



**CAMPUS SÃO JOÃO DOS PATOS
LICENCIATURA PLENA EM MATEMÁTICA**

LARISSA SILVA GOMES

**O ENSINO DE MATEMÁTICA COM TECNOLOGIAS DIGITAIS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA ACERCA DAS CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA
GÊNESE INSTRUMENTAL NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM**

SÃO JOÃO DOS PATOS-MA

2023

LARISSA SILVA GOMES

**O ENSINO DE MATEMÁTICA COM TECNOLOGIAS DIGITAIS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA ACERCA DAS CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA
GÊNESE INSTRUMENTAL NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM**

Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em
Matemática do Instituto Federal do Maranhão- Campus
São João dos Patos como requisito parcial para a obtenção
do grau de Licenciada em Matemática. Orientador: Prof.
Me. Renato Darcio Noleto Silva

SÃO JOÃO DOS PATOS-MA

2023

LARISSA SILVA GOMES

**O ENSINO DE MATEMÁTICA COM TECNOLOGIAS DIGITAIS: UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA ACERCA DAS CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA
GÊNESE INSTRUMENTAL NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM**

Data de Apresentação

____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Renato Darcio Noletto Silva (Orientador)

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

Prof. Me. Salvino Coimbra Filho

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

Profa. Ma. Sandra Maria de Sousa Caminha

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA

**SÃO JOÃO DOS PATOS -MA
2023**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a base de tudo por todas as bênçãos em minha vida.

A meu pai e minha mãe, pelo apoio em minha caminhada como acadêmica.

A meus irmãos por estarem sempre comigo, em especial a Suzane e Deniza.

A todos os meus familiares

Agradeço em especial, ao meu professor orientador Me. Renato Darcio Noletto Silva pela dedicação, paciência e confiança.

Aos meus companheiros de curso que sempre estiveram comigo e me apoiaram, Chara Kelly, Ana Flávia, Edivan Costa, Ludanila Ribeiro.

A minha amiga Nathaly Dias, pela amizade, apoio e carinho.

Aos meus colegas de turma, que estiveram comigo durante essa jornada.

Ao Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Maranhão (IFMA) e a todos os professores, pelos ensinamentos, conselhos e ajuda durante os quatro anos de curso.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi investigar como as tecnologias digitais têm sido utilizadas para o ensino de matemática e que possuem como Referencial Teórico a Gênese Instrumental de Pierre Rabardel. Para alcançar tal finalidade, foi realizado um levantamento no banco de dados do Google Acadêmico e no Educapes, sobre as publicações que tratam dessa temática com intuito de desenvolver uma revisão sistemática da literatura, conforme Sampaio e Macini (2006) e Galvão e Ricarte (2020). O trabalho está organizado em 4 seções: características gerais do ensino de matemática, o uso de tecnologias no ensino e aprendizagem de matemática, a Teoria da Gênese Instrumental, o percurso metodológico da pesquisa e apresentação dos resultados. Para a análise, os dados foram organizados segundo 5 critérios: do objeto matemático aos objetivos, o tipo de artefato tecnológico, os sujeitos, a instrumentalização e resultados. Com base no resultado final da análise, pode-se concluir que os recursos digitais citados pelos autores, foram o Geogebra e o *MIT-App Inventor 2*, além destes, sabe-se que ainda existem muitos outros *softwares* destinados ao ensino da matemática, em alguns casos mais evoluídos. Por isso, é de suma importância realizar pesquisas voltadas à temática em questão, bem como compreender o processo de sua inserção no ensino por meio de Teorias, especialmente da Gênese Instrumental, pois além de auxiliar professores sobre o uso das tecnologias e desenvolvimento dos processos cognitivos, irá contribuir positivamente para a formação integral do aluno.

Palavras-chave: Gênese Instrumental, Tecnologias Digitais e Ensino de Matemática.

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate how digital technologies have been used for teaching mathematics and that have Pierre Rabardel's Instrumental Genesis as a theoretical framework. To achieve this purpose, a survey was carried out in the Google Scholar database and in Educapes, on the publications that deal with this theme in order to develop a systematic review of the literature, according to Sampaio and Macini (2006) and Galvão and Ricarte (2020). The work is organized into 4 sections: general characteristics of teaching mathematics, the use of technologies in teaching and learning mathematics, the Theory of Instrumental Genesis, the methodological path of the research and presentation of results. For the analysis, the data were organized according to 5 criteria: from the mathematical object to the objectives, the type of technological artifact, the subjects, the instrumentalization and results. Based on the final result of the analysis, it can be concluded that the digital resources mentioned by the authors were Geogebra and MIT-App Inventor 2, in addition to these, it is known that there are still many other softwares for teaching mathematics, in some more evolved cases. Therefore, it is extremely important to carry out research on the subject in question, as well as to understand the process of its insertion in teaching through Theories, especially the Instrumental Genesis, since in addition to helping teachers on the use of technologies and development of cognitive processes, will contribute positively to the integral formation of the student.

Keywords: Instrumental Genesis, Digital Technologies and Mathematics Teaching.

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: As 4 (quatro) fases do desenvolvimento tecnológico em educação matemática

Diagrama 2: Representação do Modelo SAI

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1: Obtendo os dados para análise

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Síntese do processo da Gênese Instrumental

Figura 2: Ambiente Designer do *MIT-App Inventor 2*

Figura 3: Ambiente Blocks do *MIT-App Inventor 2*

Figura 4: Janela principal do Geogebra em duas dimensões

Figura 5: Janela principal do Geogebra em três dimensões

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Aspectos e elementos que caracterizam as fases das tecnologias digitais

Quadro 2: Relação de trabalhos selecionados no Google acadêmico

Quadro 3: Relação de trabalhos selecionados no Educapes

Quadro 4: O objeto matemático dos trabalhos que usam a Gênese Instrumental

Quadro 5: O tipo de artefato tecnológico dos trabalhos que usam a Gênese Instrumental

Quadro 6: Os sujeitos envolvidos nos trabalhos que usam a Gênese Instrumental

LISTA DE SIGLAS

BNCC Base Nacional Comum Curricular

PCN Parâmetros Curriculares Nacionais

RSL Revisão Sistemática de Literatura

MMM Movimento da Matemática Moderna

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO ENSINO DE MATEMÁTICA	17
3	USO DAS TECNOLOGIAS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA	21
3.1	A utilização das tecnologias por meio de programas e projetos	21
3.2	Fases do desenvolvimento tecnológico em educação matemática	23
3.3	Contribuições para o ensino e aprendizagem de matemática	26
4	A TEORIA DA GÊNESE INSTRUMENTAL	29
5	PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA	33
5.1	Revisão Sistemática de Literatura	33
5.2	Definição dos critérios de inclusão e exclusão	34
5.3	Revisão e seleção dos estudos	35
6	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	37
6.1	Do objeto Matemático aos objetivos dos trabalhos	42
6.2	Os Sujeitos	49
6.3	A Instrumentalização	51
6.4	dos objetivos e principais resultados	54
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que vem sendo discutida e implementada no Brasil nos últimos anos, a interação com as tecnologias podem proporcionar o desenvolvimento da curiosidade, a formulação de perguntas bem como favorecer a compreensão individual, do mundo e das relações sociais (BRASIL, 2017). Tem-se discutido sobre a importância de formar indivíduos que sejam capazes de desenvolverem habilidades que envolvam a autonomia, o pensamento crítico, tomar decisões diante de situações problemas e ter domínio das diferentes tecnologias.

A sociedade atual está constantemente em transformação e, por isso, as formas de ensinar e de aprender também vão mudando de acordo com o passar dos anos e com as estruturas organizacionais estabelecidas. Assim, a forma como se ensina em pleno século XXI, em tese, é diferente da forma como se ensinava a alguns séculos atrás ou no início da escolarização do Brasil. Tal preocupação tem influenciado na formação do professor, à maneira de se contextualizar as diferentes tecnologias com o conteúdo a ser ensinado e com realidade que o aluno vivencia. (GODOY E SANTOS)

A primeira possibilidade para utilização das tecnologias no contexto escolar inicia-se entre as décadas de 70 e 80, por meios de programas e projetos que foram desenvolvidos no Brasil tomando como base trabalhos que já eram desenvolvidos em outros Países, (BORBA e VALENTE, 2002).

De acordo com pesquisas realizadas pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic), no ano de 2020 o uso da internet passou de 74% para 81%, os dados foram divulgados no dia 15 de agosto do ano de 2021, o estudo indica que esse acesso havia aumentado principalmente nos domicílios para fins de trabalho e estudos. O celular encontra-se como dispositivo mais utilizado pelos brasileiros que está voltado a estas finalidades mencionadas. Com isso, nota-se o quanto as tecnologias passaram a fazer parte do cotidiano da sociedade, bem como fica evidente a sua influência nas diversas áreas.

Com isso, pode ser observado que as tecnologias fazem parte do dia a dia das pessoas e tem influenciado cada vez mais em todos os âmbitos e nas relações sociais nos últimos anos. O contexto educacional também se transformou em vários quesitos, no entanto, quando se trata de recursos tecnológicos, são encontradas diversas lacunas que dificultam a aplicação de atividades com a utilização de recursos tecnológicos como.

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) em sua edição publicada em 2018, constatou que o Brasil tem baixa proficiência em Matemática se comparado com outros 78 países que estiveram envolvidos na avaliação. Foi revelado que 68,1% dos estudantes brasileiros, com 15 anos de idade, não possuem nível básico de Matemática. Assim, em seu quadro de questionários foram oferecidas também opções que abordam sobre a familiaridade com tecnologias, enfocando tanto sobre a disponibilidade, do seu uso e da capacidade dos alunos de realizar tarefas no computador.

Integrar as tecnologias digitais ao ensino de matemática pode possibilitar mudanças significativas nas formas de aprender e ensinar os conteúdos que são propostos nos currículos. Observa-se que muitos professores ainda priorizam o ensino baseado na exposição ou dito tradicional, o que não se trata de um método que não traga resultados positivos, porém acredita-se que novas alternativas podem ser utilizadas com intuito de despertar outras habilidades e a criatividade dos alunos contribuindo em sua formação integral.

A teoria da Gênese Instrumental fornece informações apropriadas para pesquisas referentes à aprendizagem com a utilização de ferramentas tecnológicas. Com estudos focados na ergonomia cognitiva pelo pesquisador francês Pierre Rabardel, destaca transformações e os processos envolvidos de um artefato para instrumento, seu estudo é caracterizado também por dois processos, a Instrumentação e a Instrumentalização. Ao tratar destes recursos aqui mencionados deve-se levar em consideração reflexões acerca de como o conhecimento e para isso essa teoria explica desde o primeiro contato que o sujeito possui com o objeto até o momento que passa a tê-lo como um instrumento de utilização. (ALENCAR, 2013)

Acredita-se que o uso de tecnologias não irá sanar todas as problemáticas existentes no ensino de determinado conteúdo matemático, mas pode ser uma das diversas formas existentes de proporcionar uma relação mais próxima entre professor e aluno, bem como é considerada com uma das inúmeras formas inovadoras de agregar conhecimento à vida do aluno. A proposta dessa pesquisa, não se trata de excluir as diversas outras formas de aprendizagem, mas de apresentar as contribuições que os recursos tecnológicos podem proporcionar ao ensino de matemática. Nesse sentido delineou-se os seguintes objetivos específicos.

- Apresentar os conteúdos matemáticos utilizados para o ensino de matemática com

tecnologias digitais

- Apresentar os softwares e aplicativos utilizados no ensino de matemática
- Classificar contributos da Teoria da Gênese Instrumental para o ensino de matemática com a utilização das tecnologias digitais

Conforme exposto, procura-se com este trabalho investigar como as tecnologias digitais têm sido utilizadas para o ensino de matemática e que possuem como Referencial Teórico a Gênese Instrumental de Pierre Rabardel, uma vez que acreditamos que haja atualmente uma lacuna acerca do aporte teórico que contribua com a temática. Assim, optou-se pela utilização da pesquisa sobre estudos já consolidados em busca de acesso a trabalhos acadêmicos que foquem nos pressupostos da referida teoria.

Ao inserir uma tecnologia digital nas aulas de matemática, deve haver um planejamento de maneira cautelosa, para que seja promovida a aprendizagem. Diante de tal realidade, objetivou-se responder a seguinte pergunta: como as tecnologias digitais têm sido utilizadas para o ensino de matemática e que possuem como Referencial Teórico a Gênese Instrumental de Pierre Rabardel? Sendo assim, não se trata de um comparativo entre ensinar matemática fazendo uso das tecnologias e ensinar Matemática com o método dito tradicional, mas de como uso das tecnologias podem contribuir de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem dos alunos principalmente aqueles que não tem afinidade com a disciplina ou que não consideram o ensino clássico (teoria, aplicação, exercícios) atrativo.

Nesse sentido, justifica-se a escolha do Título **ensino de matemática com tecnologias digitais: uma revisão sistemática acerca das contribuições da teoria da Gênese Instrumental no processo de ensino e aprendizagem**, por acreditar que as tecnologias digitais apresentam diversas contribuições para o ensino e aprendizagem de matemática e que a teoria em destaque, favorece a compreensão dos processos envolvidos na interação do aluno com uma nova ferramenta.

A pesquisa realizada caracteriza-se como uma Revisão Sistemática da Literatura, baseado nos contributos de (SAMPAIO E MANCINI, 2006) e (GALVÃO E RICARTE, 2020). Por ser considerada uma estratégia metodológica significativa para levar pesquisadores a realizarem comparativos entre os diferentes trabalhos considerando temáticas semelhantes.

Tal proposta pode despertar em outros professores novas ideias para suas aulas, complementar pesquisas, ou até mesmo desenvolver investigações voltadas para outras

realidades. Como trata-se de uma revisão dos estudos, a intenção é mapear esses trabalhos que foram desenvolvidos como forma de proporcionar embasamento para futuras investigações.

Diante disso, esta investigação está organizada em quatro seções, a primeira trata sobre o que caracteriza o ensino de matemática, alguns aspectos da história e documentos que orientam o currículo da educação básica do Brasil. Em seguida, apresenta-se sobre as tecnologias digitais no ensino de matemática, onde foi dividido em três subseções, voltados para: programas e projetos que fazem parte da inserção das tecnologias (relacionadas com eventos e programas desenvolvidos recentemente), ainda neste, foram descritos sobre as fases das tecnologias digitais no ensino de matemática e sobre algumas das contribuições para o ensino de matemática.

Na sessão seguinte, que ficou denominada como a Teoria da Gênese Instrumental, é detalhada sobre a definição da Gênese Instrumental de Pierre Rabardel (1995) e termos que deram suporte para a coleta e apresentação dos resultados, como por exemplo artefato e o processo de instrumentalização. Por fim, a apresentação dos resultados que discorreremos sobre os dados encontrados, organizando-os por meio de tabelas nas respectivas categorias definidas que foram: “Objeto matemático”, “o artefato “,” sujeitos” e “Instrumentalização”.

