

REDE iEB

REDE DE INOVAÇÃO PARA
A EDUCAÇÃO BRASILEIRA

**TECNOLOGIAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Ig Ibert Bittencourt Santana Pinto

Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES) – Instituto de Computação –
Universidade Federal de Alagoas (IC-UFAL)

Wilk Oliveira dos Santos

Laboratório de Computação Aplicada à Educação e Tecnologia Social Avançada
(CAEd) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – Universidade de São
Paulo (ICMC-USP)

OUTUBRO 2018



SOBRE A REDE IEB

A Rede IEB - Rede de Inovação para Educação Brasileira foi idealizada com a proposta de criar conexões entre centros de referência, especialistas e as redes públicas de ensino, como forma de disseminar o conceito de que inovação e tecnologia podem ajudar a transformar a realidade do ensino público brasileiro.

Uma das estratégias de atuação da Rede é apoiar gestores públicos na aquisição de conhecimentos e nas tomadas de decisões, de forma que façam as opções mais adequadas ao adotar tecnologia para as escolas. Os integrantes da Rede são profissionais das mais diversas áreas de atuação, com formação e foco de interesse no ensino básico público. Compõem um qualificado corpo de pesquisadores, aos quais são viabilizadas oportunidades diferenciadas de contribuição com o segmento de tecnologia educacional.

SOBRE OS AUTORES

Prof. Dr. Ig Ibert Bittencourt Santana Pinto, doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e professor associado da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Prof. Me. Wilk Oliveira dos Santos, mestre em Informática pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e doutorando em Ciências da Computação e Matemática Computacional pela Universidade de São Paulo (USP).



Esta licença mantém a titularidade dos direitos autorais do artigo e concede ao CIEB o direito da primeira publicação sob licença Creative Commons CC BY-NC 4.0 – permite que outros compartilhem (copiem e redistribuam o material em qualquer suporte ou formato) e adaptem (remixem, transformem e criem a partir do material), contanto que atribuam crédito ao autor/a corretamente e não usem os novos trabalhos para fins comerciais.

Texto da licença:

[https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_B
R](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. PROTOCOLO	5
2.1 Objetivos da pesquisa.....	5
2.2 Questões de pesquisa.....	5
2.3 <i>String</i> de busca	5
2.3.1 Simplificação da <i>string</i>	7
2.3.2 <i>String</i> final	7
2.4 Bases para pesquisa.....	7
2.5 Critérios de inclusão e exclusão	8
2.6 Extração de dados	8
3. RESULTADOS.....	9
3.1 Resultados gerais.....	9
3.2 Resultados demográficos	14
3.3 Quais os pesquisadores e instituições de ensino superior atuantes na área de tecnologias para o ensino de matemática?	15
3.4 Quais tecnologias têm sido usadas no ensino de matemática?	17
3.5 Como as tecnologias usadas no ensino de matemática têm sido avaliadas?	21
4. AMEAÇAS À VALIDADE.....	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
6. REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a indústria internacional de desenvolvimento de tecnologias educacionais vem ganhando muita atenção e aumentando substancialmente seus lucros, tornando-se uma indústria mundialmente importante (Oliveira *et al.* 2015; Bittencourt *et al.* 2015; Santos 2018). Além disso, estudos recentes têm demonstrado um crescimento no uso de tecnologias específicas – como os jogos digitais – por professores do ensino básico (Lofgren *et al.* 2016), apontando um crescimento considerável na indústria de jogos educacionais, para os próximos anos.

No contexto acadêmico, estudos têm investigado os efeitos das tecnologias digitais em diferentes aspectos educacionais (*e.g.* Anderson *et al.* 2014; Scoresby *et al.* 2011; Oliveira *et al.* 2015). Esses estudos destacam uma série de discussões relacionadas aos efeitos positivos das tecnologias na aprendizagem dos estudantes, como: engajamento, motivação, melhoria no desempenho, e outros; e efeitos negativos, como ausência de interação social e extrema apreciação de atividades digitais (realizadas por meio de algum tipo de dispositivo tecnológico), em detrimento de atividades tradicionais (físicas / manuais) (Boyle *et al.* 2016), trazendo à tona a necessidade cada vez mais aparente de se analisar e avaliar os efeitos dessas tecnologias em diferentes contextos educacionais.

Diante do exposto, a disciplina de matemática tem sido o foco de diversos estudos, nos últimos anos (Santos *et al.* 2015; dos Santos *et al.* 2014; Oliveira *et al.* 2015). Esses estudos, de modo geral, têm focado o desenvolvimento e a avaliação de tecnologias educacionais, como jogos educativos, sistemas tutores inteligentes, aplicativos *mobile*, entre outros. Nesse sentido, é possível também observar na literatura uma quantidade razoável de estudos secundários, investigando o uso dessas tecnologias focadas no ensino de matemática. No entanto, a maioria não analisa como as tecnologias têm sido desenvolvidas, avaliadas ou aplicadas no cenário nacional.

Baseando-se nessa premissa, este estudo conduziu uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que, de acordo com Kitchenham (2004), é uma forma de identificar, avaliar e interpretar os resultados disponibilizados em uma pesquisa, relacionados a uma ou mais questões de pesquisa, tópico, área ou fenômeno, e, neste caso, com o objetivo de obter-se um estado da arte do cenário nacional de pesquisa em tecnologias digitais no ensino de matemática.

A partir de um total de 91 estudos que responderam às questões de pesquisa, os principais resultados desta revisão indicam que a maioria dos estudos não tem se preocupado com metodologias de desenvolvimento ou avaliação das tecnologias. Por não haver uma metodologia de referência para o desenvolvimento ou avaliação dessas tecnologias, em geral os pesquisadores usam métodos não validados para essas finalidades. Apesar disso, esta revisão permitiu elaborar um catálogo das tecnologias desenvolvidas nos últimos anos, associado aos conteúdos abordados em cada uma das tecnologias.

2. PROTOCOLO

O protocolo aqui descrito visa descrever os objetivos desta revisão, bem como estruturar seu protocolo. O protocolo utilizado neste estudo secundário baseou-se nos *guidelines* de Kitchenham (2004) para condução de estudos secundários.

2.1 Objetivos da pesquisa

- Identificar pesquisadores e instituições de ensino superior nacionais atuantes no domínio de pesquisa em tecnologias digitais para o ensino de matemática;
- Identificar as tecnologias usadas em pesquisas nacionais no ensino de matemática;
- Identificar como estas tecnologias têm sido avaliadas no ensino de matemática;

2.2 Questões de pesquisa

- **QP1:** Quais os pesquisadores e Instituições de Ensino Superior (IES) atuantes na área de tecnologias para o ensino de matemática?
- **QP2:** Quais tecnologias têm sido usadas no ensino de matemática?
- **QP3:** Como as tecnologias usadas no ensino de matemática têm sido avaliadas?

2.3 *String* de busca

Seguindo o protocolo de Kitchenham (2004), a *string* de busca abordou uma série de termos diferentes relacionados a tecnologias digitais e ensino de matemática, a fim de estabelecer uma busca ampla em estudos relacionados ao tema de pesquisa. A Tabela 1 organiza de maneira lógica os termos usados na *string* de busca.

