



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE QUIXADÁ
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

DAVID DOS SANTOS DA COSTA

**COMO ESTÃO SENDO AVALIADOS OS *SOFTWARES* EDUCATIVOS PARA O
ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

QUIXADÁ
2018

DAVID DOS SANTOS DA COSTA

**COMO ESTÃO SENDO AVALIADOS OS *SOFTWARES* EDUCATIVOS PARA O
ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Bacharelado em
Sistemas de Informação da Universidade
Federal do Ceará como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel.

Área de concentração: Computação

Orientador: Prof. Dr. Jefferson de Carvalho
Silva

QUIXADÁ

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

C871c Costa, David dos Santos da.

Como estão sendo avaliados os softwares educativos para o ensino da matemática : uma revisão sistemática da literatura / David dos Santos da Costa. – 2018.

77 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Jefferson de Carvalho Silva.

1. Software Educacional. 2. Software-Avaliação. 3. Ensino-Aprendizagem. I. Título.

CDD 005

DAVID DOS SANTOS DA COSTA

**COMO ESTÃO SENDO AVALIADOS OS *SOFTWARES* EDUCATIVOS PARA O
ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Bacharelado em
Sistemas de Informação da Universidade
Federal do Ceará como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel.

Área de concentração: Computação

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jefferson de Carvalho Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. João Ferreira de Lavor
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Wladimir Araujo Tavares
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, mestres, amigos e irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido a vida, a coragem e a determinação de lutar pela realização de meus objetivos. Aos meus pais, aos mestres, aos amigos e irmãos.

“... Aprender é o maior dos prazeres não só para o filósofo, mas também para o resto da humanidade, se bem que menos participem dele.”

Aristóteles

RESUMO

O uso dos *Softwares* Educativos (SEs) vem crescendo consideravelmente a cada ano. Com a evolução das linguagens de programação e do hardware, tem-se construído sistemas robustos e cada vez mais sofisticados, com inúmeros recursos que podem ser utilizados em diversos momentos pelo professor na sala de aula ou em outros ambientes escolhidos por ele para fomentar a aprendizagem dos alunos. Uma das dificuldades que surge com o uso dos *softwares* no ensino e aprendizagem é como avaliar se o aluno está aprendendo de modo satisfatório em decorrência do uso de *Softwares* Educativos. Em outras palavras, questiona-se se os *Softwares* Educativos utilizados tem melhorado a aprendizagem dos alunos ou estão sendo apenas mais uma ferramenta sem valor adicional. No ensejo, percebe-se então a necessidade de uma avaliação mais rígida dos *Softwares* Educativos a fim de fundamentar o docente na sua escolha e aplicação em suas aulas. Para que se desenvolvam *Softwares* Educativos de qualidade para a educação se faz necessário conhecer tanto os aspectos técnicos de *softwares* quanto os aspectos pedagógicos envolvidos no ensino e aprendizagem dos alunos e fazer uma avaliação se ele atinge seus objetivos, que deve ser transmitir ou facilitar a obtenção do conhecimento pelo usuário final, que é o aluno. Pensando nisso, este trabalho busca investigar como estão sendo avaliados os *Softwares* Educativos para o ensino da matemática e quais critérios estão sendo utilizados na fase de desenvolvimento ou validação. Este processo ocorreu por meio da realização de uma revisão sistemática da literatura. Foi identificado um conjunto de 100 trabalhos que após a restrição das edições de 2014 a 2017 e sucessivas filtragens foi reduzido para 13 trabalhos finais, utilizados para a extração de informações. Como resultado foi identificado aspectos técnicos e pedagógicos usados nos *Softwares* educativos atualmente e como estão sendo avaliados, os métodos ou técnicas usados para avaliar a eficácia do SE no ensino/aprendizagem da matemática e as teorias de aprendizagens envolvidas. Os resultados deste trabalho mostram que os *Softwares* Educativos estão sendo avaliados ainda de forma incompleta. Poucos *Softwares* Educativos mantêm o equilíbrio entre aspectos técnicos e pedagógicos, avaliando com mais rigor a eficácia do SE na aprendizagem dos alunos e produzindo uma documentação adequada que dê suporte ao professor no planejamento das aulas usando os SEs.

Palavras-chave: *Software* Educativo. Matemática. Ensino e Aprendizagem. Avaliação. Revisão Sistemática da Literatura.

ABSTRACT

The use of Educational Software (SEs) has been growing considerably each year. With the evolution of programming languages and hardware, we have built robust and increasingly sophisticated systems with numerous resources that can be used at different times by the teacher in the classroom or in other environments chosen by him to foster learning from the students. One of the difficulties that arises with the use of softwares in teaching and learning is how to evaluate if the student is learning in a satisfactory way due to the use of Educational Software. In other words, it is questioned whether the Educational Software used has improved students' learning or is just another tool with no additional value. At the same time, the need for a more rigid evaluation of Educational Software is perceived in order to support the teacher in his choice and application in his classes. In order to develop quality educational software for education, it is necessary to know both the technical aspects of software and the pedagogical aspects involved in the teaching and learning of the students and to make an assessment if it achieves its objectives, which must be to transmit or facilitate the acquisition of knowledge by the end user, who is the student. Thinking about this, this work seeks to investigate how the Educational Software for the teaching of mathematics is being evaluated and what criteria are being used in the development or validation phase. This process occurred through a systematic review of the literature. A set of 100 works were identified that after the restriction of the editions from 2014 to 2017 and successive filtrations were reduced to 13 final works, used for the extraction of information. As a result, we have identified the technical and pedagogical aspects used in educational software currently and as they are being evaluated, the methods or techniques used to evaluate the efficacy of SE in the teaching / learning of mathematics and the theories of learning involved. The results of this work show that Educational Software is still being evaluated incompletely. Few educational softwares maintain a balance between technical and pedagogical aspects, more rigorously assessing the effectiveness of SE in the learning of the students and producing adequate documentation that supports the teacher in the planning of the classes using the SEs.

Keywords: Educational Software. Mathematics. Teaching and Learning. Evaluation. Systematic Review of Literature.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Classificação de trabalhos agrupados por ano na primeira busca realizada	50
Gráfico 2 - Distribuição dos trabalhos selecionados por ano de 2014 à 2017.....	51
Gráfico 3 - Classificação de trabalhos na primeira seleção agrupados por ano	52
Gráfico 4 - Quantidade de trabalhos identificados na extração, que avaliam o mesmo critério.	56
Gráfico 5 - Porcentagem de trabalhos identificados na extração, que avaliam o mesmo critério.	56
Gráfico 6 - Quantidade de trabalhos identificados na extração, que avaliam pelo mesmo método.....	59
Gráfico 7 - Porcentagem de trabalhos identificados na extração, que avaliam pelo mesmo método.....	59
Gráfico 8 - Quantidade de trabalhos identificados na extração, que avaliam o mesmo critério pedagógico.	62
Gráfico 9 - Porcentagem de trabalhos identificados na extração, que avaliam o mesmo critério pedagógico.....	63
Gráfico 10 - Quantidade de trabalhos agrupados por critério/método	65
Gráfico 11 - Porcentagem de trabalhos agrupados por critério/método.....	66
Gráfico 12 - Quantidade de Critérios/Métodos usados na avaliação da aprendizagem presente em cada trabalho.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de artigos selecionados na segunda extração de trabalhos da revisão.....	32
Quadro 2 - Modelo da estrutura de documentos BibTex	49
Quadro 3 - Número de trabalhos encontrados por biblioteca.....	50
Quadro 4 - Trabalhos encontrados por biblioteca de 2014 a 2017.....	51
Quadro 5 - Estado da pesquisa após a 1ª seleção	52
Quadro 6 - Quantidade de trabalhos eleitos na primeira seleção agrupados por biblioteca..	52
Quadro 7 - Quantidade de trabalhos eleitos na segunda seleção agrupados por biblioteca ..	53
Quadro 8 - Critérios identificados na extração, usados para avaliar aspectos técnicos do software.	54
Quadro 9 - Métodos identificados na extração, usados para avaliar aspectos técnicos do <i>software</i>	58
Quadro 10 - Critérios pedagógicos identificados nas avaliações dos Softwares.....	61
Quadro 11 - Teorias ou modelos de aprendizagem presente nos trabalhos.....	63
Quadro 12 - Critérios/Métodos identificados na extração de dados.....	64
Quadro 13 - Síntese dos resultados	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	TRABALHOS RELACIONADOS	17
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1	Softwares Educativos (SEs)	19
3.2	Didática e a aprendizagem matemática mediada por Sistemas Computacionais	20
3.3	Avaliação de Softwares Educativos	22
4	PRODECIMENTOS METODOLÓGICOS	25
4.1	Definição da Pesquisa	25
4.1.1	<i>Revisão da literatura</i>	25
4.1.2	<i>Tema, Objetivo e Escopo</i>	25
4.1.3	<i>Definição da Metodologia</i>	27
4.2	Planejamento da Revisão Sistemática	27
4.2.1	<i>Definição do Objetivo</i>	28
4.2.2	<i>Definição do Protocolo</i>	28
4.3	Condução da Revisão Sistemática	48
4.4	Reporte da Revisão Sistemática	48
5	RESULTADOS	49
5.1	Processo de Busca de Trabalhos	49
5.1.1	<i>Primeira Seleção de Trabalhos</i>	51
5.1.2	<i>Segunda Seleção de Trabalhos</i>	53
5.2	Como estão sendo avaliados os Softwares Educativos para o ensino da matemática ou quais critérios estão sendo utilizados (RQ1)	53
5.2.1	<i>RQ 1.1: Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar os aspectos técnicos no processo de desenvolvimento e/ou validação dos SEs?</i>	53
5.2.2	<i>RQ 1.2: Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar os aspectos pedagógicos no processo de desenvolvimento e/ou validação dos SEs?</i>	60
5.2.3	<i>RQ 1.3: Quais são as teorias de aprendizagem incluídas no processo de desenvolvimento/avaliação dos SEs?</i>	63

5.2.4 <i>RQ 1.4: Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar a eficácia do SE no ensino/aprendizagem da matemática?</i>	64
5.3 Síntese dos Resultados	68
5.4 Discussão dos Resultados	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
6.1 Ameaças à Validade	73
6.2 Trabalhos Futuros	74
6.3 Contribuições	74
REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento é um bem precioso que alguém pode ter e por meio dele provocar mudanças em si e naqueles que o cercam. Ele pode ser adquirido em qualquer lugar, mas é na sala de aula o ambiente mais sistematizado e apropriado para adquiri-lo. “Na sala de aula, a conduta do professor ou a ação de um colega podem facilmente originar uma aprendizagem modelada junto dos alunos.” (VASCONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2003, p.13).

Para que o aluno possa construir seu conhecimento de maneira eficaz, os materiais, métodos e ferramentas devem ser adequados pelos professores. Quando essas ferramentas são computadores se faz necessário mais atenção para que se use de maneira responsável e potencialize os aspectos pedagógicos, entre outros, e não sirva simplesmente como programas agradáveis que proporcionam diversão, sem nenhum objetivo cognitivo (VIEIRA, 2000).

No espaço de aprendizagem dos alunos, as vantagens e os perigos proveniente do uso do computador podem ser equilibrados caso o professor adeque sua metodologia, valorize os aspectos técnicos, pedagógicos e psicológicos ligado a esse artefato e faça uma avaliação rigorosa da qualidade dos *softwares* educacionais (SEs) a serem usados por ele (GIRAFFA, 2000).

Quanto aos métodos de ensino são ações desenvolvidas com o objetivo de transmitir o conhecimento aos alunos por meio de determinados conteúdos. Em geral cabe ao professor organizar essas ações utilizando atividades diversificadas para o ensino e aprendizagem. Esses métodos “consistem nos procedimentos e técnicas necessárias ao arranjo e controle nas condições ambientais que assegurem a transmissão/recepção de informações” (LIBÂNEO, 1990). Foi com a evolução da tecnologia da informação e comunicação (TIC) que permitiu novos métodos de ensino fossem possíveis a partir da aplicação de instrumentos tecnológicos, como computadores pessoais (PCs) ou dispositivos móveis, para auxiliar no ensino e aprendizagem dos alunos.

Com o enriquecimento das linguagens de programação e facilidade de se programar advinda dessa revolução há, na atualidade, *softwares* disponíveis para quase tudo que imaginarmos. Porém, nem todos eles podem ou devem ser usados pelos professores para o ensino e aprendizagem. Para Giraffa (2000), um programa passa a ser classificado como educacional se apresentar um contexto que o inclua no processo de ensino e aprendizagem. Essa contextualização permite ao aluno aprender com mais facilidade ao estabelecer relações significativas entre os objetos em estudo.

Segundo Valente (2008), os *Softwares* Educativos na maioria das vezes são agrupados conforme se manipula o conhecimento. Eles podem designar-se Tutoriais - a estrutura das informações se organiza seguindo uma sequência pedagógica específica; Exercícios e Práticas - dispõe de perguntas e respostas e normalmente seu uso é destinado à revisão de material já estudado; Programação - o aluno programa o computador; Aplicativos - podem ser processadores de texto, de imagens, planilhas eletrônicas, editor de apresentações, etc.; Simuladores - replicar cenários concretos com autenticidade e qualidade que dificilmente seria possível no ensino convencional sem o uso de máquinas; Jogos - criado para diversão, permitindo ao usuário encontrar sozinho, correspondências entre objetos num determinado contexto; Aplicações *Web* – Programas que permitem o livre acesso de ou a vários locais diferentes por meio da *internet* e assim sucessivamente.

A relação aluno/computador/professor que acontece com o uso de *softwares* educativos, torna essencial que se reflita sobre a qualidade de produto de *software* educativo. Esse debate deve versar sobre “em que medida um *software* pode contribuir para a educação hoje questionada ou em que medida poderá concorrer para uma educação transformadora” (GLADCHEFF; SANCHES; SILVA, 2002, p. 2). No entanto, a avaliação da qualidade de *software* educacional segundo estes autores não é tão simples devido ao grande número de disciplinas existentes.

Não se pode avaliar um *software* educacional apenas com base nas características de qualidade técnicas, por exemplo, funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade, portabilidade [(ISO/IEC 9126-1 (ISO/IEC, 2001)]. Essa área coloca em cena outros elementos, pois a incorporação de aplicativos computacionais na educação só se justifica na medida em que possibilite um avanço qualitativo nos processos de ensino e aprendizagem. Portanto, devem ser levados em conta, também, aspectos educacionais envolvidos, ou seja, aspectos pedagógicos, psicopedagógicos, socioculturais, cognitivos e lúdicos. (GLADCHEFF; SANCHES; SILVA, 2002, p. 2).

Para Gladcheff, Sanches e Silva (2002, p. 2), “[...] é necessário ressaltar a importância da realização da avaliação de produtos educacionais por uma equipe multidisciplinar. Isso, pois, em geral, o professor não está familiarizado com tantos critérios técnicos envolvidos na área computacional.” No ensejo, conjectura-se que da mesma maneira o projetista ou desenvolvedor de software pode não está acostumado com os critérios pedagógicos, teoria ou métodos de aprendizagem da área educacional.

No âmbito da discussão, uma das dificuldades que surge em se tratando do uso dos *softwares* no ensino e aprendizagem é em relação à avaliação do aluno, ou seja, como avaliar se o aluno está aprendendo de modo satisfatório em decorrência do uso dessas ferramentas educativas. Em outras palavras, questiona-se se os *Softwares* Educativos

utilizados tem melhorado a aprendizagem dos alunos ou estão sendo apenas mais um instrumento sem valor adicional.

Para certificar-se de que esses métodos são eficazes, é imprescindível existir uma apreciação acurada. Entretanto, avaliar, em tese, não é tão simples. No entanto, essa análise é essencial para a tomada de decisão para que o objetivo perseguido seja atingido. Os seres vivos, por exemplo, estão em um constante processo de avaliação, e por intermédio desta tomando decisões a todo instante. Verificar se ocorreu aprendizagem após o uso de um *software* educacional tem se mostrado ainda mais difícil. Essa investigação avaliativa se constitui um dos componentes do processo educativo e deve servir como base auxiliar na aprendizagem do aluno (PORTUGAL; HENICHA, 2014). Assim, faz-se necessário uma reflexão por parte dos profissionais da educação, para se certificarem que seus métodos e ferramentas estão realmente proporcionando uma aprendizagem satisfatória aos alunos.

Neste trabalho usa-se o termo *Softwares* Educativos para referenciar todos os tipos de *software* produzidos para serem executados por computadores pessoais (PCs) ou dispositivos móveis e que são voltados para auxiliar alunos e professores na propagação do conhecimento e no processo de ensino e aprendizagem como um todo.

Com base nas informações apreciadas no âmbito da discussão, se percebe a necessidade de uma avaliação mais consistente a respeito do uso dos *Softwares* Educativos a fim de fundamentar o docente na sua escolha e aplicação em suas aulas. Para tal é primordial realizar-se um levantamento do que já tem sido feito nesse sentido, analisar os resultados alcançados, as metodologias aplicadas, a avaliação dos conhecimentos ou habilidades adquiridos e compara-los entre si buscando verificar a credibilidade desses produtos.

Fundamentado nestas características, avaliações de ferramentas de *Softwares* Educativos e metodologias para o ensino e aprendizagem da matemática, este trabalho tem por objetivo geral verificar quais critérios vem sendo utilizados para avaliar os *Softwares* Educativos (SEs) em relação ao ensino e aprendizagem da matemática, por meio da realização de uma revisão sistemática. Com a execução desta revisão sistemática espera-se alcançar três objetivos específicos, que são: (i) Identificar os critérios e/ou métodos usados na avaliação dos SEs para comprovar a aprendizagem em decorrência do seu uso; (ii) Verificar em quais teorias da aprendizagem os SEs se embasam; e, (iii) Identificar e analisar os aspectos técnicos e pedagógicos das avaliações.

Na Seção 2 são apresentados, em linhas gerais, os trabalhos relacionados ao tema desenvolvido nesta pesquisa bem como suas semelhanças e diferenças. Na Seção 3 são

mostrados os conceitos de *Softwares* Educativos (SEs), seu alinhamento com a didática do ensino e aprendizagem de matemática além de tratar sobre a avaliação destes sobre o ponto de vista da engenharia de software e segundo a pedagogia do ensino e aprendizagem. Na Seção 4 é apresentada a metodologia adotada para a realização desta pesquisa e as etapas desta revisão sistemática segundo Kitchenham, 2004. Nesta Seção também são apresentadas as tabelas de extração de dados de todos os produtos de softwares selecionados. Na Seção 5 são mostrados os resultados obtidos com base na pesquisa realizada e na Seção 6 são feitas as considerações finais bem como as ameaças a validade, trabalhos futuros e as contribuições desta pesquisa.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Este trabalho está fundamentado em alguns estudos relacionados abaixo que apresentam características semelhantes. Eles foram encontrados no decorrer de uma pesquisa bibliográfica que permitiu perceber pontos de convergência nas áreas de interesses e na procura por respostas envolvendo questionamentos similares. Cada um contribuiu de modo singular para ação, deste escrito.

Descrever-se-á aqui a obra de alguns autores e sua contribuição para o desenvolvimento deste trabalho. Savi (2011), desenvolveu um trabalho intitulado avaliação de jogos voltados para disseminação do conhecimento cujo objetivo geral era como realizar avaliações de qualidade de jogos educacionais. Semelhante ao objetivo deste trabalho, o autor busca identificar como os jogos educacionais têm sido avaliados. O processo de pesquisa adotado em seu trabalho foi dividido em cinco fases. Uma delas foi realizar uma revisão sistemática para identificar jogos educacionais para Engenharia de *Software* no Brasil e como são avaliados. O estudo foi feito a partir do estabelecimento de duas (2) questões de pesquisa, seguido da identificação e análise dos trabalhos identificados. Entretanto este trabalho se restringe apenas a jogos educacionais para o ensino da engenharia de *software* e, além disso, não trata dos demais tipos de *Softwares* Educativos.