2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO ENSINO DE MATEMÁTICA

A educação brasileira de maneira geral, foi durante muito tempo orientada pelos padres da companhia de Jesus, cujo foco principal de ensino era a retórica e gramática, pouco se estudava sobre matemática naquela época. Assim, não haviam professores específicos para cada disciplina, os padres ficavam encarregados de repassar esses conhecimentos, tanto no que se refere ao contexto escolar quanto aos ensinamentos sobre religião. Nos colégios de nível secundário, por exemplo, havia pouco espaço para a matemática sendo privilegiado o aprendizado do latim. A vinda dos Jesuítas para o Brasil representou um marco inicial em relação à forma de organização da estrutura escolar. (GOMES,2013).

Godoy e Santos (2012) afirmam que desde a década de 60 surgiram orientações internacionais e interesses em modernizar o ensino de matemática, que deu origem ao surgimento de um movimento conhecido como o Movimento da Matemática Moderna, considerado um dos grandes acontecimentos que marca o desenvolvimento da matemática, pois a sua proposta era de modernizar o ensino e reestruturá-lo após um contexto do pós-guerra e atender a exigências de uma sociedade em um acelerado avanço tecnológico. Um movimento que mobilizou profissionais e pesquisadores no que se refere a organização curricular, mas que também sofreu diversas críticas.

Godoy e Santos (2012), destaca ainda que até em relação ao MMM, não se tinha um currículo propriamente dito, mas apenas “programas” que distribuem os conteúdos de acordo com cada etapa da educação. E nesse contexto complementa, que

”[...] a confluência das ideias envolvendo as Reformas Francisco Campos, Gustavo Capanema e o Movimento Matemática Moderna mudou, definitivamente, a consecução do currículo da Matemática escolar.” (GODOY E SANTOS, 2012, p.274)

Ainda segundo estes autores, após o movimento da matemática moderna, outras áreas passaram a fazer parte do ensino de matemática, como a Filosofia, Sociologia, História e a educação matemática. Como forma de apresentar novas concepções e contribuições para o currículo de matemática. Diante disso,

Refletindo sobre os conteúdos matemáticos, ou melhor, sobre os conhecimentos e saberes matemáticos, eles pouco, ou quase nada, sofreram alterações ao longo do século XX, no que tange aos documentos curriculares. As mudanças que ocorreram estiveram relacionadas à elaboração de novas metodologias para trabalhar e desenvolver esses saberes, em consonância com as finalidades educacionais. (GODOY E SANTOS, 2012, p.274)

Assim, pode ser visto que os conteúdos matemáticos sofreram poucas modificações, porém o objetivo principal era de ir em busca de novas abordagens e metodologias para melhoria do ensino e aprendizagem. Diversas propostas e documentos foram surgindo, destinadas as todas a modalidades de ensino tomando como base as pesquisas acadêmicas que são realizadas em educação, a esse respeito, vale salientar que

Elas trazem alguns elementos comuns, como a colocação da necessidade de incorporação, nas práticas pedagógicas escolares, das tecnologias da informação e da comunicação, dos jogos e materiais concretos, da história da Matemática, e almejam, sobretudo, que o conhecimento matemático na formação escolar básica tenha realmente significado para os estudantes, ultrapassando a simples preparação para as carreiras profissionais que eventualmente venham a seguir. (GOMES, 2012, p.27)

Dessa forma, faz-se necessário à busca de uma nova reflexão sobre processo educativo, onde o professor passe a acompanhar essas transformações com intuito de atingir benefícios para sua formação e para seu aluno.

É característica do Ensino da Matemática dar relevância aos aspectos epistemológico e lógico da Matemática e do processo de aprendizagem do aluno, numa tentativa de harmonizar as ações do ensino com a produção do conhecimento matemático, visando a, primordialmente, conseguir sucesso. Isto é, fazer com que o aluno aprenda matemática. (BICUDO, 1999 p.6)

Atualmente a matemática é fácil de ser identificada em números de telefones, casas, medidas, formas dos objetos e entre outros. A escola deve proporcionar que crianças e adolescentes a compreendam e possam utilizar de diferentes formas de sua realidade (KLEIN e GIL, 2012). Com isso, tem-se procurado pela contextualização entre teoria e prática, entre o que é estudado em sala de aula e o que é vivenciado no dia a dia, ou seja, não só promover o ensino dos conteúdos matemáticos propriamente dito, mas também produzir conhecimento por meio da autonomia do aluno e a mediação do professor, que em conjunto aprendem um com o outro. Freire (1996) afirma que, “é exatamente neste sentido que ensinar não se esgota no tratamento do objeto ou conteúdo, superficialmente feito, mas se alonga à produção das condições em que aprender criticamente é possível” (FREIRE, 1996, p.14)

Documentos Oficiais como a BNCC e os PCN que tratam do currículo e das formas ensinar, abordam que para que se tenha um ensino de qualidade deve-se primeiramente a valorização do professor, pensando inicialmente em investimentos em sua formação contínua, melhoria na infraestrutura da escola, que adote os novos recursos que existem,

pois, o ensino dito tradicional prevaleceu por muito tempo, mas atualmente existem inúmeras possibilidades. Em relação a formação continua do professor, considera-se como outro marco relevante quanto ao ensino de matemática no Brasil,

[...] nos últimos trinta anos do século XX, são a implantação de programas de pós-graduação em Matemática nas universidades, desde 1971, e, a partir de 1987, a criação de cursos específicos de pós-graduação em Educação Matemática, em nível de especialização, mestrado e doutorado, em vários estados brasileiros. áreas, passou por diversas fases ao se comparada a maneira como era ensinada. (GODOY E SANTOS, 2012, p. 26)

Entre os vários aspectos envolvidos no que se refere ao ensino de matemática, está o desenvolvimento do pensamento computacional, pois além de solucionar situações problemas, os alunos devem saber transformar esse conhecimento inicial em tabelas, gráficos e demais outras formas de representação. Nesse contexto, "a matemática não se restringe a quantificação de fenômenos determinísticos, contagem, medição de objetos, grandezas- e das técnicas de cálculo com os números e com as grandezas, [...]. (BRASIL, 2018 p.265). Tal questão pode ser facilmente vista nos atuais livros didáticos sob o tratamento curricular na prática, pois ao final de cada conteúdo o livro propõe a aplicação de um recurso tecnológico ou não para cada situação.

Se, porém, examinarmos, com algum cuidado, os programas de ensino, documentos curriculares e livros didáticos elaborados no passado, mesmo recente, será possível perceber muitos exemplos de mudanças. Essas mudanças se manifestam na sequência da apresentação dos conteúdos, nas ênfases conferidas a diferentes aspectos, na abordagem dos conceitos e procedimentos, nos tipos de exercícios e problemas propostos. (GOMES,2013, p.33).

Em uma realidade marcada por mudanças, inovações e diversidades na disseminação da informação, a escola deve adequar-se em todos os seus aspectos, elaborando novas metodologias e formas de organização considerando as particularidades de cada aluno. Tais transformações influenciam no currículo escolar, na formação do professor, nos materiais e livros didáticos, na escola como um todo. Pois para que as habilidades do aluno sejam desenvolvidas, o conteúdo a ser ensinado deve está de acordo com a BNCC, com isso deve-se

contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas;(BRASIL,2017. p.16)

O ensino de matemática tem como base atividades elaboradas pelo professor que

sejam exploratórias e estimulem o interesse e participação dos alunos. Para que isso ocorra, é necessário inicialmente um ambiente favorável, assim, para D'Ambrósio.B.S. (1993) “o ambiente deve incentivar o uso de recursos como livros, material manipulativo, calculadoras, computadores e diversos recursos humanos” (D'Ambrósio.B. S,1993, p.38). Recursos esses que devem ser utilizados conforme a necessidade da situação de aprendizagem, para que possa enriquecer o trabalho do professor e o processo de investigação do aluno. Nesse sentido o aluno deve,

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL,2017 p.9)

Nesse sentido, pode-se notar que dentre as diversas formas de se contextualizar o ensino de conteúdos, especialmente a matemática, a tecnologia educacional é apresentada como um recurso que possui vastas contribuições positivas ao processo de ensino, o professor apresenta-se como o principal responsável para levar o aluno a interagir com os recursos tecnológicos, seja ele um computador, *smartphone* ou outro, no entanto que o mesmo esteja relacionado com o conteúdo matemático a ser trabalhado.

Neste trabalho, as características gerais do ensino de matemática são relevantes no que tange à compreensão de alguns aspectos que fazem parte do ensino de matemática propriamente dito, além do que consideramos como elemento de aproximação do conteúdo matemático da valorização de fatos que contribuíram para o desenvolvimento do conhecimento disposto nas fontes de registro de conhecimento ao longo dos anos.

3 USO DAS TECNOLOGIAS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Conforme o Comitê Gestor da internet no Brasil em trabalho desenvolvido sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC) no Brasil em 2015, descreve que, concebida há quase duas décadas no país, as tecnologias ainda enfrentam diversos desafios para serem implementadas e conseqüentemente obter-se os resultados esperados por gestores e pela população de modo geral. Todavia, ela não só irá contribuir somente para tornar o ensino inovador, mas também desempenha um papel essencial preparar crianças, jovens e adolescentes para um mundo cada vez mais digitalizado.

Nos tópicos seguintes, serão discutidos acerca da utilização das tecnologias digitais por meio de programas e projetos no Brasil, sobre as fases de uso das tecnologias digitais no contexto do ensino e aprendizagem da matemática motivadas pelos avanços ocorridos em cada período e tomando como base os escritos de (BORBA, 2020), além disso serão mencionados também sobre importantes documentos curriculares como os PCN e a BNCC que norteiam a educação básica do país.

3.1 A utilização das tecnologias por meio de programas e projetos

As primeiras discussões sobre as possibilidades de se implementar tecnologias nas escolas, iniciou-se na década de 70, nesse período alguns países passaram adotar programas para a inclusão digital nas salas de aulas. Surgiram muitas opiniões divergentes, por um lado profissionais que consideravam quase impossível esse instrumento ser usado para ensinar, um dos fatores que impediria seria o seu alto custo. Por outro lado, alguns acreditavam que seria uma nova alternativa para a educação, todavia, a forma que defendiam era de maneira a “endeusar” a mesma, (ALMEIDA e VALENTE, 2020)

Segundo Almeida e Valente (2020) no Brasil, essa inclusão pode ser abordada conforme a criação de programas e projetos que fazem parte da evolução, propagação e apropriação das tecnologias no contexto escolar. O primeiro evento a tratar da temática em questão foi o I Seminário de Informática em Educação na UnB (Universidade de Brasília) que aconteceu em 1981 e participaram profissionais da educação de regiões variadas para estimular as primeiras ações a nível nacional, tal evento foi inspirado pelo que estava ocorrendo em outros países. No ano seguinte, o mesmo evento ocorreu que ficou denominado como o II Seminário de Informática em Educação, para que fossem concretizados os

planejamentos que realizados em sua primeira edição. Esses dois seminários impulsionaram o surgimento do primeiro projeto a ser colocado em prática nas universidades brasileiras, o Educom (Associação Portuguesa de Telemática Educativa). (ALMEIDA e VALENTE, 2020).

O Educom foi fundado em outubro de 1985 e se refere a uma associação profissional e científica com o objetivo de promover pesquisas sobre a utilização dos computadores no contexto do processo de ensino e aprendizagem. Quando o projeto foi elaborado não haviam profissionais capacitados para lidar com tais recursos aplicados diretamente nessa realidade e dentre uma das linguagens de programação que era posta em prática, estava o *software* LOGO (VALENTE, 1999).

Por se tratar de um projeto de origem portuguesa deve-se ser considerado sobre questões atuais deste país, visto que no ano de 2020 foi elaborado um Plano de Desenvolvimento Tecnológico baseado em programas e estratégias existentes, que se refere a um plano para a transição digital de Portugal, com intuito de realizar uma transformação e conseqüentemente um avanço significativo no país. Diante disso, definiu 3 pilares para a digitalização da população local: capacitação e inclusão digital das pessoas, transformação digital das empresas e do estado. E para que possa atingir o pilar de capacitação e inclusão digital em especial, promove um programa de digitalização para as escolas que deve contemplar: a disponibilização de equipamentos, garantia de conectividade para os alunos, acesso a recursos educativos digitais de qualidade, acesso a ferramentas de colaboração em ambientes digitais

O Educom foi encerrado em 1991 e com isso deu espaço para criação de um outro projeto que ficou denominado como FORMAR, o objetivo principal era de propor cursos de especialização na área de informática na educação para professores, para que os mesmo pudessem especializar-se em relação às tecnologias aliada ao ensino.

Uma ação desenvolvida recentemente através do FORMAR, foi a realização de um curso de especialização em Tecnologias Educacionais em Coimbra- PT, promovido pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) no ano de 2022, onde participaram 25 professores do estado do Maranhão conforme o Edital nº08/2022 denominado de Professor Cidadão do Mundo. O projeto de formação teve como objetivo estimular a mobilidade docente por meio do apoio acadêmico e científico, o público alvo foram professores da Educação Básica, profissional e tecnológica do Maranhão.

A referida formação foi organizada em algumas fases, sendo elas 20 horas de encontros

virtuais, 120 horas de Encontros presenciais na Universidade de Coimbra e por fim 49 horas de aplicação de um projeto no contexto de uma escola brasileira com apresentação de resultados. Apresentando-se com diversos pontos positivos para a educação do Brasil, pois especializa profissionais para que utilizem as tecnologias de forma que tragam contribuições para a sua formação como profissional, pesquisador e para a instituição que atua.

3.2 Fases do desenvolvimento tecnológico em educação matemática

O uso das tecnologias na educação passou também por algumas fases no decorrer da história, Borba (2020) ressalta que seu uso em Educação Matemática está estruturado em quatro fases, ou seja, estão dispostas segundo as suas inovações ocorridas em cada período. Assim como, apresenta que essa abordagem pode contribuir para a compreensão de professores, pesquisadores e demais profissionais da educação, a respeito das transformações ocorridas na aprendizagem de matemática, influenciada pela utilização das tecnologias digitais. Ao iniciar a obra “fases das tecnologias digitais” Borba (2020), o autor destaca sobre a diferenciação de cada uma e que não são desconectadas uma da outra.