Tabela 1: Organização da *string* de busca

Tabela de Termos		
Id	Termo Principal	Termos Sinônimos
1	Matemática	<ul style="list-style-type: none">• ensino de matemática• aprendizagem de matemática
2	<i>Softwares</i> educacionais	<ul style="list-style-type: none">• <i>softwares</i> educativos• informática na educação• tecnologias em educação• tecnologias educacionais• mídias digitais• plataformas educacionais
3	Sistemas educacionais	<ul style="list-style-type: none">• sistemas educativos• sistemas de gerenciamento de aprendizagem• educação <i>on-line</i>

		<ul style="list-style-type: none"> • ambientes educacionais • ambientes educativos
4	Ambientes de aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • ambientes virtuais de aprendizagem • inteligência artificial em educação • inteligência artificial para a educação
5	Aprendizagem digital	<ul style="list-style-type: none"> • aprendizagem eletrônica • <i>e-learning</i> • <i>m-learning</i> • <i>mobile learning</i> • <i>t-learning</i> • aprendizagem transformativa • aprendizagem baseada em internet • aprendizagem baseada em web
6	Educação e web semântica	<ul style="list-style-type: none"> • web semântica para educação • web semântica na educação
7	Aprendizagem colaborativa	<ul style="list-style-type: none"> • aprendizagem cooperativa • aprendizagem em rede • aprendizagem colaborativa em rede • aprendizagem colaborativa em mundos virtuais
8	Hipermídia <i>adaptive</i>	<ul style="list-style-type: none"> • sistemas educacionais adaptativos • educação baseada em hipermídia
9	Sistemas tutores inteligentes	<ul style="list-style-type: none"> • sistemas educacionais inteligentes • tutor inteligente
10	Educação a distância	<ul style="list-style-type: none"> • aprendizagem a distância • *EAD • *MOOC • cursos massivos <i>on-line</i> • cursos <i>on-line</i> • cursos baseados em web • cursos conduzidos na internet
11	Jogos educativos	<ul style="list-style-type: none"> • jogos educacionais • aprendizagem baseada em jogos • aprendizagem baseada em <i>games</i> • educação baseada em jogos • educação baseada em <i>games</i> • gamificação

2.3.1 Simplificação da *String*

A *string* organizada na Tabela 1 pode ser simplificada logicamente como disposto a seguir: ((1) and (2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8 or 9 or 10 or 11))

2.3.2 *String* final

A *string* de busca completa usada nas bases de pesquisa escolhidas é apresentada na sequência:

((*"matemática"* OR *"ensino de matemática"* OR *"aprendizagem de matemática"*) AND *"softwares educacionais"* OR *"softwares educativos"* OR *"informática na educação"* OR *"tecnologias em educação"* OR *"tecnologias educacionais"* OR *"mídias digitais"* OR *"plataformas educacionais"* OR *"sistemas educacionais"* OR *"sistemas educativos"* OR *"sistemas de gerenciado de aprendizagem"* OR *"educação on-line"* OR *"ambientes educacionais"* OR *"ambientes educativos"* OR *"ambientes de aprendizagem"* OR *"ambientes virtuais de aprendizagem"* OR *"inteligência artificial em educação"* OR *"inteligência artificial para educação"* OR *"aprendizagem digital"* OR *"aprendizagem eletrônica"* OR *"e-learning"* OR *"m-learning"* OR *"mobile learning"* OR *"t-learning"* OR *"aprendizagem transformativa"* OR *"aprendizagem baseada em internet"* OR *"aprendizagem baseada em web"* OR *"educação e web semântica"* OR *"web semântica para educação"* OR *"web semântica na educação"* OR *"aprendizagem colaborativa"* OR *"aprendizagem cooperativa"* OR *"aprendizagem em rede"* OR *"aprendizagem colaborativa em rede"* OR *"aprendizagem colaborativa em mundos virtuais"* OR *"hipermídia adaptativa"* OR *"sistemas educacionais adaptativos"* OR *"educação baseada em hipermídia"* OR *"sistemas tutores inteligentes"* OR *"sistemas educacionais inteligentes"* OR *"tutor inteligente"* OR *"educação a distância"* OR *"aprendizagem a distância"* OR *"*EAD"* OR *"*MOOC"* OR *"cursos massivos on-line"* OR *"cursos on-line"* OR *"cursos baseados em web"* OR *"cursos conduzidos na internet"* OR *"jogos educativos"* OR *"jogos educacionais"* OR *"aprendizagem baseada em jogos"* OR *"aprendizagem baseada em games"* OR *"educação baseada em jogos"* OR *"educação baseada em games"* OR *"gamificação"*))¹

2.4 Bases para a pesquisa

Seguindo o protocolo de Kitchenham (2004), escolheu-se uma série de bases de busca nacionais ligadas a tecnologias educacionais. As bases foram selecionadas de acordo com sugestões de diferentes pesquisadores nacionais em tecnologias educacionais e ensino de matemática.

- Revista Novas Tecnologias na Educação²;
- Revista Brasileira de Informática na Educação³;

¹Esta *string* foi adaptada para se adequar a cada base de dados pesquisada. Para algumas bases, os termos principais da pesquisa foram buscados separadamente e todo processo de seleção feito por meio de uma abordagem manual.

²Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/>>

³Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie>>

- Simpósio Brasileiro de Informática na Educação⁴;
- Workshop de Informática na Escola⁵;
- Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação⁶.

2.5 Critérios de inclusão e exclusão

No intuito de identificar apenas os artigos que de fato respondam às questões de pesquisa, seguindo o protocolo de Kitchenham (2004), foram definidos os critérios de inclusão e exclusão (filtragem) dos estudos. A Tabela 2 organiza os critérios definidos neste estudo.

Tabela 2: Critérios de inclusão e exclusão

Inclusão	Exclusão
Estudos primários relacionados a tecnologias no ensino de matemática	Estudos escritos em idiomas diferentes do português
Estudos publicados entre 2012 e 2018 (últimos cinco anos)	Estudos com cinco ou menos páginas
Estudos que enfoquem em ações que não ultrapassem 2007 (dez anos)	Estudos duplicados
Estudos que estejam acessíveis via web de maneira gratuita	Estudos secundários ou terciários
	Estudos redundantes do mesmo autor
	Literatura cinza

2.6 Extração de dados

No intuito de responder às questões de pesquisa, diferentes dados foram extraídos de cada artigo selecionado:

- Informações do artigo: Referências do estudo; título do artigo; lista de autores; afiliação dos autores; fonte; tipo de fonte (revista, conferência ou workshop); ano; link de acesso e abstract;
- Pergunta ou hipótese do estudo;
- Mídia utilizada;
- Metodologia;
- Método de coleta;
- Método de análise;
- Descritivo;
- Duração;
- Escopo;
- Achado (conclusões).

⁴Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie>>

⁵Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie>>

⁶Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie>>

3. RESULTADOS

Esta seção tem por objetivo sumarizar os resultados obtidos por meio deste estudo. No intuito de facilitar o entendimento dos resultados, cada grupo de achados foi organizado em subseções específicas.

3.1 Resultados gerais

Inicialmente, após a obtenção dos estudos identificados por meio de execução da *string* de busca, bem como da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, 91 estudos primários foram incluídos neste estudo. A Figura 1 apresenta uma visão geral do processo de filtragem dos estudos. Além disso, na Figura 2 é possível visualizar a quantificação individual da filtragem organizada por cada base pesquisada.