Henrique et al. (2015), apresenta uma revisão sistemática da literatura que tem como objetivo principal identificar as teorias de aprendizagem usadas pelos SEs (*Softwares* Educativos). Semelhante ao objetivo deste trabalho, os autores buscam identificar as diversas formas de avaliar os SEs. A revisão sistemática foi feita a partir do estabelecimento de quatro (4) questões de pesquisa que além de buscar as diversas formas de avaliar SEs busca também as teorias de aprendizagem incluídas no processo de desenvolvimento e de avaliação dos SEs. Os autores não trataram aqui, entretanto, aspectos importantes como relevância e eficácia quanto ao alcance dos objetivos educativos propostos e avaliação da contribuição para a aprendizagem em decorrência do uso do SE.

Gomes et al. (2002), também traz um estudo sobre avaliação de *software* educativo para o ensino da matemática. Semelhante ao objetivo proposto o autor busca investigar como têm sido avaliados os *Softwares* Educativos no ensino da matemática. Composto por duas fases de investigação, primeiro é feita uma análise das *interfaces* e depois uma verificação da aprendizagem dos alunos. Pontuam-se aspectos importantes na análise de um *software* educativos como: idioma, conteúdos abordados, público-alvo, documentação, aspectos pedagógicos, *interface*, conteúdo, *feedback*, aspectos técnicos, avaliação e aspectos

gerais principais como o alcance dos objetivos propostos e contribuição para a aprendizagem dos conceitos apresentados. Entretanto o estudo é apresentado em linhas gerais e de forma resumida incluindo apenas dois jogos.

Todos estes autores usam a aprendizagem como ponto de convergência. Buscam entender os *Softwares* Educativos e sua aplicação pedagógica, criar métodos que facilitem sua avaliação pelos desenvolvedores ou usuários finais de forma a fortalecer cada vez mais o ensino e aprendizagem. Esses assuntos são discutidos na seção a seguir.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apresento aqui conceitos relevantes que ainda serão por um bom período alvos de discussões veementes entre representantes e defensores da comunidade de Informática Educativa. Esses conceitos envolvem direta e indiretamente a avaliação de *Softwares* Educativos voltados para o ensino em geral ou especialmente da matemática. Na primeira seção será definido o que é Software Educativo no escopo deste projeto e sua relação com o ensino da matemática nos últimos anos. Na segunda seção será discutido como os recursos computacionais podem ser usado para que haja aprendizagens significativas e construção de conhecimentos. Na terceira seção tratar-se-á sobre a avaliação de *Softwares* Educativos e suas características técnicas e pedagógicas.

3.1 *Softwares* Educativos (SEs)

Os *Softwares* Educativos (SEs) aqui se referem a qualquer *software* educacional voltado para o ensino/aprendizagem de conteúdos curriculares. O uso desses programas de computadores vem crescendo consideravelmente a cada ano. Com a evolução das linguagens de programação e do hardware, tem-se construído sistemas robustos e cada vez mais sofisticados, com inúmeros recursos que podem ser utilizados em diversos momentos pelo professor na sala de aula ou em outros ambientes escolhidos por ele para fomentar a aprendizagem dos alunos. O uso intenso desses sistemas tem ocorrido na *internet*, onde uma boa parte deles, que antes eram somente *desktop*, está migrando para *web*, sendo hospedados em servidores e disponibilizados para o mundo. Nesse contexto, são criados uma infinidade de jogos para diversas áreas de conhecimentos, ferramentas de apoio, simuladores, plug-ins, entre outros, que também podem ser acopladas a Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) como o Moodle¹.

Um *Software* Educativo comercial interessante nesta problemática é o Cabri-Géomètre II. Foi projetado para ser usado nas escolas francesas como suporte no ensino da geometria euclidiana. Frequentemente é alvo de pesquisas e experimentos na área da matemática. Atualmente, um de seus concorrentes é o Geogebra, que também é voltado para geometria e bastante difundido por ser gratuito. Ainda há outros com *interface* mais simples, com poucos recursos e que é disponibilizado na *web* gratuitamente como o *Desmos graphing*

¹www.moodle.com

*calculator*². Estes sistemas são bastante complexos para serem usados por alunos sem o acompanhamento de um professor instruído em geometria.

Software como estes exigem um conhecimento avançado em computação e em matemática para desenvolvê-los. Porém nem todos os suportes desenvolvidos para ensinar matemática carregam toda essa complexidade. Uma boa parte, hoje em dia, é construída por profissionais de outras áreas que não frequentaram uma faculdade de ciências da computação ou sistema de informação, mas que com o auxílio de ferramentas especializadas e um pouco de treinamento se tornam desenvolvedores de pequenos programas. Estes programas podem ser eficientes para o ensino se forem desenvolvidos com o apoio de outros profissionais das áreas envolvidas, como o professor, pedagogo, etc.

Segundo Andres (1999), existem alguns tipos de software educativos que tem sido os mais aplicados ultimamente. Entre eles estão os exercício e prática, tutorial, simulação e modelagem, jogos, hipertexto/hipermídia, tutores inteligentes e hiperdocumento no ambiente de redes.

Estes aplicativos podem auxiliar o professor a criar novas estratégias pedagógicas que favoreçam o aprendizado do aluno. Porém, a qualidade deles pode comprometer esse processo. Antes da criação de um novo sistema, deve-se pensar não em automatizar o que fazemos bem na forma tradicional de ensino, mais em investir onde os recursos humanos limitam nossa capacidade de avançar. Produzir sistemas que considerem características técnicas e pedagógicas adequadas e validadas na prática pode ser um avanço importante que contribui para melhorar a educação em nosso país. A questão proposta no objetivo desta pesquisa será respondida, por exemplo, fazendo-se uma análise das avaliações desses sistemas idealizados.

3.2 Didática e a aprendizagem matemática mediada por Sistemas Computacionais

Novas exigências educacionais surgem com a evolução tecnológica dos últimos anos. “A história e a evolução do uso de computadores no ambiente educacional são discutidas em termos do desenvolvimento e teorias psicológicas e podem ser vistas como uma integração entre a tecnologia disponível e as teorias de aprendizagem, ligadas pela aplicação didática dos programas computadorizados” (SOARES, 2009, p. 35). Do professor passa-se a

²

www.desmos.com/calculator

exigir novas habilidades e conhecimentos que permitam essa ligação. Ele passa a ser o mediador na estruturação do pensamento nesta nova era tecnológica.

Naturalmente vão surgindo novos questionamentos com o avanço da tecnologia. De um lado, profissionais da computação tentam criar soluções em *software* que sejam capazes de atender as expectativas de alunos e professores. De outro lado, educadores se preocupam como e quando usar essas tecnologias de modo a enriquecer suas aulas e proporcionar uma aprendizagem superior, excelente. De modo geral, deve haver um equilíbrio entre a parte técnica e didática para que um objeto educacional seja capaz de proporcionar significado no seu processo de aprender.

Na busca pelas qualidades fundamentais de um Software educativo, muitos estudiosos como filósofos, psicológicos, educadores, neurocientistas, linguistas entre outros, estão, segundo seu próprio entendimento, tentando fazer a integração entre teorias ou métodos de aprendizagem a projetos e produtos informatizados (SOARES, 2009). Essa busca constante tende a aumentar com o passar dos anos. Junto com ela virão novas exigências e imposições cada vez mais difíceis de superar.

Conforme Dullius e Quartieri (2010, p.12). “A Matemática sempre teve relação especial com as tecnologias, desde as calculadoras e os computadores, aos sistemas multimídia e à *internet*.”. Dessa forma supõe-se que essa relação nos permite avançar e ao mesmo tempo nos tornar cada vez mais dependentes dela quando a usamos para suprir nossas próprias deficiências cognitivas. Como resultado disso “a aplicação de atividades em ambientes computacionais, o uso de aplicativos e objetos educacionais como suporte às aulas de matemática têm sido cada vez mais sugeridos nos livros didáticos e utilizadas pelos professores no cotidiano escolar” (PINHEIRO, A.; PINHEIRO, T.; NETO, 2013, p. 149).

A evolução cada vez mais rápida de hardwares e *softwares* torna mais acessível e estimulam investimentos consideráveis do setor público nas escolas como implantação de projetos como o PROINFO (Programa Nacional de Informática na Educação) e a criação de laboratórios educacionais de informática bem como a aquisição de *notebooks*, *tablets*, lousas digitais entre outros recursos tecnológicos. Estas iniciativas governamentais desafiam profissionais da educação a usar ferramentas computacionais na sua prática pedagógica de forma a contribuir cada vez mais para a aprendizagem dos discentes.

Entre os vários desafios enfrentados pelos professores, encontram-se a busca pelos métodos e estratégias de se conseguir melhor aproveitamento possível desses recursos tendo a clareza sobre qual dever ser o momento adequado para se abordar a atividade prevista

com o recurso computacional, de forma a cumprir o principal objetivo que é a aprendizagem (PINHEIRO, A.; PINHEIRO, T.; NETO, 2013).

Ao escolher usar um *software* o professor não deve pensar somente na motivação do aluno pela disciplina. Ela deve existir, porém, deve haver um diferencial/vantagem de se abordar o conteúdo com aquele recurso.

Segundo Pinheiro A., Pinheiro T. e Neto (2013, p. 150), ao observarem o uso dos recursos computacionais pelos professores de matemática, em diferentes escolas e instituições de ensino superior (IES), “tem-se verificado a busca por atividades nos laboratório de informática que privilegie o uso do computador, mas, essa postura é atraída mais pela busca de motivação para os alunos e menos pela percepção de quando a tecnologia pode auxiliar na construção de conceitos de matemática”.

Todas as discursões levantadas até o presente nos faz refletir sobre como devemos equilibrar todas essas variáveis envolvidas no ensino e aprendizagem da matemática usando estes recursos tecnológicos de *hardware* e *softwares* disponíveis. Privilegiar alguns aspectos em detrimento de outros pode comprometer seriamente a sua utilização a favor da educação.

3.3 Avaliação de *Softwares* Educativos

De modo geral, em qualquer tipo de software, deve haver uma etapa de avaliação fazendo parte de seu ciclo de vida. Há uma preocupação crescente em avaliar softwares educativos, pois estes geralmente são desenvolvidos para serem usados nas escolas como uma tentativa de tornar mais fácil o entendimento de determinados conteúdos (MORAIS, 2003). Essa avaliação adverte o usuário sobre de que forma ele fará um bom uso desse artefato indicando quais tarefas e qual o ambiente será o mais adequado. “A avaliação também irá definir se o *software* em análise está de acordo com seu projeto, se seus objetivos realmente foram atingidos, e se as pessoas conseguirão formar o conhecimento que o mesmo deseja passar” (MORAIS, 2003, p. 36). Se o produto em questão for um Software Educativo, deve haver cuidados adicionais, pois “a avaliação durante todo o processo deve garantir que o *software* leve em consideração as necessidades dos usuários, que o *software* seja fácil de aprender, seja eficaz, seguro, desafiador, com linguagem adequada e que estimule a criatividade” (WEBBER; BOFF; BONO, 2009, p. 3).

Existem na atualidade muitas metodologias para avaliar SEs. Alguns exemplos são os *checklist* que referencia a uma lista de características que devem ser verificadas, os métodos heurísticos que basicamente são conjuntos de regras criadas para solucionar

determinado problema, verificação de usabilidade que é responsável por investigar todas as questões relacionadas ao uso como facilidade de aprender, de usar, de memorizar, ensaio de interação que consiste em simular a utilização de um sistema com uma amostra de seu público-alvo, pesquisas, entre outras. “Falar sobre avaliação de software educacional exige estudos mais aprofundados sobre as técnicas existentes. Muitas são elas, porém nem todas são capazes de proporcionar bons resultados” (ANDRES, 1999, p. 10). Escolher qual usar ou em que momento, vai depender dos objetivos pretendidos e traçados previamente.

Software de uso geral e SEs normalmente usam as mesmas técnicas, porém nesse último, “a avaliação deve contemplar aspectos como as teorias pedagógicas que embasam o desenvolvimento do *software* e a adequação pedagógica e contextual” (WEBBER; BOFF; BONO, 2009).

De acordo com Campos (2001 *apud* WEBBER; BOFF; BONO, 2009, p. 4), “ao avaliarmos os *softwares* educacionais precisamos observar as seguintes características”: Características Pedagógicas, Facilidade de uso, Características da interface, Adaptabilidade, Documentação e Portabilidade. Para os autores supracitados as características pedagógicas:

São aquelas que incluem um conjunto de atributos responsáveis pela determinação e viabilização da utilização do *software* no contexto educacional. Essa característica abrange subcaracterísticas que melhoram a identificação de um *software* de qualidade:

- *Ambiente educacional*: o *software* deve disponibilizar a identificação do ambiente educacional e do modelo de aprendizagem que ele privilegia;
- *Pertinência em relação ao programa curricular*: o *software* deve ser adequado e seguir regras de um dado contexto educacional ou a uma disciplina específica;
- *Aspectos didáticos*: o *software* deve atender a um objetivo educacional, sendo fácil de usar, amigável ao usuário, apresentando aspectos motivacionais e respeitando as individualidades. É importante que inclua atributos como: clareza e correção dos conteúdos, recursos motivacionais, carga informacional e tratamento de erros (2001 *apud* WEBBER; BOFF; BONO, 2009, p. 4).

Outros aspectos técnicos também são citados por Oliveira, Neto e Gomes (2001), que podem está relacionada à facilidade de uso, interatividade, qualidade de áudio, gráficos e animações, instalação, apresentação visual, documentação, robustez entre outros, ou ainda serem de aspectos gerais, contribuindo para a aprendizagem dos conteúdos apresentados e o alcance dos objetivos propostos.

É possível perceber a relevância da avaliação desses sistemas tanto do ponto de vista técnico de que trata a engenharia de *software* como do ponto de vista didático para garantir seu rendimento cognitivo no processo de ensino-aprendizagem, principalmente em relação ao ensino da matemática.

Neste trabalho buscou-se na literatura referências que elucidassem as propostas de avaliações de *software* e/ou ferramentas em geral que passaram por algum processo de análise levando em considerações questões cognitivas ou que evidenciassem o fator aprendizagem, pois, se este fator for desconsiderado, por que usar tais recursos no ensino-aprendizagem no ambiente escolar? Além da motivação, é necessário que haja, acima de tudo, algo mais que justifique seu uso: a aprendizagem.

Para Skinner (2003), a aprendizagem concentra-se na capacidade de estimular ou reprimir comportamentos, desejáveis ou indesejáveis. Essa capacidade permite a aquisição de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes, possibilitado através do estudo, do ensino, formação, raciocínio, observação ou da experiência. Esse autor tentou aproximar o aparecimento de um reforçador de comportamento criando as máquinas de ensinar (SKINNER, 1972), que se assemelham hoje aos softwares que apresentam conteúdos em forma de simulados com perguntas de múltiplas escolhas que dão *feedback* ao aluno sobre seus erros e acertos.

Para Vygotsky (2001) a aprendizagem é o processo pelo qual o sujeito adquire informações, habilidades, atitudes, valores e etc. a partir do seu contato com a realidade, o meio ambiente e as outras pessoas. Para ele, o processo de formalização do conhecimento proposto pela escola não é a única fonte que o sujeito possui para aprender, isso está inato às capacidades humanas, conseguindo assim, aprender com qualquer situação vivida.

Usar os SEs como forma de facilitar a busca pelo conhecimento, adquirir habilidades, atitudes e valores, provocando comportamentos desejáveis, gerar inúmeras possibilidades de aprender usando tecnologias computacionais são algumas das principais razões pela qual se tem buscado tanto, incluir os Softwares na Educação.

4 PRODECIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção mostra as etapas da realização da pesquisa definidas neste trabalho. A primeira etapa consiste na definição da pesquisa. Esta se divide em revisão da literatura, escolha do tema, objetivos e definição da metodologia. A segunda etapa consiste no planejamento da revisão sistemática. Esta se compõe da definição do protocolo de revisão, e sua revisão até está pronto e bem definido. A terceira etapa consiste na construção da revisão sistemática. Esta se compõe na busca pelos estudos, seleção dos estudos, extração e análise dos dados. A quarta e última etapa consiste no reporte dos resultados que se resume a escrita deste trabalho, apresentação e disponibilização dos resultados para o público.

4.1 Definição da Pesquisa

Nesta etapa foi definido o propósito da pesquisa a ser desenvolvida e a metodologia adotada. A seguir cada fase será explanada detalhadamente.

4.1.1 *Revisão da literatura*

Para verificar o que já tem sido debatido sobre a avaliação de qualidade de *Softwares* Educativos e por consequência da aprendizagem proporcionada por eles foi feita pesquisa exploratória sobre os diversos trabalhos existentes com esses objetivos. Por meio deste estudo foi possível entender quais as maiores preocupações com o uso desses recursos para que tragam benefícios para os alunos principalmente em relação à matemática que demonstra ser uma das disciplinas de maior dificuldade de aprendizagem e uma das mais rejeitadas pelos alunos. Verificou-se também que muitos professores têm dúvidas e não sabem como avaliar a qualidade e eficácia desses *programas*. Ao concluir essa verificação, iniciou-se a fase de planejamento da revisão sistemática.

4.1.2 *Tema, Objetivo e Escopo*

O tema escolhido tem relação direta com a necessidade do autor em conhecer maneiras eficientes de se avaliar a aprendizagem dos alunos quando se usa os *Softwares* Educativos. Essa necessidade surge de um Trabalho de Conclusão de Curso de Matemática na Universidade Estadual do Ceará cujo tema era “O uso do Cabri-Géomètre II no ensino da

geometria”. O estudo foi baseado em pesquisa realizada numa escola de ensino fundamental, sendo levados em consideração dois grupos de estudo: o grupo que usaria o *software* Cabri-Géomètre II denominado de Novas Tecnologias (NTs) e o grupo que usaria ferramentas tradicionais denominadas de Velhas Tecnologias (VTs) como régua, compasso, esquadro e transferidor (COSTA, 2008). Esse estudo tentou avaliar o uso do produto e verificar se houve ou não aprendizagem. Nessa ocasião não foram verificados os aspectos técnicos e pedagógicos debatidos aqui, nesta revisão. Em outras palavras não se buscara a causa, mais o efeito do software sobre a aprendizagem.

A partir dos dados obtidos na experiência, o autor concluiu que houve mais aprendizagem com o uso das VTs do que com o uso das NTs. A experiência com um pequeno grupo de controle, entretanto, parece ser uma ameaça à validade dos resultados. Além disso, o autor não conseguiu identificar qual das duas tecnologias usadas em seu experimento é a melhor. Ele constata apenas que houve aprendizagem nos dois casos e que esta depende mais da abordagem diferenciada dada pelo professor do que da ferramenta.

Esta pesquisa mostrou as dificuldades e incertezas que surgem quando se deseja avaliar o uso de uma ou mais ferramentas no contexto da aprendizagem. Entende-se que ainda não há um modo eficaz para medir o quanto um *software* pode trazer impactos positivos no ensino e na aprendizagem no ambiente escolar. Refletindo sobre esta experiência vivida pelo autor, surge a questão: será que esta avaliação foi eficaz e rigorosa o bastante para se chegar à conclusão exposta? O que se tem feito para que se obtenham resultados mais contundentes em avaliações como esta? Que técnicas ou métodos podemos utilizar para provar a eficiência de um *software* na aprendizagem de determinados conteúdos? A avaliação usada pelo autor foi uma das melhores naquela ocasião? Há alguma outra forma de avaliar mais eficiente que demonstre a veracidade dos resultados obtidos?

Outra questão muito importante que influenciou a escolha da temática em análise foi o fato de o autor ser graduado em matemática e lecionar a disciplina em uma escola pública de ensino médio, e está exercendo temporariamente a função de professor regente de laboratório de informática. Nesse ambiente o regente deve ser capaz de avaliar aspectos técnicos e aspectos pedagógicos dos *Softwares* Educativos que serão usados para ensinar tanto matemática como também outras disciplinas. Na ocasião se espera que o instrutor seja capaz de indicar o uso de estratégias para os demais professores e de auxiliar na interação com esses programas proporcionando uma didática aprazível aos alunos.

