022).

Para a formação do conjunto de análise ainda se recorreu a um último critério de exclusão (CE - IV) que permitiu avaliar os artigos quanto à temática, sendo considerados aqueles que tratavam da formação de professores para a atuação nos meios educacionais na modalidade de Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação Especial, ou nomenclaturas similares quando relacionados às pesquisas internacionais. Diante desses aspectos chegamos aos resultados expressos na Tabela 4.

Tabela 4 – Aplicação dos critérios de exclusão CE – IV

Blocos	Retirados	Permaneceram
B01	10	0
B02	6	21
B03	4	2
TOTAL	20	23

Fonte: Acervo dos autores (2022).

⁶Nesse critério foram retirados os editoriais eventualmente filtrados.

A leitura do resumo das pesquisas permitiu avaliar se os simuladores foram utilizados para atuação docente na Educação Básica (nomenclatura trazida pela legislação brasileira) ou se as práticas eram usadas na consolidação de competências e habilidades em outras ciências e profissões. Assim, os textos excluídos tratavam de simulações para área da medicina, medicina veterinária, treinamentos em psicologia, abordagens em tecnologia de simulação (equipamentos), fisioterapia, possibilidades de formação relacionada à entrevista para vagas de emprego e estudo de linguagens.

Os vinte e três textos resultantes da aplicação do protocolo utilizado, todos em língua inglesa, foram analisados por meio de métodos quanti-qualitativos, inscrevendo a pesquisa na tipologia denominada Métodos Mistos (CRESWELL; CLARK, 2013). Os mesmos serão nomeados pela letra A seguida de numeração cardinal de 1 a 23, conforme delineado no Quadro 1.

Quadro 1 – Títulos e autoria dos artigos em análise

Denominação	Título, autor e ano
A1	Meaningful Practice: Generalizing Foundation Teaching Skills From TLE TeachLivE™ to the Classroom- Dawson e Lignugaris/Kraft (2017).
A2	Individualized Clinical Coaching in the TLE TeachLivE Lab: Enhancing fidelity of implementation of system of least prompts among novice teachers of students with autism- Garland, Holden e Garland (2016).
A3	How TeachLivE™ Transformed Our Teaching Practices in Reading Education and Pre-Service - Kelley e Wenzel (2019).
A4	Learning From Virtual Students. (TLE TeachLivE)- Dieker <i>et al.</i> (2014).
A5	A Mixed Reality Simulation Offers Strategic Practice for Pre-Service Teachers- Dalinger <i>et al.</i> (2020).
A6	The Potential of Simulated Environments in Teacher Education: Current and future possibilities- Dieker <i>et al.</i> (2014).
A7	The Use of Visual-based Simulated Environments in Teacher Preparation - Judge <i>et al.</i> (2013).
A8	Teacher Coaching in a Simulated Environment – Cohen <i>et al.</i> (2020)).
A9	Using a Mixed-Reality Environment to Train Special Educators Working With Students With Autism Spectrum Disorder to Implement Discrete Trial Teaching - Fraser <i>et al.</i> (2020).
A10	Teachlive™ Rehearsals: One hbcu’s study on prospective teachers’ reformed instructional practices and their mathematical affect - Khalil <i>et al.</i> (2016).
A11	Reducing Behavior Problems Among Students with Autism Spectrum Disorder: Coaching teachers in a mixed-reality setting - Pas <i>et al.</i> (2016).
A12	Using Technology to Enhance Feedback to Student Teachers – Gibson e Musti-Rao (2016).
A13	Digitized Historical Content for Teaching: Library of congress primary sources training - Kowalsky (2020).
A14	Simulated Provocations: A hypermedia radio theatre for reflection on classroom management - Arvola <i>et al.</i> (2018).
A15	Improving Teaching Quality for Students with Disabilities: Establishing a warrant for teacher education practice - Brownell <i>et al.</i> (2020).
A16	Using Virtual Technology to Enhance Field Experiences for Pre-Service Special Education Teachers - Billingsley e Scheuermann (2014).
A17	The Role of Teacher Preparation in Promoting Evidence-Based Practice in Schools - Scheeler, Budin e Markelz (2016).
A18	Enhancing Teacher Education with Simulations - Kaufman e Ireland (2016)
A19	The Role of Practice and Feedback for Developing Teacher Candidate’s Opportunities to Respond Expertise - Sayeski <i>et al.</i> (2019).
A20	Collaborative Studio Experiences between South Korean and American Pre-Service Teachers: A case study of designing culturally-responsive virtual classroom simulation - Park, Ryu e McChesney (2019).
A21	A Continuum of Pedagogies for Preparing Teachers to Use High-Leverage Practices - Brownell <i>et al.</i> (2019).
A22	Celebrating Teachers: Educators who situate learning within the reality of classrooms and life circumstances - Risko (2012).
A23	21st Century Change Drivers: Considerations for constructing transformative models of special education teacher development - Rock <i>et al.</i> (2016)

Fonte: Acervo dos autores(2022).