Figura 1: Filtragem dos Estudos

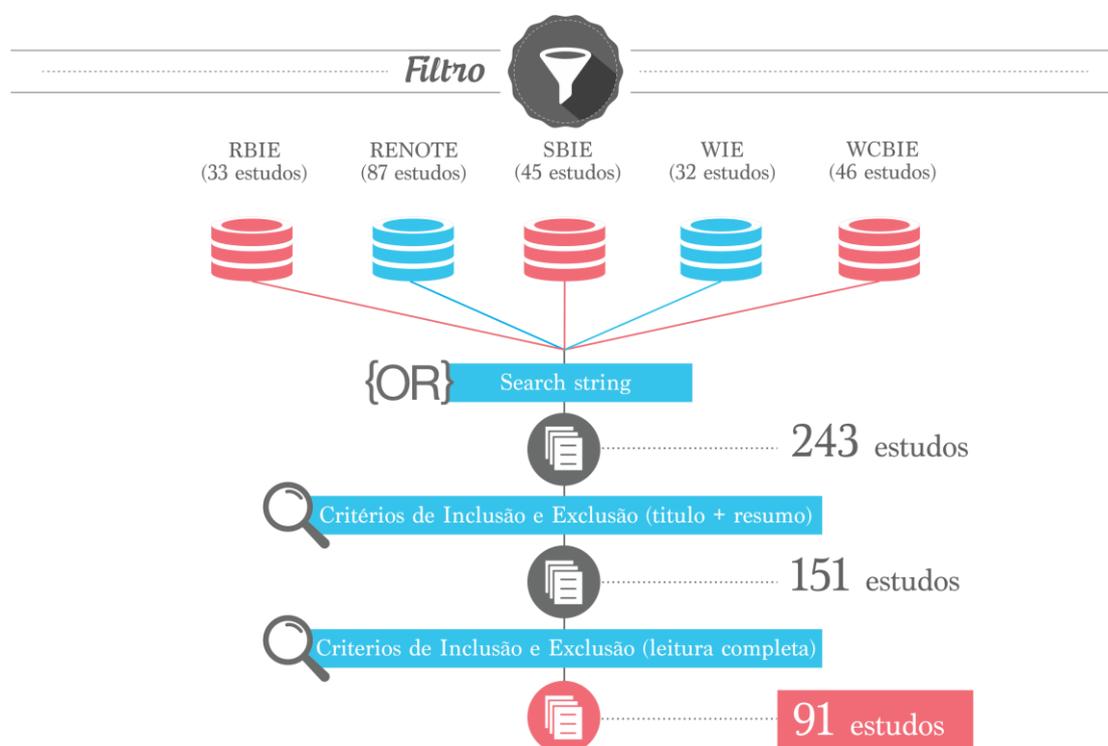
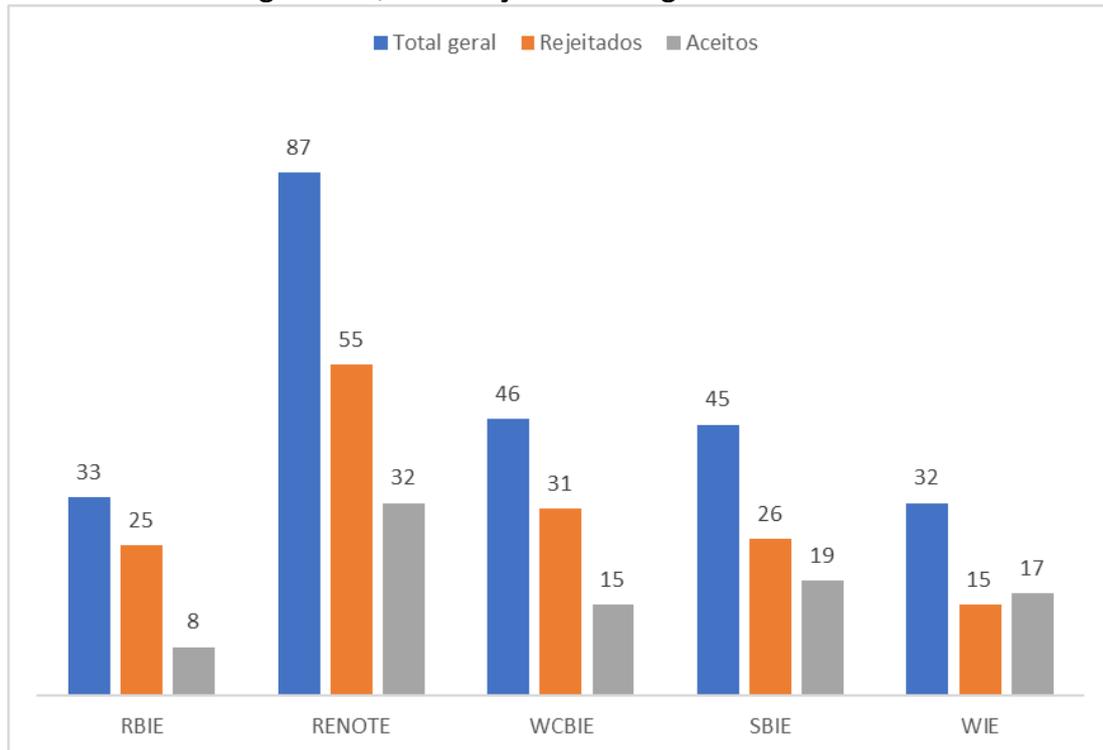
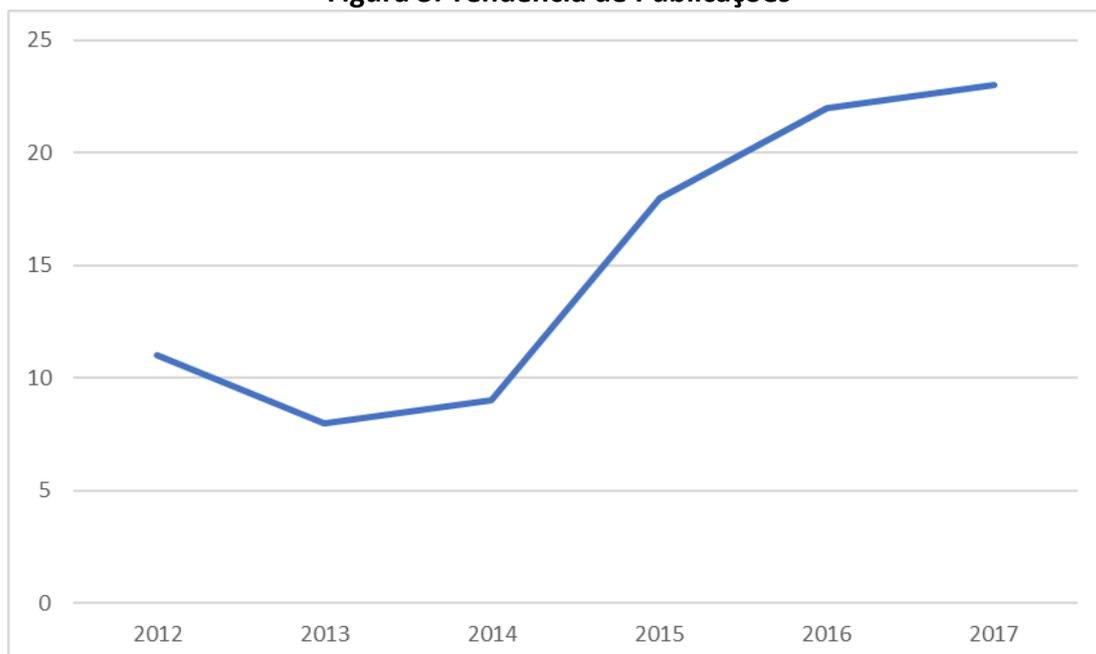


Figura 2: Quantificação da Filtragem dos Estudos



Os resultados desta revisão permitiram perceber que, nos últimos anos, tem ocorrido um aumento na quantidade de estudos sobre o uso de tecnologias no ensino de matemática. No ano de 2012, primeiro ano pesquisado, 11 estudos foram publicados. No ano de 2017, um total de 23 estudos (mais que o dobro do primeiro ano investigado) foram publicados, como é possível observar na Figura 3.

Figura 3: Tendência de Publicações



Os 91 estudos selecionados estão organizados na Tabela 3, na qual é possível visualizar o título completo de cada estudo, antecedido por um código único de identificação,

que será usado para se referir ao estudo a partir deste momento, no intuito de facilitar o entendimento dos resultados obtidos. Também é possível acessar cada estudo original individualmente, clicando no seu código único de identificação localizado na coluna mais à esquerda da tabela.