Diante disto, este trabalho busca identificar os métodos ou técnicas usadas na avaliação dos SEs para comprovar a aprendizagem em decorrência do seu uso com foco

direcionado ao ensino da matemática. Como parte deste processo, também será verificada a relevância, a eficácia, o processo de concepção, desenvolvimento e validação desses *softwares* destacando os aspectos técnicos usados além dos pedagógicos.

4.1.3 Definição da Metodologia

Para realizar as ações de identificar, comparar e analisar os aspectos técnicos e pedagógicos das avaliações de *Softwares* Educativos tanto em relação às etapas de concepção ou desenvolvimento ou validação e utilização pelo professor/aluno no ensino/aprendizagem da matemática, foi decidido pela realização de uma revisão sistemática da literatura. Com essa revisão é possível avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma determinada questão de pesquisa específica, tópico de áreas ou fenômeno de interesse (KITCHENHAM, 2004).

Como referencial para execução desta revisão sistemática busca-se trilhar as orientações propostas por Kitchenham (2004). As fases e tarefas relacionadas em cada etapa desta revisão seguem igualmente suas diretrizes.

Para suportar o andamento da revisão sistemática optou-se por usar uma ferramenta de apoio a revisões sistemáticas chamada *StArt (State of Art through Sustematic Reviews)* que dar suporte a partir da elaboração do protocolo de revisão até a sintetização dos resultados finais. É um software *desktop* que possui etapas bem definidas: planejamento, execução e sumarização. No planejamento está a definição do protocolo de revisão. Na execução faz-se a identificação dos estudos, seleção dos estudos e extração dos estudos. Na sumarização encontram-se vários gráficos que representam os resultados de cada uma das etapas anteriores.

4.2 Planejamento da Revisão Sistemática

A seguir é apontada cada uma das atividades organizadas que compõem o processo de realização da revisão sistemática. Esta será conduzida em três (03) etapas: planejamento, execução e resultados.

Na etapa de planejamento foram consideradas a determinação do objetivo e a definição do protocolo. Nesta última, estão incluídas quatro (04) atividades: definição da questão de pesquisa, estratégia busca, estratégia de seleção e estratégia de extração dos dados.

Após a criação e revisão do protocolo inicia-se a etapa de execução da revisão que comporta duas (02) atividades: busca dos trabalhos e extração dos dados. A seleção dos trabalhos ocorre em duas fases: 1ª seleção dos trabalhos e 2ª seleção dos trabalhos.

Com os dados obtidos da etapa de execução inicia-se a etapa dos resultados que se divide em duas (02) atividades: análise dos resultados e ameaças a validade. Nesse momento será feita uma análise dos resultados obtidos, e serão expostas as ameaças à validade desses achados.

São mostrados nos tópicos seguintes os objetivos de cada uma dessas fases e a descrição dos moldes de sua realização.

4.2.1 Definição do Objetivo

Inicialmente buscou-se determinar o objetivo a ser atingido com a realização da revisão. A procura teve como desfecho identificar como estão sendo avaliados os *Softwares* Educativos para o ensino da matemática ou quais critérios estão sendo utilizados. Este objetivo refere-se à avaliação dos aspectos técnicos e pedagógicos do desenvolvimento do SE e como se dá a avaliação da aprendizagem em decorrência de sua utilização para validar sua eficácia no ensino/aprendizagem dos alunos.

4.2.2 Definição do Protocolo

O Protocolo da Revisão Sistemática tem a incumbência de garantir a transparência dos procedimentos realizados durante todo o processo. Por isso ele foi definido inicialmente. Nos tópicos seguintes são detalhados as atividades desse protocolo e o resultado final determinado em cada uma delas que deverá servir de base para as etapas seguintes.

4.2.2.1 Questões da Pesquisa

A questão principal da pesquisa que motivou o desenvolvimento deste trabalho é investigar como estão sendo avaliados os *Softwares* Educativos para o ensino da matemática. Esta avaliação se refere ao processo de desenvolvimento, quando os desenvolvedores precisam saber se o produto cumpre seus objetivos educativos, ou querem um *feedback* para realizar melhorias. Ela também se refere à avaliação do produto pelos educadores, quando são analisadas as contribuições que o software pode trazer para o ensino e aprendizagem dos

alunos para então tomar a decisão de aplicar em suas aulas. Esta indagação deve direcionar todos os procedimentos da revisão para que seja, no final, encontrada uma resposta satisfatória a essa pergunta. Para tornar mais fácil encontrar uma solução a questão formulada, a partir desta, pode-se criar questões secundárias que refletirão vários aspectos envolvidos, a serem investigados na questão principal, tornando o resultado ainda mais consistente. A questão principal “RQ 1” e as questões secundárias “RQ 1.1”, “RQ 1.2”, “RQ 1.3” e “RQ 1.4” estão identificadas a seguir.

RQ 1: Como estão sendo avaliados os *Softwares* Educativos para o ensino da matemática ou quais critérios estão sendo utilizados?

A seguir são apresentadas as questões de pesquisa secundárias estabelecidas para este trabalho.

RQ 1.1: Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar os aspectos técnicos no processo de desenvolvimento e/ou validação dos SEs?

RQ 1.2: Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar os aspectos pedagógicos no processo de desenvolvimento e/ou validação dos SEs?

RQ 1.3: Quais são as teorias de aprendizagem incluídas no processo de desenvolvimento / avaliação dos SEs?

RQ 1.4: Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar a eficácia do SE no ensino/aprendizagem da matemática?

4.2.2.2 *Estratégia de Busca*

A automatização da busca dos artigos torna a tarefa bastante simples e rápida além de facilitar sua replicação futuramente por outros pesquisadores. Para tanto, criou-se uma *string* de busca que é a combinação criteriosa de vários termos ao mesmo tempo. Ela foi criada como combinação de palavras-chave extraídas das questões de pesquisa e do objetivo deste trabalho. Estas palavras devem ser escritas na língua portuguesa, pois somente serão considerados aptos a fazerem parte do conjunto de trabalhos da revisão, aqueles escritos nessa língua. Embora alguns termos importantes devam ser usados em língua inglesa como é o caso da palavra *game* que significa “jogo”.

Todos os trabalhos são oriundos de conferências (artigos) ou periódicos (revistas) que tratam de temáticas relacionadas à área de Informática na Educação. As fontes de dados digitais escolhidas foram: Anais do *Simpósio* Brasileiro de Informática na Educação (SBIE³), Anais do *Workshop* de Informática na Escola (WIE⁴), e a Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE⁵). Levou-se em consideração o recorte temporal que compreendeu os períodos de 2014 a 2017.

As três fontes de dados escolhidas para a busca dos trabalhos oferecem as mesmas orientações para pesquisa:

- Podem ser usados caracteres maiúsculos ou minúsculos sem preocupação, pois o sistema não os diferencia;
- O sistema de busca ignora termos irrelevantes;
- Por padrão são recuperados os artigos contendo todas as palavras buscadas, ou seja, o *AND* (e) aparecerá mesmo que o usuário não digite;
- O pesquisador pode combinar vários termos usando o *OR* (ou) e encontrará artigos contendo um ou outro termo. Ex.: educação *OR* pesquisa; significa <educação ou pesquisa>;
- Buscas complexas podem ser criadas usando a combinação de *OR* (ou) ou então *NOT* (não). Ex.: arquivo ((revista *OR* conferência) *NOT* teses); significa que serão buscados <arquivos> e <revistas ou conferências> (qualquer uma das duas servirá) e todas as <teses> serão excluídas do resultado da busca;
- Se o pesquisador quiser buscar uma frase exata é só usar aspas duplas. Ex.: “Acesso livre a informação”; retornará resultados que contenha esta frase tal qual está escrita;
- Para excluir termos o pesquisador precisa apenas usar o *NOT* (não). Ex.: *online NOT* políticas; retornará um trabalho que contem o termo <*online*> se este trabalho não possuir também o termo <políticas>;
- Se for usado o asterisco* serão consideradas todas as variações de palavras que iniciam com esse termo. Ex.: educa*; todas as variantes como educação, educador, educar, educativo, etc.

³ www.br-ie.org/pub/index.php/sbie

⁴ www.br-ie.org/pub/index.php/wie

⁵ www.br-ie.org/pub/index.php/rbie

As palavras escolhidas para busca dos trabalhos foram: matemática, ensino, aprendizagem, pedagógico, educativo, jogo, sistema, ferramenta, *software*, *game*, objeto, avaliação, validação, teste, aplicação, revisão e sistemática.

Combinando todas as palavras descritas acima em uma única *string* levando em conta as orientações para pesquisa citados no site das fontes digitais escolhidas, obteve-se a *string* de busca: (matemática)(ensino-aprendizagem OR ensino OR aprendizagem OR pedag* OR educa*)(jogo* OR sistema* OR ferramenta* OR *software** OR *game** OR objeto*)(avalia* OR valida* OR test* OR aplica* OR revisão OR sistemática).

Ao combinar e testar a *string* citada várias vezes notou-se que a quantidade de trabalhos aumentava ao acrescentar variações de uma mesma palavra, por exemplo: jogo e jogos, ou então pedagógico e pedagogia, ou então avaliação e avaliações. Por conseguinte, optou-se por usar o caractere-curinga asterisco* para incluir todas as variações possíveis de palavras com mesmo radical.

4.2.2.3 Estratégia de Seleção dos Estudos

Critérios de Inclusão e de Exclusão

Os critérios de inclusão e exclusão foram usados para determinar os trabalhos que deveriam fazer parte ou não da composição de estudos relevantes para esta revisão. Por isso, compreendeu-se que seria necessário explicar esses padrões, visto que caso não existisse uma boa definição dessas especificações poderiam deixar de serem incluídos trabalhos relevantes para a pesquisa ou então fariam parte do conjunto, aqueles sem nenhum valor incremental. Os critérios de inclusão e exclusão escolhidos para esta finalidade serão definidos a seguir.

Incluídos (I)

- I1 - Trabalhos que apresentam um produto de *software* educativo para o ensino e aprendizagem da matemática e sua avaliação;
- I2 - Trabalhos que apresentam somente a avaliação de um produto de *software* educativo para o ensino e aprendizagem da matemática;
- I3 - Revisões sistemáticas que envolvam avaliação de um produto de *software* educativo para o ensino e aprendizagem da matemática.

Excluídos (E)

- E1 - Trabalhos que apresentam um produto de *software* educativo para o ensino e aprendizagem da matemática, mas não a sua avaliação;
- E2 – Trabalhos que apresentem produto de *software* educativo não relacionado ao ensino e aprendizagem da matemática;
- E3 - Trabalhos duplicados;
- E4 - Trabalhos incompletos.

Em relação aos trabalhos da categoria E3 foram considerados apenas aqueles apresentados de forma mais completa.

4.2.2.4 Extração de Dados

O Quadro 1 lista todos os trabalhos selecionados para extração com o título original do artigo, nome do produto, tipo e sua data de publicação, totalizando treze (13) artigos. Alguns trabalhos não possui um nome específico para referenciá-lo. Alguns são avaliações de *softwares* e outros mostram também a fase de projeto e desenvolvimento.

A seguir será mostrado o significado de alguns termos presentes na tabela para facilitar sua compreensão. O termo *M-Learning* presente no título de alguns trabalhos faz referência às palavras *Mobile Learning*, ou seja, Aprendizagem baseada em dispositivos Móveis como celulares ou *tablet*; *Adventure* se refere a um tipo de jogo de aventura cuja ênfase é focada no enredo e não na parte gráfica ou ação; Objeto de Aprendizagem (OA) é qualquer material digital, como, por exemplo, textos, animações, vídeos, imagens, aplicações, etc.; FARMA é uma sigla para Ferramenta de Autoria para Remediação de erros com Mobilidade na Aprendizagem; SAM é uma sigla para Sistema de Auxílio à Matemática; Um Jogo Sério é um jogo desenvolvido com o objetivo principal de transmitir um conteúdo educacional e não totalmente de entretenimento.

Quadro 1 - Lista de artigos selecionados na segunda extração de trabalhos da revisão

ID	Título	Produto	Tipo	Ano
T1	Vem Aprender: Objetos de Aprendizagem para o ensino de Estatística	Vem Aprender: Educação Estatística	Portal Web	2016
T2	Pirâmide Multiplicativa: um jogo sério para a memorização da tabuada	Pirâmide Multiplicativa	Jogo sério	2015
T3	<i>Questions Today</i> : Sistema <i>m-learning</i>	<i>Questions Today</i>	Sistema	2014

	como auxílio ao ensino da matemática		<i>Web m-learning</i>	
T4	Conquistando com o Resto: Virtualização de um Jogo para o Ensino de Matemática	Conquistando com o Resto	Jogo educacional	214
T5	Castelo da Matemática: um <i>Adventure</i> Textual aplicado ao Ensino.	Castelo da Matemática	Jogo educacional	2014
T6	Ferramenta educacional de tecnologia assistiva para o ensino e prática da matemática social de jovens e adultos com deficiência intelectual.	Ferramenta (Sem Nome)	Sistema <i>Desktop</i>	2016
T7	Avaliação do impacto da retroação na aprendizagem apoiada por uma ferramenta educacional.	OA criado com FARMA (sem nome)	Ferramenta <i>Web</i>	2017
T8	Avaliação de Jogos Educativos: Uma Abordagem no Ensino de Matemática.	Desafio com Palitos	Jogo educacional	2015
T9	Desenvolvimento de uma aplicação <i>web</i> para auxiliar no ensino da matemática para alunos do ensino fundamental.	Aplicação <i>Web</i> (sem nome)	Aplicação <i>Web</i>	2014
T10	Jogos digitais educacionais como instrumento didático no processo de ensino-aprendizagem das operações básicas de matemática.	Matemática Monstro	Jogo educacional	2014
T11	TME: Aplicativo <i>M-Learning</i> para o Estudo de Conceitos Matemáticos com ênfase no ENEM.	TME (Treinamento de Matemática para o ENEM)	Ferramenta <i>Mobile</i>	2016
T12	O uso do jogo educacional Eu sei Contar como auxílio da matemática no ensino infantil.	Eu sei Contar	<i>Software Web</i>	2017
T13	Plataforma SAM: a gamificação e a colaboração em uma plataforma de aprendizagem para o ensino da matemática em crianças portadoras de <i>Síndrome de Down</i> .	Plataforma SAM	Plataforma <i>Web</i>	2017

Fonte: elaborado pelo autor

Depois da seleção dos artigos passou-se para a extração dos dados que foram sintetizados nas tabelas a seguir, de acordo com os seguintes itens:

- Produto: nome do *software*, ferramenta, jogo, aplicação, etc., relatado no estudo;
- Referências: dados que identificam o artigo e ajudam a obter informações como o nome dos autores, por exemplo;
- Descrição do Produto: breve descrição do *software* ou ferramenta ou jogo ou aplicação avaliada;
- Forma de utilização: quantos usuários o sistema suporta ao mesmo tempo;

- Ambiente de execução: identifica se o artefato é utilizado em computador em ambiente local, em computador na *internet*, em dispositivos móveis, etc.;
- Objeto do conhecimento em Matemática: área de na qual a atividade de aprendizagem está focada, com base na matriz de referência proposta pelo MEC (Ministério da Educação) para matemática;
- Tópico da Matemática: tópicos detalhando o objeto de conhecimento em matemática;
- Atividade de aprendizagem: mostra qual tarefa deve ser realizada pelos alunos;
- Contexto de uso: indica em que situação educativa o produto pode ser usado;
- Resultado da aprendizagem: podem ser mudanças de atitudes, conhecimentos ou habilidades que serão adquiridos com a experimentação ou aprendizagem;
- Validação: Mostra como o SE foi validado e identifica se foi avaliado seu uso na educação principalmente com alunos;
- Avaliação dos aspectos técnicos: verifica termos relacionado à documentação, idioma, instalação, *interface*, falhas, manutenção, fácil operação, registros eficientes da evolução de cada aluno, *feedback*, instruções claras, etc.;
- Avaliação dos aspectos pedagógicos: verifica termos relacionado à apresentação dos conteúdos, objetivos definidos, encaixe com proposta da escola, manual pedagógico com propostas educacionais, exploração da realidade do aluno, trocas de experiências entre alunos, adequação a faixa etária, fácil reconhecimento e utilização, tratamentos de erros de forma clara, sistema de ajuda, motivação, *feedback*, etc.;
- Teorias de aprendizagem: teorias usadas ou mencionadas durante o desenvolvimento ou validação para adequar o *software* à educação;
- Avaliação da Aprendizagem: verificar que métodos ou que técnicas de medição foram usadas e como foram obtidas provas de que o *software* usado trará aprendizagem significativa na sua proposta;
- Principais descobertas: algum fato relevante do estudo que tenha chamado atenção.

As informações contidas nas tabelas de extração foram obtidas a partir da leitura completa de cada artigo realizada na 2º seleção de trabalhos.

Tabela 1 - Produto Vem Aprender: Educação Estatística

Produto (T1)	“Vem Aprender: Educação Estatística”
Referências	de Oliveira Andrade, Gustavo and Rodrigues, Chang
Descrição do Produto	É um portal <i>web</i> interativo, aborda diversos conceitos como: fases do método estatístico, curiosidades, materiais complementares, <i>podcast</i> , jogos, vídeos, exercícios, apostilas, resenhas, notas, dentre outros.
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Computador com <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Tratamento da Informação.
Tópicos da Matemática	Estatística básica.
Atividade de aprendizagem	Exercícios, Leitura de Arquivos PDF e Textos, <i>Slides</i> , Vídeo, Animação.
Contexto de uso	Usado como ferramenta de apoio ao professor.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento de conceitos de Estatística Conhecer a disciplina e aplicar em seu dia a dia.
Validação	Com 16 alunos do Ensino Fundamental e Médio. Questionário misto com perguntas discursivas e fechadas sobre aspectos técnicos e pedagógicos.
Avaliação dos aspectos técnicos	Navegação eficiente, atrativa e interativa, telas apropriadas para o usuário, interatividade, usabilidade, clareza das instruções, visual, facilidade de navegação e consistência, harmonia entre cores e animações, clareza, concisão.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Sequencia de tópicos, quantidade de conteúdo, estímulo à curiosidade, público alvo definido, importância do conteúdo para o aluno, exemplo de utilização do conteúdo, conteúdos divididos em pequenos módulos, cenários adequados aos conceitos.
Teorias de aprendizagem	Cita teorias nos trabalhos relacionados, mas não no seu: Aprendizagem Significativa de <i>Ausubel</i> e Construcionista de <i>Papert</i> .
Avaliação da Aprendizagem	Observações do pesquisador ao longo da aplicação. Baseado na opinião dos alunos com questionários sobre o conteúdo abordado.
Principais descobertas	Produto em fase de avaliação com pontos negativos indicados pelos alunos. Oriundo de uma dissertação de mestrado. Avaliou de modo muito superficial pedindo aos alunos para citar definições estudadas.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 2 - Produto Pirâmide Multiplicativa

Produto (T2)	Pirâmide Multiplicativa
Referências	Rolino, Joelson and Afini, Dais and Vieira, Gustavo
Descrição do Produto	Jogo sério para o ensino e aprendizagem da tabuada. Expõe algumas operações de multiplicação e seus respectivos resultados em forma de pirâmide. Tem finalidade de auxiliar a memorização, estimular a rapidez do raciocínio matemática, cálculo mental e a memória visual. Idealizado a partir do jogo chinês <i>Mahjong</i> . O jogador deve associar corretamente cada operação com seu respectivo resultado no menor tempo possível.
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Computador sem <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e operações.
Tópicos da Matemática	Operações com números naturais (multiplicação).
Atividade de aprendizagem	Associar uma multiplicação de dois números naturais ao número correspondente a seu resultado.
Contexto de uso	Usado pelo professor como alternativa diferenciada para o ensino e aprendizagem da tabuada.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento e memorização da tabuada de multiplicar.
Validação	Explorado, avaliado e validado por licenciandos em matemática de uma Universidade Federal. Avaliado de acordo com a metodologia RETAIN. Não foi validado com alunos na faixa etária indicada.
Avaliação dos aspectos técnicos	Relevância, incorporação, transferência, adaptação, imersão e naturalização. <i>Interface</i> , linguagem adequada, facilidade de instalação e portátil para qualquer sistema operacional inclusive em dispositivos móveis.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Aprender de maneira lúdica e prazerosa, motivação, interesse e vontade de jogar, conteúdos eficientes, faixa etária de 11 a 14 anos, Aprender por intermédio da competição entre alunos, favorece o raciocínio e aprendizagem ativa.
Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Perguntado aos professores se o jogo ajudaria os alunos aprenderem conceitos matemáticos Não foi aplicado outro método avaliativo de aprendizagem.