Segundo Borba (2020), a primeira fase é caracterizada pelo uso do *software* LOGO, que possui comandos que determinam procedimentos a serem executado por uma tartaruga, cada movimento possibilita a construção de objetos geométricos, o LOGO passou a ser utilizado em 1995 e foi criado por Seymour Papert. Vale ressaltar que esse período é marcado também pelo uso do computador, calculadoras simples e a científica. O termo para se referir a estes eram as tecnologias computacionais ou tecnologias informáticas.

A segunda fase teve início em 1990 e possui como eixo central o uso do computador pessoal. Nesta época ainda haviam muitas dúvidas sobre a utilização do mesmo, era usado apenas por alguns profissionais e ainda havia vasta resistência para lidar com essas inovações, surgindo diversas opiniões sobre essa novidade, mas parte dessas pessoas já investigavam sobre as suas funções e principalmente ao tratar de alguns conceitos em Geometria (BORBA, 2020).

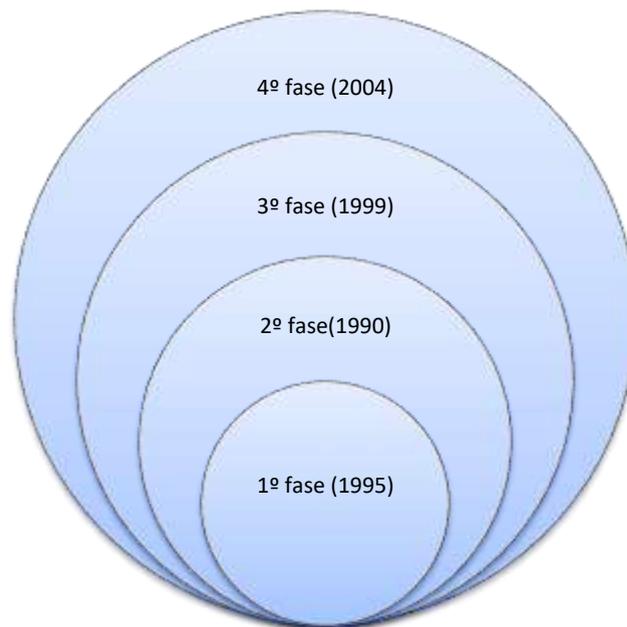
A terceira fase ocorreu em 1999 com a utilização da internet possibilitando maior facilidade de obter informações, comunicação e o surgimento dos primeiros cursos a distância para a formação continuada de profissionais da educação. (BORBA,2020).

Conforme Borba (2020) a quarta fase é a mais recente, que teve seu início em 2004 com surgimento da internet rápida, redes sociais, aplicativos que auxiliam alunos na resolução de questões, como o GeoGebra e a construção de vídeos, recursos estes utilizados tanto na prática

do professor, como no processo de aprendizagem do aluno de maneira individual.

São diversos os tipos de recursos tecnológicos existentes para serem utilizados no processo de mediação do ensino, tais como, recursos áudio visuais, planilhas eletrônicas, softwares, aplicativos, entre outros, que estão em constante aprimoramento e com isso passam a fornecer cada vez mais qualidade ao indivíduo que irá fazer o seu uso. Assim, as tecnologias vêm ganhando a cada dia mais espaço na sociedade e em diversas atividades do dia-a-dia.

Diagrama 1 - As 4 fases do desenvolvimento tecnológico em educação matemática



Fonte: (BORBA, 2014, p.38)

Conforme o diagrama 1, ao se iniciar uma nova fase, a anterior não é anulada. O que acontece é que outras formas de inovações diferentes do que era proposto anteriormente vão surgindo, cada uma com sua devida importância, contribuições e até mesmo limitações (BORBA, 2020). No entanto, na atualidade, observa-se que não vem acontecendo uma utilização adequada destes recursos, pois em sua grande maioria os alunos utilizam a internet somente para uso pessoal, como exemplo, navegar nas redes sociais e isso tem prejudicado na forma que fazem o uso “adequado” na sala de aula, somente para se comunicar com alguns amigos ou até mesmo para navegar em sites de vídeos, memes, etc. No quadro abaixo estão organizadas as 4 fases de forma sistematizada, mostrando o ano que ocorreu, as tecnologias

usadas, perspectivas teóricas e a Terminologia.

Quadro 1: Aspectos e elementos que caracterizam as fases das tecnologias digitais

	Tecnologias	Natureza ou base tecnológica das atividades	Perspectivas ou noções teóricas	Terminologia
Primeira fase (1985)	Computadores Calculadoras simples e científicas	LOGO Programação	Construcionismos micromundos	Tecnologias informáticas (TI)
Segunda fase (início dos anos 1990)	Computadores (popularização): Calculadoras gráficas	Geometria dinâmica (Cabri Géomètre, Geometriks); Múltiplas representações de funções	Experimentação, visualização e demonstração; zona de riscos conectividade; ciclo de aprendizagem construcionista; seres humanos-com mídias	TI; Software educacional; tecnologia educativa
Terceira fase (1990)	Computadores laptops e internet	Teleduc; e-mail, chat; fórum, google.	Educação a distância online; interação e colaboração online; comunidades de aprendizagem	Tecnologias da informação e comunicação (TIC)
Quarta fase (2004)	Computadores laptops; telefones; celulares; internet rápida	Geogebra objetos virtuais de aprendizagem; Applets, vídeos, YouTube; Wolfran Alpha; Wikipédia; Facebook, ICZ, second Life, Moodle	Multimodalidade; telepresença; Interatividade; internet em sala de aula; produção e compartilhamento online de vídeos; performance em matemática digital	Tecnologias digitais (TD); tecnologias moveis ou portáteis

Fonte: (BORBA, 2014, p.39)

Ademais, ainda existe uma certa resistência por parte de profissionais da educação, não basta simplesmente querer inovar sua aula apenas inserindo recursos tecnológicos sem uma devida reflexão,

A implantação das TIC na educação vai além de prover acesso à tecnologia e automatizar práticas tradicionais. Elas têm de estar inseridas e integradas aos processos educacionais, agregando valor à atividade que o aluno ou o professor realiza, tal como acontece com a integração em atividades de outros segmentos laborais. (ALMEIDA e VALENTE, p.32, 2016)

As tecnologias digitais podem ser utilizadas por este profissional como um instrumento nas suas atividades diárias de ensino, assim como um apagador, pincel e livro, ou seja, começando pela utilização do *Notebook* ao uso do projetor, o mesmo estará fazendo o uso das mesmas na sala de aula. Com isso, fica evidente que os sistemas de ensino presenciais tendem a sofrer alterações provocadas pela *internet*, pois além dos alunos terem acesso a *smartphones* que permitem navegar na *internet* ou nas redes sociais ocorre também um grande fluxo de trocas de informações, pesquisas e experiências.

3.3 Contribuições para o ensino e aprendizagem de matemática

O uso dessas ferramentas tem contribuído significativamente para uma interação ultrapassando fronteiras entre estudantes e professores de estados ou até mesmos países diferentes, e é papel da escola fazer acompanhamento dessas transformações.

Formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético e dedutivo, as faculdades de memorizar e classificar, de pesquisa, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e a análise de textos e de imagens, a representação de redes, de procedimentos e de estratégias de comunicação (PERRENOUD, 2000. p 128).

A importância da utilização das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem, precisa ser bem vista e aceita pela sociedade de educadores e futuros educadores, pois o aluno consegue aprender de diversas formas e maneiras. Se usada de forma correta, pode auxiliar os alunos que conseqüentemente possuem dificuldades de aprender conteúdos matemáticos, disciplina essa considerada por muitos como uma das mais difíceis de se compreender. Acredita-se que as tecnologias podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, assim como no avanço de suas habilidades.

Bittar (2011), afirma que ao se referir sobre as tecnologias é importante primeiramente compreender a distinção entre inserir e integrar o computador no processo de ensino e aprendizagem, assim:

Inserir um novo instrumento na prática pedagógica significa fazer uso desse instrumento sem que ele provoque aprendizagem, usando-o em situações desconectadas do trabalho em sala de aula [...]. A integração desse instrumento na prática pedagógica do professor significa que ele passa a fazer parte do arsenal de que o professor dispõe para atingir seus objetivos saber em cena. (BITTAR, 2011, p.159)

Diante disso, a inserção pode se entendida que será usado um instrumento extra sem que haja uma aprendizagem propriamente dita, que geralmente pode ser usada em situação fora da sala de aula, já a integração permite que o aluno explore o mesmo, desenvolva novas capacidades bem como tenha acesso a um determinado conceito matemático. Com isso, os estudantes poderão fazer o melhor uso possível dos recursos tecnológicos contribuindo de maneira positiva com seus conhecimentos. Nessa relação, o aluno aprende com professor e professor com aluno, pois cada um possui conhecimentos e experiências distintas.

As tecnologias digitais representam um papel importante no tocante a BNCC, visto que a mesma aborda orientações a serem seguidas para que seja inserida no contexto de uma sala de aula bem como, apresenta os objetivos que se deseja alcançar ao usar a mesma na educação infantil, ensino Fundamental e ensino Médio. Dessa Forma,

utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade. (BRASIL. P.477)

Segundo este documento, alunos precisam desenvolver um número considerável de habilidades, que vai além do acúmulo de informações, tais exigências recaem nos planejamentos de ensino do professor, tomando como base as habilidades e competências que são expressas na BNCC.

Conforme exposto, as tecnologias podem transformar a sala de aula de matemática, trazendo possibilidades em relação às aulas que geralmente ocorrem que é baseada no ensino tradicional. Inserir as tecnologias em sala de aula não significa que o ensino será modificado, o que trará mudanças positivas são os objetivos que se pretende alcançar, a formação dos professores, o artefato, a infraestrutura, programas e projetos, bem como a participação de todos os profissionais da educação e a família de modo geral.

Utilizar as tecnologias no contexto da sala de aula depende diretamente da forma de aplicação de políticas públicas e o apoio de todas as esferas do governo, seja ela federal, estadual ou municipal. Todavia, para que haja uma execução do trabalho adequado, é

necessário ter como base principal as pesquisas desenvolvidas, pois é a partir delas que o professor conhece a teoria envolvida e novas ideias para que possa fazer o seu planejamento de acordo sua realidade. (GONZALES E SILVA JUNIOR, 2021).

Hoje o computador passou a fazer parte da lista de material que o aluno de graduação deve adquirir e o seu uso se tornou rotineiro em praticamente todas as atividades desde a produção de documentos, uso em sala de aula e em laboratório, consulta à banco de dados, comunicação entre alunos e aluno-professor e desenvolvimento das disciplinas. Isso significa que o aluno sai da universidade com um bom conhecimento sobre o uso da informática. (VALENTE E ALMEIDA, 1997, p.7)

O avanço das tecnologias vem mudando a maneira como as pessoas interagem com a sociedade em que vivem, o que leva a surgir novas possibilidades nas diversas áreas. Essa mudança não poderia ser diferente em relação a aplicação e evolução em educação matemática. Influenciando nas novas formas de pensamento sobre o processo pedagógico, tem refletido principalmente nas ações dos alunos, no contexto da sala de aula e de demais ambientes do contexto escolar.

Em pesquisas desenvolvidas por Almeida e Valente (1997), Borba (2020) e outros, tem-se procurado como objeto de pesquisa o uso das tecnologias digitais no ensino de matemática, em especial aquelas que foram desenvolvidas em um contexto de pandemia como o trabalho de Pantoja (2021), onde houve a necessidade de adotar esse meio para que a aprendizagem dos alunos permanecesse ativa. Diante disso, grande parte delas abordam sobre a importância da utilização desses recursos no processo de ensino e aprendizagem, na formação de profissionais capacitados para trabalhar com a mesma e em demais contextos da educação, por outro lado, existe a carência de aportes teóricos adequados para o uso de tais recursos.

Assim como o material dourado e o ábaco permitem explorar diferentes características do sistema de numeração decimal (por isso mesmo devem ser usados simultaneamente no ensino deste conteúdo), a tecnologia deve ser usada com fins de permitir ao aluno ter acesso a propriedades ou a aspectos de um conceito; ou ainda a atividades matemáticas diferentes daquelas habitualmente tratadas no ambiente papel e lápis. (BITTAR, 2011 p. 159)

Pode-se observar a relevância que as tecnologias possuem, pois anteriormente os instrumentos que eram mais utilizados eram os manuais, no entanto, a sociedade evolui constantemente onde os indivíduos acompanham tal mudança.

4 A TEORIA DA GÊNESE INSTRUMENTAL

A Teoria da Gênese Instrumental expandida por Pierre Rabardel encontra-se desenvolvida em uma de suas obras intitulada “**Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**” (1995), trata dos processos envolvidos na transformação de um artefato em instrumento e possui como base a ergonomia cognitiva, bem como apresenta conceitos próprios da psicologia. Dessa forma, possibilita a análise das associações e distinções entre as ações dos homens sobre artefatos, bem como suas compreensões acerca das potencialidades e limitações desses.

É possível destacar, assim, que um instrumento é um artefato que através de ações de uso contribuam para resolver atividades. A essa transformação para instrumento ficou denominada por Rabardel (1995) de Gênese Instrumental. Todavia pessoas que usam o mesmo artefato, desenvolvem estratégias distintas, ou seja, o sujeito pode obter diferentes instrumentos. Além disso, se um mesmo sujeito encontrar diversas formas de usar um mesmo artefato, ele também irá obter diferentes instrumentos.

Fica assim mais claro que o instrumento não é algo pronto e acabado; ele pode ser elaborado e reelaborado pelo sujeito ao longo das atividades realizadas com o artefato, agora um instrumento, uma vez que já sofreu a ação do sujeito” (BITTAR,2011 p.162)

A Abordagem Instrumental se apoia na teoria da ergonomia cognitiva, referente ao foco, concentração e raciocínio que estão presentes nas interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, sendo a interação homem-computador um exemplo dessa situação. Ademais, distingue os três polos que envolvidos em situações de atividade com o instrumento: “o sujeito (usuário, operador, trabalhador, agente, etc.); o instrumento (a ferramenta, a máquina, o sistema, o utensílio, o produto, etc.); o objeto para o qual se dirige a ação com o instrumento (matéria, realidade, objeto, atividade, trabalho, outro assunto...)”. (RABARDEL, p.52, 1995)

Pierre Rabardel formula a Teoria da Instrumentação com ênfase nesses três polos mencionados, que apresenta reflexões realizadas sobre os estudos de Vygotsky, da Ergonomia Cognitiva e de outros estudiosos. O mesmo enfatiza que estes variam de acordo o ponto de vista de cada autor. Por essa razão, a teoria é assumida em uma abordagem antropocêntrica, pois a concepção de instrumento é uma construção formada por ações que surgem entre o sujeito e o artefato (Rabardel, 1995).

Rabardel(1999) ao aprofundar-se sobre instrumento, considera também alguns pontos importantes e um deles é de que o artefato pode ser material ou simbólico, material quando

pode ser palpável, manipulado, como por exemplo, calculadoras e computadores. Já o simbólico pode ser, gráfico, tabelas e outros.