A primeira fase do estudo teve como escopo a utilização da estatística descritiva e análise exploratória dos dados para contextualizar os artigos em termos de temporalidade e tipo de pesquisa. Nessa análise quantitativa foi realizada ainda a construção de um cluster, ilustrado por um dendrograma (gráfico de similaridades), para analisar a aproximação entre as obras de

modo a, posteriormente, fundamentar a análise qualitativa realizada na segunda fase do estudo. Para efeitos de explicação técnica foi utilizada a classificação hierárquica aglomerativa, sendo utilizado o método de aglomeração de Ward e a distância euclidiana simples. Foram testados os diversos valores para aglomerativos hierárquicos k para verificar qual oferecia uma otimização dos agrupamentos de características presentes no texto.

O dendrograma permitiu explorar os estudos quanto às concepções e formas de abordagem do simulador de realidade mista como ferramenta na formação inicial docente, traçando um panorama da utilização dessas tecnologias no desenvolvimento de competências e habilidades profissionais. No último detalhamento foi abordado seu impacto na formação inicial do professor que ensina Matemática.

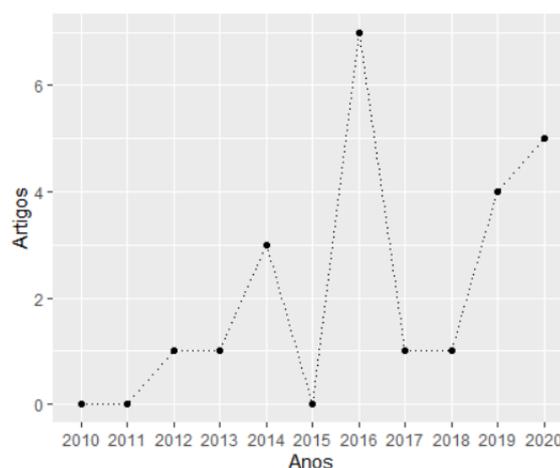
3 DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS

Procurou-se contextualizar os estudos na esfera dos aspectos temporais, metodológicos e práticos por meio de uma avaliação descritiva dos artigos incluídos, a fim de traçar um panorama da abordagem dos simuladores de realidade mista na formação inicial do professor que ensina Matemática.

3.1 Contextualização dos artigos

O primeiro aspecto observado nos artigos foi a temporalidade, de forma que o recorte temporal de 2010 até o mês de setembro de 2020 incluísse as primeiras evidências da utilização dos simuladores de realidade mista, bem como as mais recentes. A Figura 4 ilustra esses aspectos.

Figura 4 – Gráfico: Número de artigos publicados por ano



Acervo dos autores (2022).

A amostra demonstrou uma concentração de artigos em 2016, indicando um amadure-

cimento das pesquisas do início da década e a própria participação da Universidade da Flórida nas conferências anuais ocorridas a partir de 2013 sobre o simulador TeachLive. No entanto, por considerar apenas uma única ferramenta de busca de artigos, não é possível inferir se o ano de 2016 foi um diferencial na expansão da pesquisa nesse sentido, sendo necessárias mais observações.

Quanto à abordagem do problema da pesquisa, dezesseis artigos (70%) tiveram construções qualitativas, três (13%) apresentavam abordagens quantitativas e quatro (17%) envolviam métodos mistos. As pesquisas que se referem às obras em estudo são de ordens variadas e perpassam desde estudos de caso, como experimentações intervencionistas, até relatos de experiência e revisões de literatura.

A interpretação dos estudos contidos nos artigos traduz uma preocupação com as concepções práticas do uso de simuladores para a formação inicial docente. Não obstante, por motivos diversos, não ocorreram acompanhamentos longitudinais dos docentes que participaram dos experimentos, de forma a avaliar a transposição de aprendizagem do modelo controlado para situações de sala de aula, sendo sugeridas apenas avaliações por meio de entrevistas.

No que tange às modalidades educacionais, a amostra é constituída por sete artigos voltados para educação especial, um artigo que traz a gestão escolar, englobando formas de trabalhar com as famílias dos alunos no quesito linguagem e gatilhos de condução das reuniões de pais, e um artigo de formação especificamente do professor de Matemática. Os demais trazem particularidades relativas às competências de formação inicial em todas as áreas no que concerne à prática profissional. Esse recorte de pesquisa permite inferir que é possível trabalhar com os simuladores de realidade mista em diversas áreas e concepções, integrando as habilidades necessárias para as vivências do futuro educador e ampliando reflexões sobre a prática.

Por se tratar de uma abordagem em métodos mistos (CRESWELL; CLARK, 2013) os textos foram organizados em categorias para uma análise qualitativa posterior, observando suas intersecções e avaliando os reflexos dos usos da tecnologia de simulação na formação de educadores. Assim, foram elencados cinco atributos presentes ou ausentes nos textos analisados, conforme listado no Quadro 2.