Principais descobertas

Parece apenas tornar digital o que os professores já fazem no quadro branco. A avaliação principal deveria ter sido feita com o usuário final (aluno) para verificar se houve aprendizagem. Não ensina técnicas de multiplicação, nem ensina a multiplicar, apenas faz o aluno associar imagens se já possuir conhecimentos prévios.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 3 - Produto *Question Today*

Produto (T3)	<i>Questions Today</i>
Referências	Sena, Denise Maciel and de Oliveira, Elaine Harada T and de Carvalho, Leandro SG
Descrição do Produto	Sistema <i>m-learning</i> para auxílio ao ensino da matemática. Sistema <i>Web/Mobile</i> . Baseado na apresentação de imagens mostrando conceitos matemáticos, seguidos de exemplos e finalmente exercícios de fixação com gabarito e pontuação.
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Celular sem <i>internet</i> (usa <i>internet</i> apenas para baixar e instalar a aplicação).
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e Operações/Álgebra.
Tópicos da Matemática	As quatro operações básicas com expressões numéricas e algébricas.
Atividade de aprendizagem	Visualização de conceitos e exemplos. Bloco com questões de múltipla escolha. Gabarito ao finalizar a última questão do bloco.
Contexto de uso	Auxiliar o ensino e à aprendizagem. Usado por alunos para aprender ou por professores para ensinar.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento sobre álgebra envolvendo as quatro operações.
Validação	Com 34 alunos da 1ª série do ensino médio de uma escola pública de Manaus. Questionário de 05 questões sobre o produto
Avaliação dos aspectos técnicos	Facilidade de usar, interatividade, roda em qualquer sistema precisando apenas de um navegador <i>web</i> .
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Motiva os alunos, mostra pontuação no final da atividade e guarda o histórico de erros e acertos, objetivos definidos.
Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Questiona aos alunos se o produto ajudou na sua aprendizagem. Avalia os alunos através de questões objetivas em forma de opinião sobre o conteúdo do produto, onde o aluno Concorda Totalmente ou Parcialmente, Discorda Totalmente ou Parcialmente e Indiferente em relação a 05 perguntas sobre o

produto (não faziam parte do produto) traçadas previamente.

Principais descobertas

Um teste em pouquíssimo tempo. A avaliação de aprendizagem parece ter sido medida com uma única pergunta aos alunos se as questões do produto ajudam no processo de aprendizagem. O sistema parece um livro com explicações e em seguida exercícios com gabarito.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 4 - Produto Conquistando com o Resto

Produto (T4)	Conquistando com o Resto
Referências	dos Santos, Wilk Oliveira and da Silva, Alex Pereira and da Silva Junior, Clovis Gomes
Descrição do Produto	O jogo possui quatro telas: Tela de início, Tela de créditos, Tela de regras, Tela do jogo. Na tela de jogo está o tabuleiro com 48 casas, numeradas de forma sequencial. Os jogadores começam o jogo na casa 43, lançam o dado, dividem o valor da casa pelo valor do dado e avançam no tabuleiro com o resto dessa divisão.
Forma de utilização	Não está claro no artigo, mas dar entender que são duplas de usuários.
Ambiente de execução	Computador sem <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e operações.
Tópicos da Matemática	Divisão com números naturais.
Atividade de aprendizagem	Dividir um número natural por outro número natural e obter o resto da divisão.
Contexto de uso	Uso pelo professor como ferramenta para ensinar divisão brincando. Ferramenta para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento sobre divisão. Desenvolver habilidade com cálculo mental.
Validação	Com 10 estudantes de forma aleatória da 4ª série de uma escola particular em Pernambuco. Estiveram presentes professores de Matemática e profissionais do projeto.
Avaliação dos aspectos técnicos	Interatividade e visual lúdico. Psicólogo sugere melhoria na <i>interface</i> . Planejado por uma equipe multidisciplinar com psicólogo, pedagogo, matemáticos e programadores. Segundo o autor não foi avaliado com metodologias mais completas.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Motivação e estímulo a curiosidade segundo o autor. Matemático sugere incluir perguntas para deixar implícitos conceitos matemáticos.

Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Os professores relataram que os estudantes envolvidos demonstraram ter compreendido os conceitos apresentados no jogo.
Principais descobertas	Os relatos dos professores mostram compreensão. Este é um jogo tradicional usado para exercitar a divisão. Está claro que em qualquer uma das versões (tradicional ou digital) é necessário o professor estar presente para ensinar a divisão e ajuda-los a praticar no jogo. Bastante simples.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 5 - Produto Castelo da Matemática

Produto (T5)	Castelo da Matemática
Referências	Franco, Tiago Custódio and Lorenzi, Fabiana and Peres, André
Descrição do Produto	Jogo educacional onde a criança realiza diferentes enigmas em níveis progressivos de dificuldades. Do gênero <i>Adventure</i> de texto onde o andamento do jogo de dá por meio de ações (texto) a serem informadas pelo jogador. O jogador assume o papel de explorador que entra em um misterioso castelo, solucionando enigmas matemáticos em cada sala. Castelo em formato 2D.
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Computador com <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Grandezas e Medidas.
Tópicos da Matemática	Regras de três, Áreas/perímetro e ângulos.
Atividade de aprendizagem	Questões em forma de enigma sobre os tópicos escolhidos.
Contexto de uso	Auxiliar no ensino. Usado como exercício lúdico para os alunos praticarem conteúdos estudados.
Resultado da aprendizagem	Testar ou reforçar aprendizagem.
Validação	Com 98 alunos de ciência da computação e 20 professores de matemática. Aplicação de um questionário aos professores sobre o produto.
Avaliação dos aspectos técnicos	Usabilidade, facilidade de uso, interatividade e visual lúdico. Questionário sobre aspectos visuais e funcionais, usabilidade e <i>layout</i> .
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Sistema de pontuação, histórico de desempenho, dicas sobre como resolver o problema, questões elaboradas com apoio do professor de matemática. Pontuação para incentivar o aluno. Armazena todas as etapas anteriores da fase. Os professores poder acessar histórico do desempenho dos alunos e verificar o que foi digitado durante as

Teorias de aprendizagem	etapas do jogo.
Avaliação da Aprendizagem	Não cita nenhuma. Segundo questionário aplicado houve grande satisfação dos professores que afirmaram se tratar de uma ferramenta capaz de beneficiar alunos no aprendizado.
Principais descobertas	Faltou à validação com os alunos para então tentar medir o quanto de conhecimento foi adquirido.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 6 - Produto Ferramenta Educacional de Tecnologia Assistiva

Produto (T6)	Ferramenta Educacional de Tecnologia Assistiva para o Ensino e Prática da Matemática Social de Jovens e Adultos com Deficiência Intelectual
Referências	Veneziano, Wilson and Pereira, Maraisa Helena Borges Estevão and Thomaz, Lucas and Moreira, Thales Eduardo Gomes and Meller, Neuza.
Descrição do Produto	É uma ferramenta pedagógica de tecnologia assistiva e gratuita. Deve ser usada sob supervisão de professores especializados. Possuem três lições disponíveis: números, horas e dinheiro.
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Computador sem <i>internet</i> . <i>Windows</i> , <i>Linux</i> Educacional e <i>Android</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e operações e Vivenciando as medidas.
Tópicos da Matemática	Escrever, Operar e Identificar números.
Atividade de aprendizagem	Escrita de números, adição e subtração, noções de horas, minutos e segundos.
Contexto de uso	Para auxiliar e apoiar o processo de ensino e aprendizagem.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento.
Validação	Submetido a professores especialistas de escolas da rede pública e seus estudantes. Foi dado aos professores um formulário para avaliação do programa (abrangendo critérios pedagógicos, <i>interface</i> e conteúdo).
Avaliação dos aspectos técnicos	Observado no uso com o estudante, itens como acessibilidade, facilidade de uso, interatividade, <i>interface</i> . É portátil e permite incluir novas atividades. Instalação e desinstalação. Apresentado ao professor e pontuado suas sugestões e observações para acrescentar ou retirar o que escapasse dos propósitos educacionais.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Motivação do aluno no uso, dicas das

respostas, associar o aplicativo às atividades pedagógicas já comumente utilizadas pelos professores. Adaptado às atividades pedagógicas. Recursos motivacionais e de interatividade.

Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Os professores relataram ser útil e auxilia o processo de ensino e aprendizagem de matemática.
Principais descobertas	Não houve a intenção de avaliar se o uso do produto ajudou ao aluno adquirir o conhecimento. Afirma não ser um novo método, mas uma tecnologia assistiva. Não tem o objetivo de substituir ferramentas usuais de ensino. Adverte que não deve ser usado sem supervisão de um professor.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 7 - Produto Objeto de Aprendizagem criado com FARMA

Produto (T7)	OA criado com FARMA (sem nome)
Referências	Vívian Barausse de Moura e Leticia Peres
Descrição do Produto	FARMA (Ferramenta de Autoria para a Remediação de erros com Mobilidade na Aprendizagem). Permite construir e utilizar objetos de aprendizagem. Sua principal característica é a retroação (possibilidade de armazenar, e explorar a posteriori, os erros e seus contextos cometidos pelos aprendizes).
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Computador com <i>internet</i> , abrangendo <i>desktop</i> e <i>smartphones</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Convivendo com a Geometria.
Tópicos da Matemática	Teorema de Pitágoras.
Atividade de aprendizagem	Não detalha as atividades realizadas.
Contexto de uso	Auxilia o professor destacando seu papel enquanto mediador.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento sobre o teorema de Pitágoras.
Validação	Com 260 alunos, do 9º ano EF e 1º ano EM. Participação de professores. Estudo de campo, exploratório com análise quantitativa usando dois grupos: GC (grupo de controle) GE (grupo experimental).
Avaliação dos aspectos técnicos	Usabilidade, facilidade de uso e interatividade. Possui <i>login</i> e senha, administrador bloqueia <i>menus</i> , criação de grupos de alunos. Controle de compartilhamentos de <i>login</i> , senha e cópias de respostas entre alunos.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Motivação, estímulo ao raciocínio, histórico de desempenho. Destaca erros e direciona aluno e professor a visualizar onde ocorreu o

erro possibilitando questionamento e análise da *práxis*.

Teorias de aprendizagem
Avaliação da Aprendizagem

Não cita nenhuma.

Método de avaliação usando conceitos de retroação. Envolvem cinco atividades distintas: diagnóstico (questionário), treinamento, pré-teste (Questionário), interação AO, pós-teste (Questionário). Avaliado o desempenho em relação ao número de erros através de tarefas previamente preparadas. Foram usados métodos estatísticos de média mediana e desvio padrão e normalidade.

Principais descobertas

Muito rigorosa no processo de condução e na análise estatística dos resultados para verificar a aprendizagem. Foi usada uma amostra interessante.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 8 - Produto Desafio com Palitos

Produto (T8)	Desafio com Palitos
Referências	Oliveira, Wilk and Neto, Sebastião and da Silva Junoir, Clovis Gomes and Bittencourt, Ig Ibert
Descrição do Produto	Um jogo tradicional/manual desenvolvido por meio do processo de virtualização de jogos. Não descreve o jogo. Apenas fornece duas imagens: uso de forma tradicional, e duas telas do jogo virtual.
Forma de utilização	Usuários individuais, em duplas ou equipes.
Ambiente de execução	Computador ou Celular sem <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e Operações.
Tópicos da Matemática	Algarismos Romanos, Conversão de Valores, Raciocínio Lógico.
Atividade de aprendizagem	Dez desafios diferentes envolvendo o tópico descrito. Não descreve os desafios.
Contexto de uso	Auxiliar o professor no ensino.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento/habilidades, Raciocínio.
Validação	Com 10 estudantes de forma aleatória do 6º ano de uma escola pública de Pernambuco. Feito uma avaliação dos aspectos computacionais de <i>interface</i> e aspectos pedagógicos seguindo três abordagens para avaliação de jogos (LORI, <i>GameFlow</i> , <i>Kirkpatrick</i>). Questionário com 07 itens sobre o produto usando a escala <i>Likert</i> .
Avaliação dos aspectos técnicos	<i>Interface</i> , usabilidade, facilidade de uso, visual lúdico e clareza de instruções. Por observação houve agrado das cores e fácil entendimento dos ícones. Desenvolvidos por equipe com psicólogos, pedagogos,

Avaliação dos aspectos pedagógicos	matemáticos e programadores. Motivação, diferentes conteúdos, Informações de fácil entendimento afirmado pela maioria, conteúdos com níveis crescentes de dificuldades. Público alvo definido.
Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Uso da folha de rascunho pelos alunos e posteriormente observada pelos professores de matemática. Opinião do professor de matemática sobre os rascunhos dos alunos. Observações indicadas como resultados positivos de aprendizagem.
Principais descobertas	Avaliação quantitativa da aprendizagem muito simples. As folhas de rascunhos quase não foram usadas na maioria dos desafios.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 9 - Produto Aplicação Web

Produto (T9)	Aplicação Web (sem nome)
Referências	Toda, Armando M and do Carmo, Roberto S and Neto, João Coelho and Silva, Ana Lucia and Brancher, Jacques D
Descrição do Produto	Aplicação <i>Web</i> usando técnicas de gamificação onde os estudantes tem acesso a diversos problemas matemáticos classificados de acordo com a divisão realizada nas OBMEP em relação aos temas e níveis. Cada questão foi analisada ao ponto de ter sua fórmula generalizada, e gerar resultados diferentes a cada execução.
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Computador com <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e operações.
Tópicos da Matemática	Aritmética.
Atividade de aprendizagem	Resolver questões da OBMEP que mudam os valores e o resultado final a cada execução.
Contexto de uso	Auxiliar no ensino da matemática.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento e Raciocínio Lógico.
Validação	Validado por professores de matemática. Não foi validado com alunos.
Avaliação dos aspectos técnicos	Interação flexível, <i>interface</i> adequada, inserção de novos conteúdos, <i>feedback</i> após realizar uma série de exercícios.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Motivação, pontuação do aluno, estatísticas do usuário para uso pedagógico, escolha do nível e tema das questões, dicas, objetivos dos conteúdos bem definidos, opção de cadastro de questões pelo professor. Desenvolvido em conjunto com professores de matemática. Raciocínio ao invés de

Teorias de aprendizagem	apenas “decorar” a solução.
Avaliação da Aprendizagem	Não citou nenhuma explicitamente. Aprovada pelos docentes envolvidos no projeto. Não foi avaliada com alunos.
Principais descobertas	É um sistema interessante para exercitar conteúdos de aritmética poupando trabalho do professor e facilitando o treinamento e raciocínio ao invés de decorar respostas.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 10 - Produto Matemática Monstro

Produto (T10)	Matemática Monstro
Referências	da Silva, Bruna Camargo and Silva, Patrick Pedreira and da Luz, Larissa Pavarini and Silva, Elvio Gilberto and Martins, Henrique Pachioni
Descrição do Produto	Tem como base tradicional o Jogo da Memória. Cartas com figuras que se repetem em duas cartas diferentes, embaralhadas com as faces voltadas para baixo. As figuras são pares de cartas com operações matemática de adição e subtração e seus respectivos resultados. Cada fase aumenta o nível de dificuldade.
Forma de utilização	Usuários individuais ou grupos de usuários.
Ambiente de execução	Computador sem <i>internet</i> , multiplataforma.
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e operações.
Tópicos da Matemática	Adição e subtração de números naturais.
Atividade de aprendizagem	Associar uma carta com operação de adição ou subtração a outra carta com o respectivo resultado.
Contexto de uso	Auxiliar o professor e o aluno no exercício das operações.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento, rapidez no raciocínio.
Validação	Com 20 alunos do 4º ano e 9º ano. Após o contato com o <i>software</i> responderam um questionário simples, com análise da interação das crianças.
Avaliação dos aspectos técnicos	Avaliado a usabilidade de modo informal, através de observações e questionários e pelos alunos. Facilidade em manipular o <i>software</i> , <i>interface</i> , animação e portabilidade.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Visivelmente se sentiram motivados em calcular, Conteúdo eficiente com níveis de dificuldades e público alvo definido.
Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Questionário de opinião não relacionado aos conteúdos perguntando se o aluno gostaria de aprender usando o produto e 100% diz que gostaria.

Principais descobertas

Sem avaliação quantitativa e sem avaliação de aprendizagem. Não havia laboratório de informática na escola aplicada. A avaliação do questionário parece da ênfase somente aos sentimentos da criança. Exercícios são de repetição.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 11 - Produto TME (Treinamento de Matemática para o ENEM)

Produto (T11)	TME (Treinamento de Matemática para o ENEM)
Referências	de Araújo, João Paulo Pereira and Costa, Gabriella and Júnior, José Geraldo Ribeiro
Descrição do Produto	Ferramenta <i>mobile</i> gratuito disponível na plataforma <i>Android</i> com a finalidade de fornecer apoio ao processo de treinamento para o ENEM na disciplina de matemática. Disponível gratuitamente na <i>Play Store</i> .
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Celular com ou sem <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Todos quantos possíveis do ensino médio.
Tópicos da Matemática	Todos quantos possíveis do ensino médio.
Atividade de aprendizagem	Ler e resolver questões do ENEM com gabarito.
Contexto de uso	Usado pelos alunos para estudo individual. Uso pelo professor como material de auxílio na sala de aula. Treinamento de conceitos matemáticos.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento, prática através de exercícios.
Validação	Com 31 Estudantes do 3º ano EM e de um curso Pré-Vestibular. Pesquisa experimental de uso individual e sem acompanhamento do pesquisador. Questionário avaliativo de múltipla escolha sobre o uso do TME um mês depois. Espaço para comentários
Avaliação dos aspectos técnicos	Fácil uso, recursos visuais, performance, instalação e desinstalação, <i>feedback</i> a cada questão respondida, clareza das instruções, <i>interface</i> , interatividade. Efeito de <i>zoom</i> facilitando a leitura.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Registro de desempenho, níveis das questões, motivação, acesso as suas estatísticas de respostas, resolução apresentada passo a passo em cada questão mesmo que o usuário acerte o item, explicações adicionais para esclarecimento de dúvidas, quantidade de acertos em cada nível e número de tentativas.
Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Opinião dos alunos sobre si mesmos perguntando se o aluno acha que o produto contribui para auxiliar a aprendizagem.

Principais descobertas

O autor espera que o aplicativo educacional proposto auxilie os estudantes em sua preparação para a avaliação do ENEM.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 12 - Produto Eu sei contar

Produto (T12)	Eu sei Contar
Referências	Silva, Eduardo and de Sousa Pires, Fernanda Gabriela
Descrição do Produto	É um <i>software web</i> encontrado no repositório <i>online</i> “Escola Games” ajuda na contagem de elementos associando um conjunto de objetos a um número. A cada carregamento do <i>software</i> cinco questões são geradas aleatoriamente.
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Computador com <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e operações.
Tópicos da Matemática	Associação de elementos, Contagem.
Atividade de aprendizagem	Contagem de elementos, associando de conjunto de objetos a um número.
Contexto de uso	Auxiliar o professor.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento, contagem de números.
Validação	Com 15 alunos com idade entre 05 e 06 anos em uma turma de Jardim II. Em 04 fases: adequação da atividade aos conteúdos curriculares da turma, aplicação de um ludo diagnóstico por meio de dois exercícios – ordenação numérica e soma de inteiros, aplicação do <i>software</i> “Eu sei Contar” em sala de aula, questionário estruturado com a professora sobre a aplicação do <i>software</i> e aplicação das mesmas atividades lúdicas apresentadas na fase um.
Avaliação dos aspectos técnicos	<i>Feedback</i> auditivo dos números, <i>Interface</i> , elementos visuais e animação.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Histórico de desempenho, sistema de pontuação, público alvo definido, o conteúdo apresentado no jogo segue o plano de ensino da professora responsável.
Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Os dados foram tabulados e calculados a taxa de aproveitamento dos alunos antes e depois da aplicação do <i>software</i> em sala. Observação e entrevista com a professora.
Principais descobertas	Os resultados quantitativos apontam a justificativa de uso do <i>software</i> confirmando a hipótese que movia a pesquisa: O uso do jogo pode auxiliar no aprendizado.