Segundo (Bittar, 2011) é possível distinguir três ideias centrais na definição de instrumento, que esclarecem seu caráter dinâmico, onde

Cada sujeito constrói seus próprios esquemas de utilização, portanto, seu próprio instrumento, que difere do instrumento do “outro”; à medida que o sujeito continua a manipular o instrumento, vai construindo novos esquemas que vão transformando o instrumento. Estes esquemas são modificados pelo sujeito de acordo com suas necessidades; um mesmo artefato dá origem a diferentes instrumentos construídos por diferentes sujeitos. (BITTAR, p.160,2011)

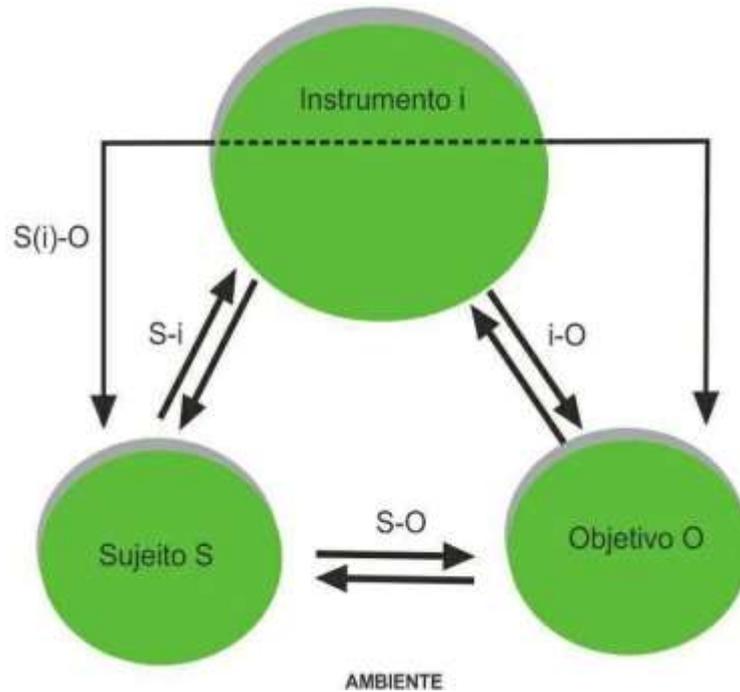
A Gênese Instrumental possui ainda duas dimensões, a instrumentalização que se trata do processo realizado pelo sujeito em direção ao artefato, a Instrumentação trata do assunto. Esses dois termos são de fundamental importância para compreensão desta teoria.

Assim, segundo Rabardel:

Os processos de instrumentalização dizem respeito à emergência e evolução dos componentes do artefato do instrumento: seleção, agrupamento, produção e instituição de funções, desvios e catacreses, atribuição de propriedades, transformação do artefato (estrutura, funcionamento, etc.) que prolongam as criações e realizações de artefatos cujos limites são, portanto, difíceis de determinar. Os processos de instrumentação dizem respeito à emergência e evolução dos esquemas de uso e ação instrumentados: sua constituição, seu funcionamento, sua evolução por acomodação, coordenação, combinação, inclusão e assimilação recíproca, a assimilação de novos artefatos a esquemas já constituídos. (RABARDEL, 1995, p. 111)

Assim, pode ser compreendido que a revisão aqui apresentada trata-se de uma análise de observação, onde os trabalhos apresentados mostram a transformação do artefato tecnológico em instrumento de ensino. Pois quando é colocado um artefato para que o aluno possa interagir com intuito de estabelecer relação com um conteúdo matemático, ocorre a instrumentação e transformando-o como instrumento do processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Rabardel (1995), na Gênese Instrumental é necessário um longo período de tempo para o sujeito apropriar-se das funções e limitações do artefato até que consiga resolver uma determinada situação. Esse processo pode ser analisado pelo Modelo de situações de atividades instrumentais (Modelo SAI) apresentando as relações entre sujeito e objeto, através da instrumentalização e a instrumentação, que promovem a associação e diferenciação dos polos sujeito, instrumento e objeto. Os dois processos contribuem conjuntamente para o surgimento e desenvolvimento de instrumentos, ainda que, dependendo da situação, um deles possa ser mais desenvolvido.

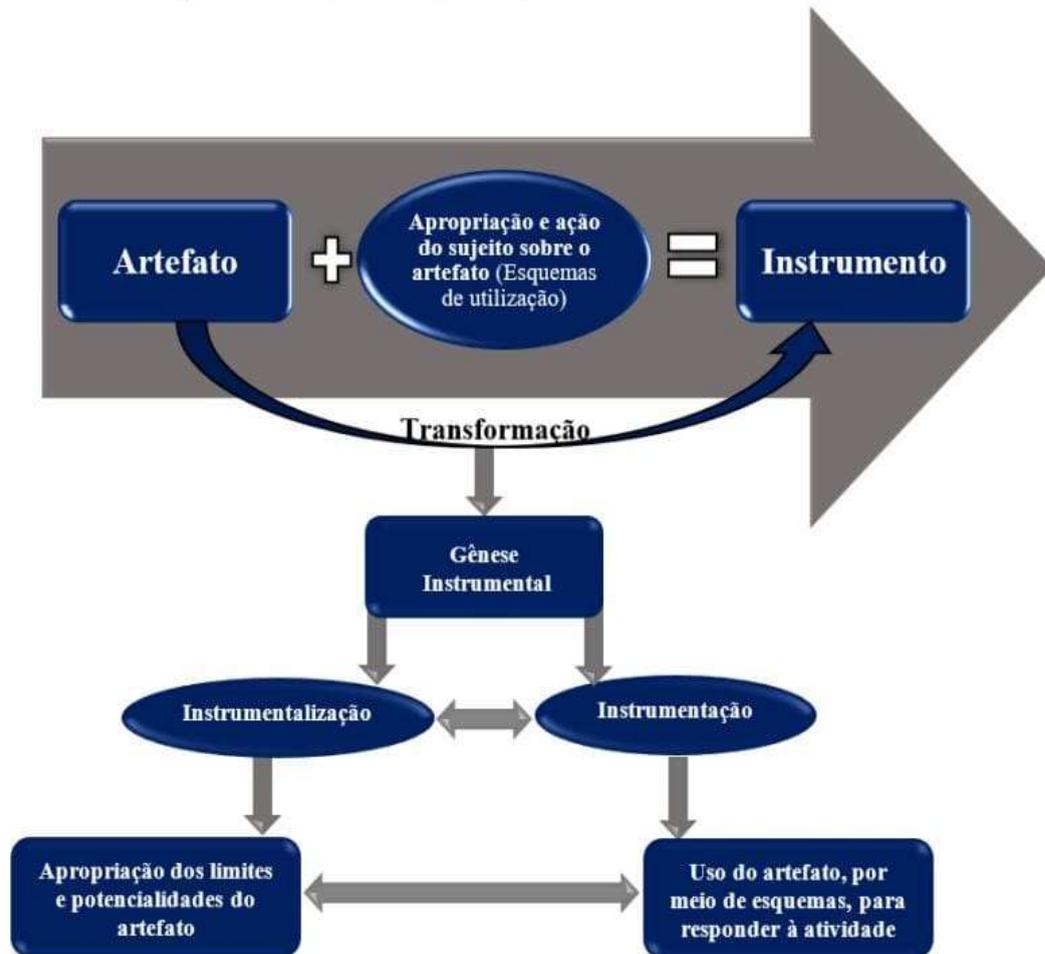
Diagrama 2: Representação do Modelo SAI

Fonte: Elaborado pela autora- adaptado de Rabardel (1995)

Todavia, existem outras relações além das interações diretas sujeito-objeto (S-O), que devem ser consideradas: como por exemplo, as interações entre o sujeito e o instrumento (SI), as interações entre o instrumento e o objeto sobre o qual ele permite atuar (IO), e interações sujeito-objeto mediadas pelo instrumento (S-O). Essas informações estão organizadas no diagrama acima, apresentando de que forma se relacionam entre si (Diagrama 2).

De acordo com Rabardel (1995) o modelo SAI pode ser considerado uma ferramenta para examinar, detalhadamente, o uso de instrumentos em uma determinada atividade. O instrumento como mediador possui a orientação de: Objeto-sujeito, ou seja, trata-se do meio que permite o conhecimento do objeto; Sujeito-objeto é o meio da ação transformadora dirigida sobre o objeto. A figura representa a Gênese Instrumental de forma sistematizada para melhor compreensão.

Figura 1: Síntese do processo da Gênese Instrumental



Fonte: Pachêco (2020, p.55)

A Abordagem Instrumental contempla muitos elementos como o artefato, instrumento, esquemas de utilização, Gênese Instrumental, instrumentalização, instrumentação e Modelo SAI; e saber a forma que eles estão sendo discutidos e são relacionados nas pesquisas científicas que utilizam esse aporte teórico é compreender a maneira como está sendo apresentada e as possíveis diferenças nos resultados de cada uma. Nesse contexto, o objetivo quanto a utilização da Teoria de Rabardel como eixo principal, foi o de ter como subsídio para analisar atividades que já foram desenvolvidas no ensino de matemática.

5 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Para analisar o conjunto de estudos desenvolvidos entre 2018 a 2022 que utilizaram como aporte teórico a Gênese Instrumental de Rabardel (1995), optou-se por uma pesquisa do tipo qualitativa, que segundo Minayo (2002, p.21-22) “trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitude [...]”. Assim, neste tópico será apresentado de forma sistematizada os pressupostos metodológicos aplicados, das etapas que fizeram parte desta revisão, ou seja, como estes estudos foram encontrados e os critérios que foram utilizados usados. A Revisão Sistemática de Literatura foi a metodologia utilizada para desenvolvimento da pesquisa que tem em vista a análise de trabalhos já consolidados.

5.1 Revisão Sistemática de Literatura

A Revisão Sistemática de Literatura (RSL) é “uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos específicos, e que busca entender e dar alguma logicidade a um grande corpus documental, especialmente, verificando o que funciona e, o que não funciona num dado contexto” (GALVÃO E RICARTE, 2020). Nesse sentido, busca-se com essa investigação realizar um mapeamento de pesquisas realizadas e publicadas em periódicos que utilizam como Referencial Teórico a Teoria da Gênese Instrumental de Pierre Rabardel, como forma identificar de que forma os conceitos deste estudioso estão sendo aplicados no contexto do ensino de matemática.

Seguindo a conceituação da RSL, “disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante aplicação de métodos explícitos e sistematizados de buscas, apreciação crítica e síntese da informação selecionada” (SAMPAIO E MANCINI, 2006). Com isso, os dados foram selecionados e organizados em tabelas para que os mesmos fossem analisados e destacados os principais contributos para o ensino e aprendizagem.

Para o desenvolvimento da Revisão Sistemática seguimos as diretrizes estruturadas por (GALVÃO E RICARTE, 2020) e (SAMPAIO E MANCINI, 2006), onde inicialmente foi definido um protocolo de pesquisa com as seguintes informações: problema da pesquisa, objetivos, fontes de buscas, critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos, determinação da qualidade dos mesmos e apresentação dos resultados.

As RSL partem de uma questão de pesquisa pois assim como demais investigações científicas precisa ter como bases um problema de pesquisa para orientar o estudo, nesse

sentido,

O processo para se chegar à questão que norteará a revisão exige do pesquisador uma análise prévia da literatura existente. Recomenda-se para a economia de tempo e recursos que o pesquisador verifique, por exemplo, se uma revisão ou várias revisões sobre o assunto já não foram realizadas por outros pesquisadores. Caso já exista uma revisão sistemática, é possível, por exemplo, optar por sua atualização, ao invés de construir uma revisão inteiramente nova. (GALVÃO E RICARTE,2020 ,p.63)

Ao optar pela temática em estudo, algumas buscas foram realizadas com intuito de identificar possíveis estudos que já tivessem sido desenvolvidos na mesma área, todavia foi localizado apenas uma revisão que se trata de um artigo, produto de pesquisas realizadas entre o Brasil e o Peru. No entanto era limitado apresentando apenas o quantitativo de trabalhos em relação a alguma das categorias, bem como os dados apresentavam, tanto trabalhos voltados à formação de professores, como para o ensino propriamente dito.

Em decorrência da necessidade de abordar-se situações ligadas ao uso de Tecnologias Digitais, bem como sua utilização para a mediação da aprendizagem, destaca-se as contribuições da Teoria da Gênese Instrumental por meio das concepções de Pierre de Rabardel (1995), fazendo-se basilar considerá-lo no trabalho conforme foi abordado nos parágrafos anteriores.

As pesquisas sobre Teoria da Gênese Instrumental e Ensino de Matemática com uso de Tecnologias, são temáticas consideradas recentes ao se tratar de trabalhos acadêmicos e por isso, optou-se por usar as seguintes palavras-chave para realizar as buscas: “Gênese Instrumental”, “Ensino de Matemática”, “Tecnologias Digitais”. O objetivo é identificar estudos e possíveis contribuições teóricas.

5.2 Definição dos critérios de inclusão e exclusão

Foram definidos três critérios de inclusão. Para ser incluído na revisão, (A1) devem ser trabalhos publicados e disponíveis integralmente nas bases de dados científicas que foram definidas “Google Acadêmico” e "Educapes", (A2) Devem ser trabalhos recentes (publicados a partir de 2018), porém que já tenham aprovação pela comunidade científica. (A3) Os trabalhos devem tratar especificamente do ensino de matemática com uso de Tecnologias Digitais com a utilização da Gênese Instrumental como aporte teórico.

Essas bases de dados foram escolhidas “Google Acadêmico” e "Educapes", por apresentarem ampla quantidade de trabalhos de conclusão de curso e dissertações de

mestrado que são de interesse dessa investigação.

Da mesma forma, serão excluídos estudos que atendam a algum dos critérios de exclusão. (B1) Trabalhos que não estejam disponíveis nas bases de dados pesquisadas. (B2) Trabalhos anteriores a 2018, (B3) Trabalhos que não abordam o Ensino de Matemática com Tecnologias Digitais (B4), trabalhos que não tratam da Teoria da Gênese Instrumental, ou seja, que não tratam dos conceitos relacionados a área de interesse desta Revisão Sistemática

Os critérios de inclusão e exclusão são definidos com base na pergunta que norteia a revisão: tempo de busca apropriado (e.g. 5 anos), população-alvo (e.g. adulto, criança, atleta), intervenções, mensuração dos desfechos de interesse, critério metodológico, idioma, tipo de estudo, entre outros. (GALVÃO e RICARTE 2020, p.86)

A etapa seguinte se refere a executar o protocolo de pesquisa estabelecido. Diante disso, as buscas foram executadas entre os dias 01 ao 08 de novembro do ano de 2022 nos dois repositórios selecionados. A autora deste trabalho foi responsável por classificar os artigos baseando-se nos títulos, resumos e problemas de pesquisa. Quando após este procedimento ainda não era claro se o artigo poderia ser incluído na revisão, ele era marcado para uma posterior revisão do seu texto completo. Ou seja, após a primeira fase, os trabalhos eram classificados como incluído (IN), excluído (EX) ou marcado para verificação (V).