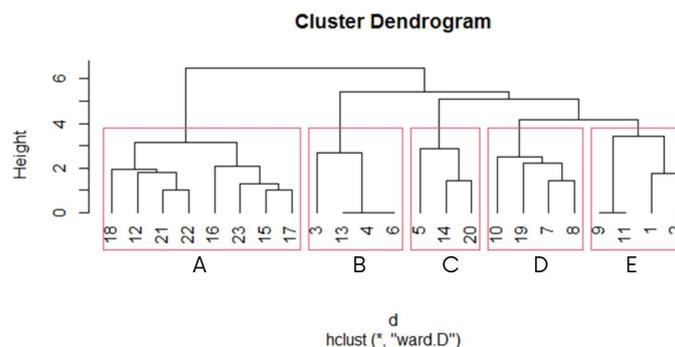
Quadro 2 – Descrição das categorias e atributos

CATEGORIA DO ATRIBUTO	ATRIBUTO
Tipo de tecnologia presente no artigo	Mursion
	TeachLive
	Simuladores virtuais ou outros
Uso que se fez da tecnologia no artigo	Formação para educação especial
	Formação geral
	Gestão de ensino
	Formação Matemática
	Formação Técnica
Abordagem da pesquisa	Quantitativa
	Qualitativa
	Métodos mistos
O texto cita o uso de “Práticas Baseadas em Evidências ⁷ ” na área educacional.	Presença ou ausência no texto
Aporte teórico utilizado	Presença ou ausência no texto

Fonte: Acervo dos autores(2022).

Os cinco atributos foram quantificados, sendo identificados como 0 para ausência do atributo e 1 para presença e, posteriormente, esses dados foram inseridos no programa estatístico R (R Core, 2021), sendo aplicada a análise de clusters - técnica estatística que permite a classificação de elementos homogêneos em um mesmo grupo e os que se distinguem em grupos diferenciados. Os agrupamentos obtidos estão apresentados graficamente no dendrograma da Figura 5.

Figura 5 – Dendrograma: Agrupamentos obtidos para a análise qualitativa



Fonte: Os autores (2022).

Os artigos, numerados conforme Quadro 1, são apresentados em agrupamentos (A, B,

⁷A Educação baseada em evidências se refere à consideração e uso do conhecimento oriundo de áreas de pesquisa científica para fundamentar e informar boas práticas em Educação de modo que os educadores possam identificar práticas que funcionam para a maior parte dos alunos. (ORSATI *et al.*, 2015, p. 16).

C, D, E) na Figura 5, permitindo uma avaliação categorial por meio da análise descritiva dos mesmos. A próxima seção traz a análise qualitativa dos agrupamentos.

3.2 Análise dos agrupamentos direcionados pelo cluster

As análises resultaram na categorização em cinco agrupamentos, analisados a seguir, tendo como parâmetro a abordagem dos simuladores de realidade mista na formação inicial de professores e com uma delimitação para professores que ensinam Matemática.

AGRUPAMENTO A (ARTIGOS A18, A12, A21, A22, A16, A23, A25 E A17 - CONFORME O QUADRO 1)

Os textos do agrupamento A tratam de artigos com propostas de revisão de literatura que discorrem sobre estratégias para o desenvolvimento de práticas na formação inicial do educador, podendo ser subdivididos em dois subgrupos: os que tratam de formação geral e os que tratam de formação em educação especial. Esse agrupamento aborda os mecanismos de simulação como uma maneira de preparar os docentes em sua formação inicial, permitindo o desenvolvimento de habilidades chamadas de “alta alavancagem” (tradução livre) e discutindo seu impacto na resolução de problemas típicos, como a desmotivação para continuar na profissão.

a) Os que tratam de formação geral:

O artigo de Risko (2012), denominado A22, descreve as potencialidades da simulação de realidade mista para a formação docente, como as concepções de aprendizagem colaborativa. Algumas conclusões de (RISKO, 2012, p. 3) apontam que o feedback do professor formador, como colaboração e prática orientada, é uma das contribuições mais relevantes nos caminhos formativos possibilitados pela simulação em realidade mista.

As conclusões gerais indicam que existem vários caminhos para aumentar a eficácia do professor e nenhuma solução rápida para preparar os professores para tarefas desafiadoras. Também aprendemos com a pesquisa que alguns recursos da formação de professores são particularmente robustos. Três desses recursos estão associados às oportunidades de colaboração com mentores e pares, prática sustentada e orientada de novos métodos de ensino com feedback preciso e resolução de problemas coletiva e localizadamente. (RISKO, 2012, p.3, Tradução livre).

Quanto ao artigo A21 (BROWNELL *et al.*, 2019), são descritas práticas como: aprendizagem por meio de estudos de caso, ensaio, análise de vídeo, simulações de realidade virtual, *coaching*, estudo de lição e cursos alinhados com experiências de campo que permitem melhorar

as competências dos docentes em formação inicial. Brownell, nesse artigo, tece considerações no sentido de observar que o uso dessa tecnologia demanda despesas contínuas, uma vez que os atores devem ser treinados para responder ao vivo como avatares nas diferentes simulações de ensino. Também prevê que as simulações desencadearão à médio prazo o uso da inteligência artificial “[...] reduzindo assim os custos contínuos associados às simulações de realidade virtual mista. Assim, os benefícios potenciais das simulações de RV podem superar os custos associados”. (BROWNELL *et al.*, 2019, p. 346).

No que diz respeito ao A18 (KAUFMAN; IRELAND, 2016), são abordados questionamentos sobre a formação de professores por meio de dramatizações simuladas, no desempenho e transposição de aprendizagem para a sala de aula real. Também é mostrado o uso de simulações em medicina cuja abordagem propõe um estudo da prática que beneficie mais os pacientes, exaltando a importância das simulações na prática docente e defendendo seu uso, em detrimento do custo do experimento.