Tabela 3: Estudos Selecionados

Id	Título
E001	A atenção voluntária na construção de conceitos trigonométricos em ambientes de geometria dinâmica
E002	Abstração refletida presente na aprendizagem cooperativa medida pelo espaço de aprendizagem digital da matemática
E003	A lousa digital no ensino de matemática: análise das interações docentes
E004	Virtualização de jogos educativos: uma experiência no ensino de matemática
E005	Virtualmat: um ambiente virtual de apoio ao ensino de matemática para alunos com deficiência intelectual
E006	Metodologia e <i>software</i> educacional para a investigação e remediação de erros conceituais em matemática
E007	Ensinando geometria a deficientes visuais: o ambiente dinâmico Geometrix
E008	Aprimoramento conceitual e uso de demonstrações matemáticas: um estudo de caso sobre a geometria dinâmica e as pesquisas de campo com ambientes computacionais de ensino
E009	Tecnologia educacional e sala de aula: a robótica educacional e a expressão gráfica integradas no ensino e aprendizado de matemática
E010	Math timer: um objeto de aprendizagem para apoiar o ensino de matemática
E011	A modelagem matemática como metodologia para o ensino e a aprendizagem dos fractais
E012	Modelagem matemática e simulações interativas: uma experiência com função afim e meio ambiente no ensino de matemática
E013	Facebook: um possível espaço digital de aprendizagem cooperativa da matemática
E014	Gibi digital: uma atividade de matemática desenvolvida cooperativamente no espaço do Facebook
E015	Metodologia de avaliação: análise da qualidade de aplicativos educacionais para matemática do ensino médio
E016	Clickmath: editor matemático para o ambiente virtual de aprendizagem Moodle
E017	Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para a matemática utilizando o dispositivo de NUI Leap Motion
E018	Transformice, um <i>game on-line</i> para o ensino de conceitos de matemática no ensino fundamental - desafios e oportunidades
E019	DOM - um jogo sobre funções quadráticas: entre a educação e o entretenimento.
E020	Jogos educativos em dispositivos móveis como auxílio ao ensino da matemática

E021	Práticas pedagógicas em matemática: experiências em uma escola do programa UCA
E022	Mapeamento das competências matemáticas por meio de um jogo <i>on-line</i> .
E023	Ciclo avaliação-ação: uma abordagem para análise do desempenho em matemática de estudantes do ensino fundamental
E024	Geradores de mosaicos: cobrindo o plano através do <i>software</i> GeoGebra
E025	Aplicação da robótica educacional no ensino das relações métricas do triângulo retângulo
E026	Fábrica de matemáticas: uma escola expandida por meio da tecnologia digital e da cooperação
E027	Explorando a espiral de Arquimedes com <i>software</i> de geometria dinâmica
E028	Colmeias: um estudo de caso na matemática
E029	Construção de gráficos de funções polinomiais utilizando o <i>software</i> GeoGebra
E030	Avaliação de objetos de aprendizagem sobre equações do 1º grau: um estudo de caso com professores de matemática
E031	Geometria fractal e progressões geométricas: análise de um simulador de fractais
E032	Programando com o Scratch na aula de matemática
E033	Contribuições de um objeto de aprendizagem e dos registros de representações semióticas no estudo da função exponencial
E034	Integrando o <i>software</i> Scratch ao ensino da geometria: um experimento inicial
E035	Geomodelagem com aprendizes de uma escola ciclada
E036	Análise, desenvolvimento e avaliação de um objeto de aprendizagem para ensino colaborativo de frações, números decimais e porcentagem
E037	Reflexões sobre o <i>software</i> Scratch no ensino de ciências e matemática
E038	Da geometria à álgebra: uma proposta de interpretação gráfica de retas com o GeoGebra
E039	Reflexões sobre o raciocínio lógico ao aprender a programar no Squeak Etoys
E040	Aprendizagem apoiada por computador: ensinando geometria plana através de imagens orbitais
E041	Obama: um repositório de objetos de aprendizagem para matemática
E042	Criptomat2: ensinando matemática utilizando conceitos de criptografia - em bloco e RSA
E043	Desafios com palitos: um jogo para o ensino de conceitos específicos de matemática
E044	Estratégias de ensino da matemática utilizando <i>software</i> livre na escola pública
E045	Ensino de matemática através de algoritmos utilizando jogos para alunos do ensino fundamental II
E046	Ninja Prog - jogo de conceitos matemáticos e lógica de programação
E047	Accomplex - aplicativo para aprendizagem de análise de circuitos em corrente alternada

E048	MatematechApp: aplicativo para aprendizagem de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental
E049	Desafios das diagonais: um jogo casual para o aprimoramento do raciocínio lógico
E050	Pesquisa, desenvolvimento e avaliação de um jogo para o ensino de matemática, baseado no processo de virtualização de jogos
E051	Localização de recursos educacionais digitais americanos para o ensino de matemática no contexto brasileiro
E052	Professores e estudantes trabalhando em equipe na escola - matemática em uma arquitetura simulada no ensino fundamental
E053	Tabuada da velha: um jogo educacional sobre adição e subtração
E054	Avaliação do jogo educativo mundo de Euclides: uma abordagem multiperspectiva
E055	Uma análise sobre o uso programação de jogos para dispositivos móveis como recurso para o ensino de matemática
E056	Utilizando Scratch e Arduino como recursos para o ensino da matemática
E057	Jogos digitais na escola: a utilização como objetos de aprendizagem no ensino da matemática
E058	Sala de aula invertida na prática: implementação e avaliação no ensino de matemática
E059	Robótica educacional em prol do ensino de matemática
E060	Investigação do currículo Bootstrap no ensino de matemática por meio da programação de computadores
E061	O ensino de algoritmos e lógica de programação como uma ferramenta pedagógica para auxiliar a aprendizagem de matemática: um relato de experiência
E062	O uso do jogo educacional Eu Sei Contar como auxílio da matemática no ensino infantil
E063	Estratégias tecnológicas de interação e mediação para o ensino de geometria espacial: um estudo de caso com alunos surdos
E064	A utilização de ferramentas tecnológicas no ensino e aprendizagem em matemática para alunos com transtorno do espectro autista
E065	Potencializando a programação de jogos digitais de matemática através do Scratch e da avaliação <i>game flow</i>
E066	A experiência de alunos de uma escola indígena nos primeiros contatos com jogos digitais de matemática
E067	Mecatrônica educacional apoiando o aprendizado de conceitos de física e matemática: um estudo de caso
E068	Criando jogos digitais para a aprendizagem de matemática no ensino fundamental I
E069	Matemática financeira e robótica educacional: Robôparque de aprendizagem divertida
E070	Robótica com materiais recicláveis e a aprendizagem significativa no ensino da matemática: estudo experimental no ensino fundamental
E071	Proejasocial: desenvolvimento e avaliação de uma rede social para ensino de matemática na educação de jovens e adultos

E072	Jogo digital como auxílio no estudo da matemática: um estudo de caso com estudantes do ensino fundamental I
E073	Plataforma SAM: a gamificação e a colaboração em uma plataforma de aprendizagem para o ensino da matemática em crianças portadoras de Síndrome de Down
E074	Recomendação de jogos na aprendizagem da matemática baseado na análise diagnóstica e teoria de resposta ao item
E075	Desenvolvimento de uma aplicação web para auxiliar no ensino da matemática para alunos do ensino fundamental
E076	Conquistando com o resto: virtualização de um jogo para o ensino de matemática
E077	Pat2math + <i>handwriting</i> : evoluindo sistemas tutores de matemática com reconhecimento da escrita à mão
E078	<i>Blinds, education and mathematics</i> : objeto de aprendizagem sobre as operações básicas da matemática com o uso dos recursos de síntese e reconhecimento de voz
E079	Jogos digitais educacionais como instrumento didático no processo de ensino-aprendizagem das operações básicas de matemática
E080	Matematech: plataforma de apoio à aprendizagem de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental
E081	Castelo da Matemática: um <i>adventure</i> textual aplicado ao ensino
E082	Apresentando o bem: um objeto de aprendizagem para mediar o processo educacional de crianças com deficiência visual e videntes nas operações básicas de matemática
E083	Ferramenta educacional de tecnologia assistiva para o ensino e prática da matemática social de jovens e adultos com deficiência intelectual
E084	Genius Math: uma aplicação <i>mobile</i> para auxiliar a aprendizagem da matemática na pré-escola.
E085	TME: aplicativo <i>m-learning</i> para o estudo de conceitos matemáticos com ênfase no Enem
E086	Terra das cores: uma proposta de jogo educacional infantil para o exercício do raciocínio lógico-matemático
E087	Avaliação de jogos educativos: uma abordagem no ensino de matemática
E088	Farma: uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos
E089	Pirâmide multiplicativa: um jogo sério para a memorização da tabuada
E090	Brinquedos numéricos: um jogo para o ensino dos conjuntos numéricos
E091	NumRac: proposta de um conjunto de objetos de aprendizagem para o ensino de números racionais

3.2 Resultados demográficos

A maior parte dos estudos realizados foi conduzida no ensino público. Especificamente, 57% dos estudos foram realizados no ensino médio, enquanto apenas 7% foram realizados no ensino privado; e 5% em ambos. Em 31% dos casos não foi possível identificar em qual tipo de ensino o estudo foi conduzido. A Figura 4

organiza esses dados e a Tabela 4 apresenta os estudos relacionadas em cada tipo de ensino.