5.3 Revisão e seleção dos estudos

Dois repositórios foram incluídos nesta revisão: Google Acadêmico e Educapes. Que são portais abertos e gratuitos em que ficam arquivados diversos textos, artigos, livros e outros documentos; para uso de alunos, professores e pessoas de outras áreas que precisam ou possuem curiosidade de ter acesso a pesquisas que são realizadas durante todos os anos. Tais plataformas permitem realizar buscas específicas por tema e ano de desenvolvimento da pesquisa.

Como forma de responder aos objetivos desta pesquisa, gerou-se a seguinte pergunta norteadora: Quais são as digitais educacionais utilizadas no desenvolvimento de atividades no processo de ensino e de aprendizagem de Matemática nos últimos quatro anos?

Após delimitada a questão que será tratada, foi definido as bases de dados a serem consultadas para a busca de artigos e outros materiais científicos que possam ser incluídos ou excluídos da revisão de literatura que se pretende realizar. Anualmente, surgem novas e mais complexas pesquisas em diversos âmbitos. Nesse contexto, optou-se por selecionar

trabalhos de 2018 até 2022. Vale salientar que o processo de selecionar trabalhos para análise perpassa algumas fases, segundo Galvão e Ricarte (2020),

O processo de seleção pode ter várias fases. Em um primeiro momento, a seleção pode considerar apenas a leitura dos títulos dos documentos encontrados. Em um segundo momento, pode-se considerar a leitura dos resumos dos documentos encontrados. E em um terceiro momento, pode-se realizar uma análise crítica geral dos documentos encontrados, onde serão observados a coerência do estudo, qualidade metodológica, resultados alcançados, conclusão, financiamento do estudo etc. (GALVÃO E RICARTE 2020, p.68)

Diante disso, mapeou-se as Monografias e Dissertações de Mestrado disponíveis nas páginas, com base em três momentos. O Primeiro momento: Consistiu na seleção de produções científicas que possuíam no título, resumo e/ou palavras-chave os termos, “Gênese Instrumental”; “Ensino de Matemática”; “Tecnologias Digitais”. As escolhas dos termos em relação ao ensino de Matemática com Tecnologias Digitais se deram devido às diversas definições presentes na literatura como as de Borba e Valente (2002), Almeida, M.E.B e Valente, J.A. (2016), Valente (1999), Rabardel (1995), Silva (2019) e outras.

Segundo momento: Dos trabalhos encontrados foram lidos os resumos para uma pré-avaliação, já baseada nos critérios de inclusão e exclusão, essa etapa teve o objetivo de selecionar os textos a serem lidos integralmente, onde foram observadas todas as suas fases, quais os sujeitos envolvidos, referencial teórico e resultados das aplicações. Os textos selecionados, foram avaliados de acordo com os mesmos critérios, sendo considerados válidos para os objetivos desta Revisão Sistemática. Os trabalhos incluídos, inicialmente foram apresentados em um quadro destacando as características de cada um, tais como: autores, dados bibliográficos, ano de publicação, título e sujeitos envolvidos.

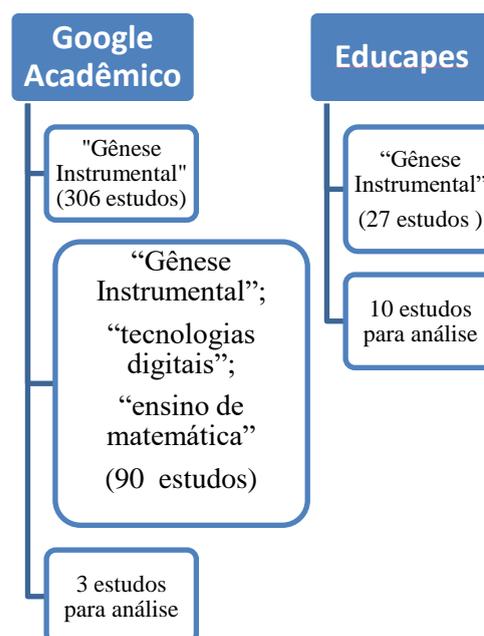
Terceiro Momento: com intuito de organizar os dados para apresentá-los na etapa final, foi realizada uma análise geral dos documentos e definido alguns critérios baseados na Teoria de Rabardel(1995), que são, o sujeitos, para identificar quais séries que estão sendo usados com mais frequências os recursos tecnológicos; o artefato tecnológico, com objetivo de mostrar os artefatos mais utilizados para que se desenvolvam as primeiras impressões e relatos de profissionais que já fizeram uso; Instrumentação e Instrumentalização para compreender os processos envolvidos na interação do aluno com o artefato tecnológico; e por fim o objeto matemático para que seja identificado os conteúdos mais usados para realizar um planejamento de outros que poderão também ser usados.

6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste tópico apresentaremos os resultados obtidos para a temática em estudo. O objetivo foi revisar propostas e metodologias de outros pesquisadores para o ensino de matemática com tecnologias digitais a partir do ano de 2018 e que tomassem como referencial teórico a Gênese Instrumental de Rabardel. Diante disso, optou-se por uma revisão sistemática de estudos por acreditar que os portais de periódicos contribuem positivamente para aperfeiçoar na busca de pesquisas com qualidade acadêmica e científica reconhecida. Assim, foi possível compreender a importância de se realizar atualizações frente a diferentes aplicações e teorias que são usadas por diversos profissionais.

A coleta dos dados propriamente dita, foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2022, período em que foi iniciado o levantamento de literatura utilizando a ferramenta “Busca por assunto” da página inicial do Google acadêmico e do Educapes, conforme exposto nos parágrafos anteriores deste manuscrito. Para delimitar o universo da pesquisa, foram usados os seguintes descritores (ou termos de busca): "Gênese Instrumental"; "Tecnologias Digitais"; "Ensino de Matemática". No fluxograma abaixo estão organizados a forma em que foram obtidos os dados até delimitar o corpus final para análise.

Fluxograma 1: Obtendo os dados para análise



Fonte: elaborado pela autora (2023)

No levantamento inicial realizado no dia 5 de novembro de 2022, foi constatado que existiam poucas publicações sobre o tema em estudo, pois o objetivo inicial era encontrar publicações referentes aos últimos dois anos, sem muito sucesso, optou-se pelos últimos quatro anos (2018-2022). Assim, a partir das leituras realizadas em Rabardel (1995) adotamos apenas o termo “Gênese Instrumental” na plataforma Google acadêmico e foi obtido um total de 306 resultados (aproximadamente) apenas da língua portuguesa, no entanto, decidiu-se refinar ainda mais os resultados, onde foi acrescentado “tecnologias digitais” e “ensino de matemática”. Como resultado numérico, obteve-se 90 trabalhos a respeito de tais descritores.

Seguindo o levantamento sistemático, partiu-se para a seleção pelos achados considerados relevantes para investigação, ou seja, aqueles materiais bibliográficos efetivamente afins ao objetivo do presente estudo, e com isso foi realizado uma análise inicial por meio dos títulos, objetivos das pesquisas, seguindo os critérios de inclusão e exclusão. Após concluídas essas etapas, foram selecionados o total de 3 (três) trabalhos, que se encontram sintetizados no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Relação de trabalhos selecionados no Google acadêmico

Ano	Autor	Título	Tipo de trabalho
2019	Débora Bussolotto	Gênese Instrumental do GeoGebra 3D: um estudo no Ensino Médio Normal/Magistério	Dissertação de Mestrado
2021	Lydjane Fernandes da Cruz	AVALIAÇÃO DO ENSINO DA FUNÇÃO DO 1º GRAU POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE GEOGEBRA PARA OS ALUNOS DA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO DA ESCOLA ESTADUAL SENADOR JOÃO BOSCO RAMOS DE LIMA-AMAZONAS-BRASIL	Dissertação de Mestrado
2019	Renato Darcio Noletto Silva	APP INVENTOR 2 NO ENSINO DE MATEMÁTICA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO: uma análise no ensino de Matemática financeira com a construção de aplicativos para smartphones	Artigo

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Dos trabalhos encontrados desde a seleção inicial, não foi encontrado nenhum trabalho em ambos repositórios que apresentasse o mesmo título que aborda sobre o tema aqui proposto.

Do total selecionado para análise, foi encontrado 1 artigo que se tratava de um produto de uma dissertação de mestrado e 2 dissertações de mestrado com datas de publicação entre os anos e 2019 e 2021, ou seja, não foram localizados escritos dos anos de 2018 e 2020 que pudessem ser incluídos nesse estudo. Os demais trabalhos foram excluídos seguindo os

critérios estabelecidos, ou seja, alguns se tratavam de formação de professores, revisões já realizadas ou sobre as características dos recursos digitais e possíveis contribuições para aprendizagem e com isso não vinham acompanhados de uma aplicação prática no ensino. Já no repositório Educapes, foram seguidas as mesmas etapas da plataforma anterior, todavia, ao usar somente o descritor “Gênese Instrumental” para as buscas, foram localizados uma quantidade que permitiria uma análise eficiente e que apresentavam informações relevantes que responderam aos objetivos desta pesquisa.

Prosseguindo, usou-se também, os demais descritores e que diferente do Google acadêmico, não obteve muito sucesso. Assim, decidiu-se usar apenas o termo “Gênese Instrumental”, visto que os achados já apresentavam as palavras-chaves que foram definidas para a busca. Usando o primeiro descritor foram atingidos os resultados desejados e ao acrescentar os demais não obteve muito sucesso. Com isso, foram localizados um total de 27 trabalhos e que também seguiu as etapas realizadas com o Google Acadêmico, onde foram lidos os títulos e resumos para posteriormente realizar a leitura integral dos mesmos.

Foram selecionados 10 trabalhos para análise, desse quantitativo, 4 são Monografias e 6 Dissertações de Mestrado, que possuíam data de publicação entre os anos de 2019, 2020 e 2021. Os dados estão apresentados no quadro abaixo:

Quadro 3: Relação de trabalhos selecionados na plataforma Educapes

Ano	Autor	Título	Tipo de Trabalho
2022	Alex Correia da Silva	A plataforma App inventor na construção de aplicativos para o ensino e aprendizagem de progressão geométrica	Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
2021	Cleivaldo Corrêa Pantoja	Ensino de inequação exponencial com Geogebra	Dissertação de Mestrado
2020	Daiane Moura dos Santos	Resolução de problemas: progressão aritmética com a construção de aplicativos do app inventor 2	Trabalho de Conclusão

			o de Curso (TCC)
2020	Fernanda de Sousa Lima	Construção de Aplicativos para smartphones e atividade investigativas para o estudo de funções quadráticas	Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
2020	Jardel Lima Guimarães	Ensino de Funções Polinomiais do primeiro grau: modelagem matemática com a construção de aplicativos para smartphones no app inventor 2	Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
2021	Luís Cláudio Pinto Costa	O ensino e aprendizagem de equação exponencial auxiliada pelo Geogebra	Dissertação de Mestrado
2019	Márcio André Santa Brígida Lima	Introdução as Cônicas usando o Geogebra	Dissertação de Mestrado
2019	Renato Darcio Noleto Silva	Ensino de Pirâmides na construção de aplicativos para smartphones	Dissertação de Mestrado
2019	Samuel Alves Araújo	O ensino de radiciação com o uso do Geogebra	Dissertação de Mestrado
2019	Thiago Jacob Maciel Modesto	A Gênese Instrumental e sua interação com o Geogebra: uma	Dissertação de Mestrado

		proposta de ensino de Polinômios	
--	--	-------------------------------------	--

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Nos tópicos seguintes, estão apresentadas as análises realizadas e os pontos principais que serão destacados dos estudos, com objetivos de obter as informações necessárias para o objeto em estudo. Diante disso, os dados foram organizados em categorias, conforme são abordadas por Rabardel (1995), tais como Objeto, Sujeito, Artefato tecnológico e instrumentalização, ou seja, de que forma esses conceitos são aplicados, considerando a interação de um aluno com a tecnologia. Todas elas estão organizadas em tabelas, como forma de facilitar a visualização e comparação, somente a instrumentação que não foi organizada em tabela, visto que o seu foco principal é descrever o percurso das atividades que foram aplicadas.

6.1 Do objeto Matemático aos objetivos dos trabalhos

Neste item, será apresentado sobre o objeto matemático utilizado nas pesquisas encontradas, bem como dos objetivos que se pretendiam alcançar que serviram para aprofundamento conceitual sobre o tema da Gênese Instrumental e que pode contribuir também para apoio epistemológico para outros pesquisadores ou professores que futuramente deseje adotar alguma dessas experiências e sequência de atividades em suas aulas de matemática.

Quadro 4: o objeto matemático utilizado dos trabalhos que usam a Gênese Instrumental

Autor	Objeto Matemático
ARAÚJO, Samuel Alves (2019)	Radiciação
PANTOJA, Cleidivaldo Corrêa (2022)	Inequações Exponenciais
BUSSOLOTTO, Débora (2019)	Geometria Espacial
CORREIA DA SILVA, Alex (2022)	Progressão Geométrica
CRUZ, Lydjane Fernandes (2021)	Função do 1° do grau

COSTA, Luís Cláudio Pinto (2021)	Equação Exponencial
GUIMARÃES, Jardel Silva (2020)	Função polinomial do 1º do grau
LIMA, Márcio André Santa Brígida (2019)	Cônicas
LIMA, Fernanda Souza (2020)	Funções quadráticas
MODESTO, Thiago Jacob Marciel (2019)	Polinômios
SILVA, Renato Darcio (2019)	Pirâmides
SILVA, Renato Darcio(2019)	Matemática Financeira
SANTOS, Daiane Moura dos (2020)	Progressão Aritmética

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Os conteúdos matemáticos utilizados nas pesquisas encontradas foram: função do 1º grau, Geometria Espacial, Funções Quadráticas, Progressão Geométrica, Inequações Exponenciais, Progressão Aritmética, Polinômios, Pirâmides, Equação Exponencial, Radiciação e Cônicas. Diante dos dados apresentados, pode ser constatado que os assuntos da área da matemática foram diferentes em cada um dos autores, mesmo que em alguns casos os tenha usado do mesmo artefato tecnológico e sequências de atividades semelhantes.