O A12 (GIBSON; MUSTI-RAO, 2016) trata de uma pesquisa que visa mostrar algumas tecnologias de formação inicial para dar feedbacks aos docentes em formação, dentre elas, o TeachLive. O feedback é tema de outros artigos, evidenciando a importância das manifestações dos formadores de docentes nas circunstâncias da formação inicial.

b) Os que tratam da modalidade educação especial

O segundo subgrupo traz revisões relativas à formação em educação especial. Desse modo, os artigos A16, A23, A15 e A17 englobam práticas de simulações em revisões de literatura que cobrem práticas relacionadas ao docente que atuará na educação especial.

No A16 (BILLINGSLEY; SCHEUERMANN, 2014) encontra-se uma revisão literária onde as autoras avaliam 14 artigos relacionados ao uso de tecnologias de formação inicial para o futuro professor de educação especial, discorrendo sobre objetivos do estudo, participantes, métodos, variáveis e resultados. As autoras consideram como limitadores o baixo número de artigos, e afirmam que há espaço para muitas pesquisas na área, possibilitando o encontro de indicadores de qualidade para a formação dos educadores. As autoras defendem também que a tecnologia pode ser usada para superar os obstáculos do fornecimento de experiências de aprendizagem significativas para professores em formação.

O uso de jogos de vídeo, simulações cibernéticas e tecnologias de realidade virtual permitem que os professores de formação inicial tenham o benefício de aprender as práticas recomendadas para fornecer instrução de qualidade e gerenciamento de sala de aula em um ambiente controlado. [...] As tecnologias permitem aos futuros professores a capacidade de experimentar e interagir virtualmente em vários tipos de ambientes de ensino. Além disso, essas tecnologias podem expor os alunos às muitas dimensões do comportamento e a uma gama de respostas possíveis dos alunos ao uso de diferentes tipos de técnicas de gerenciamento de comportamento pelos professores. (BILLINGSLEY; SCHEUERMANN, 2014, p.269, Tradução livre).

No A23 (ROCK et al., 2016) são abordados os desafios persistentes e não resolvidos nas maneiras como os profissionais de educação especial podem alavancar suas competências de acordo com os paradigmas do século XXI, visando melhorar os resultados para alunos com deficiências. São explicadas a situação legal e os percalços do professor da educação especial, sugerindo novas formas de propiciar uma formação de qualidade, tornando a profissão ainda mais atrativa e reduzindo o problema de deserção da área. Traz também o Teachlive e as práticas colaborativas, envolvendo a gestão da sala de aula através do conceito de “práticas baseadas em evidências” para o trabalho educacional. (vide nota 01).

Quanto ao A15 (BROWNELL *et al.*, 2020), por meio de uma revisão de literatura que engloba pesquisas relevantes relacionadas à formação de professores de educação especial de 2010 a 2019, são abordadas estratégias pedagógicas e tecnologias como *podcasts*, simuladores de realidade virtual e mista, além de programas de treinamento como eCoaching (Bug-in-Ear - BIE) que poderiam ser usadas em experiências de trabalho de campo oferecidas em escolas, comunidades, clínicas ou programas de tutoria.

No artigo A17 encontram-se apontamentos sobre a problemática da formação inicial docente na área da educação especial, defendendo que “é fundamental que os programas de preparação de professores busquem continuamente a missão de preparar educadores especiais eficazes”. (SCHEELER; BUDIN; MARKELZ, 2016, p. 171, Tradução livre). Assim, traz algumas possibilidades dentro da universidade, como agrupamentos instrucionais variados nas salas de aula da faculdade, ensino recíproco, aprendizagem cooperativa ou outras estratégias mediadas por pares, podcasts de aquisição de conteúdo e ambientes de ensino simulados, evidenciando que a tecnologia TeachLive tem grande potencial para a formação inicial docente.

Fornecer aos professores de formação inicial experiências em sala de aula de universidade que levem a uma compreensão mais profunda de que práticas educacionais eficazes podem afetar sua capacidade de dominar essas abordagens em taxas mais altas de uso e incorporar tais práticas em seu ensino. (SCHEELER; BUDIN; MARKELZ, 2016, p. 179, Tradução livre).

AGRUPAMENTO B (ARTIGOS A3, A13, A4, A6 - CONFORME O QUADRO 1)

São pesquisas que englobam experimentação de tecnologias para a formação inicial geral docente e que incluem os simuladores de realidade mista.

O A3 (KELLEY; WENZEL, 2019) aborda uma pesquisa de campo que usa o simulador TeachLive como possibilidade para trabalhar habilidades de docentes na gestão do ensino, especificamente em uma reunião de pais. Esse aspecto é muitas vezes deixado de lado na formação inicial docente, mas traz impactos para as estratégias com os estudantes, em fragilidades de aprendizagem e indisciplina escolar.

O artigo A13 (KOWALSKY, 2020) descreve os resultados globais da aplicação de um projeto que visava proporcionar aos docentes o contato e a manipulação de arquivos históricos digitais para uso em sala de aula. Ressalta também a tecnologia como opção para a formação de

professores, citando o simulador de realidade mista TeachLive como ambiente virtual que possibilita o desenvolvimento das habilidades dos docentes e orienta os processos de aprendizagem com mais confiança e motivação.