Figura 4: Tipo de Ensino

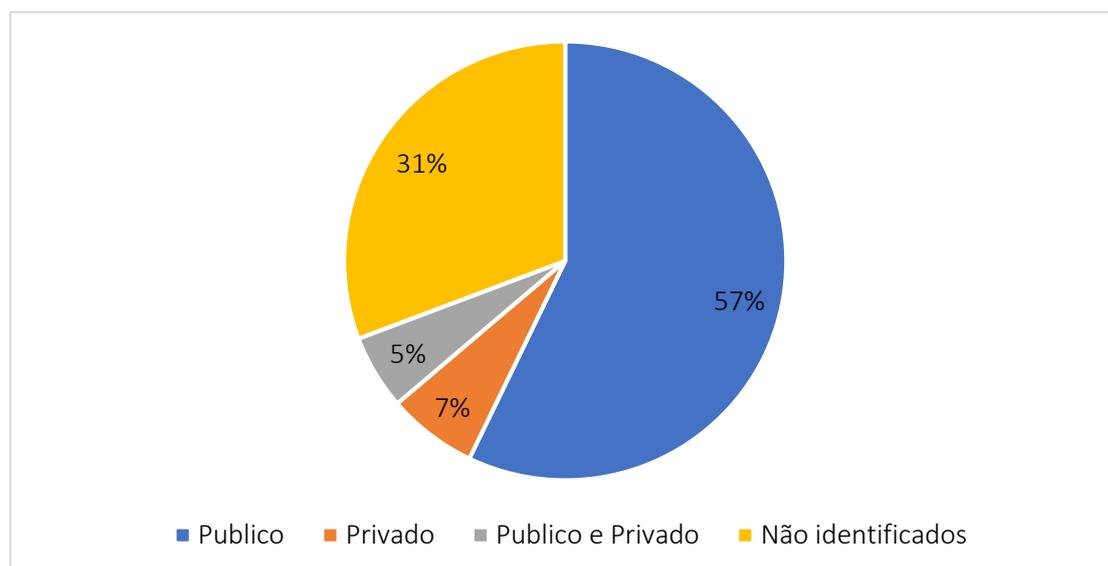


Tabela 4: Tipo de Ensino e Estudos Relacionados

Público	E001, E002, E003, E004, E005, E006, E007, E009, E010, E011, E012, E013, E014, E015, E018, E021, E024, E028, E029, E031, E033, E034, E035, E038, E039, E040, E043, E044, E051, E052, E054, E055, E056, E057, E060, E061, E063, E066, E069, E070, E071, E073, E075, E076, E077, E079, E080, E082, E083, E087, E088, E090
Privado	E022, E045, E058, E072, E084, E091
Público e Privado	E008, E020, E041, E049, E050
Não identificados	E016, E017, E019, E023, E025, E026, E027, E030, E032, E036, E037, E042, E046, E047, E048, E053, E059, E062, E064, E065, E067, E068, E074, E078, E081, E085, E086, E089

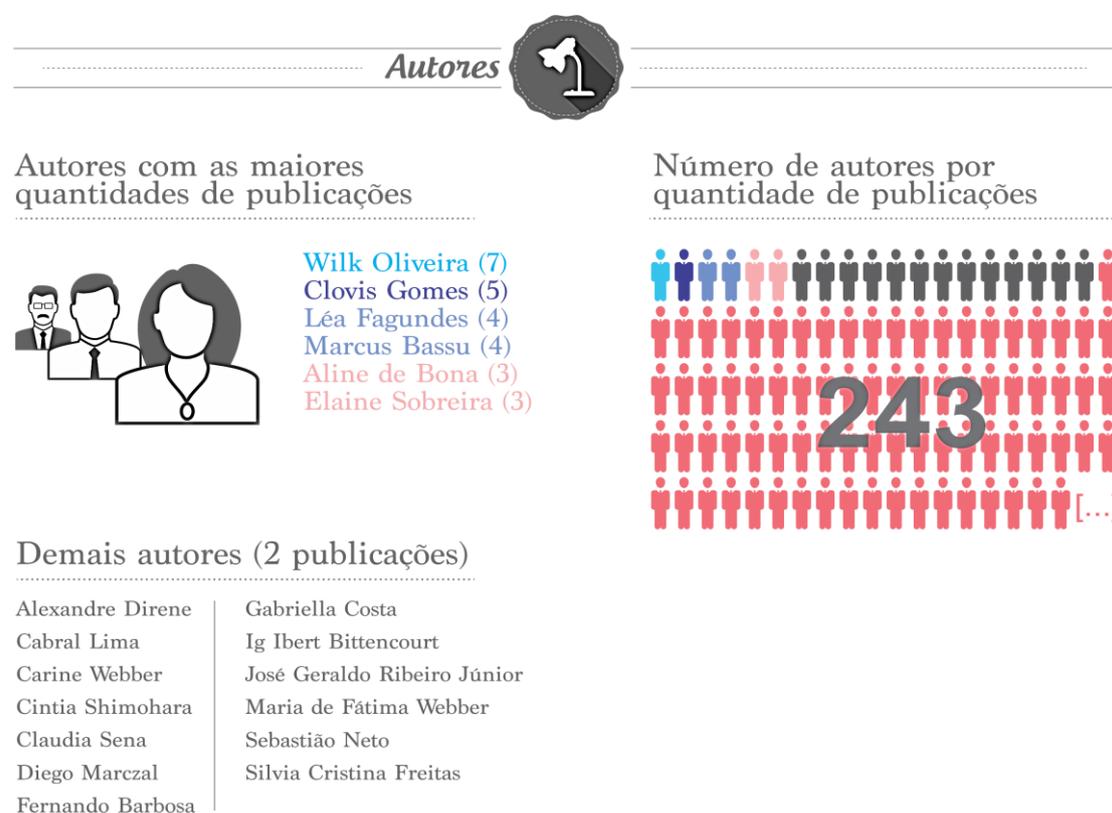
Em relação ao tempo considerado em cada estudo, não foi identificado nenhum estudo de caráter longitudinal. O estudo executado em maior tempo foi conduzido em um período de seis meses (com dois encontros semanais). A maioria dos estudos teve duração em horas, sendo que oito estudos foram conduzidos em duas horas; e outros seis, em apenas uma hora. Em 54 dos 91 estudos, não foi possível identificar o tempo usado na condução da pesquisa.

3.3 Quais os pesquisadores e instituições de ensino superior atuantes na área de tecnologias para o ensino de matemática?

A fim de responder essa questão de pesquisa, extraiu-se de cada estudo todos os autores e instituições de ensino superior. Um total de 262 diferentes pesquisadores contribuíram com as pesquisas no uso de tecnologias no ensino de matemática. Dois autores se destacam com cinco ou mais publicações, sendo um com cinco e outro com

sete. Outros dois autores têm quatro publicações e outros dois têm três publicações. Um total de 13 autores têm duas publicações e 243 autores apresentam apenas uma publicação. A Figura 5 mostra a quantificação dos autores com publicações, nominando os principais pesquisadores atuantes nesse domínio.

Figura 5: Autores Atuantes



Com relação às instituições de ensino superior atuantes nas pesquisas em tecnologias no ensino de matemática, 72 diferentes instituições têm contribuído com o cenário de pesquisas. Apenas quatro instituições de ensino superior -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Universidade de Pernambuco (UPE); Universidade Federal de Alagoas (UFAL); e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) -- têm cinco ou mais estudos publicados, como sumarizado na Figura 6. Uma universidade tem quatro estudos publicados, outras cinco instituições têm três estudos publicados, 12 têm dois estudos publicados e 50 diferentes instituições têm apenas um estudo publicado.

Figura 6: Principais universidades



3.4 Quais tecnologias têm sido usadas no ensino de matemática?

Com o objetivo de responder a essa questão de pesquisa, extraiu-se dos estudos selecionados o tipo de tecnologia utilizada, bem como o tipo de tecnologia específica que foi usada na abordagem. Em apenas dois estudos não foi possível identificar o tipo de tecnologia utilizada (E023, E024). Entre os demais, identificou-se o uso de 18 tipos de tecnologias. Como principal tecnologia utilizada foram identificados os jogos educativos, fruto de investigação em 26 estudos diferentes. A

Figura 7 organiza e a Tabela 5 relaciona os tipos de tecnologia usadas em cada estudo.