Lima (2020) afirma que a partir de sua busca por informações até alcançar seu objeto principal de estudo, pôde observar algumas lacunas no que se refere aos conteúdos ligados a função quadrática e estabeleceu como pressuposto, observar e analisar os resultados obtidos com a aplicação de uma sequência didática a partir da construção de aplicativos para Smartphones com a utilização de questões de aplicação de Funções Quadráticas. Por meio deste objetivo geral estabeleceu como específicos, realizar um curso de instrumentalização da plataforma App inventor 2 onde na qual foram construídos os aplicativos, identificar quais ações dos alunos são desenvolvidas ao fazerem a construção de aplicativo e enquanto aprendem o conteúdo de função quadrática, observar a contribuição do ambiente físico em que os mesmos estarão desenvolvendo sua atividade e

por fim realizar a construção de uma sequência didática após já estarem familiarizados com a plataforma.

Já Guimarães (2020) em seu trabalho utilizou funções polinomiais do primeiro grau e acrescenta que o saber matemático deve contribuir no aprendizado do aluno no que se refere a ler e interpretar gráficos e desenvolver a linguagem algébrica. Estabeleceu como objetivo explorar as potencialidades da plataforma *App Inventor 2* na construção de aplicativos para smartphones no Ensino de Funções Polinomiais do primeiro grau a partir da Modelagem Matemática. Como objetivos específicos estabeleceu: realizar um curso de instrumentalização da plataforma *App Inventor 2* para alunos do 1º ano do Ensino Médio; observar as contribuições da construção de aplicativos para a aprendizagem de funções polinomiais do primeiro grau; construir aplicativos que auxiliem na resolução de problemas que envolvam funções polinomiais do primeiro grau a partir das etapas da Modelagem Matemática.

Correia da Silva. (2022) Por sua vez, tratou do conteúdo de Progressão Geométrica e afirma que investigar e verificar suposições é necessário para desenvolvimento da ciência nos dias atuais e optou por observar como os alunos do 1º ano do ensino médio desenvolvem potencialidades a partir de uma sequência didática com a construção de aplicativos quando estudam sobre Progressão Geométrica.

Pantoja (2022), trabalhou com conteúdo de Inequação Exponencial, e norteou como problema de sua pesquisa “Quais as potencialidades e limitações de uma sequência de atividades, com auxílio do Geogebra, para o processo de ensino e aprendizagem de Inequações Exponenciais?” com intuito de verificar se o ensino de Inequação Exponencial com uso do Geogebra, a partir de uma sequência de atividades torna a aprendizagem desse conteúdo mais eficaz. E com isso se propôs realizar um estudo sobre as teorias voltadas a sua temática, fazer a construção da sequência de atividades e por fim investigar as potencialidades e limitações.

Moura (2020), investigou o conteúdo de progressão aritmética e traçou como problema de pesquisa, identificar quais as contribuições da construção de aplicativos matemáticos no *app inventor 2* para a resolução de problemas de progressão aritmética. E com isso, analisar os processos de desenvolvimento da Gênese Instrumental na construção de aplicativos na plataforma *app inventor 2* e as suas contribuições para a aprendizagem de progressão aritmética. Assim como, Lima (2020) e Guimarães (2020) que utilizaram a mesma plataforma, propõe que seja realizado primeiramente uma instrumentalização da mesma para que após esta etapa seja feita uma observação de uma sequência didática

relacionando com aspectos da teoria da Gênese Instrumental.

Modesto (2019), optou pelo conteúdo de polinômios, e estabeleceu como um de seus objetivos resolver atividades propostas acerca do estudo de polinômios por meio de uma sequência didática subsidiada pela teoria de Rabardel. Objetivando responder a seguinte pergunta: “qual a potencialidade de uma sequência didática com uso do Geogebra no ensino e na aprendizagem de polinômios”. E para responder esta pergunta estabeleceu como um de seus objetivos resolver atividades sobre polinômios e subsidiada pela Teoria de Pierre Rabardel.

Silva (2019), afirma que durante sua experiência e leituras realizadas no Mestrado profissional, observou que existiam lacunas referente a pesquisas sobre pirâmides, e decidiu investigar sobre esse importante conteúdo matemático. Em sua dissertação detalha sobre alguns aspectos históricos das pirâmides, principalmente no que tange ao período egípcio e a figuras arquitetônicas, visto que é onde facilmente se observa na prática a temática em estudo e por considerar relevante para a compreensão de problemas. Nesse sentido, enfatiza que “Conhecer um pouco da história das pirâmides possibilita aprender caminhos lógicos para a construção do pensamento crítico e perceber as suas influências para o mundo moderno” (SILVA, 2019, p.38).

Para aplicação de atividades decidiu utilizar por problemas que envolvessem cálculo de medidas, área e volume de pirâmides. E elencou como uma de suas perguntas para orientar seu estudo, de que forma os alunos aprendem o conteúdo de pirâmides por meio da construção de aplicativos.

Araújo (2019) Objetivou tratar do conteúdo de radiação e identificar quais as potencialidades de uma sequência didática, que faz uso de um objeto de aprendizagem construído por meio do Geogebra. E com isso decidiu mostrar que o uso desta plataforma pode favorecer uma aprendizagem significativa bem como pretende possibilitar que os alunos tenham acesso a um nome pratica pedagogia em relação ao ensino de radiação.

Lima, M.A.S.B (2019) Durante os anos que trabalhou lecionando em turmas do ensino médio tanto nas escolas públicas ou privadas, encontrava dificuldades para ensinar conteúdos ligados à geometria analítica, em especial sobre o conteúdo de cônicas que segundo ele afirma, é deixado de lado na maioria das vezes. E procurou investigar se uma sequência de atividades usando Geogebra potencializa a aprendizagem de Cônicas, com intuito de analisar os efeitos que pode apresentar.

Silva (2019) em artigo resultante de parte de sua pesquisa de mestrado, propõe em

sua pesquisa sobre as contribuições da plataforma *mit-app inventor2* para compreensão da Matemática Financeira. Visto que favorece uma diminuição na precariedade de metodologias para o ensino, o mesmo optou ainda pela utilização deste conteúdo envolvendo Juros Simples e Composto, pelos obstáculos cognitivos e pela realidade social que os brasileiros vivenciam.

Os autores destacados, procuraram primeiramente realizar um processo de instrumentalização, um curso para que aprendessem a manusear as diferentes plataformas apresentadas, para que posteriormente fosse realizada uma sequência de atividades com o conteúdo matemático. Etapa essa de suma importância para a Teoria de Rabardel, que será detalhada em outro tópico desta fase da pesquisa. Pode ser visto que dos trabalhos selecionados os conteúdos matemáticos diversos. Possibilitando assim que profissionais utilizem o método e possui uma variedade de conteúdos que pode está desenvolvendo o seu planejamento e realizando aplicações com seus alunos.

Os trabalhos apresentados, mostram apenas conteúdos no âmbito da matemática que utilizam tecnologias voltados para o ensino e a variedade de conteúdos que pode-se encontrar nos trabalhos, mostra que a Gênese Instrumental não se limita a apenas um objeto de estudo. Segundo Silva (2019) a plataforma *MIT-App Inventor 2* foi criada pela Google em 2009 e se refere a um recurso que proporciona a criação de aplicativos para smartphones que possuem o sistema operacional *Android*. O autor afirma que a mesma tem o potencial para despertar a criatividade do aluno e permite que professores também criem aplicativos voltados para diferentes conteúdos matemáticos, bem como considerar as análises feitas durante todo seu processo de construção até obter o produto final.

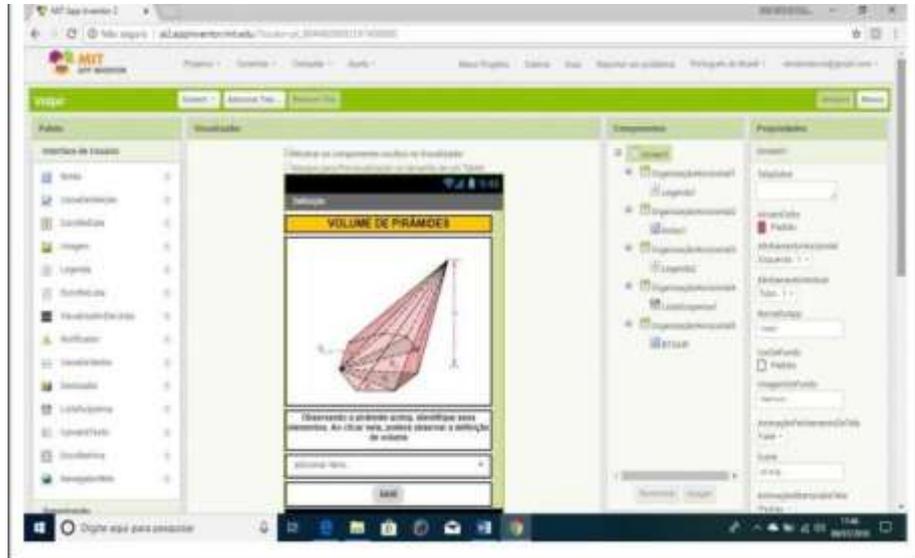
O App inventor 2 permite a programação de aplicativos por blocos estruturados. O ambiente de programação dispõe de uma coluna específica com blocos de funções pré-dispostas, sendo necessário para programar, um clique e um arraste na “peça” desejada a ponto de uma estrutura ser formada, como um quebra cabeça. Conta com uma interface dinâmica e de simples manipulação. (GUIMARÃES,2020, p.41)

Para ter acesso, “o usuário deverá realizar um cadastro com conta de e-mail da Google que proporciona o livre acesso ao ambiente ao permitir a construção dos aplicativos em dois ambientes”. (SILVA,2019, p.138). Visto que, o ambiente da programação é composto por duas partes: uma se refere ao ambiente do Designer dos aplicativos, onde o usuário escolhe cores e demais ferramentas que deseja acrescentar em seu aplicativo.

Sobre a tela designer, Santos (2020) afirma que “é nessa tela que será desenhado seu aplicativo, escolhendo a posição dos botões e imagens, inserindo fotos, e outros componentes disponíveis para a construção de um aplicativo, sendo dividido em quatro

colunas. “Conforme ilustrado na figura 1.

Figura 2: Ambiente Designer do *App Inventor II*



Fonte: (SILVA,2019, p.139)

Já na segunda tela, conforme apresentado na figura 2, trata-se da parte da programação propriamente dita do *mit-app inventor 2*, onde o usuário arrasta os blocos para determinar a função que determinado botão irá desempenhar no aplicativo. O ambiente blocos “dispõe de comandos de controle, lógica, Matemática, texto, listas, cores, variáveis e procedimentos que permitem personalizar a aplicação criada com a instrumentalização da plataforma para servir na construção de produto ao processo educativo. (SILVA,2020, p.139)

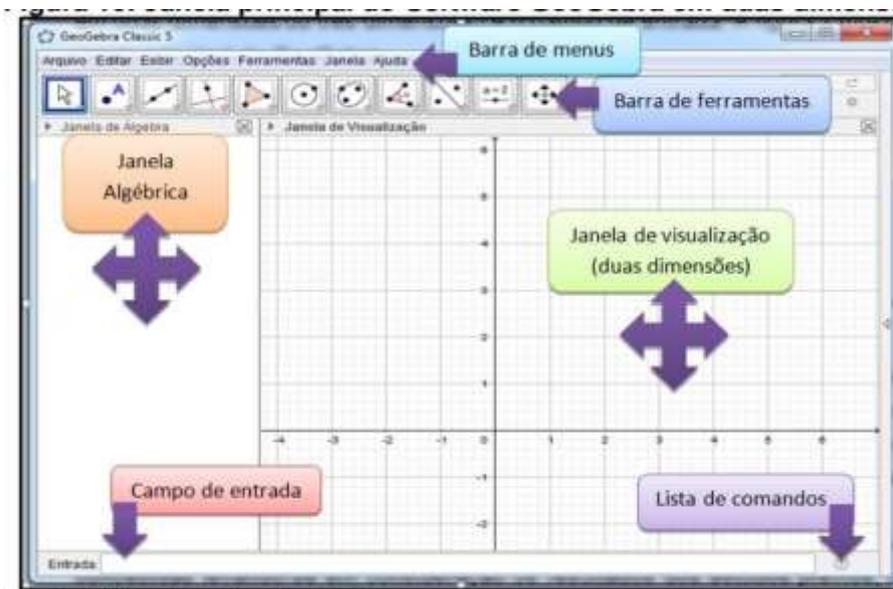
Figura 3: Ambiente Blocks do *App Inventor II*



Fonte: (SILVA,2019, p.139)

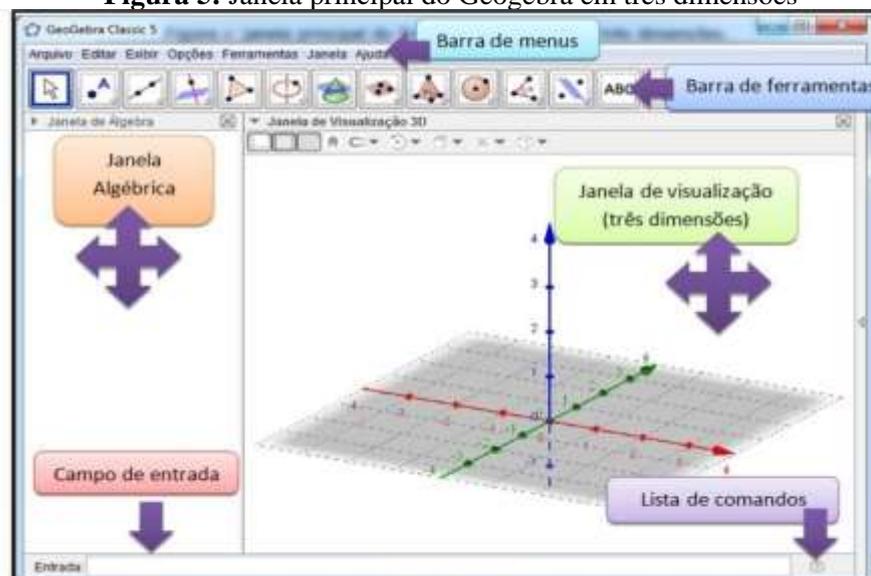
No que se refere ao Geogebra Araújo (2020) afirma que o mesmo foi criado para ser utilizado como ferramenta educacional, ou seja, para o ensino de conteúdos matemáticos pelo professor, como o próprio nome já diz, Geogebra é a junção de Geometria e Álgebra. Segundo este autor o Software” se divide em seis partes que são: Barra de menus, barra de ferramentas, a janela algébrica, a janela gráfica (que pode ser de duas dimensões ou três dimensões), lista de comandos e o campo de entrada.” (ARAÚJO,2020 p.86). A figura 3 e 4 apresentam as duas janelas principais do Geogebra.