O A4 (DIEKER *et al.*, 2014) descreve o funcionamento do simulador TeachLive e defende seu uso como uma estratégia para organizar discussões abertas e superar problemas como a indisciplina, além da gestão de sala de aula. Em sua abordagem inicial encontra-se uma experiência fictícia de sala de aula onde uma professora iniciante (Sra. Henrich) busca explicar um conteúdo a uma turma de adolescentes que se mostram indisciplinados: “a Sra. Henrich elogia Ed enquanto ela respira fundo e luta contra as lágrimas. Ao passo que seu treinador diz: ‘Pausar a aula!’” (DIEKER *et al.*, 2014, p. 54)

O excerto acima ilustra que algumas situações em sala de aula podem ser antecipadas ao docente em formação, propiciando que esse, quando em situação real, opte pela reação mais assertiva dentro do ato educativo. A possibilidade de pausar a aula fornecida pelo simulador oportuniza reorientar o futuro educador, além de dar feedback sobre sua atuação – a correção do caminho até a proficiência da habilidade se dá no momento da aula em si. O simulador também propicia que o docente em formação conheça algumas características dos alunos com dificuldade de aprendizagem e até mesmo deficiências, para que seja possível desenvolver formas de apresentação do conteúdo dentro desse contexto. Além disso, as metodologias estudadas teoricamente na universidade podem ser testadas.

Quanto ao A6 (DIEKER *et al.*, 2014), é feita uma descrição das simulações e sua importância na formação de professores. Mostra como foram concebidas a partir de tecnologia militar, e traz alguns pontos que convergem para avaliação das contribuições dos simuladores para a formação docente, como suspensão da descrença e feedback imediato. Além disso defende que:

[...] os professores que se envolvem nessas experiências de ambiente virtual que contêm todos os três componentes encontrados em outras disciplinas irão melhorar o conhecimento do conteúdo do aluno e atender às suas necessidades individuais, bem como melhorar o conhecimento pedagógico e de conteúdo do professor. (DIEKER *et al.*, 2014, p.28, Tradução livre).

AGRUPAMENTO C (ARTIGOS A5, A14, A20 - CONFORME O QUADRO 1)

Traz artigos que se inscrevem na tipologia de estudo de caso, tratando de simulações em realidade virtual e mista com alternativas tecnológicas diferenciadas.

O artigo A20 (PARK; RYU; MCCHESENEY, 2019) traz uma experiência de intercâmbio de ideias relacionadas aos ambientes simulados entre professores dos EUA e da Coreia do Sul. O objetivo deste estudo de caso foi descrever um estúdio de design colaborativo de simulação de sala de aula conforme as perspectivas culturais de cada país, considerando ambientes culturalmente responsivos.

O artigo A5 (DALINGER *et al.*, 2020) trata de um estudo de caso qualitativo que propõe

analisar a percepção de professores em formação a respeito da experiência com o simulador de realidade mista Mursion. Os autores propõem que o uso de simuladores permite uma aprendizagem por transferência, isso é, conceitos aprendidos com os simuladores são utilizados no ambiente de sala de aula real e na reflexão sobre a prática, defendendo um posicionamento teórico freireano de valorização da práxis.

O A14 (ARVOLA *et al.*, 2018) aborda a simulação SIMPROV, aliando aspectos de jogo, rádio e teatro na construção de uma simulação para trabalhar a gestão da sala de aula, no intuito de oferecer possibilidades de formação inicial ao educador, inspirada no SIMSCHOOL⁸ e no TeachLive. Arvola *et al.* (2018, p. 110) reflete no artigo A14 que o dispositivo tem limitações relacionadas à presencialidade: “[...] discutir não é como estar na sala de aula tomando decisões em tempo real. Isso significa que se pode dizer que tem baixa validade representacional”.

AGRUPAMENTO D (ARTIGOS A10, A19, A7, A8 - CONFORME O QUADRO 1)

Com experimentos que envolviam análises em métodos mistos relacionados às simulações com o TeachLive, o agrupamento D traz como diferencial a presença da reflexão docente a respeito de sua prática. Isso quer dizer uma conciliação da técnica proporcionada pela tecnologia da simulação com a práxis, como alternativa epistemológica para a formação de professores.

O artigo A10 (KHALIL *et al.*, 2016) foi o único a trazer especificamente o educador que ensina Matemática. A pesquisa foi baseada em uma experiência com onze professores em formação para atuar no ensino fundamental na disciplina de Matemática. Esse artigo será analisado minuciosamente na seção que trata especificamente do educador matemático.

O artigo A19 (SAYESKI *et al.*, 2019) busca mensurar o resultado de práticas de formadores em programas de preparação de professores que tenham como escopo o desenvolvimento de competências do futuro educador. Esse artigo dá ênfase ao feedback imediato do formador possibilitado pelo simulador TeachLive. O termo feedback, citado 83 vezes no A19, se refere ao retorno avaliativo por parte do formador de educadores no momento da prática.

O artigo A7 (JUDGE *et al.*, 2013) avalia aspectos relacionados à formação de professores treinando comportamentos desejáveis em estudantes avatares com uso do TeachLive. A pesquisa envolveu seis docentes do ensino médio que treinaram formas de se conseguir comportamento desejáveis por meio de reforço positivo.