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 13 - Produto Plataforma SAM

Produto (T13)	Plataforma SAM
Referências	Lundgren, Antonio and Felix, Zildomar
Descrição do Produto	Plataforma <i>Web</i> com perfil de aluno e professor. O aluno se autentica e acessa a tela de aventura ao longo do logo onde o estudante avança as casas de um tabuleiro completando as atividades em uma determinada ordem. O professor se autentica e pode gerenciar seus estudantes, podendo adicionar e criar novo conteúdo.
Forma de utilização	Usuários individuais.
Ambiente de execução	Computador com <i>internet</i> .
Objeto do conhecimento em Matemática	Números e operações.
Tópicos da Matemática	Adição com números naturais.
Atividade de aprendizagem	Várias atividades com soma, contagem, pronúncia, associação de números e imagens.
Contexto de uso	Auxiliar os professores no ensino e aprendizagem.
Resultado da aprendizagem	Conhecimento da operação de adição e contagem.
Validação	Com 04 participantes portadores de <i>Síndrome de Down</i> entre 14 e 33 anos. Dividido em três etapas: pré-teste, aplicação da validação, pós-teste. Aplicação da plataforma ao longo de duas semanas. Questionários com os professores e estudantes para coletar opiniões sobre a experiência na plataforma. No pós-teste foi analisado os resultados de cada participante e tabulados.
Avaliação dos aspectos técnicos	Usabilidade, portabilidade, animação, linguagem adequada a idade. O professor pode acrescentar atividades. Questionário com os participantes para obter opiniões sobre uso da voz (áudio), das atividades.
Avaliação dos aspectos pedagógicos	Motivação, exibição do progresso de cada estudante e pontuação, atividades possuem dicas.
Teorias de aprendizagem	Não cita nenhuma.
Avaliação da Aprendizagem	Verificada a retenção de conhecimento comparando os resultados tabulados de antes e depois do uso da plataforma. Opinião do professor sobre a plataforma ser adequada para transmitir os conteúdos.
Principais descobertas	Mostra uma avaliação quantitativa que permite avaliar o conhecimento obtido através de questionário. Público muito pequeno.

Fonte: elaborado pelo autor

4.3 Condução da Revisão Sistemática

O processo de condução da revisão sistemática consistiu em realizar as atividades de seleção e análise dos trabalhos resultantes das buscas, manual ou automatizadas nas bibliotecas digitais estabelecidas. Este processo encontra-se detalhado na Seção 5 deste trabalho.

4.4 Reporte da Revisão Sistemática

Nesta fase expomos o produto da revisão sistemática. Como etapa final desse processo, ela apresenta todo o percurso do planejamento à conclusão. Todos os trabalhos que compõem a base da pesquisa foram lidos, relidos, esquematizados e analisados com o propósito de responder satisfatoriamente a cada uma das questões da investigação. O resultado de cada atividade realizada foi redigido em hora oportuna para evitar acumulação demasiada ou perda de informações importantes.

5 RESULTADOS

5.1 Processo de Busca de Trabalhos

A procura pelos trabalhos que compõem a base desta revisão foi concluída após várias etapas. A primeira delas foi uma busca geral nas três (03) bibliotecas digitais selecionadas, nos dias 18, 19 e 20 de março de 2018, com a *string* de busca delineada. Os resultados da busca geral foram salvos em arquivo de texto (TXT) e posteriormente importados para a ferramenta de apoio a revisão, *StArt*.

A Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) possui uma ferramenta acionada pelo *link* “como citar este documento” que mostra automaticamente todos os dados de um artigo, inclusive o resumo, em vários formatos diferentes. Um deles é o formato BibTex (ferramenta de formatação usada em documentos LaTeX), como no exemplo do Quadro 2. Esse é um dos formatos de texto aceitos, para realização de importações de trabalhos, pelo *StArt*. Esse procedimento deve ser realizado individualmente, e apenas um por vez, compondo um arquivo de texto único com todos os trabalhos retornados pela *string* de busca.

Quadro 2 - Modelo da estrutura de documentos BibTex

```
article{RBIE7084,
  author = {xxx, yyy},
  title = {Titulo do artigo},
  journal = {Revista Brasileira de Informática na Educação},
  volume = {25},
  number = {01},
  year = {2017},
  keywords = {Palavras; Chaves},
  abstract = {Resumo do artigo},
  issn = {2317-6121}, pages = {77} doi = {10.5753/rbie.2017.25.01.77},
  url = {http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/7084}
}
```

Fonte: elaborado pelo autor.

As outras duas fontes de dados SBIE e WIE, não possuem o mesmo *link* que direciona à mesma ferramenta de citação. Nesses dois casos, para cada trabalho, foi criada uma formatação manualmente com suas informações, idêntico ao Quadro 2, para reuni-las em um arquivo TXT e posteriormente importar para o *StArt*.

O Quadro 3 exibe a quantidade de trabalhos retornada por cada biblioteca. Após a inspeção nas três (03) bases de dados foi alcançado um quantitativo de cem (100) trabalhos. Esse resultado foi determinado devido à aplicação da string de busca.

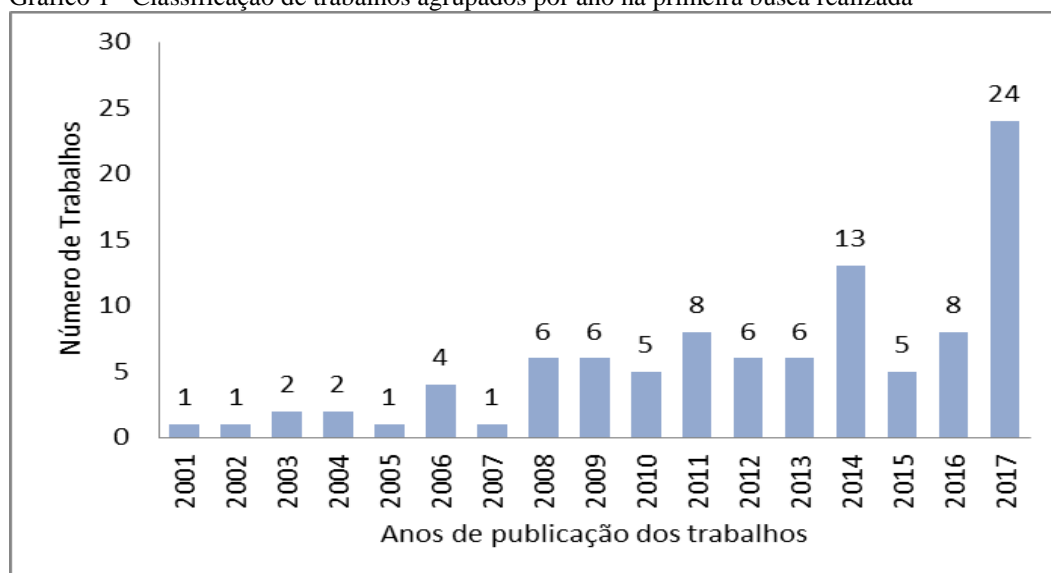
Inicialmente não foi imposta nenhuma restrição de ano ou edição. Ao organizar os dados em uma tabela no Microsoft Excel foi possível gerar o histograma desenhado no Gráfico 1. Ele mostra agrupamentos de trabalhos pelo ano de sua publicação. Nesse caso, foram retornados trabalhos a partir de 2001 até 2017. Observando este histograma verifica-se que há uma maior concentração entre os anos de 2014 e 2017, mostrando que estudos envolvendo os termos apresentados vêm se destacando no decorrer dos últimos quatro (04) anos.

Quadro 3 - Número de trabalhos encontrados por biblioteca

Fonte	Número de trabalhos encontrados
SBIE	42
RBIE	26
WIE	32
Total	100

Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 1 - Classificação de trabalhos agrupados por ano na primeira busca realizada



Fonte: elaborado pelo autor.

Essa concentração, como mostra o Quadro 4, corresponde a 50% do total de estudos buscados com a *string*. Por esse motivo optou-se por considerar na primeira seleção de estudo apenas aqueles trabalhos publicados no período de 2014 a 2017, totalizando um conjunto de cinquenta (50) estudos.

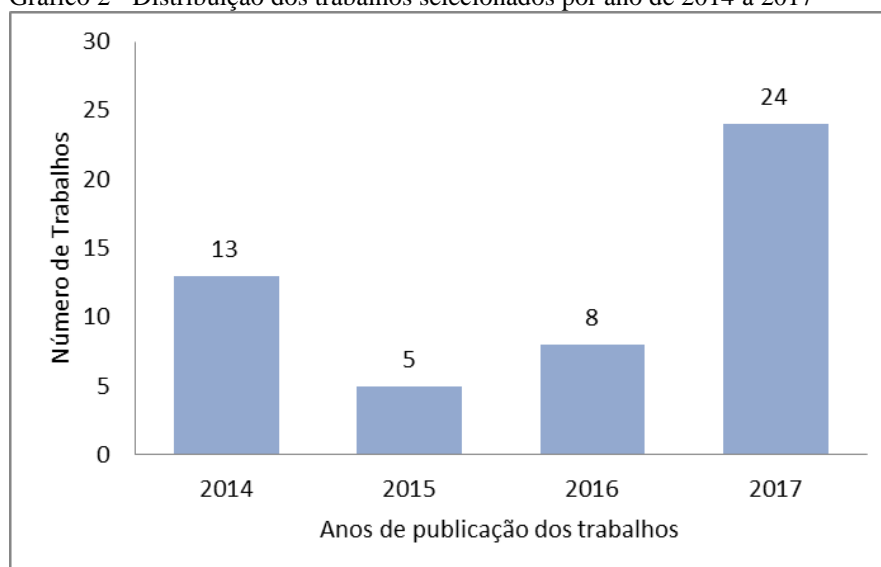
Quadro 4 - Trabalhos encontrados por biblioteca de 2014 a 2017

Fonte	Número de trabalhos encontrados
SBIE	24
RBIE	12
WIE	14
Total	50

Fonte: elaborado pelo autor.

O histograma de frequência ilustrado no Gráfico 2, apresenta esses trabalhos selecionados, agrupados pelos respectivos anos de publicação. Nota-se o aumento significativo de estudos com destaque para o ano de 2017.

Gráfico 2 - Distribuição dos trabalhos selecionados por ano de 2014 à 2017



Fonte: elaborado pelo autor.

5.1.1 *Primeira Seleção de Trabalhos*

A primeira seleção dos trabalhos ocorreu após a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave de cada um. Ela se realizou por um (01) pesquisador. Com esse procedimento foi possível suprimir aqueles estudo que não atendiam as questões de pesquisa desta revisão. Isso acontece em virtude de os textos possuírem termos da string usada e ainda assim não refletir satisfatoriamente os requisitos estabelecidos ou a área pesquisada.

No decorrer da leitura foram aplicados os critérios de exclusão e inclusão, especificados na fase de planejamento. Aquelles classificados como rejeitados foram eliminados do grupo não participando da leitura completa e análise posterior. Após essa verificação, restou um total de vinte e quatro (24) trabalhos. A duplicidade de trabalhos com

títulos ou resumos idênticos foi detectada com o próprio software StArt, e corresponde a um (01) trabalho. Porém, outros tipos de duplicatas podiam ocorrer e somente foram identificadas após a leitura completa do trabalho.

O Quadro 5 mostra o desfecho da pesquisa após a primeira seleção de trabalhos. Um total de vinte e quatro (24) estudos passou para a fase seguinte. Foi eliminado um total de vinte e seis (26) e um (01) duplicado.

Quadro 5 - Estado da pesquisa após a 1ª seleção

Categoria	Quantidade
Trabalhos selecionados	24
Trabalhos rejeitados	26
Trabalhos duplicados	1
Total	51

Fonte: elaborado pelo autor.

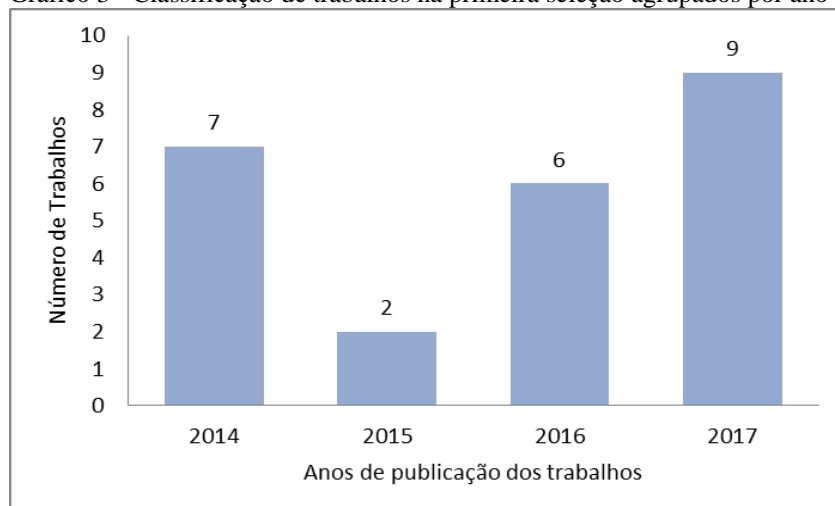
O Quadro 6, expõe a quantidade de trabalhos escolhidos em cada biblioteca depois da primeira seleção considerando o intervalo anual definido. No Gráfico 3 pode ser visto seu respectivo histograma agrupado por ano de publicação mostrando, mais uma vez em destaque, o número de publicações referente ao ano de 2017.

Quadro 6 - Quantidade de trabalhos eleitos na primeira seleção agrupados por biblioteca

Fonte	Número de trabalhos encontrados
SBIE	13
RBIE	4
WIE	7
Total	24

Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 3 - Classificação de trabalhos na primeira seleção agrupados por ano



Fonte: elaborado pelo autor.

5.1.2 Segunda Seleção de Trabalhos

A segunda seleção aconteceu através da leitura completa do grupo eleito na primeira seleção de trabalhos efetivada por um (01) pesquisador. Todos eles foram baixados das fontes de busca no formato PDF. Os trabalhos, após serem observados de maneira completa e individual, foram classificados e analisados segundo as orientações descritas no planejamento da revisão. Ao final deste processo treze (13) estudos foram selecionados, nove (09) rejeitados, e dois (02) duplicados.

O Quadro 7 mostra o estado final da busca em cada fonte digital escolhida após a segunda seleção de trabalhos. A procura foi finalizada, restando agora à leitura completa, na íntegra, de todos os escolhidos para a fase de extração de dados.

Quadro 7 - Quantidade de trabalhos eleitos na segunda seleção agrupados por biblioteca

Fonte	Número de trabalhos encontrados
SBIE	9
RBIE	1
WIE	3
Total	13

Fonte: elaborado pelo autor

5.2 Como estão sendo avaliados os Softwares Educativos para o ensino da matemática ou quais critérios estão sendo utilizados (RQ1)

A partir desta Seção será apresentado o produto resultante da extração de dados do conjunto de trabalho que visa responder cada uma das indagações feitas a partir da questão principal dessa revisão.

5.2.1 RQ 1.1: *Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar os aspectos técnicos no processo de desenvolvimento e/ou validação dos SEs?*

Para responder esta pergunta foram identificados todos os itens citados em cada trabalho que referenciam os aspectos técnicos de um software e que são alvos de avaliação durante a fase de desenvolvimento ou validação. Estes critérios são avaliados individualmente por grupos específicos de usuários como alunos ou professores ou psicólogos ou programadores ou pesquisadores.

Vale ressaltar que alguns critérios técnicos dos softwares em geral, abordados por diferentes autores na literatura, não foram mencionados pelos autores dos artigos desta revisão, no caso destes estarem fazendo somente a avaliação de um produto, ou não são considerados pelos pesquisadores que estão apresentando o resultado de uma produção e sua respectiva avaliação.

O Quadro 8 mostra os critérios identificados nos trabalhos. Eles foram marcados com um identificador (ID) de “C1” (Critério 1), ao “C14” (Critério 14), para facilitar a construção de gráficos na análise do número de ocorrências. A seguir temos uma breve descrição do significado, ou a que se refere cada um deles.

Quadro 8 - Critérios identificados na extração, usados para avaliar aspectos técnicos do *software*.

ID	Critério usado para avaliar aspectos técnicos do <i>software</i>
C1	Usabilidade/Facilidade de uso
C2	Interatividade
C3	<i>Interface</i>
C4	Visual Lúdico
C5	Portabilidade
C6	Animação
C7	Instalação e Desinstalação
C8	Clareza das Instruções
C9	Linguagem Adequada a Idade
C10	Adaptação/Inserção de Novos Conteúdos
C11	<i>Feedback</i>
C12	Relevância
C13	<i>Performance</i>
C14	Acessibilidade

Fonte: elaborado pelo autor

A Usabilidade é uma palavra que indica o quão fácil uma tarefa essencial foi cumprida. Como recurso de medição, pode determinar a eficiência de um instrumento ao realizar determinada tarefa. A Interatividade pode ser percebida à medida que se observa a utilização do *software* pelo usuário. Ela mostra a capacidade que o software tem de proporcionar uma boa experiência ao usuário permitindo que este desempenhe seu papel sobre o conteúdo.

A Clareza das Instruções reflete principalmente a facilidade que o aluno tem para entender os passos a serem seguidos para execução de suas atividades sem a necessidade de maiores esclarecimentos a todo instante por parte do professor.

O Visual Lúdico mostra a atratividade dos elementos visuais da *interface* que convida o aluno a interagir com o sistema. As cores, figuras, personagens e textos dispostos em harmonia atraindo o usuário para usá-lo e sentir vontade de comunicar-se.

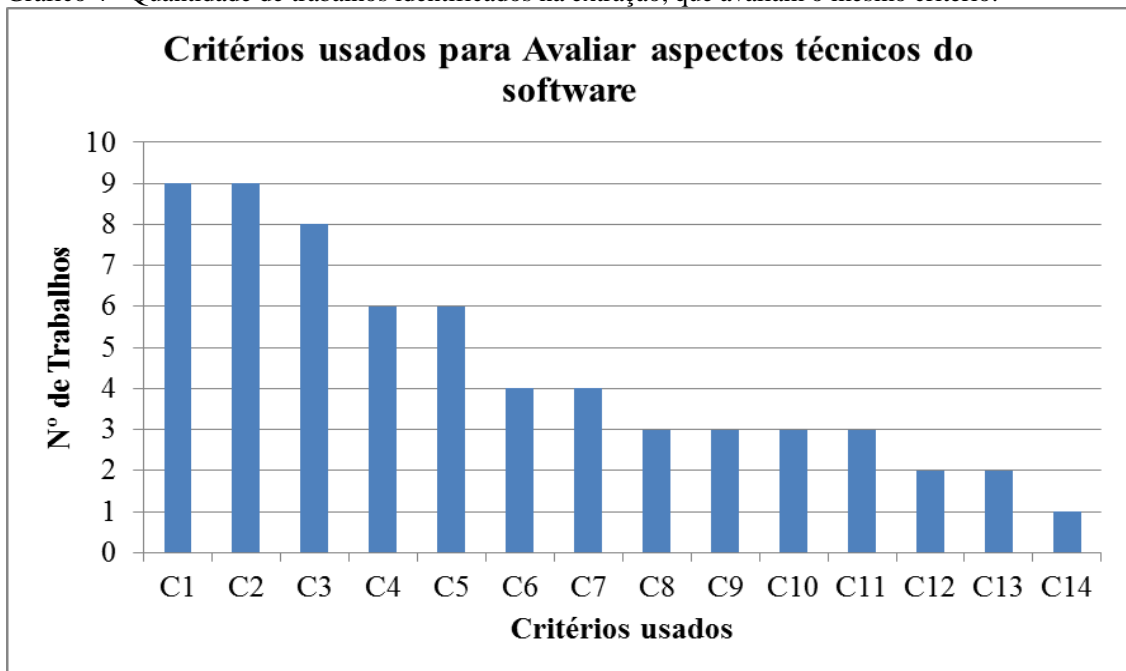
A Animação mostra efeitos visuais nos elementos que compõem a *interface* como cenas de apelo, encenação, temporização, exagero, aceleração, sobreposição, deslizar, etc. Linguagem Adequada à Idade faz referência ao cuidado em não utilizar palavras difíceis de serem entendidas pelos alunos naquele momento em relação aos conteúdos ou quando a linguagem usa uma terminologia adequada ao usuário e não ao sistema. Dessa forma busca organizar as informações de acordo com o modelo mental do usuário.