Figura 7: Tipos de tecnologias utilizadas

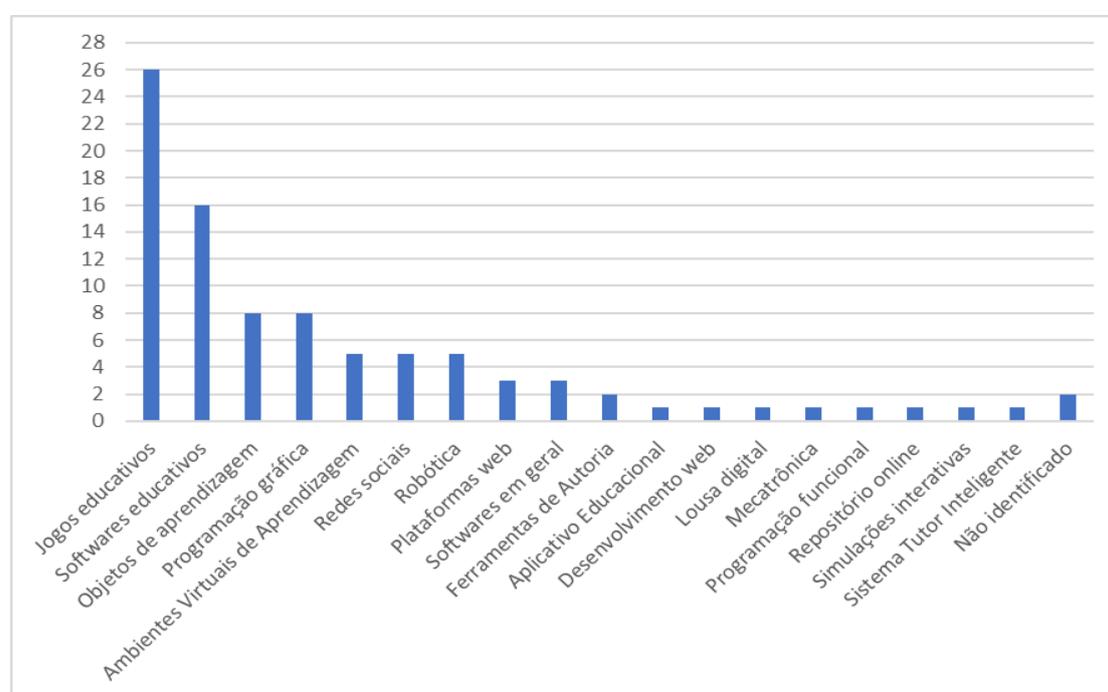


Tabela 5: Tecnologias utilizadas em cada estudo

Jogos educativos	E022, E043, E045, E046, E049, E050, E053, E054, E057, E062, E072, E076, E079, E081, E082, E086, E087, E089, E090, E004, E010, E018, E019, E020, E066, E074
Softwares educativos	E001, E011, E015, E027, E029, E038, E039, E042, E044, E047, E048, E063, E064, E083, E084, E021
Objetos de aprendizagem	E017, E030, E031, E033, E036, E051, E078, E091
Programação gráfica	E032, E034, E037, E055, E056, E061, E065, E068
Ambientes Virtuais de Aprendizagem	E008, E005, E007, E016, E058
Redes sociais	E002, E013, E014, E028, E071

Robótica	E009, E025, E059, E069, E070
Plataformas web	E073, E075, E080
<i>Softwares</i> em geral	E035, E040, E052
Ferramentas de autoria	E006, E088
Aplicativo educacional	E085
Desenvolvimento web	E026
Lousa digital	E003
Mecatrônica	E067
Programação funcional	E060
Repositório <i>on-line</i>	E041
Simulações interativas	E012
Sistema Tutor Inteligente	E077
Não identificado	E023, E024

No intuito de catalogar-se os tipos de tecnologia e quais foram usadas em cada nível de ensino, a Figura 8 e a Figura 9 quantificam respectivamente as etapas e as modalidades de ensino onde os estudos foram conduzidos. A Tabela 6 descreve quais as tecnologias foram usadas em cada etapa de ensino e a Tabela 7 quais tecnologias foram usadas em cada modalidade de ensino. É possível perceber que, em alguns níveis de ensino, poucos estudos foram conduzidos. Por exemplo, no ensino infantil, identificou-se apenas dois estudos (com duas tecnologias diferentes). Também na educação de jovens e adultos e na educação indígena, há apenas um estudo com uma tecnologia cada.