Cohen *et al.* (2020), no artigo A8, realizam um experimento quanti-qualitativo que investiga se o fornecimento de treinamento entre sessões práticas em cursos de formação de professores leva a um desenvolvimento mais rápido de habilidades e mudanças nas crenças dos educadores sobre o comportamento dos alunos, usando simulações de realidade mista como um espaço de prática e plataforma de avaliação padronizada.

⁸Jogo de simulação virtual para docentes desenvolverem habilidades profissionais.

AGRUPAMENTO E (ARTIGOS A9, A11, A1, A2 CONFORME O QUADRO 1)

Agrupamento que contém essencialmente experiências para a educação especial, citando a “prática baseada em evidência” e vieses teóricos específicos.

O artigo A9 (FRASER *et al.*, 2020) tem como objetivo investigar os efeitos de treinamento didático unidirecional com adição de treinamento em um ambiente de realidade mista (TeachLive) na implementação de métodos para ensino de alunos no espectro autista. O diferencial desse estudo é que ele se ocupa de docentes que precisam melhorar sua prática, conforme avaliação anteriormente realizada. Outra característica é que o estudo dá retorno ao educador quando inserido no ambiente real para mensurar a eficácia do experimento.

Pas *et al.* (2016) enfatizam no artigo A11 um experimento voltado para práticas direcionadas à formação para o trabalho com estudantes autistas, onde o Techlive pode oferecer uma infinidade de oportunidades de desenvolvimento de habilidades para professores, bem como para alunos, se aplicado e examinado posteriormente. Pas *et al.* (2016, p. 124) concluem quanto a contribuição positiva desse mecanismo:

Este simulador pode oferecer uma infinidade de oportunidades de desenvolvimento de habilidades para professores, bem como para alunos, se aplicado e examinado posteriormente. Com os desenvolvimentos tecnológicos emergentes na educação, este estudo é oportuno e único. Pas *et al.* (2016, p.124, Tradução livre).

Dawson e Lignugaris/Kraft (2017) descrevem no artigo A1 algumas possibilidades de melhora na proficiência de habilidades relativas à prática de docentes da educação especial com a utilização do TeachLive. Trata-se de um ambiente de aprendizagem classificado como “poderoso” para professores novatos, porque os instrutores podem controlar a complexidade do ambiente instrucional ao mesmo tempo que fornecem um ambiente seguro para os educadores praticarem o ensino básico e as habilidades de gerenciamento ou rotinas instrucionais mais complexas.

Quanto ao A2 (GARLAND; HOLDEN; GARLAND, 2016), trata-se de um experimento para educação especial que demonstra que os simuladores de realidade mista contribuem positivamente na preparação de professores para alunos com deficiências graves e profundas. Os autores enfatizam que os formadores de docentes poderiam melhorar a preparação para a próxima geração de educadores em serviço e em formação, introduzindo simulações e ambientes virtuais nos currículos.

Ampliando as discussões sobre as convergências entre os agrupamentos, as palavras-chaves (traduzidas do inglês) dos artigos, quando analisadas a partir de um word cloud, nos dão alguns pontos para discussão relacionada à abordagem dos simuladores de realidade mista dentro da esfera da formação docente, conforme ilustra a Figura 6.

3.3 O educador matemático

A pesquisa evidenciou o funcionamento técnico e algumas contribuições de simuladores de realidade mista na formação geral, porém, seu objetivo geral repercutia uma aproximação com o educador matemático com o questionamento: como é a abordagem dos simuladores de realidade mista na formação inicial do professor que ensina Matemática?

O artigo A10 é o único artigo que trata especificamente da formação inicial do professor que ensina Matemática. Nele, onze educadores foram preparados para o ensino de frações em simulações de trinta minutos divididas em ensaio, feedback e reensaio. Os docentes foram avaliados segundo esquemas de identificação de aprendizagem ativa por métodos discursivos, por estatística descritiva e testes de Hipóteses⁹. Na abordagem qualitativa, foram apreciados os vídeos e o diário de campo produzido por cada professor. O resultado permitiu dizer que o TeachLive auxilia na formação dos docentes em aspectos como autoeficácia e organização da linguagem para melhor explicitar os conhecimentos matemáticos.

O A10 se refere à conexão de crenças e emoções dos futuros educadores. Traz também a concepção de que precisam ser trabalhados pedagogicamente comportamentos e práticas de ensino dos professores novatos de Matemática, ressaltando a importância da gravação das práticas para feedback posterior e para o ensaio de ensino por meio do TeachLive, o qual, segundo os autores, melhora aspectos como: linguagem utilizada, construções que consideram afetividade particularmente no ensino de Matemática, além do engajamento profissional e confiança nos métodos usados pelos docentes. Khalil *et al.* (2016) mostram no artigo A10 que o ensaio realizado no Teachlive provou ser um momento decisivo para muitos professores em formação, aumentando a crença no que diz respeito à capacidade de aprender, ao planejamento de aulas e ao ensino de Matemática.

Nos artigos A6 e A19 há presença discreta de questões relacionadas à formação para Matemática. O A6 cita um projeto que objetivava trabalhar a formação do educador para ensino de álgebra usando simuladores de realidade mista, e o A19 traz a avaliação de habilidades de ensino de Matemática no nível fundamental, elencando a importância do treinamento de métodos de ensino e do feedback ao docente em formação, conforme explicita o excerto: “[...] a inclusão do feedback de desempenho parece apoiar uma performance mais precisa das habilidades, já que os candidatos na condição experimental executaram as técnicas ensinadas com mais proficiência” (SAYESKI *et al.*, 2019, p.30, Tradução livre).