A Relevância mostra o *software* de maneira atrativa permitindo que ele seja significativo ao usuário. Cada conteúdo se torna igualmente importante e se complementam contribuindo para o progresso cognitivo do aluno. A Portabilidade apresenta a facilidade que o produto tem em ser executado em vários ambientes e plataformas diferentes. A Acessibilidade é a preocupação em incluir no *software* e avaliar as ferramentas que são para apoiar a quem possui limitação de visão, audição, etc. A Adaptação ou Inserção de Novos Conteúdos permite ao professor, principalmente, acrescentar conteúdos ou modificá-los segundo seus objetivos e necessidades de ensino, não se limitando a expor apenas o conteúdo que veio junto ao *software*.

O *Feedback* pode apresentar-se de modo construtivo mostrando mensagens com dicas personalizadas aos alunos ou permitir ao professor acompanhar o desempenho dos estudantes. A Performance refere-se ao desempenho do software na execução de suas funções sem travamentos, lentidão ou demora em carregar conteúdos específicos. Já a Facilidade de Instalação e Desinstalação indica se o software possui instruções corretas e de fácil compreensão para esses procedimentos ou não necessita ser instalado.

O Gráfico 4 mostra a quantidade de ocorrências de cada item descritos no Quadro 8. Os tópicos Usabilidade e Interatividade foram os mais citados e avaliados pelos autores, presente em nove (09) trabalhos, cada um, seguidos da avaliação da Interface com oito (08) aparições. Por outro lado, os itens mais desprezados ou menos avaliados foram Acessibilidade com uma (01) citação, Relevância e Performance ambos com duas (02) alusões apenas.

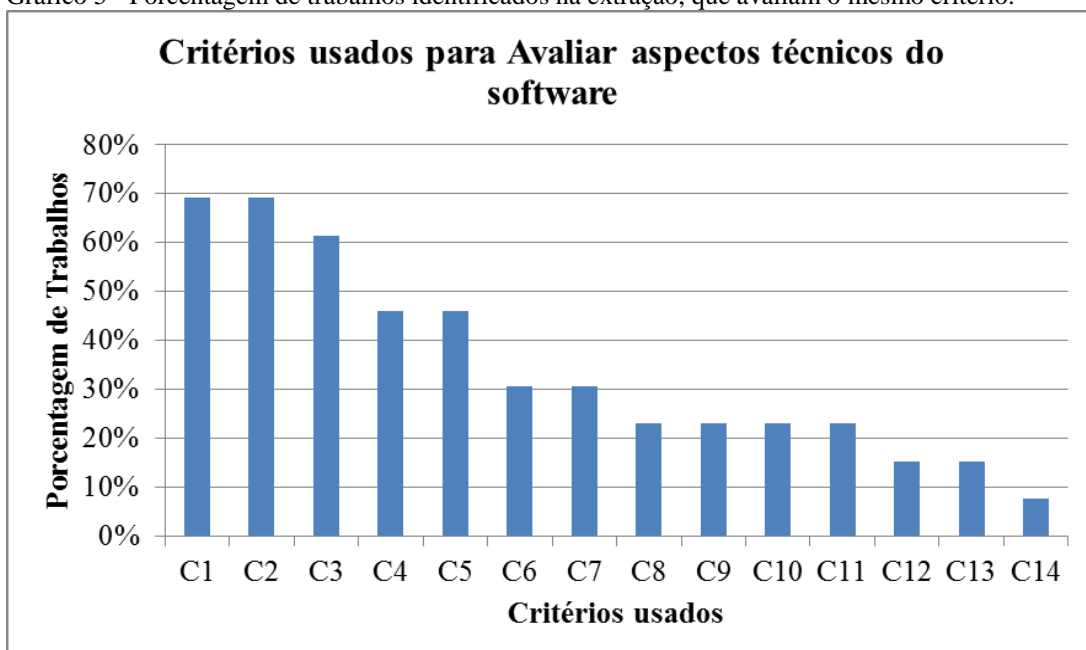
Gráfico 4 - Quantidade de trabalhos identificados na extração, que avaliam o mesmo critério.



Fonte: elaborado pelo autor

Apesar da Usabilidade e Interatividade estarem muito presente nesses trabalhos, ainda assim existem alguns que não contemplaram esses dois itens. O Gráfico 5 mostra que menos de 70% dos trabalhos avaliou estes itens.

Gráfico 5 - Porcentagem de trabalhos identificados na extração, que avaliam o mesmo critério.



Fonte: elaborado pelo autor

Os Métodos usados para avaliar os aspectos técnicos durante o desenvolvimento e/ou validação dos Softwares Educativos estão listado no Quadro 9. A Aplicação Com o Usuário se refere a uma pessoa que usou o SE sendo aluno da disciplina de matemática, ou

como professores em formação, ou professores envolvidos no projeto, ou alunos de ciências da computação, etc. A Observação do Pesquisador indica que ele esteve presente na aplicação com o usuário, ou seja, trata da sua percepção quando acompanhou os usuários durante o uso do sistema. A Opinião do Aluno mostra que esta foi coletada por meio de questionário simples ou através de questionamento oral do pesquisador/desenvolvedor.

O professor da turma que usou o SE também respondeu questionários ou foi interrogado oralmente em algumas ocasiões, dando sua opinião sobre características do sistema, que deviam ter ou serem retiradas, por exemplo. Alguns artigos mostraram que o desenvolvimento do *Software* envolveu uma equipe multidisciplinar com pedagogos e psicólogos, descritos no Quadro 9 como profissionais da educação.

Outros itens presentes neste quadro mostram os tipos de metodologias ou abordagem consideradas no processo desenvolvimento do *Software*, como é o caso da Metodologia INTERA e RETAIN, as Abordagem LORI, *GameFlow*, *Kirkpatrick* e o uso da Escala *Likert* para obter respostas dos questionários apresentados aos alunos após o uso do *Software* Educativo.

A Metodologia INTERA (Inteligência, Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis) é uma metodologia iterativa de desenvolvimento de softwares que possui os seguintes componentes: fases, papéis, etapas e artefatos e é aplicada no desenvolvimento de Objetos Educacionais.

A Metodologia RETAIN é um instrumento de avaliação sendo um acrônimo para *Relevance*, *Embedding*, *Transference*, *Adaptation*, *Imersion* and *Naturalization* (Relevância, Incorporação, Transferência, Adaptação, Imersão e Naturalização). Foi elaborado com o intuito de auxiliar pesquisadores, desenvolvedores e educadores nos processos de criação e avaliação de Jogos Sérios.

A Abordagem LORI (*Learning Object Review Instrument*) ou Instrumento de Revisão de Objetos de Aprendizagem foi desenvolvido como guia para facilitar a avaliação da qualidade de um objeto de aprendizagem. Ele é composto por nove itens: Qualidade do Conteúdo, Alinhamento do Objetivo da Aprendizagem, *Feedback* e Adaptação, Motivação, *Design* da Apresentação, Usabilidade, Acessibilidade, Reusabilidade e Aderência a padrões.

A Abordagem *GameFlow* é uma metodologia de avaliação de jogos eletrônicos que se propõe avaliar o quão prazeroso é o jogo para o jogador levando através dos seguintes critérios: Concentração, Desafio, Habilidade do Jogador, Controle, Objetivos Claros, *Feedback*, Imersão e Interação Social.

A Abordagem *Kirkpatrick* é um modelo para avaliar ações de treinamento e aprendizado que se baseia em 4 níveis: Reação de quem aprende, Aprendizado, Comportamento e Resultados.

A escala *Likert* é um tipo de escala usada em questionários para pesquisa de opinião. Ela mede o nível de concordância geralmente em cinco itens: Discordo totalmente, Discordo Parcialmente, Indiferente, Concordo Parcialmente e Concordo Totalmente.

Quadro 9 - Métodos identificados na extração, usados para avaliar aspectos técnicos do *software*

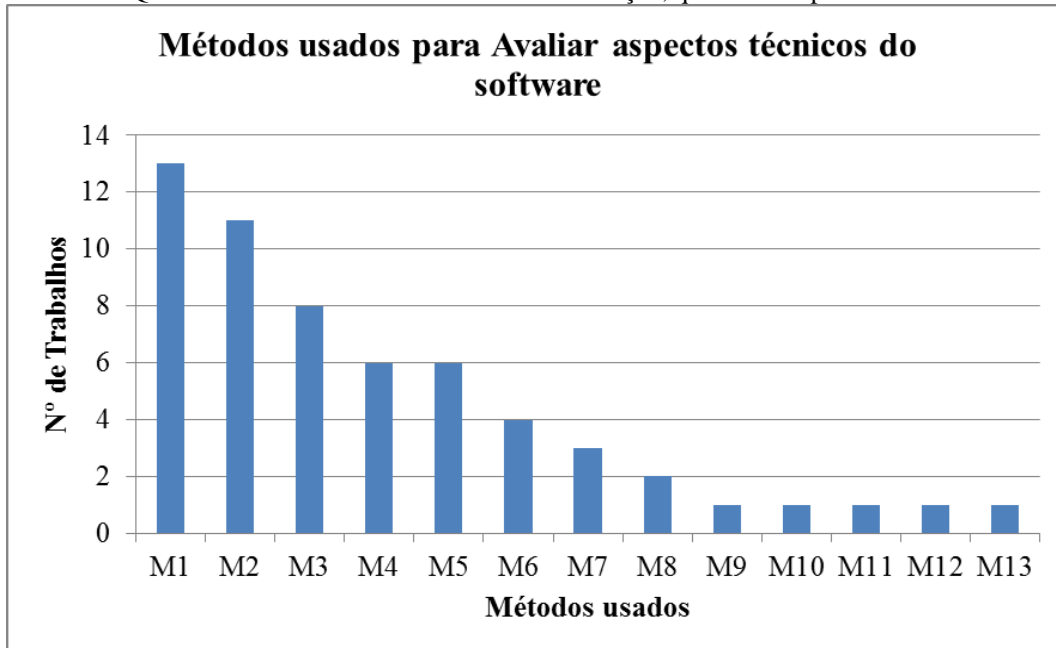
ID	Método usado para avaliar aspectos técnicos do <i>software</i>
M1	Uso do Produto pelo Usuário
M2	Através de Questionário/Formulário
M3	Opinião do Aluno
M4	Observação do Pesquisador
M5	Opinião de Profissionais da Educação
M6	Opinião do Professor da Turma
M7	Opinião de Profissionais da Computação
M8	Escala de <i>Likert</i>
M9	Metodologia INTERA
M10	Metodologia RETAIN
M11	Abordagem LORI
M12	Abordagem <i>GameFlow</i>
M13	Abordagem <i>Kirkpatrick</i>

Fonte: elaborado pelo autor

O Gráfico 6 mostra que a Aplicação Com Usuários foi o método mais usado para avaliar os aspectos técnicos do *Software* Educativo com treze (13) ocorrências. Apesar da aplicação do questionário ter sido muito comum, com onze (11) citações, nem todos os autores mencionaram o seu uso. Outro fato interessante é que as Metodologias e Abordagens tiveram uma (01) citação e o uso de Escalas para obter respostas do usuário foram usados em apenas dois (02) trabalhos.

Percebe-se aqui que os métodos usados para avaliar os aspectos técnicos dos *Softwares* Educativos sofrem grande variação de escolha entre os pesquisadores ou desenvolvedores ou avaliadores. Nem todos os casos tiveram a colaboração do aluno ou a participação do professor da disciplina, por exemplo.

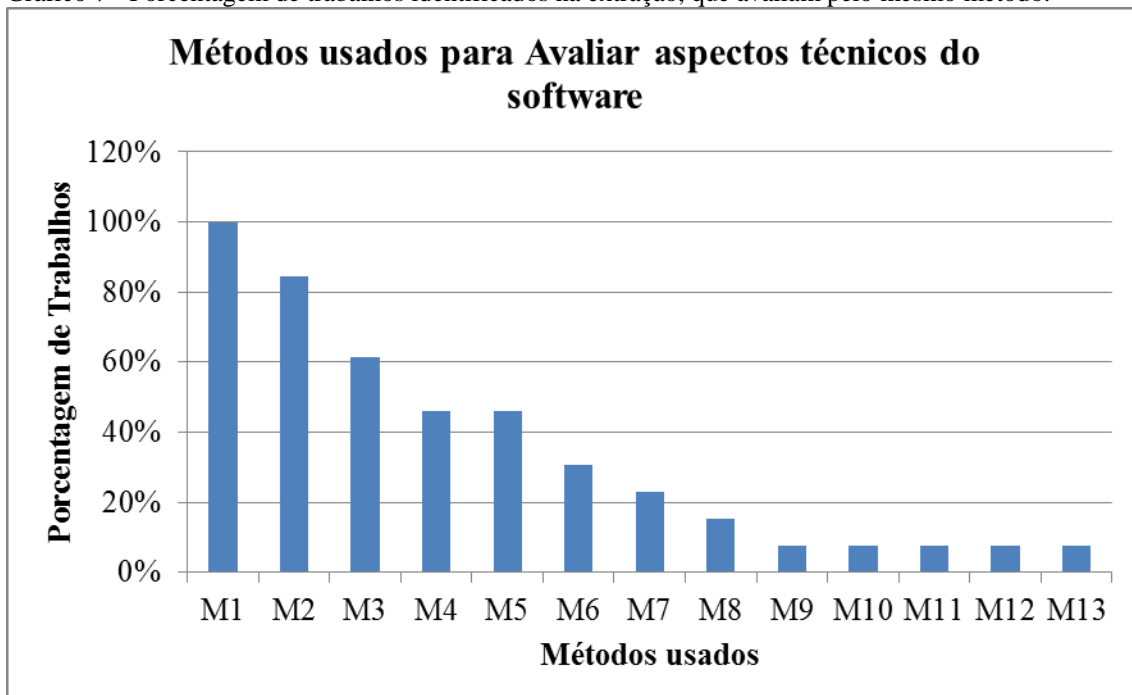
Gráfico 6 - Quantidade de trabalhos identificados na extração, que avaliam pelo mesmo método.



Fonte: elaborado pelo autor

A informação relevante do Gráfico 7 é que 100% dos *Softwares* Educativos avaliados foram submetidos a um processo de validação com algum tipo de usuário. Em mais de 50% dos casos houve uma preocupação em perguntar a opinião do aluno sobre aspectos técnicos através do uso de Questionários/Formulários.

Gráfico 7 - Porcentagem de trabalhos identificados na extração, que avaliam pelo mesmo método.



Fonte: elaborado pelo autor

A seguir alguns trechos foram retirados dos artigos para mostrar como se chegou à conclusão de que determinado item foi avaliado ou considerado durante o desenvolvimento e/ou avaliação do *Software* Educativo. Estas frases podem ter sido adaptadas aqui, mas preservaram o seu significado e contexto. São exemplos:

- “... possibilitar uma navegação eficiente, atrativa e interativa para o usuário”;
- “... cenários que reflitam sobre os conceitos apresentados”;
- “... para o levantamento das informações, foi aplicado um questionário misto com perguntas discursivas e fechadas”;
- “... A observação das atividades nos laboratórios de informática foi importante para a realização desta pesquisa”;
- “... em relação ao produto... não foram observadas dificuldades quanto à sua utilização”;
- “... os textos obtiveram 50% dos votos, enquanto vídeo e animação, 43,8%”;
- “... alguns gostaram dos jogos e suas animações”;
- “...em relação à existência de harmonia entre cores, fontes, animações e vinhetas, constatou-se que 56,3% dos alunos concordaram com os benefícios desse recurso”;
- “... quanto à *interface* do jogo, é possível a criação de animações para os objetos que estão na tela, a fim de torná-los ainda mais atrativos”;
- “...carregada de elementos visuais tais como, imagens, animações e personagens *cartoon*”;
- “... todos os outros demonstraram animação e motivação ao utilizar a plataforma”;
- “... a relevância dos conteúdos também foi uma questão que se destacou, assim, 56,3% dos entrevistados concordaram com sua eficácia”;
- “... Um aluno declarou que o conteúdo não é relevante para seu aprendizado”;
- “... De maneira geral, como você avalia a performance do aplicativo no seu *smartphone*? ”;
- “... o seu desenvolvimento seguiu todas as etapas da metodologia INTERA”;
- “... foi validado por dezesseis alunos do Ensino Fundamental e Médio...”.

5.2.2 RQ 1.2: Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar os aspectos pedagógicos no processo de desenvolvimento e/ou validação dos SEs?

Quanto à avaliação dos aspectos pedagógicos dos Softwares Educativos buscou-se a identificação dos critérios em cada trabalho desta revisão, como mostra o Quadro 10 a seguir. A Motivação é avaliada mediante a observação do pesquisador junto ao uso do SE pelo aluno e é comprovada em algumas publicações com a ajuda de questionários.

O Sistema de Pontuação é um meio de quantificar as ações do usuário que estão de acordo com um padrão definido como correto. Ele pode ser identificado no final ou no decorrer de determinada atividade. A Eficiência do Conteúdo/Atividade mostra se o aluno foi capaz de completá-la de acordo com seus conhecimentos prévios ou com os adquiridos durante o uso do sistema. Quanto ao Nível Crescente de Dificuldades consiste numa modalidade em que quanto mais o aluno aprende mais elevado fica seu raciocínio permitindo que ele resolva problemas mais complexos na medida em que avança no conteúdo presente na aplicação. O Histórico de Desempenho do Aluno permite ao aluno verificar sua evolução para se dedicar mais ou auxilia o professor a identificar possíveis falhas na aprendizagem e preparar medidas de intervenção aos alunos.

O público Alvo Definido ocorre quando os conteúdos e metodologias são preparados para determinadas faixas de idades ou considera outras características como ritmo de aprendizagem, restrições físicas ou mentais. Objetivos Bem Definidos levam em consideração a aprendizagem e facilita verificar se ele foi atingido. Os outros critérios expressam por si sua real intenção e estão presentes em menor número nos artigos selecionados. Também são de extrema importância para ajudar o professor a usar o SE no ensino como: Projeto ou Manual Pedagógico, Plano de Ensino, Proposta Educacional, etc., que não são citados em nenhum dos artigos.