Figura 8: Etapas de Ensino

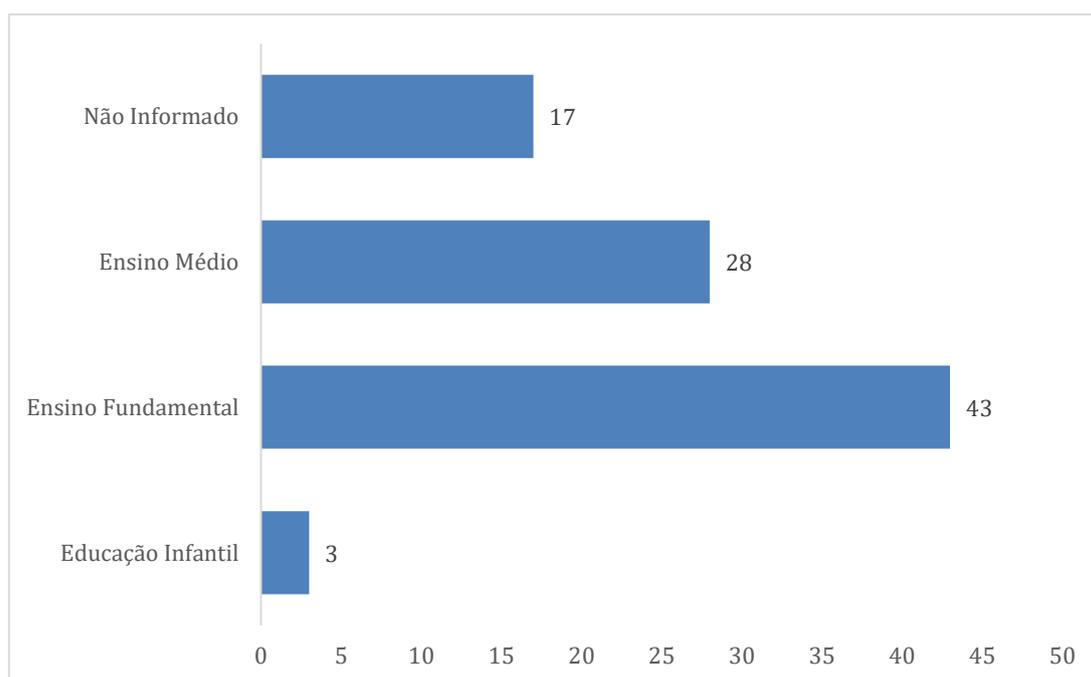


Figura 9: Modalidade de Ensino

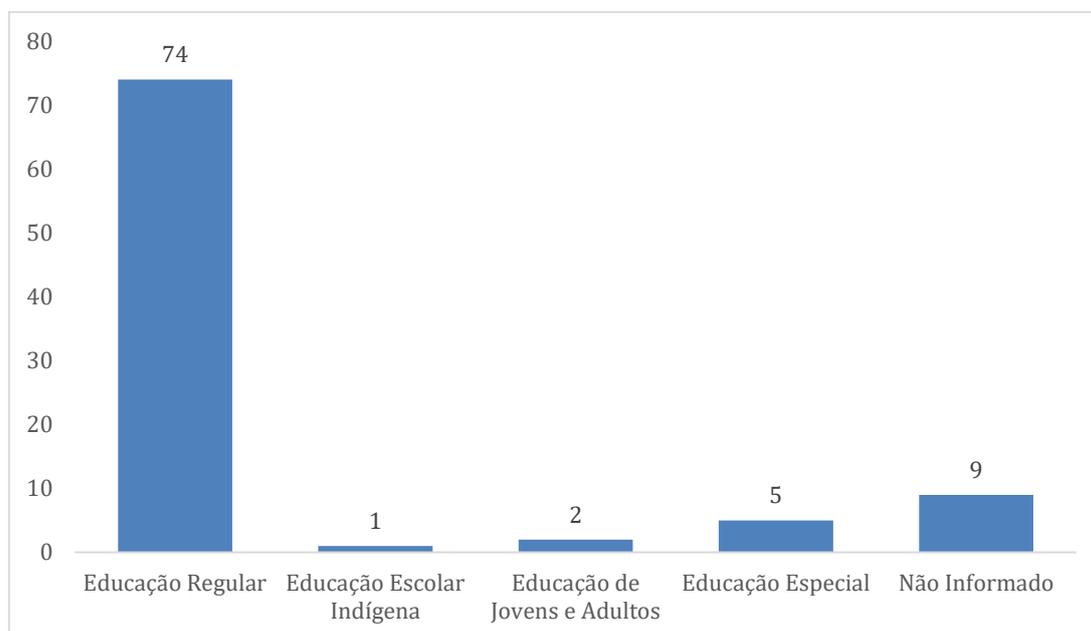


Tabela 6: Tecnologias Usadas em cada Etapa de Ensino

Educação Infantil	
Jogo educativo	Eu sei contar
Software educativo	Genius Math; UCA
Ensino Fundamental I	
Jogos educativos	Pizzaria Dividendo, Castelo da Matemática, BEM, Pirâmide Multiplicativa

Objeto de aprendizagem	Ferramenta BEM
Plataforma web	Matematech
Programação gráfica	Scratch
<i>Software</i> educativo	Gcompris, MatematechApp
Ensino Fundamental II	
AVA	Sala de Aula Virtual
Desenvolvimento web	Wix
Jogo educativo	A Tangled Web; Mundo de Euclides; Brinquedos Numéricos; Desafios com palitos; Conquistando com o Resto; Transformice; O homem que calculava
Objeto de aprendizagem	NumRac
Programação gráfica	Scratch
Robótica	Legó Mindstorms EV3; Kit LEGO
Sistema Tutor Inteligente	PAT2Math
<i>Software</i> educativo	GeoGebra; Squeak Etoy
<i>Software</i> em geral	Google Earth; Planilha do Google Drive
Ensino Médio	
Aplicativo Educacional	TME
Ferramenta de Autoria	FARMA
Jogos educativos	Math Timer; DOM
Objetos de aprendizagem	Progressões Geométricas em Fractais; Potencializando seu Conhecimento
Programação gráfica	Scratch; App Inventor
Rede social	Facebook
Robótica	Legó Mindstorms NXT; Kit LEGO
<i>Software</i> educativo	Círculo Unitário Trigonométrico, GeoGebra, Calculadora Matriz
<i>Software</i> em geral	Google SketchUp

Tabela 7: Tecnologias Usadas em cada Modalidade de Ensino

Educação de Jovens e Adultos

Rede social	ProejaSocial
Educação Escolar Indígena	
Jogos educativos	Operações com números em situações problemas, Labirinto das Frações, Acerte o alvo
Educação Especial	
AVA	VirtualMat; Geometrix
Plataforma web	Plataforma SAM
Software educativo	GeoLibras
Não identificados	
AVA	Moodle
Jogo educativo	Ninja Prog; Tabuada da Velha; Terra das Cores
Objeto de aprendizagem	NUI Leap Motion
Repositório <i>on-line</i>	OBAMA
Software educativo	CriptoMat2; ACComplex

3.5 Como as tecnologias usadas no ensino de matemática têm sido avaliadas?

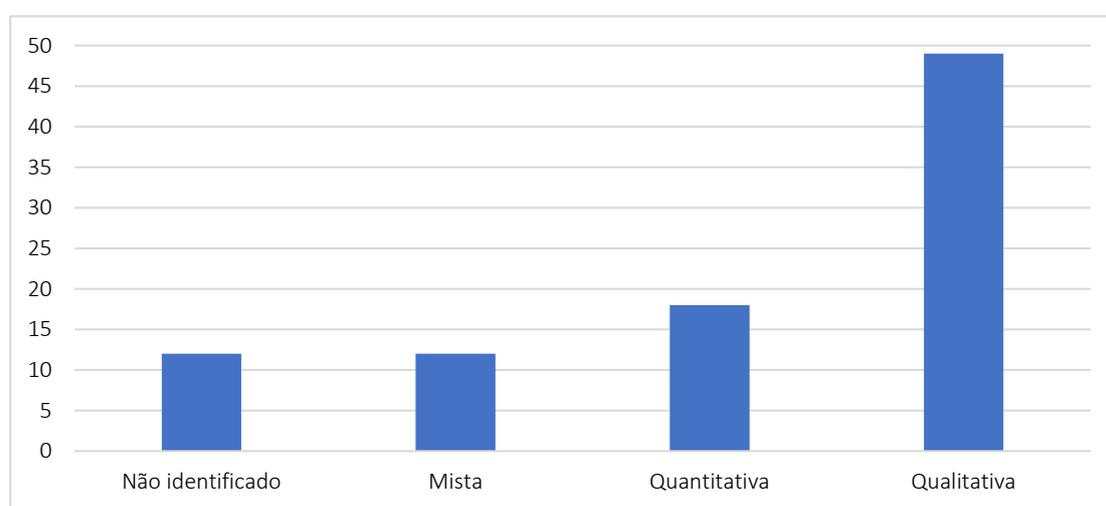
A fim de responder a esta questão de pesquisa, extraiu-se dos artigos as abordagens metodológicas e os procedimentos metodológicos usados, bem como as técnicas de coleta ou produção de dados, além das técnicas de análise, interpretação e visualização de dados. Em 12 estudos não foi possível identificar o tipo de abordagem utilizada: E013, E016, E022, E041, E042, E046, E047, E051, E053, E055, E075, E086.

Nos demais estudos, onde foi possível identificar a abordagem metodológica utilizada, a maioria fez uso de abordagens qualitativas, sem nenhum tipo de análise estatística dos dados obtidos. Especificamente, 49 estudos usaram abordagens qualitativas, enquanto 18 usaram abordagens quantitativas e apenas 12 usaram abordagens mistas. A Figura 10 resume o uso das abordagens.

Figura 10: Abordagem Metodológica

Entre as abordagens qualitativas, a maioria usou estudos de caso para avaliação da abordagem (25 estudos). Em seguida, vieram relatos de experiência (11 estudos) e pesquisa-formação (quatro estudos). Quanto aos estudos quantitativos, a maioria usou abordagens experimentais (experimentos ou *quasi*-experimentos (9 estudos). Nas abordagens mistas, houve basicamente dois tipos de estudo (abordagens experimentais e estudos de caso). A Tabela 8 organiza e classifica os estudos primários encontrados.