Retornando à questão metodológica que define a pesquisa, não foi possível delinear a abordagem dos simuladores de realidade mista especificamente na formação inicial dos professores que ensinam Matemática, haja visto que foi encontrada uma pesquisa com esse escopo apenas no A10. No entanto, os elementos presentes nesse artigo, associados às abordagens mais gerais, permitem fazer reflexões sobre um possível panorama para a utilização desses simuladores, questionando as diversas possibilidades de utilização, seja na Educação Básica, Especial ou mesmo em aspectos de gestão escolar, além das habilidades e competências passíveis de

⁹Teste t pareado – teste de diferença entre médias.

desenvolvimento com auxílio desse mecanismo, as possíveis críticas relacionadas ao custo da tecnologia e a sua fragilidade em relação a uma lição fixa combinada previamente com o agente, retirando a liberdade criativa do futuro docente e uniformizando (talvez em demasia) o trabalho do formador de professores.

Destaca-se que as particularidades desta pesquisa se referem ao recorte temporal de 2010-2020 (término em setembro de 2020). Posteriormente, percebe-se um acréscimo de estudos que convergem para temática, sendo encontrados quatro artigos em 2020, cinco em 2021, cinco em 2022, e dois artigos até o mês de fevereiro de 2023. Além do perceptível crescimento no número de estudos, observou-se que alguns destes artigos atendem às características dos agrupamentos analisados no contexto aqui apresentado, como as abordagens para o professor de educação especial, o tratamento ao aluno com deficiência e fragilidades de aprendizagem, a simulação com pais e de condições adversas, e do conflito na gestão da sala de aula. É possível encontrar também estudos que apresentam a formação de professores na pandemia, o que desencadeia novos questionamentos quanto a essa realidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os textos dão indícios que os simuladores de realidade mista representam, para a formação inicial docente, uma possibilidade de relacionar a teoria à prática, oportunizando vivências profissionais fundamentais. Assim, os estudos apontam que é possível o desenvolvimento de habilidades de gestão da sala de aula inerentes às necessidades do cotidiano educacional, tais como saberes envolvendo metodologias, didática de conteúdo, tratamento aos alunos com deficiências, linguagem e atitudes adequadas e a condução de situações de conflito.

Apenas um texto esclareceu aspectos relativos ao desenvolvimento de um profissional reflexivo citando a práxis de Freire (1987), os demais investem em proposições relacionadas ao treinamento docente. Embora a expectativa de testar metodologias e treinar habilidades seja uma das possibilidades para o uso dos simuladores, é preciso investir na formação do futuro educador na perspectiva crítica, considerando-o como um ser emancipado historicamente construído (SAVIANI, 2017).

As análises não permitiram esboçar a abordagem do uso de simuladores de realidade mista na perspectiva da formação inicial do educador que ensina Matemática, pois a amostra resultou em apenas uma obra com esse tema específico. Porém, elucidou o contexto de formação geral e permitiu uma série de questionamentos para futuros estudos como: quais os cenários que permitem o desenvolvimento de habilidades na Educação Básica? Em que sentido podem ser estudadas e testadas metodologias aos estudantes com dificuldades de aprendizagem e deficiência? Quais as contribuições para a gestão da sala de aula dos simuladores de realidade mista? Como é possível associar uma formação reflexiva ao cenário de treinamento de habilidades oportunizado pelos simuladores de realidade mista? O fato de repercutir em investimento financeiro se justifica em relação ao desenvolvimento de competências? Além disso, estudos

recentes mostram que também se abrem questionamentos quanto à perspectiva das novas realidades educacionais originadas das necessárias restrições sanitárias impostas pela pandemia de COVID-19: os processos educacionais adotados nesse período aceleraram o uso dos simuladores de realidade mista?

A presente pesquisa possui a limitação de ter sido realizada em apenas uma ferramenta de busca e com um método de abordagem oportuno no momento da pesquisa, cujo escopo era um delineamento introdutório da temática. Com a ampliação dos estudos, pretende-se avaliar pesquisas em outros idiomas, sendo destacada aqui a ausência de estudos em língua portuguesa, limitando as palavras-chave para o contexto da formação docente e até mesmo outras metodologias de coleta e tratamento de dados. Os textos abordados nessa RSL colaboraram para o entendimento dos simuladores em si, suas propostas e funcionamento, indicando o potencial destes para complementar a formação inicial docente. Porém, ainda são necessárias pesquisas que apontem as fragilidades e os benefícios e que esclareçam os cenários de utilização dessa tecnologia.