Figura 4: Janela principal do Geogebra em duas dimensões



Fonte:(HENRIQUE,2018, apud ARAÚJO,2019, p.87)

Figura 5: Janela principal do Geogebra em três dimensões



Fonte:(HENRIQUE,2018, apud ARAÚJO,2019, p.87)

Segundo Costa (2022) a janela que possui duas dimensões pode ser realizados cálculos algébricos variados e de forma rápida, como por exemplo, calcular raízes, pontos máximo e mínimo, derivar funções, fatorar números e entre outros. Pode-se obter também o gráfico associado a uma dada função. O autor afirma que é fácil de ser manipulado e instalado, sendo considerado um dos melhores softwares para ser usado no contexto da sala de aula.

6.2 Os Sujeitos

No quadro 6, são apresentados os sujeitos que foram o público alvo dos pesquisados aqui exposto, que foram alunos do 8º ano do ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio.

Quadro 6: Os sujeitos dos trabalhos que usam a Gênese Instrumental

Autor	Sujeitos
ARAÚJO, Samuel Alves (2019)	9º ano do ensino fundamental
PANTOJA, Cleivaldo Corrêa (2022)	Ensino modular
BUSSOLOTTO, Débora(2019)	3º ano do ensino médio
CORREIA DA SILVA, Alex (2022)	1º ano do ensino médio
CRUZ, Lydjane Fernandes(2021)	Estudantes do 1º ano do ensino médio
COSTA, Luís Cláudio Pinto (2021)	Estudantes do 1º ano do ensino médio
GUIMARÃES, Jardel Silva (2020)	Estudantes do 1º ano do ensino médio
LIMA, Márcio André Santa Brígida (2019)	3º ano do ensino médio
LIMA, Fernanda Souza (2020)	Estudantes do 1º ano do ensino médio
MODESTO, Thiago Jacob Marciel (2019)	Ensino Fundamental (8º ano)
SILVA, Renato Darcio (2019)	3º ano do ensino médio

SILVA, Renato Darcio (2019)	Estudantes do 3º ano do ensino médio
SANTOS, Daiane Moura dos (2020)	Estudantes do 1º ano do ensino médio

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Dos sujeitos envolvidos nas pesquisas, pode ser observado que LIMA. F.S (2020), GUIMARÃES, J. S (2020), SANTOS, D. M (2020), COSTA, Luiz C. P. (2021) optaram por realizar a aplicação de suas pesquisas em turmas de 1º ano do ensino médio e as atividades eram realizadas individualmente, cada aluno com um computador e internet.

Nos trabalhos desenvolvidos por LIMA. F.S (2020), GUIMARÃES, J. S (2020) SANTOS, D. M (2020), apresentam que participaram um total de 30 estudantes do 1º ano do curso técnico em nível médio do curso de Redes de Computadores, alunos estes que estudavam no Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus: São João dos Patos-MA. Desse quantitativo, cada pesquisador selecionou 10 alunos para um curso de instrumentalização e posteriormente realizaram uma Sequência Didática experimental sobre o tema em estudo de cada um deles.

Araújo (2019) e (MODESTO,2019) aplicaram suas propostas com alunos do 9º e 8º ano, respectivamente, considerados os dois únicos a realizarem suas pesquisas em turmas do ensino fundamental. (MODESTO,2019) anterior a realizar a execução de atividades, realizou uma pesquisa diagnóstica para obter um levantamento inicial sobre possíveis dificuldades com a disciplina de matemática, os tipos de metodologia que os professores destes alunos usavam para ensinar algum conteúdo e se já havia conteúdo de polinômios caso já tivesse estudado, entre outras perguntas que no total eram 10.

Já (SILVA,2019), (LIMA,2019) e (BUSSOLOTTO 2019) realizaram a aplicação de seus estudos em turmas de 3º ano do ensino médio. Todavia, (LIMA,2019) propôs que os sujeitos de sua pesquisa realizassem as atividades com grupos de no máximo 3 pessoas e que utilizassem apenas um computador.

Observa-se que os estudantes do ensino médio foram os sujeitos mais adotados pelos pesquisadores, obtendo somente 2 textos que contemplam os anos finais do ensino fundamental, considera-se que este quantitativo se refere ao objetivo de investigação que cada autor deseja alcançar.

6.3 A Instrumentalização

O que foi proposto aqui é, apresentar como se deu o desenvolvimento das pesquisas que se propuseram a ensinar um conteúdo matemático através de um recurso tecnológico, ou seja o processo percorrido para que o artefato passe a ser um instrumento de uso e seja utilizado efetivamente como um instrumento de ensino de matemática.

Na fase da Instrumentalização, a autora LIMA, F.S (2020) propôs um curso por meio de um projeto de extensão para que os alunos pudessem manusear e identificar as funções iniciais da plataforma *mit-app inventor 2*, com a ideia de que os sujeitos ainda não possuíam conhecimento do mesmo. A autora aplica um questionário com os alunos para verificar se já conheciam a plataforma e se já possuíam algum conhecimento sobre programação. Os encontros das oficinas aconteciam em contra turno, o horário em que os mesmos não estavam em aula, acontecendo em 7 momentos de 3 horas.

A mesma acrescenta ainda que o curso propôs a construção de aplicativos para *smartphones* que possuam especificamente o sistema operacional *android*, para ministrar o curso utilizou de uma linguagem simples para que a plataforma deixasse de ser um artefato e passasse a ser instrumentalizada. A partir disso os alunos tiveram os contatos iniciais, conheceram as funções da plataforma, realizam a construção de alguns aplicativos, tais como *app* para jogo da velha, para converter a medida de qualquer temperatura celsius em fahrenheit e kelvin; e para calcular a área do círculo; os mesmos foram criados anteriormente ao objeto de estudo da autora.

Os resultados alcançados sobre a proposta de Lima (2020), foi que a contribuição para o aprendizado do aluno inicia-se a partir do momento em que todos tiveram que construir a sua própria calculadora. Sobre a Gênese Instrumental, a autora afirma que esta teoria foi relevante para o seu estudo, visto que pôde observar na prática a maneira como ocorrem os processos de interação entre o aluno e uma ferramenta tecnológica.

Da mesma Forma, GUIMARÃES, J.L (2020) e SANTOS, D.M (2020). também apresentam uma proposta de curso Instrumentação e instrumentalização, um curso com duração de 42 horas, em um período de 5 meses, realizado no Laboratório da Informática na Instituição que optaram por pesquisar. Nesse sentido, foi realizada a construção de aplicativos voltados para cálculo de juros simples, área e volume de pirâmides e jogos. As conclusões de GUIMARÃES, J.L (2020) foi de que o aplicativo construído pelos alunos representou o processo da Gênese Instrumental, que ocorre quando um artefato é colocado para o sujeito com intuito de resolver uma tarefa, nesse caso o aplicativo. Quando este se

apropriada de um dado recurso e utiliza para uma outra atividade, pode-se afirmar que está transformando-o em instrumento, ou seja, algo que antes era desconhecido passou a ser conhecido pelo sujeito.

Para (SANTOS, 2020), o amadurecimento de ideias foi ocorrendo no momento em que os alunos compreenderam o processo de construção do aplicativo e elencou alguns aspectos que observou na instrumentalização: O desenvolvimento de atitudes positivas sobre matemática, seu significado e conexão com as demandas da sociedade; A relação entre o objeto estudado e a utilização de tecnologias; As possibilidades de pesquisa e relação de temas matemáticos com assuntos ligados à realidade tecnológica dos estudantes; A compreensão da relação das estruturas algébricas e os blocos de programação do ambiente tecnológico utilizado.

Já Silva (2019), ao fazer uso da mesma plataforma em sua dissertação de Mestrado, também realizou um curso de nivelamento de 10 encontros de 3 horas, a fim de realizar a instrumentação da plataforma para construir aplicativos matemáticos. Todavia, em um de seus momentos com os alunos, sugere que os mesmos pesquisem um conteúdo da área da matemática para construir um aplicativo, visto que o objetivo do pesquisador era despertar autonomia do aluno, sem que fosse um conteúdo estabelecido pelo docente.

A partir da instrumentalização o mesmo destacou os seguintes resultados alcançados: A construção permitiu que os estudantes se sentissem motivados por fazerem parte da construção de um aplicativo, ao invés de apenas manuseá-lo; Mesmo com a utilização da tecnologia, os alunos não deixaram de lado os cálculos com lápis e papel; A plataforma possui limitações quanto ao ambiente gráfico; As atividades não dispensam a utilização de recursos complementares como materiais manipulativos, sólidos geométricos; Ao aplicativos, facilitam, dinamizam e potencializam as resoluções de problemas por reduzir erros de cálculo; Cabe destacar, também, a relevância do trabalho em grupo. As atividades contribuíram significativamente com a interação entre os alunos a cerca de sugestões e opiniões a respeito dos aplicativos, sobretudo o da calculadora.

O último fator que Silva (2019) considera, é de que o tipo de aplicativo mais adequado para o objeto de seu estudo é construir calculadoras específicas para cada tópico estudado de Pirâmides. Essa proposta está bem-apresentada ao descrever a sua sequência didática com os alunos, pois após a instrumentalização os alunos iriam construir o aplicativo proposto pelo professor.

Araújo (2019), por sua vez, ao fazer o uso do Geogebra, não apresenta de forma explícita em seu trabalho um tópico sobre a instrumentalização, como por exemplo dos demais trabalhos aqui apresentados. Mas denominou como “Sujeito e Instrumento “para realizar a análise de como o sujeito interage com o Geogebra e, pois, a partir da aplicação de sua sequência de atividades, verificou que os alunos apresentaram dificuldades para manipulação do Geogebra, mas logo em seguida despertou a curiosidade dos mesmos por se tratar de algo novo na sala de aula.

Correia da Silva(2022), destaca com um tópico denominado como “ Oficina de instrumentalização” e nesta aborda que foi selecionado uma amostra de alunos de uma escola estadual no município de Pastos Bons-Ma, detalha também sobre o primeiro contato com os alunos para apresentar os objetivos da pesquisa e afirma que os mesmos já possuíam conhecimento do conteúdo de P.G. Outro aspecto que apresenta neste tópico é sobre um levantamento realizado sobre a idade dos alunos que faziam parte de sua amostra e se estes gostavam da disciplina de matemática.

Pantoja (2021), explica que sua pesquisa foi realizada em uma realidade de pandemia ocasionado pelo COVID-19, em que foi necessário mudar os rumos de seus objetivos para que fossem seguidos os protocolos de segurança. Inicialmente seu intuito era realizar a aplicação de sua investigação em uma turma de 30 a 40 alunos. Todavia, devido ao contexto que estava, utilizou somente 5 alunos, que com estes fez duas duplas e um aluno realizou a atividade de forma individual; os sujeitos foram organizados dessa forma, pelo motivo de que possuía somente 3 computadores disponíveis para realizar sua pesquisa, pois a sua pesquisa procedeu-se na residência de um dos sujeitos participantes. Assim, os alunos interagiam com o Geogebra por meio das instruções que o pesquisador repassou e de um roteiro de atividades, onde ensinava cada passo que o aluno deveria seguir até concluir sua atividade.

6.4 dos objetivos e principais resultados

Neste último quadro, sintetizou-se os principais resultados alcançados em cada uma das pesquisas. Entre os termos mais recorrentes nesta seção estão: autonomia, interação entre os discentes, motivação, protagonismo juvenil, participação. Em alguns casos citados diretamente ou não, conforme expresso no quadro 7:

Quadro 7: relação dos resultados obtidos

Autor	Resultados alcançados
ARAÚJO, Samuel Alves (2019)	Aumento gradativo da autonomia dos alunos, envolvimento, entusiasmo, motivação de aprender com o objeto de estudo, mudanças de comportamento e desafios.
ALVES, Fábio José da Costa e PANTOJA, Cleidivaldo Corrêa (2022)	A sequência de atividades promoveu a Gênese Instrumental, realização dos processos cognitivos que envolvem linguagem algébrica, gráfica, geométrica e língua natural. Alunos participativos, demonstração de interesse e curiosidade.
BUSSOLOTTO, Débora (2019)	Ocorrência da Gênese Instrumental, descoberta, formalização de conceitos geométricos e, reflexão sobre aplicar a pesquisa em um maior espaço de tempo.
CORREIA DA SILVA, Alex (2022)	Uma forma diferente de trabalhar conteúdos matemáticos, promoveu a participação dos alunos, habilidade com aplicativos contribuiu para aprendizagem de matemática, autonomia, aprendizes ativos.
CRUZ, Lydjane Fernandes (2021)	Permitiu a avaliação matemática e digital. Estímulo ao protagonismo juvenil, processo de avaliação mais moderno, atrativo, prático e autônomo.
COSTA, Luís Cláudio Pinto (2021)	Os alunos estavam com um certo medo de ser alguma forma de avaliação, mas conseguiram manusear bem o aplicativo, assim como usar na resolução das equações exponenciais.
GUIMARÃES, Jardel Silva(2020)	Compartilhamento de ideias, pesquisas,

	aprofundamento do conteúdo matemático, esforços para construir os aplicativos, compreensão do conteúdo de função.
LIMA, Márcio André Santa Brígida (2019)	alunos motivados e envolvidos, aprendizagem mais significativa e atraente. Disposição e compromisso para realizar as atividades propostas
LIMA, Fernanda Souza (2020)	Proporcionou aos alunos trabalharem com atividades investigativas, potencializou a participação, curiosidade, interação com o objeto matemático e com instrumento.
MODESTO, Thiago Jacob Marciel (2019)	Alunos surpresos com a proposta, entusiasmo e motivação. Aumento da autonomia e interação, bom desempenho na realização das atividades. Resultados similares a outras dissertações encontradas.
SILVA, Renato Darcio (2019)	Melhora significativa no desempenho dos discentes na resolução de questões envolvendo pirâmides, os alunos aprenderam a estruturar algebricamente de maneira colaborativa e motivadora.
SILVA, Renato Darcio(2019)	Ferramenta pedagógica alternativa, construção do próprio aplicativo, motivação dos alunos, “erro como trampolim para a aprendizagem”, cooperação, mutualidade, desenvolvimento crescente da compreensão das fórmulas e da programação
SANTOS, Daiane Moura dos (2020)	aprimorou a interação entre alunos mais tímidos, favoreceu trabalho em grupo, troca de ideias e opiniões, protagonistas de sua aprendizagem, socializar descobertas, alunos mais participativos e investigativos.

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Dentre os treze trabalhos aqui apresentados, os autores afirmam que promoveram a Gênese instrumental, onde os artefatos usados (*Mit-app inventor 2* e *Geogebra*) passaram a ser um instrumento de utilização, bem como foi possível atingir os objetivos que se propuseram a alcançar. Todavia, em suas considerações finais, mencionaram alguma dificuldade encontrada durante o percurso da pesquisa ou recomendações para pesquisas futuras.