Tabela 8: Abordagens Metodológicas e Tipos de Estudo

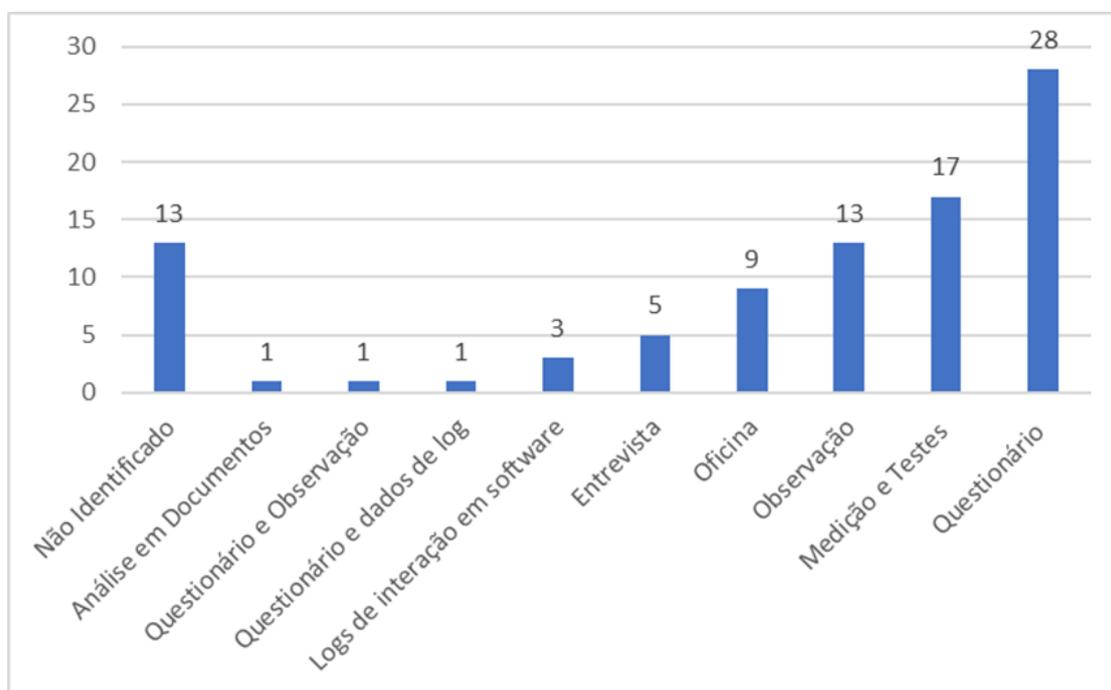


Abordagens qualitativas	
Estudo de caso	E001, E003, E008, E009, E010, E011, E018, E023, E027, E028, E029, E030, E031, E032, E033, E035, E039, E040, E044, E058, E060, E065, E071, E072, E073, E074, E082, E083, E084, E085, E091
Pesquisa ação/Pesquisa intervencionista	E026, E034
Pesquisa-formação	E021, E025, E037, E057
Relato de experiência	E024, E038, E052, E056, E059, E061, E063, E066, E067, E068, E069
Outro	E014
Não informado	E064, E078, E089
Abordagens quantitativas	
Delineamentos Experimentais: Experimento e <i>quasi</i> -experimento	E006, E007, E020, E043, E045, E062, E077, E079, E080, E081, E088, E090
Pesquisa ação/Pesquisa intervencionista	E002

Não informado	E017, E019
Abordagens mistas	
Delineamentos Experimentais: Experimento e <i>quasi-experimento</i> ⁷	E004, E036, E049, E050, E070, E087
Estudo de caso	E005, E012, E048, E054, E076
Outro	E015

Com relação às técnicas de coleta e produção de dados, em 13 estudos não foi possível identificar a técnica usada. Nos demais, a maioria (28) fez uso apenas de questionários para coletar os dados, seguida de medições e observação (17 e 13 estudos, respectivamente). A Figura 11 apresenta as técnicas de coleta e produção de dados identificadas.

Figura 11: Técnicas de coleta e produção de dados



⁷ Apesar desses estudos terem conduzido alguma abordagem experimental como abordagem principal, também realizaram alguma abordagem qualitativa secundária (no caso desses estudos, entrevistas).

4. AMEAÇAS À VALIDADE

Esta seção traz algumas recomendações para melhorar as futuras replicações da qualidade desta RSL e aumentar o escopo de generalização de resultados. As ameaças à validade foram classificadas segundo as categorias Interna, Externa, Construção e Conclusão (Wohlin 2012).

Validação Interna: Algumas decisões subjetivas podem ter ocorrido durante a seleção dos estudos primários e a extração de dados. Desde então, alguns estudos primários não forneceram uma descrição clara ou objetivos e resultados adequados, tornando difícil a aplicação objetiva dos critérios de inclusão/exclusão ou a extração imparcial de dados. A fim de minimizar a seleção e a extração enganosas, o processo de seleção foi realizado por meio de discussões *peer-to-peer*, para resolver conflitos relacionados à inclusão ou à exclusão de alguns documentos. Dessa forma, tentamos mitigar as ameaças devido ao viés pessoal na compreensão do estudo.

Validação Externa: Este tipo de validação está direcionado ao estabelecimento da generalização dos resultados da RSL, que está relacionado ao grau em que os estudos primários são representativos para o tópico reaprendido geral. Para mitigar ameaças externas, o processo de pesquisa foi definido com o consenso de todos os pesquisadores, por meio da validação do protocolo.

Validação de Construção: O principal constructo desta RSL foram os conceitos de “tecnologias digitais” e “ensino de matemática” na educação básica. Nesse sentido, foi usado o termo “tecnologias educacionais” e seus sinônimos, a fim de garantir que todos os estudos selecionados estivessem relacionados ao objetivo deste estudo. Esses termos foram escolhidos de acordo com os termos considerados nas pesquisas recentes conduzidas neste domínio, bem como com base nas sugestões dos pesquisadores com *expertise* nesta linha de pesquisa.

Validação da Conclusão: É possível que alguns estudos excluídos nesta revisão devessem ser incluídos (ou o contrário). Para mitigar essa ameaça, o processo de seleção e os critérios de inclusão e exclusão foram cuidadosamente elaborados e discutidos pelos pesquisadores, a fim de minimizar o risco de exclusão de estudos relevantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi conduzida uma RSL sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de matemática na educação básica. Nossos resultados alertam para a importância da condução de novos estudos empíricos no domínio de ensino de matemática. Espera-se, como trabalhos futuros, conduzir uma revisão sistemática da literatura que possa aprofundar e discutir os resultados apresentados neste estudo, bem como propor estudos com desafios, oportunidades e direcionamentos de pesquisa que guiem pesquisadores a desenvolver, avaliar e aplicar tecnologias para o ensino de matemática.

6. REFERÊNCIAS

Achimugu P, Selamat A, Ibrahim R, Mahrin MN (2014) A systematic literature review of software requirements prioritization research. *Inf Softw Technol* 56(6):568–585

Anderson, C. A., & Gentile, D. A. (2014). Violent Video Game effects on Aggressive thoughts, feelings, physiology, and Behavior. *Media Violence and Children: A Complete Guide for Parents and Professionals: A Complete Guide for Parents and Professionals*, 229.

Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., ... & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94, 178-192.

de Oliveira Medeiros, M., & Schimiguel, J. (2012). Uma Abordagem para avaliação de jogos educativos: ênfase no ensino fundamental. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)* (Vol. 23, No. 1).

Dermeval D, Vilela J, Bittencourt II, Castro J, Isotani S, Brito P (2014) A systematic review on the use of ontologies in requirements engineering. In: *Brazilian symposium on software engineering (SBES)*

Ding W, Liang P, Tang A, van Vliet H (2014) Knowledge-based approaches in software documentation: a systematic literature review. *Inf Softw Technol* 56(6):545–567

Dyb T, Dingsyr T (2008) Empirical studies of agile software development: a systematic review. *Inf Softw Technol* 50(9–10):833–859

Lofgren, K. (2015). video game statistics & trends who's playing what & why. *Big Fish Games*, 3.

Lyra, K. T., Oliveira, B. R., Reis, R. C., Cruz, W. M., Nakagawa, E. Y., & Isotani, S. (2016). Infográficos versus Materiais de Aprendizagem Tradicionais: uma Investigação Empírica. *RENTE*, 14(2).

Mahdavi-Hezavehi S, Galster M, Avgeriou P (2013) Variability in quality attributes of service-based software systems: a systematic literature review. *Inform Softw Technol* 55(2):320–343. Special Section: Component-Based Software Engineering (CBSE), 2011

Oliveira, W., Borges, D., José, J., Bittencourt, I. I., & da Silva Junoir, C. G. (2015, October). Desafios com palitos: Um jogo para o ensino de conceitos específicos de matemática. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 4, No. 1, p. 334).

Oliveira, W., Neto, S., da Silva Junoir, C. G., & Bittencourt, I. I. (2015, October). Avaliação de Jogos Educativos: Uma Abordagem no Ensino de Matemática. In



Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 26, No. 1, p. 657).

Savi, R. (2011). Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento.

Scoresby, J., & Shelton, B. E. (2011). Visual perspectives within educational computer games: effects on presence and flow within virtual immersive learning environments. *Instructional Science*, 39(3), 227-254.

Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., & Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.