Quadro 10 - Critérios pedagógicos identificados nas avaliações dos Softwares

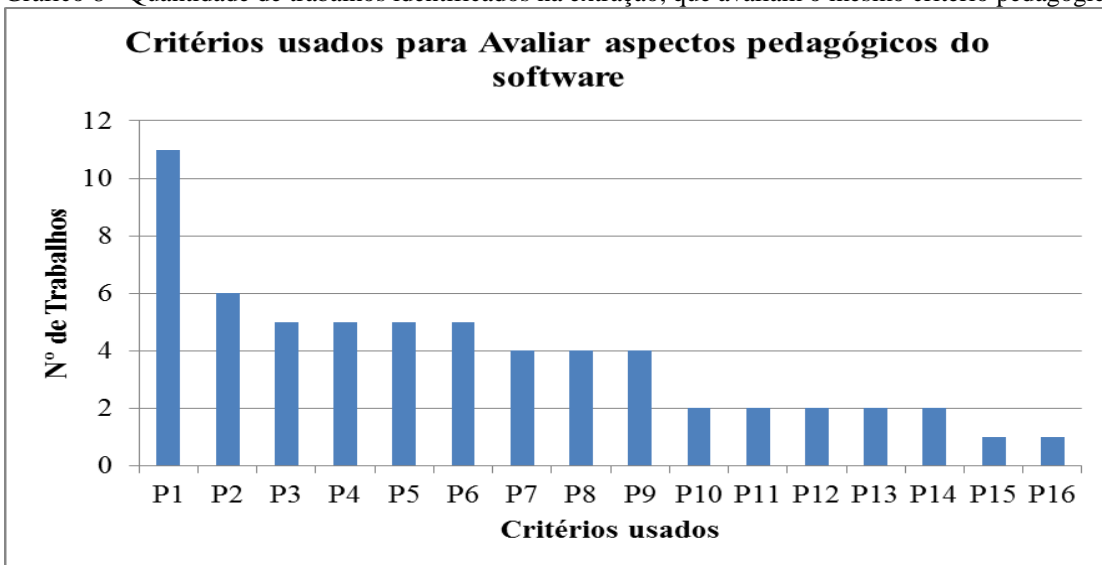
ID	Critérios pedagógicos avaliados nos <i>Softwares Educativos</i>
P1	Motivação
P2	Sistema de Pontuação
P3	Eficiência do Conteúdo/Atividade
P4	Nível Crescente de Dificuldades
P5	Histórico de Desempenho do Aluno
P6	Público Alvo Definido
P7	Conteúdos/Atividades Claros e Concisos
P8	Dicas Sobre o Conteúdo/Atividades
P9	Objetivos Bem Definidos
P10	Quantidade de Conteúdo Adequado
P11	Estímulo ao Raciocínio
P12	Aprendizado Ativo
P13	Competição entre Alunos

P14	Estimula a Curiosidade
P15	Resolução Passo a Passo
P16	Conteúdos Elaborados por Professores da Área

Fonte: elaborado pelo autor

O Gráfico 8 mostra que um dos critérios mais avaliados foi a Motivação, presente em onze (11) trabalhos e em seguida está o Sistema de Pontuação, mencionado em seis (06) trabalhos. Apenas um (01) estudo usa Resolução Passo a Passo e somente um (01) mencionou buscar pelo suporte no professor de matemática em relação aos conteúdos.

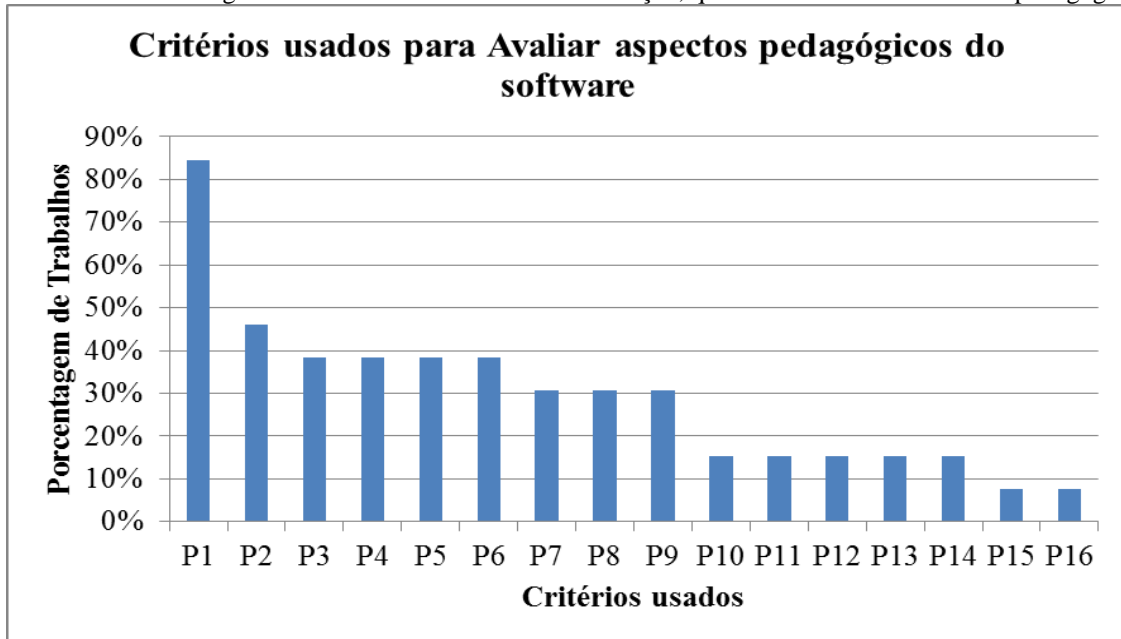
Gráfico 8 - Quantidade de trabalhos identificados na extração, que avaliam o mesmo critério pedagógico.



Fonte: elaborado pelo autor

Apesar de a Motivação ser avaliada em muitos *softwares* ainda existem alguns que não a levam em consideração. O Gráfico 9 mostra que apenas 80% dos artigos analisados mencionam a Motivação como peça fundamental para uma boa aprendizagem principalmente nos dias atuais e considerando a grande dificuldade enfrentada pelos alunos na disciplina de Matemática.

Gráfico 9 - Porcentagem de trabalhos identificados na extração, que avaliam o mesmo critério pedagógico.



Fonte: elaborado pelo autor

5.2.3 RQ 1.3: Quais são as teorias de aprendizagem incluídas no processo de desenvolvimento/avaliação dos SEs?

Não foram encontrados indícios em nenhum dos trabalhos que façam referência às teorias de aprendizagem no processo de desenvolvimento ou avaliação dos SEs analisados. Algumas literaturas apreciadas citam em seu referencial teórico, autores responsáveis por teorias de aprendizagem como *Vygotsky* da Teoria do Sócio-interacionismo, *Skinner* da Teoria do Comportamentalismo (behaviorismo), *Ausubel* da Teoria da Aprendizagem Significativa e *Papert* da Teoria Construcionista. O Quadro 11 lista todas as ocorrências encontradas e nos trabalhos desta revisão.

Quadro 11 - Teorias ou modelos de aprendizagem presente nos trabalhos

Trabalho	Teoria ou Método de Aprendizagem	Autor
T1	Aprendizagem Significativa	<i>David Ausubel</i>
T1	Construcionista	<i>Seymour Papert</i>
T13	Comportamentalismo	<i>Frederic Skinner</i>
T12	Sócio-Interacionismo	<i>Lev Vygotsky</i>

Fonte: elaborado pelo autor

A Aprendizagem Significativa de *David Ausubel* afirma que o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece. Para ele, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e

com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos, ou seja, quanto maior o número de links criados, mais consolidado estará o conhecimento.

A teoria Construcionista de *Seymour Papert* afirma que a construção do conhecimento baseia-se na realização de uma ação concreta que resulta em um produto em forma de texto, imagem, mapa conceitual, etc., que deve ter vínculo com a realidade da pessoa ou com o local onde foi produzido. Ele ajudou a criar a linguagem de programação LOGO voltada para crianças, jovens e adultos, e usada por aprendizes em programação. O nome LOGO foi uma referência a um termo grego que significa: *pensamento, ciência, raciocínio, cálculo*, ou ainda, *razão, linguagem, discurso, palavra*.

As Teorias do Comportamentalismo e do Sócio-Interacionismo já foram mostradas na Seção 3. Podemos citar outras teorias ou métodos de aprendizagem que não foram usadas pelos autores e não estão listadas no Quadro 11, como: Aprendizagem Baseada em Projetos; Aprendizagem Baseada em problemas; Teoria do Conhecimento; Teoria da Aprendizagem Multimídia, Teoria das Inteligências Múltiplas, Teoria ACT (Componentes Atômicos do Pensamento), Cognitivismo, Humanismo, Taxonomia de *Bloom*, entre outras.

Segundo Lima (2012), as teorias de aprendizagem refletem visões muito diferentes sobre como ocorre à aprendizagem tendo impacto direto nos SEs. Verifica-se, portanto, que os trabalhos não citam claramente qual a teoria de aprendizagem utilizada nem a qual requisito de software esta se associa.

5.2.4 RQ 1.4: Quais são os critérios e/ou métodos que estão sendo utilizados para avaliar a eficácia do SE no ensino/aprendizagem da matemática?

O Quadro 12 mostra os critérios ou métodos identificados nos trabalhos, para avaliar/medir a aprendizagem dos alunos mediante aplicação do *Software*. Eles foram marcados com um identificador (ID) para facilitar a construção de gráficos na análise do número de ocorrências.

Quadro 12 - Critérios/Métodos identificados na extração de dados

ID	Critério/Método usado para avaliar a aprendizagem dos alunos
A1	Opinião do Professor da Turma sobre o conhecimento de seus alunos
A2	Opinião dos Alunos sobre si mesmos
A3	Opinião de Outros Professores de matemática e/ou pesquisadores
A4	Observação do Pesquisador ao longo da aplicação
A5	Pré-teste e Pós-teste com questionários avaliativos sobre o conteúdo seguidos de análise estatística com a quantidade de acertos e erros

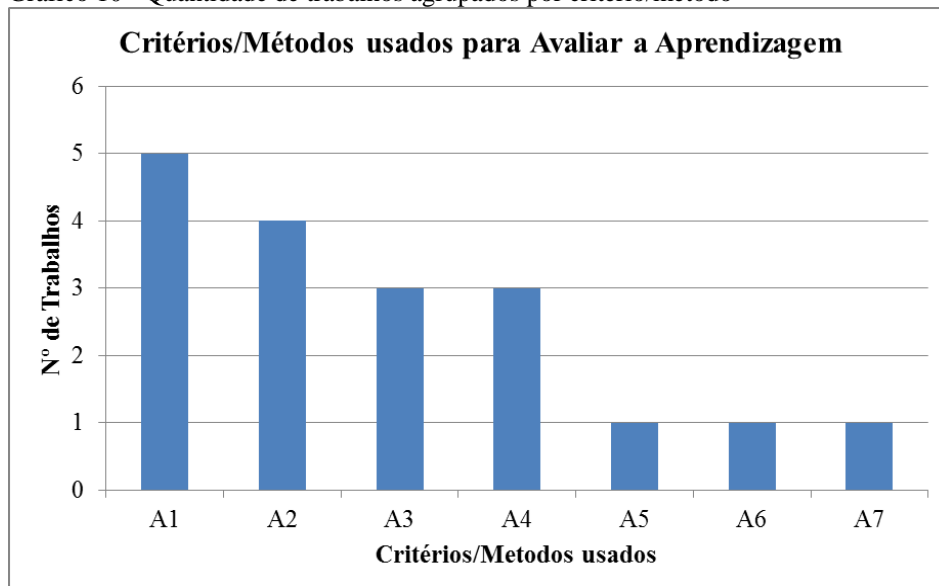
A6 Opinião da Equipe do Projeto ou convidados mediante observação

A7 Pergunta Oral ou Escrita ao Aluno sobre o conteúdo estudado

Fonte: elaborado pelo autor

O Gráfico 10 mostra que os dois modos mais usadas para afirmar que o *software* em questão garantiu a aprendizagem dos alunos foi a Opinião do Professor da Turma em cinco (05) trabalhos, seguido da Opinião dos Alunos sobre si mesmos e a Opinião dos Professores de Matemática e/ou pesquisadores da área mediante observação ao longo da aplicação, ambos em três (03) publicações. Os métodos quantitativos com Pré-teste e Pós-teste, usado em avaliações tradicionais de desempenho, calculados através de métodos estatísticos mediante erros e acertos, foram desprezados, ocorrendo em apenas um (01) trabalho.

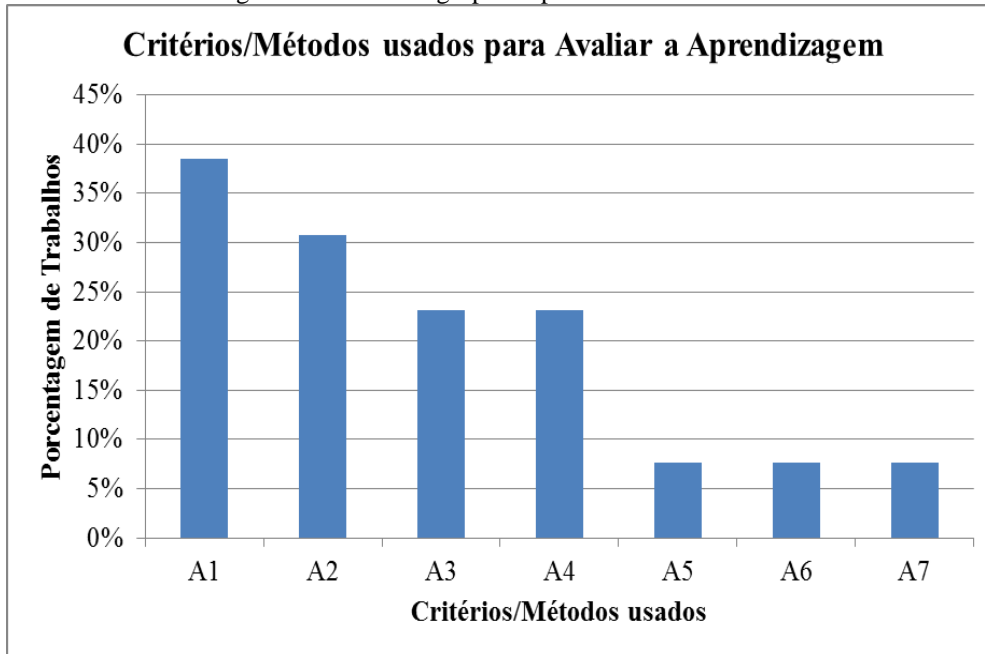
Gráfico 10 - Quantidade de trabalhos agrupados por critério/método



Fonte: elaborado pelo autor

Comparando o número de ocorrências das formas de avaliar com o total de treze (13) trabalhos analisados, o Gráfico 11 mostra que a mais usada na verificação do conhecimento do aluno fica abaixo de 50%. Outro fato relevante e bastante preocupante é a quantidade de trabalhos que sequer fazem referência à aprendizagem, ou seja, mais de 60% não deixam claro nenhuma forma de avaliar a contribuição cognitiva do software, se preocupando apenas em avaliar os aspectos técnicos do software.

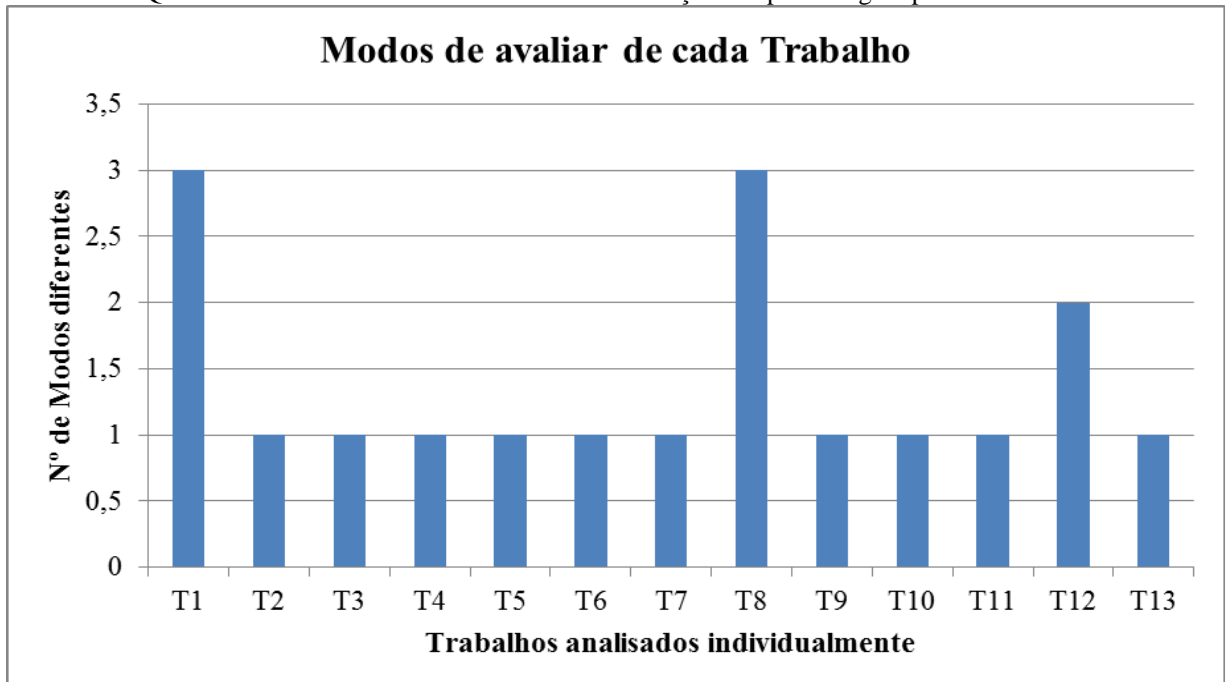
Gráfico 11 - Porcentagem de trabalhos agrupados por critério/método



Fonte: elaborado pelo autor

O Gráfico 12 a seguir mostra que a maioria, 77%, dos trabalhos usou apenas um (01) modo de verificar a aprendizagem do aluno entre os descritos no Quadro 12. Apenas dois (02) trabalhos se destacam nesse quesito, usando três (03) modos diferentes de fazer esta verificação.

Gráfico 12 - Quantidade de Critérios/Métodos usados na avaliação da aprendizagem presente em cada trabalho



Fonte: elaborado pelo autor

A maioria dos artigos se limita a dizer que o *software* foi avaliado positivamente. Algumas frases adaptadas aqui mostram trechos dessas obras que mencionam a avaliação do aprendizado:

- “... qualificado de forma positiva por professores e pesquisadores da área”;
- “... ao perguntar se o aluno acha que lhe trouxe benefício para sua aprendizagem a maior parte deles respondeu que sim”;
- “Em relação ao aprendizado, foi pedido aos alunos que, com suas palavras definissem certos ‘termos’ e mais da metade dos alunos conseguiu definir”;
- “... motiva o jogador para a aprendizagem segundo a confirmação dada pelos futuros professores de matemática”;
- “... ajudam do processo de aprendizagem?... 100% concordam totalmente”;
- “... os professores relataram que os estudantes envolvidos na avaliação demonstraram ter compreendido os conceitos apresentados”;
- “... professores afirmaram se tratar de uma ferramenta capaz de beneficiar alunos no aprendizado”;
- “... os professores envolvidos relataram que a ferramenta é útil e que auxiliam no processo de aprendizagem da matemática”;
- “... houve aumento significativo das médias das notas... o desempenho dos alunos aumentou se comparando as notas de pré-teste e pós-teste”;
- “... uma folha de rascunho foi usada para resolução e foi posteriormente analisada pelo professor de matemática que pode realizar observações quanto sua eficácia... a avaliação realizada permitiu perceber que teve resultado positivo”;
- “... a aplicação já foi aprovada por docentes envolvidos no projeto... é válido afirmar que a aplicação auxilia no aprendizado ativo”;
- “... foi possível criar um jogo que possuísse facilidade de aprender... uma excelente ferramenta para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem”.

Vale ressaltar que, com exceção dos trabalhos que realizaram pré-teste e pós-teste e fizeram tabulação de dados com análise estatística, todos os demais afirmam ser eficiente, positivo, auxiliar, eficaz, etc., com base apenas em opiniões que podem ou não terem sido tratadas com rigor e não deixam claro, esses detalhes, nos escritos analisados.

5.3 Síntese dos Resultados

A súmula apresentada aqui corresponde aos elementos coletados no estudo conduzido anteriormente que se propõe a responder às questões da pesquisa lançadas na Seção 5.2. O Quadro 13 expõe uma síntese, identificando aspectos técnicos, pedagógicos que foram avaliados durante o desenvolvimento e/ou validação ou simplesmente avaliação do SE, as metodologias ou abordagens usadas para avaliarem estas duas particularidades, as teorias ou métodos de aprendizagem na qual estes SEs se baseiam e as metodologias da avaliação da aprendizagem em decorrência do seu uso. Cada coluna está ordenada de forma independente da outra e segue uma disposição do maior para o menor com base na quantidade de ocorrência no grupo de trabalhos considerado nesta revisão.