Silva (2019) recomenda uma formação de professores voltados para a utilização das

tecnologias considerando os processos da gênese instrumental, assim como realizar novas pesquisas sobre o uso de tecnologias em escolas do médio sertão maranhense usando como base os resultados de sua pesquisas sobre o estudo de pirâmides, pois a partir dos resultados que obteve pode afirmar sobre a eficiência da plataforma *mit-app inventor 2* para o ensino de conteúdos matemáticos ou não.

Um termo que remete a todas as pesquisas aqui apresentadas é o aumento gradativo da autonomia, conforme colocado por Araújo (2019), visto que inicialmente os alunos não estão familiarizados com o artefato usado nem com o conteúdo matemático a ser tratado nas atividades, e a partir do momento que possuem acesso aos conhecimentos iniciais e orientações para manusear a plataforma ou *software*, passam a se sentirem motivados por se tratar de uma aula diferenciada. Nesse sentido observa-se a importância de uma teoria como a Gênese Instrumental para orientar o manuseio dessa ferramenta de forma ordenada.

Um dos desafios observados em parte das pesquisas, foi que ao se ter a iniciativa de usar um recurso tecnológico, o professor pode se deparar com alunos que já possuem habilidades e outros não, por terem tido pouco contato durante sua vivência. Lima (2020) Salienta que embora que tivessem alunos que não possuíam habilidades com recursos computacionais, a plataforma *mit-app inventor 2* possibilitou a superação desse obstáculo.

Um ponto destacado por Lima (2020) é que seus resultados não podem garantir a generalização para demais situações em contextos diferentes, pois em seu caso utilizou uma amostra de 12 alunos, considerado adequado com o ambiente que tinha disponível no momento. Diante disso, utilizando a mesma plataforma outros pesquisados podem apropriar-se utilizando outros sujeitos e uma quantidade maior de pessoas envolvidas. Enfatiza ainda que a intenção de sua pesquisa é mostrar que existem teorias que orientam os profissionais a inovar as aulas de matemática, tornando-a mais prazerosa e interessante.

Santos (2020) destaca sobre as interações que observou entre os alunos por meio da ferramenta tecnológica, como por exemplo situações que alunos sanavam dúvidas de outros colegas, pois a cada atividade os alunos se depararam com novas descobertas em relação a relações algébricas do conteúdo de P.A. Apresenta também, sobre os aspectos positivos que obteve ao fazer uso do *mit-app inventor 2*, como a facilidade para ter acesso, por ser gratuito, o salvamento rápido e pelas cores diferentes para cada bloco da programação, ou seja as cores são dispostas conforme a função de cada um. No entanto, ressalta sobre limitações que o mesmo possui em relação a aspectos gráficos e indica uma outra plataforma mais avançada e que possui as mesmas perspectivas do *mit-app inventor 2*, que se trata da plataforma “kodular”.

Araújo (2019), objetivou identificar as potencialidades de uma sequência didática com uso do Geogebra para o ensino de radiciação, pois afirma que o conteúdo de radiciação era ensinado no 1º bimestre, mas quando passava para o bimestre seguinte os alunos já haviam esquecido o que haviam estudado. A partir de suas observações e estudos pôde compreender que um dos fatores que o devido às metodologias utilizadas para o ensino. Percebeu também que autores afirmavam sobre a inclusão das tecnologias no ensino, favorecendo a autonomia, pois por meio delas podem refletir, pensar e criar novos caminhos para resolver problemas.

O autor acrescenta ainda que a Gênese instrumental foi fundamental para a sua sequência de atividades, bem como ao final concluiu que sua aplicação teve resultados positivos contribuindo para a formação dos alunos, tornando-os mais participativos.

Pantoja(2021) considera que além dos resultados satisfatório que obteve, apesar do contexto que se encontrava, pode concluir que a aprendizagem ultrapassa os muros de uma escola visto que a sua pesquisa foi realizada fora da sala de aula, proporcionou uma atividade que não causasse frustração em relação ao conteúdo matemático, bem como ressalta sobre a importância da formação continuada pois a sua pesquisa é produto de um curso de Mestrado, possibilitando um olhar diferenciado para o desenvolvimento dos processos cognitivos de aprendizagem e a eficiência de uma metodologia diferenciada.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa situa-se no contexto do ensino de Matemática por meio das tecnologias digitais, que se propôs analisar trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e um artigo, produzidos entre 2018 e 2022 no Brasil, referente a Abordagem Instrumental de Rabardel.

As análises realizadas tiveram como foco os elementos considerados essenciais para a compreensão da Gênese Instrumental. Assim, procurou-se extrair dos estudos disponíveis, informações e aspectos sobre conteúdos matemáticos que já foram utilizados, recursos e softwares, sujeitos envolvidos, procedimentos para interação com uma nova ferramenta e resultados encontrados.

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura mediante a busca por assunto nos bancos de dados do Google acadêmico e no Educapes. Adotou-se trabalhos que contemplassem no título algumas das palavras-chave: Gênese Instrumental, tecnologias digitais e ensino de matemática. O resultado dessa busca possibilitou obter treze textos, sendo 4 trabalhos de conclusão de curso, 8 dissertações de mestrado e 1 artigo científico. Os trabalhos que foram excluídos dessa análise possuíam outros objetivos e palavras no título que não versavam sobre o aporte teórico de Rabardel (1995), por isso não constituíram o corpus das análises e discussão dos resultados desta pesquisa.

Diante das leituras realizadas sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de matemática e análise dos dados coletados nas pesquisas, foi possível encontrar características que são de forte influência na utilização desses ambientes. Como por exemplo: a motivação dos alunos ao se depararem com algo novo nas aulas, a interação entre os próprios alunos, a pesquisa em relação aos conteúdos matemáticos, entre outros.

Os recursos tecnológicos são influentes na tentativa de reduzir as dificuldades de aprendizagem de conteúdos de matemática, assim como demais metodologias e recursos que também podem ser utilizados na mediação do ensino. Permitindo ao aluno não apenas uma aula mais dinâmica, mas também um aprendizado onde ele tem a oportunidade de testar, verificar, analisar e descobrir novos conceitos matemáticos.

Diante do quantitativo de trabalhos obtidos que correspondem aos objetivos dessa pesquisa, considera-se como poucos os que utilizam a Gênese instrumental em relação ao total que foi obtido anteriormente à seleção. Nesse sentido, identificou-se uma variedade de **conteúdos matemáticos** (Função do primeiro grau, Função quadrática, polinômios...), **artefatos** (GeoGebra e *mit-App Inventor 2*) e os **sujeitos** (estudantes do ensino fundamental

anos finais e do ensino médio).

Sugere-se, diante dos resultados dessa pesquisa, que estudos investiguem com mais ênfase artefatos do tipo e espera-se, ainda, que os dados encontrados potencializem reflexões para os pesquisadores do âmbito do ensino da Matemática, sobre a relevância de estudos científicos direcionados sobre a Abordagem Instrumental.

Em relação aos sujeitos, pode-se observar que foram entre ensino fundamental e médio, considerando que a ênfase maior foi em turmas do ensino médio. Desses, não houve nenhum dos trabalhos aplicados em turmas de 2º ano ou ensino superior. Sobre o ensino fundamental, somente 2 autores se propuseram a pesquisar nestas séries. O que torna possível pensar em outras possibilidades de pesquisas nos níveis de ensino que não foram tratados.

Acredita-se que o uso adequado dos recursos tecnológicos educacionais, seja softwares ou plataformas no ensino da matemática, pode diminuir as dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos alunos, permitindo a estes ter mais autonomia, expressarem sua criatividade, desenvolverem o raciocínio e o senso crítico, transformando as tarefas difíceis, sem sentido, em algo de fácil compreensão e dinâmico.

Existem outros softwares disponíveis para o ensino de Matemática que não foram mencionados nas publicações selecionadas nesta revisão sistemática da literatura. Nesse contexto, sugere-se que sejam realizadas novas revisões, com a definição de novas outras palavras chaves de buscas e a inclusão de outros periódicos.

Sugere-se a aplicação de sequências didáticas que apresentem as metodologias e as tecnologias apresentadas neste estudo com intuito de contribuir com as aulas dos professores que desejam incorporar estes elementos em sua prática como profissional na educação.

Este estudo possibilitou uma oportunidade para o aprofundamento em relação aos conhecimentos no ensino de matemática, grandes contribuições em relação à formação da pesquisadora deste estudo e como futura professora, assim como, foi possível identificar possibilidades de ensinar diferentes conteúdos usando metodologias que geram motivação e participação dos alunos.

Com isso, deseja-se que esta investigação possa contribuir como uma alternativa para o ensino de matemática, oportunizando aos pesquisadores e professores a compararem pesquisas e resultados; e que em estudos futuros, haja um aprofundamento em novos conteúdos usando as mesmas plataformas e de outras que sejam mais evoluídas, já que autores afirmaram sobre algumas limitações que encontraram durante suas pesquisas e sugerindo outra que possui os mesmos objetivos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.E.B., VALENTE, J.A. **Políticas de Tecnologia na Educação Brasileira: Visão histórica e lições aprendidas.**

ARAÚJO, Samuel Alves de. **Ensino de radiciação com o uso do geogebra** /Samuel Alves de Araújo; orientador Fábio José da Costa Alves; Coorientadora Acylena Coelho Costa, 2019. Disponível em:

<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/564683/1/Samuel%20Alves%20de%20Ara%C3%BAjo.pdf>

ABAR C.A.R. e ALENCAR S.V. **A Gênese Instrumental na Interação com o GeoGebra: uma proposta para a formação continuada de professores de Matemática.** Bolema, Rio Claro (SP), 2013.

BORBA, Marcelo C. E PENTEADO, Mirian Godoy. **Pesquisas em Informática e Educação Matemática.** Belo Horizonte. 2002

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Educação é a Base Brasília, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br>.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani Bicudo. **Ensino de matemática e educação matemática: Algumas considerações sobre seus significados.** Bolema, Rio Claro – SP, v. 12, n. 13, 1999. Disponível em:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10638>

BRASIL. Comitê Gestor de Internet no .**Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras** : TIC educação 2015 [livro eletrônico] = Survey on the use of information and communication technologies in brazilian schools : ICT in education 2015 / Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, [editor]. -- São Paulo : Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016.

CORREIA, Alex Correia da. **A plataforma app inventor na construção de aplicativos para o ensino e aprendizagem de progressão geométrica.** Pastos Bons-Ma.

<https://educapes.capes.gov.br/simplesearch?query=A+PLATAFORMA+APP+INVENTOR+NA+CONSTRU%C3%87%C3%83O+DE+APLICATIVOS+PARA+O+ENSINO+E+APRENDIZAGEM+DE+PROGRESS%C3%83O+GEOM%C3%89TRICA&default=>

COSTA, Luís Cláudio Pinto. **O ensino aprendizagem de equação exponencial auxiliada pelo Geogebra.** Belém-Pa, 2021.

D'AMBROSIO, Beatriz Silva. **Formação de Professores de Matemática Para o Século XXI: O grande desafio.** University of Georgia, Estados Unidos. Vol. 4. 1993.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários para prática educativa**/Paulo Freire. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Disponível em :

<https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>

GODOY, Elenilton Vieira E SANTOS, Vinício de Macedo. **O cenário do Ensino de Matemática e o debate sobre o ensino de Matemática.**2012 Disponível em :

<https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/716/602>

GOMES, Maria Laura Magalhães. **História do Ensino da Matemática: Uma Introdução.**

Belo Horizonte, 2012. Disponível em: [https://www.mat.ufmg.br/ead/wp-](https://www.mat.ufmg.br/ead/wp-content/uploads/2016/08/historia_do_ensino_da_matematica_CORRIGIDO_13MAR2013.pdf)

[content/uploads/2016/08/historia do ensino da matematica CORRIGIDO 13MAR2013.pdf](https://www.mat.ufmg.br/ead/wp-content/uploads/2016/08/historia_do_ensino_da_matematica_CORRIGIDO_13MAR2013.pdf)

GUIMARÃES, Jardel Lima. **Ensino de funções polinomiais do primeiro grau: modelagem matemática com a construção de aplicativos para smartphones no app inventor 2.**São João dos Patos-Ma, 2020. <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/600134?mode=full>

LIMA, Fernanda de Sousa. **Construção de aplicativos para smartphones e atividades investigativas para o estudo de funções quadráticas.** São João dos Patos-Ma, 2020.

LIMA, Márcio André Santa Brígida. **Introdução as cônicas usando o Geogebra.** Belém-PA, 2019. Disponível em:

<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/564670/1/M%C3%81RCIO%20ANDR%C3%89%20SANTA%20BR%C3%8DGIDA%20LIMA.pdf>

MIORIM, Maria Ângela. **Introdução à História da Educação Matemática.** São Paulo: Atual 1998.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade.** ed.21, Petrópolis: Vozes, 2002.

MODESTO, Thiago Jacob Maciel. **A Gênese Instrumental e sua interação com o Geogebra: uma proposta de ensino de Polinômios.** Belém-Pa, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/559521?mode=full> Núcleo de Informática Aplicada à Educação. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/projeto/educom/>

PANTOJA, Cleidivaldo Corrêa. **Ensino de inequação exponencial com o Geogebra.** Belém-PA, 2021.

PACHÊCO, Franklin Fernando Ferreira. **O apprenti géomètre 2 como uma ferramenta tecnológica para a abordagem da grandeza área: um estudo com licenciandos em matemática sob a ótica da gênese instrumental.** / Franklin Fernando Ferreira Pachêco. – Recife, 2020. 204 f.

PERRENAUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar/Porto Alegre. 2000.** Disponível em : <https://www.novaconcursos.com.br/blog/pdf/novas-competencias-ensinar.pdf>

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains.** Paris: Armand Colin, 1995. Disponível em: <https://hal.science/hal-01017462/document>

SAMPAIO RF & MANCINI MC . **Estudos de Revisão Sistemática: Um guia para síntese criteriosa da evidência científica.** São Carlos 2007.

SANTOS, Daiane Moura dos Santos. **Resolução de problemas: progressão aritmética, com a construção de aplicativos na plataforma do app inventor 2.** São João do Patos-MA, 2020. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/570083/2/TCC%20Daine%20Moura%20dos%20Santos.pdf>

SILVA, Renato Darcio. **Ensino de pirâmides na construção de aplicativos para smartphones.** Belém-PA, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/559520>

VALENTE José Armando. 1999. **Formação de professores: diferentes abordagens pedagógicas.** In: VALENTE, José Armando (Org). 1999