REFERÊNCIAS

- ARVOLA, M. *et al.* Simulated provocations: A hypermedia radio theatre for reflection on classroom management. **Simulation & Gaming**, v. 49, n. 2, p. 98–114, 2018.
- BILLINGSLEY, G. *et al.* A systematic literature review of using immersive virtual reality technology in teacher education. **Journal of Interactive Learning Research**, v. 30, n. 1, p. 65–90, 2019.
- BILLINGSLEY, G. M.; SCHEUERMANN, B. K. Using virtual technology to enhance field experiences for pre-service special education teachers. **Teacher Education and Special Education**, v. 37, n. 3, p. 255–272, 2014.
- BROWNELL, M. T. *et al.* A continuum of pedagogies for preparing teachers to use high-leverage practices. **Remedial and Special Education**, v. 40, n. 6, p. 338–355, 2019.
- BROWNELL, M. T. *et al.* Improving teaching quality for students with disabilities: Establishing a warrant for teacher education practice. **Teacher Education and Special Education**, v. 43, n. 1, p. 28–44, 2020.
- COHEN, J. *et al.* Teacher coaching in a simulated environment. **Educational evaluation and policy analysis**, v. 42, n. 2, p. 208–231, 2020.
- COSTA, A. B.; ZOLTOWSKI, A. P. C. Como escrever um artigo de revisão sistemática. p. 55–70, 2014.
- CRESWELL, J.; CLARK, V. **Pesquisa de Métodos Mistos**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.
- DALINGER, T. *et al.* A mixed reality simulation offers strategic practice for pre-service teachers. **Computers & Education**, v. 144, p. 103696, 2020.
- D'AMBROSIO, B. H. Formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio. **Pro-Posições**, v. 4, n. 1, p. 35–41, 1993.
- DAWSON, M. R.; LIGNUGARIS/KRAFT, B. Meaningful practice: Generalizing foundation teaching skills from the teachlive™ to the classroom. **Teacher Education and Special Education**, v. 40, n. 1, p. 26–50, 2017.
- DIEKER, L. A. *et al.* Learning from virtual students. **Educational Leadership**, v. 71, n. 8, p. 54–58, 2014.
- DRIJVERS, P.; WEIGAND, H.-G. The role of handheld technology in the mathematics classroom. **ZDM**, v. 42, n. 7, p. 665–666, 2010.
- FELKEL, I.; DICKMANN, I. Realidade virtual e formação de professores: Contribuições, desafios e limites. **ETD: Educação Temática Digital**, v. 24, n. 2, p. 296–315, 2022.
- FRASER, D. W. *et al.* Using a mixed-reality environment to train special educators working with students with autism spectrum disorder to implement discrete trial teaching. **Focus on Autism and Other Developmental Disabilities**, v. 35, n. 1, p. 3–14, 2020.
- GARLAND, K. M. V.; HOLDEN, K.; GARLAND, D. P. Individualized clinical coaching in the the teachlive lab: Enhancing fidelity of implementation of system of least prompts among novice teachers of students with autism. **Teacher Education and Special Education**, v. 39, n. 1, p. 47–59, 2016.

GIBSON, L.; MUSTI-RAO, S. Using technology to enhance feedback to student teachers. **Intervention in School and Clinic**, v. 51, n. 5, p. 307–311, 2016.

JUDGE, S. *et al.* The use of visual-based simulated environments in teacher preparation. **Journal of Education and Training Studies**, v. 1, n. 1, 2013.

KAUFMAN, D.; IRELAND, A. Enhancing teacher education with simulations. **TechTrends**, v. 60, n. 3, p. 260–267, 2016.

KELLEY, M. J.; WENZEL, T. How teachlive™ transformed our teaching practices in reading education and pre-service. **SRATE Journal**, v. 28, n. 1, p. 9–22, 2019.

KHALIL, D. *et al.* Teachlive™ rehearsals: One hbcu’s study on prospective teachers’ reformed instructional practices and their mathematical affect. **North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, p. 767–774, 2016.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.

KOWALSKY, M. Digitized historical content for teaching: library of congress primary sources training. **Library Hi Tech News**, v. 37, n. 2, p. 10–13, 2020.

ORSATI, F. T. *et al.* **Práticas para a sala de aula baseadas em evidências**. São Paulo: Memnon, 2015.

PARK, S.; RYU, J.; MCCHESENEY, K. Collaborative studio experiences between south korean and american pre-service teachers: A case study of designing culturally-responsive virtual classroom simulation. **TechTrends**, v. 63, n. 3, p. 271–283, 2019.

PAS, E. T. *et al.* Reducing behavior problems among students with autism spectrum disorder: Coaching teachers in a mixed-reality setting. **Journal of autism and developmental disorders**, v. 46, p. 3640–3652, 2016.

RISKO, V. J. Celebrating teachers: Educators who situate learning within the reality of classrooms and life circumstances. **Reading Today**, v. 29, n. 3, p. 2, December 2012.

ROCK, M. L. *et al.* 21st century change drivers: Considerations for constructing transformative models of special education teacher development. **Teacher Education and Special Education**, v. 39, n. 2, p. 98–120, 2016.

SAVIANI, D. Democracia, educação e emancipação humana: desafios do atual momento brasileiro. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 21, p. 653–662, 2017.

SAYESKI, K. L. *et al.* The role of practice and feedback for developing teacher candidate’s opportunities to respond expertise. **Teacher Education and Special Education**, v. 42, n. 1, p. 18–35, 2019.

SCHEELER, M. C.; BUDIN, S.; MARKELZ, A. The role of teacher preparation in promoting evidence-based practice in schools. **Learning Disabilities: A Contemporary Journal**, v. 14, n. 2, p. 171–187, 2016.