Quadro 13 - Síntese dos resultados

Avaliação dos Softwares Educativos para o Ensino da Matemática nos últimos quatro anos (2014, 2015, 2016, 2017)				
Aspectos Técnicos	Aspectos Pedagógicos	Metodologia ou Abordagens usadas para avaliar	Teoria ou Método de Aprendizagem	Metodologias da Avaliação da Aprendizagem
Usabilidade/facilidade de uso	Motivação	Uso do produto pelo usuário	Aprendizagem Significativa	Opinião do professor da turma sobre o conhecimento de seus alunos
Interatividade	Sistema de pontuação	Questionário/Formulário	Construcionista	Opinião dos alunos sobre seus conhecimentos
<i>Interface</i>	Eficiência do conteúdo/atividade	Opinião do aluno	Comportamentalismo	Opinião de outros professores de matemática e/ou pesquisadores
Visual Lúdico	Nível crescente de dificuldades	Observação do pesquisador	Sócio-Interacionismo	Observação do pesquisador ao longo da aplicação
Portabilidade	Histórico de desempenho do aluno	Opinião de profissionais da educação		Pré-teste e pós-teste com de análise estatística quantitativa de acertos e erros
Animação	Público alvo definido	Opinião do professor da turma		Opinião da equipe do projeto ou convidados mediante observação
Instalação e desinstalação	Conteúdos/atividades claros e concisos	Opinião de profissionais da computação		Pergunta oral ou escrita ao aluno sobre o conteúdo estudado

Clareza das Instruções	Dicas sobre o conteúdo/ atividades	Escala de Likert
Linguagem adequada a idade	Objetivos bem definidos	Metodologia INTERA
Adaptação/ inserção de novos conteúdos	Quantidade de conteúdo adequado	Metodologia RETAIN
<i>Feedback</i>	Estímulo ao raciocínio	Abordagem LORI
Relevância	Aprendizado ativo	Abordagem <i>GameFlow</i>
<i>Performance</i>	Competição entre alunos	Abordagem <i>Kirkpatrick</i>
Acessibilidade	Estimula a curiosidade	
	Resolução passo a passo	
	Conteúdos elaborados por professores da área	

Fonte: elaborado pelo autor

5.4 Discussão dos Resultados

A avaliação de um *Software* Educativo deve considerar com mais ênfase e de forma bem fundamentada a relação entre o uso do *software* e a aprendizagem de conceitos principalmente se o conteúdo a ser aprendido é matemática que é uma das disciplinas mais rejeitadas pelos alunos.

As áreas de estudo da matemática são muito extensas e os níveis que um mesmo conteúdo pode alcançar é muito amplo. Percebe-se que há uma carência muito grande para se encontrar *softwares* que abordem determinados conteúdos de matemática, tornando-se quase uma raridade para determinados assuntos.

Todos os trabalhos desta pesquisa, 100%, tratam de conteúdos básicos que vão desde o jardim da infância até o ensino médio. Nenhum artigo analisados avança além desse nível. São abordados de forma extremamente simples e abrangem somente pequenas áreas como as quatro operações com números naturais, teorema de Pitágoras, algarismos romanos,

raciocínio lógico muito simples, tabuada, regra de três, área e perímetro e conversão de valores. Os *softwares* que abordam conteúdos mais avançados como ENEM e OBMEP fazem apenas através de simulados com questões objetivas e gabaritos.

Em relação aos aspectos técnicos foram identificados quatorze (14) critérios. No entanto, a maioria dos estudos avalia uma pequena quantidade desse total. Todos os produtos, 100%, não mencionam quesitos importantes como documentação do *software*, sem o qual este se torna apenas um programa com instruções a serem executadas pela máquina. Junto a esta documentação, já que se trata de um *Software* Educativo, deveriam incorporar um manual pedagógico com atividades, planos de aula, direcionamentos, para incentivar e dar suporte ao professor em suas aulas. Os resultados obtidos mostram que o *software* mais avaliado nesses aspectos cita apenas dez (10) de um total de quatorze (14) critérios observados e no caso mais crítico, dois (02) trabalhos citam apenas dois (02) critérios avaliados.

O levantamento das informações sobre os aspectos técnicos foi realizado através de observações, entrevistas ou questionários em onze (11) dos treze (13) trabalhos. Usou-se em alguns casos dos questionários a Escala *Likert*, com alguma variação, onde o usuário responde a uma pergunta do questionário marcando se Concorda Fortemente, apenas Concorda, está Indeciso, Discorda ou Discorda Fortemente. Apesar do uso do questionário ter sido usado em mais de 80%, apenas cinco (05) apresentam as questões que foram aplicadas.

O Trabalho T3 apresenta um questionário com cinco (05) itens. Uma (01) questão perguntando se é fácil usar o sistema e uma (01) perguntando se o produto ajuda no processo de aprendizagem. Os outros três (03) pontos abordados não estão relacionados a aspectos técnicos nem pedagógicos do *software*. Os trabalhos T8, T10, T11 e T13 possuem cinco (05), oito (08), cinco (05), dez (10) e onze (11) itens respectivamente no seu questionário aplicado.

Esses questionários apresentados são muito simples e superficiais em sua maioria. Os trabalhos que não usaram esse instrumento levam em conta a opinião do pesquisador mediante observação afirmando que “... não foram observadas dificuldades quanto a sua utilização...”, ou “... alguns gostaram dos jogos e suas animações...”, e “... todos demonstraram animação e motivação ao utilizar a plataforma...”, etc.

Quanto aos aspectos pedagógicos, foram sintetizados em dezesseis (16) itens e são identificados neste trabalho do “P1” ao “P16”. Observa-se que estão em maior quantidade em relação aos aspectos técnicos listados. Os dados mostram que a maior preocupação está com a motivação, 85%, onze (11) trabalhos levam-na em consideração. Não poderia ser diferente, devido a grande rejeição dos alunos pela disciplina de matemática.

Esses critérios em conjunto devem ser responsáveis pelo aprendizado do aluno. Partindo dessa perspectiva é patente que todo *Software* Educativo deveria se preocupar com a maioria sempre que possível. Não é o que vem acontecendo nos últimos anos. A análise dos dados mostra que apenas nove (09) de dezesseis (16) critérios, são citados em apenas um (01) trabalho. No caso mais crítico um (01) estudo cita apenas motivação.

Os métodos usados para avaliar os aspectos pedagógicos foram os mesmos dos aspectos técnicos: Observações, entrevistas e questionários. Em alguns casos ocorreram apenas observações do pesquisador como nos itens Estímulos a Competições, Curiosidade, Raciocínio e Motivação. Em outros casos o autor apenas cita as funcionalidades do *software* ou então relata que os itens são percebidos pelos usuários como: Sistema de Pontuação, Histórico de Desempenho, Dicas Sobre o Conteúdo, Objetivos Bem Definidos, etc.

Em relação às teorias ou métodos de aprendizagem, são quase inexistentes em todos os trabalhos. Aqueles que tentaram incluir essas teorias mencionaram apenas os autores principais na seção trabalhos relacionados. São citadas explicitamente apenas quatro (04) teorias ou métodos de aprendizagem que são: Construcionista, Sócio-interacionismo, Comportamentalismo e Aprendizagem Significativa. Com o levantamento adequado de todas as características do *software* pode ser possível associar requisitos com o conceito das teorias ou métodos de aprendizagem existentes, porém, isto não está no foco deste trabalho. Talvez outros artigos de áreas diferentes da matemática deixem esses conceitos mais claros ou explícitos.

Quanto a Avaliação da Aprendizagem, observada após o uso do *Software* Educativo, ela ocorreu de diferentes formas. A forma mais predominante de medir a eficiência do SE em relação à aprendizagem foi através de opinião. O Trabalho “T1” avaliou de três (03) formas diferentes. A primeira delas foi pedindo aos alunos que definissem moda, média e mediana – conteúdo de estatística proposto pelo *software*. Segundo o autor, mais da metade dos alunos conseguiu definir. A segunda forma consistiu em observar o usuário ao longo da aplicação e realização de análise, confirmadas pelo autor nas suas considerações finais. A terceira forma buscou saber a opinião do aluno questionando o que o *software* trouxe de benefício para sua aprendizagem. Segundo o autor a maior parte deles respondeu que os auxiliaram na compreensão de conceitos sobre moda e mediana.

Os Trabalhos “T2”, “T5” e “T9” buscaram saber somente a opinião dos professores e/ou pesquisadores da área. Os Trabalhos “T3”, “T10” e “T11” indagaram somente a respeito da opinião dos alunos sobre si mesmos. Os Trabalhos “T4”, “T6”, “T12” e “T13” procuraram entender exclusivamente a opinião do professor da turma sobre seus

alunos. Portanto percebe-se que estas avaliações são válidas, porém duvidosas sobre a real utilidade do *software* na obtenção do conhecimento em matemática. Apenas o Trabalho “T7” usa um método “transparente” baseado em pré-teste e pós-teste aplicando questionários sobre o conteúdo estudado e fazendo uma análise estatística posterior dos dados, calculando a média, mediana desvio padrão e normalidade no grupo experimental e no grupo de controle.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os apontamentos desta revisão sistemática da literatura buscou mostrar como estão sendo avaliados os *softwares* educativos para o ensino da matemática. Este questionamento foi respondido a partir da extração de informações contidas em estudos pertinentes e atualizados e seguiu uma abordagem explícita em sua realização. Após a contagem inicial de cem (100) trabalhos identificados em três (03) bibliotecas digitais, foram selecionados cinquenta (50) trabalhos; estas obras publicadas foram analisadas, resultando na seleção de treze (13) trabalhos, os quais foram utilizados para a extração das informações relevantes para este escrito.

Os trabalhos foram baixados das fontes digitais no formato PDF, lidos completamente na íntegra, usando a ferramenta *Adobe Acrobat Reader DC* e foram marcadas todas as informações relevantes para esta pesquisa. Estas marcações eram trechos de informações que ajudavam a responder as questões da investigação como quais os aspectos técnicos e pedagógicos incluídos e avaliados nos *softwares* desenvolvidos atualmente, bem como as teorias da aprendizagem envolvidas e como foi feito o processo de validação/avaliação para comprovar a aprendizagem dos discentes decorrentes do seu uso, para que se justifique a utilização dessa ferramenta pelo professor em suas aulas.

Os resultados deste trabalho mostram que os *Softwares* Educativos estão sendo avaliados ainda de forma incompleta. Um quantitativo mínimo de *Softwares* Educativos mantém o equilíbrio entre aspectos técnicos e pedagógicos, avaliando com mais rigor a eficácia do SE na aprendizagem dos alunos. Entretanto, ainda não estão produzindo ou não deixaram claro em seus escritos, uma documentação adequada que dê suporte ao professor no planejamento das aulas usando os SEs.

6.1 Ameaças à Validade

A primeira ameaça é em relação à *string* de busca utilizada. Ela deve retratar o objetivo principal do estudo. Se isso não ocorrer os trabalhos retornados pelos buscadores das bibliotecas podem enviesar o objetivo do trabalho. Para diminuir esta ameaça e garantir melhor eficiência da *string* utilizada, foi feita uma pesquisa inicial somente com a palavra “matemática” nas três bibliotecas, encontrando um total de cento e setenta e um (171) do total absoluto de dois mil cento e quarenta e cinco (2145) artigos. Foram lidos previamente todos os resumos dos cento e setenta e um (171) trabalhos para identificar os que eram importantes

para a proposta. Finalmente, a *string* foi criada realizando-se sucessivos testes, acrescentando ou retirando palavras chaves. No resultado desses testes, as obras consideradas relevantes sempre eram retornadas.

A segunda ameaça está relacionada à qualidade do processo de busca da revisão sistemática. Ela se refere às edições escolhidas para a pesquisa que foi restrita apenas aos últimos quatro anos – 2014, 2015, 2016 e 2017. Ao realizar a investigação geral com a palavra “matemática”, alguns trabalhos identificados como importantes foram eliminados quando esta restrição do ano das edições foi estabelecida. Embora isso tenha ocorrido existe a vantagem da escolha mostrar a realidade atual do desenvolvimento e avaliação de *Softwares* Educativos, ao desconsiderar publicações muito antigas.

A última ameaça é a respeito da condução da revisão sistemática em razão da quantidade de pesquisadores envolvidos. Apenas um pesquisador foi o responsável por todas as etapas do processo desta revisão. Porém o pesquisador é formado na área da Educação e atua como regente de laboratório em uma escola pública de ensino médio há dois anos. Esta experiência promove uma riqueza de situações e desafios principalmente porque ele deve apoiar os outros docentes na avaliação e escolha de *Softwares* Educativos para uso com os alunos no Laboratório de Informática.

6.2 Trabalhos Futuros

Após a consumação desta revisão foi viável detectar algumas possibilidades de pesquisas ou encaminhamentos para outros trabalhos na área de desenvolvimento, validação e avaliação de *Softwares* Educativos. A realização de novas pesquisas sobre esse tema pode ser feita incluindo outras bases de dados ou em edições diferentes. As falhas verificadas aqui podem ser alvo de estudos mais aprofundados ou investigadas em outros ramos do conhecimento como português, química, física, ou em áreas de ensino da computação.

6.3 Contribuições

Os conjuntos de critérios técnicos e pedagógicos, os métodos de validação e avaliação da aprendizagem, podem auxiliar e orientar ou servir de guia complementar, sendo útil para desenvolvedores e avaliadores de *Software* Educativo. As deficiências identificadas podem ser estudadas e sanadas para que os novos produtos possam apoiar e fortalecer o ensino e aprendizagem dos alunos principalmente na área da matemática.

REFERÊNCIAS

- ANDRES, D. P. **Técnicas de avaliação de software educacional**, 1999. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~edla.ramos/infoedu/alunos/alunos99/trabfinal/Daniele1.doc>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- CAMPOS, F. C. A.; CAMPOS, G. H. B. **Qualidade de software educacional**. Qualidade de software: teoria e prática. São Paulo: Prentice Hall, p. 124-130, 2001. Disponível em: <<http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/Qualidade-de-Software-teoria-e-pratica>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- COSTA, D. S. **O uso do software cabri-géomètre II no ensino da geometria**. 2008. 76 f. Monografia (Licenciatura Plena em Matemática) - Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, 2008.
- DULLIUS, M. M.; QUARTIERI, M. T. Uso de recursos computacionais para o ensino e aprendizagem da matemática. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 16, p. 10 - 12, 2010. Disponível em: <<http://www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/20/29>>. Acesso em: 11 mar. 2018.
- GIRAFFA, L.M.M. A Comunidade de Informática Educativa Brasileira: Perspectiva Histórica e Pesquisa. Painel Integrado de Palestras e Debates. In: **VI WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA**, Curitiba, Brasil., 2000.
- GLADCHEFF, A. P.; SANCHES, R.; SILVA, D. M. Um instrumento de avaliação de qualidade de software educacional: como elaborá-lo. **Pensamento & Realidade . Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Administração-FEA**. v. 11, p. 4 – 5, 2002. Disponível em:<<https://revistas.pucsp.br/index.php/pensamentorealidade/article/download/8484/6296>>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- GOMES, A. S. et al. Avaliação de software educativo para o ensino de matemática. In: **WIE 2002 WORKSHOP BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA**. Florianópolis: SBC. 2002. Disponível em: <<http://www.di.ufpe.br/~case/artigos/Avaliacao%20e%20Classificacao/Avaliacao%20de%20ssoftwar%20educativo%20para%20o%20ensino%20da%20matematica.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- HENRIQUE, M. S. et al. Uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de teorias de aprendizagem em *softwares* educacionais. **RENOTE**, v. 13, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/download/61434/36326>>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, **Keele University**, Australia. v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004. Disponível em: <[http://csnotes.upm.edu.my/kelasmaya/pgkm20910.nsf/0/715071a8011d4c2f482577a700386d3a/\\$FILE/10.1.1.122.3308\[1\].pdf](http://csnotes.upm.edu.my/kelasmaya/pgkm20910.nsf/0/715071a8011d4c2f482577a700386d3a/$FILE/10.1.1.122.3308[1].pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2018.
- LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo: Loyola, p. 17 – 19, 1990.

Disponível em: <<https://docs.google.com/file/d/0B8jeXMvFHiD-c3FtRFRnd11MN00/edit>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

LIMA, F. A. **Métodos, Técnicas e Ferramentas para o Desenvolvimento de Software Educacional**: Um Mapeamento Sistemático. 2012. 120 f. Dissertação - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbie/2012/0042.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

MORAIS, R. X. T. **Software Educacional**: a importância de sua avaliação e do seu uso nas salas de aula. 2003. 52 f. Monografia (Bacharel em Ciências da Computação) – Faculdade Lourenço Filho, Fortaleza, 2003. Disponível em: <http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/monografias/monografia-rommel-xenofonte.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2018.

OLIVEIRA, S. S.; NETO, H. B.; GOMES, A. S. **Avaliação de Software Educativo para o Ensino de Matemática** - O Caso das Estruturas Aditivas. 2001. Disponível em: <http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/pre-print/avaliacao_matematica.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018. Disponível em: <<http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/congressos/congressos-avaliacao-de-software-educativo-para-o-ensino.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

PINHEIRO, A. C.; PINHEIRO, T. S. M.; BORGES, N. H. **Currículo**: diálogos possíveis. p. 149 - 164. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

PORTUGAL, T. M. Z.; HENICKA, O. T. S. Critérios e métodos utilizados pelos professores na avaliação da aprendizagem escolar. **Revista Eletrônica da Faculdade de Alta Floresta**, v. 3, n. 1, 2014. Disponível em: <<http://faflor.com.br/revistas/refaf/index.php/refaf/article/download/114/pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

SAVI, R. **Avaliação de jogos voltados para disseminação do conhecimento**. 2011. Tese. Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96046/299498.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SKINNER, B. F. **Ciência do comportamento humano**. São Paulo: Martins Fontes, p. 452 – 160, 2003. Disponível em: <<http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj-2o3x5u3bAhWHFpAKHYSDAE0QFggoMAA&url=https%3A%2F%2Fpsicologiadoespirito.files.wordpress.com%2F2016%2F11%2Fciencia-e-comportamento-humano-b-f-skinner.pdf&usg=AOvVaw1gcamTUwqfmZoexKo1aejO>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SKINNER, B. F. **Tecnologia do ensino**. MEC. Editora Massangana, 2010. Universidade de São Paulo, p. 13 - 14, 1972. (Coleção Educadores). Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0ahUKEwiuq9zM5-3bAhXlGpAKHfAaBUkQFghaMAY&url=https%3A%2F%2Fedisciplinas.usp.br%2Fmod%2Fresource%2Fview.php%3Fid%3D511105&usg=AOvVaw0Ggql4d1w5Vhbr0oxexjI4>>. Acesso em: 11 mar. 2018.

SOARES, L. H. **Aprendizagem Significativa na Educação Matemática**: uma proposta para a aprendizagem de Geometria Básica, 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2009. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/DissertacaoHavelange.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

VALENTE, J. A. **Análise dos diferentes tipos de softwares usados na educação**. O computador na sociedade do conhecimento. p. 71 - 85, 1999. (Coleção informática para mudança na educação) Disponível em: <<http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/sisotani/aulas/SLC0610/livroMEC.pdf#page=71>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação. **Em Aberto**, v. 12, n. 57, 2008. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1876>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**. v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-85572003000100002&script=sci_abstract>. Acesso em: 12 mar. 2018.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de software educativo**: reflexões para uma análise criteriosa. 2000. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiGrqLL7O3bAhVEIJAKHb2DCJAQFggzMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.di.ufpe.br%2F~case%2Fartigos%2FAvaliacao%2520e%2520Classificacao%2FAvaliacao%2520de%2520Software%2520Educativo%2520Reflexoes%2520para%2520uma%2520Analise%2520Criteriosa.doc&usg=AOvVaw3xEYmE9txGmTV55jnmeCEf>>. Acesso em: 14 mar 2018.

WEBBER, C.; BOFF, E.; BONO, F. Ferramenta Especialista para avaliação de Software Educacional. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 20., 2009. **Anais...** Caxias do Sul, SBIE, 2009. Disponível em: <http://www.niee.ufrgs.br/eventos/SBIE/2009/conteudo/artigos/completos/60790_1.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2018.