

**Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP**

Suely de Fátima Ferreira

**As pesquisas que tratam sobre fluência nas tecnologias digitais em
Educação Matemática no período de 2009 a 2021: a contribuição da
PUC-SP**

Mestrado em Educação Matemática

**São Paulo
2022**

**Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP**

Suely Ferreira

**As pesquisas que tratam sobre fluência nas tecnologias digitais em
Educação Matemática no período de 2009 a 2021: a contribuição da
PUC-SP**

Mestrado em Educação Matemática

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de **MESTRE EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, sob orientação do **Prof. Dr. Gerson Pastre de Oliveira**.

**SÃO PAULO
2022**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – nº do processo: 88887.369450/2019-00

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – nº do processo: 88887.369450/2019-00

AGRADECIMENTOS

Agradeço a gratidão e compreensão de todos que ajudaram a realização desse trabalho de pesquisa.

Em particular agradeço:

Ao meu orientador, Professor Gerson Pastre de Oliveira por toda ajuda e orientação prestada nesse período.

Aos meus colegas Jorge, Rogerio, Juliana e Mariana, pelo convívio, amizade e crescimento intelectual.

Ao meu esposo pela paciência e compreensão

RESUMO

Este trabalho apresenta um mapeamento acerca das pesquisas realizadas na PUC-SP cujas iniciativas se valeram de tecnologias digitais, considerando os trabalhos que envolveram os mais diversos temas centrais, sejam relacionados à aprendizagem, ao ensino ou à formação de professores. Os principais referenciais teóricos utilizados incluem os estudos relativos à fluência em dispositivos digitais, as reflexões sobre as tecnologias da inteligência e análises sobre as integrações possíveis entre pessoas e tecnologias na escola e na sociedade. O levantamento em questão se refere a teses e dissertações e utiliza o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. No âmbito das tecnologias digitais, o tema da presente pesquisa, um mapeamento, focou na fluência e em sua influência sobre os processos de ensino ou de aprendizagem.

Palavras-chave: fluência em tecnologias digitais, educação matemática, mapeamento.

ABSTRACT

This work presents a mapping of the research carried out at PUC-SP whose initiatives used digital technologies, considering the works that involved the most diverse central themes, whether related to learning, teaching or teacher training. The main theoretical references used include studies on fluency in digital devices, reflections on intelligence technologies and analyzes of possible integrations between people and technologies at school and in society. The survey in question refers to theses and dissertations and uses the CAPES Catalog of Theses and Dissertations. In the context of digital technologies, the theme of the present research, a mapping, focused on fluency and its influence on teaching or learning processes.

Keywords: fluency in digital technologies, mathematics education, mapping.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - Introdução e problematização	7
CAPÍTULO 2 - Quadro teórico	11
CAPÍTULO 3 – Aportes metodológicos.....	20
CAPÍTULO 4 – Análises	30
CAPÍTULO 5 - Considerações finais	64
Referências.....	66

CAPÍTULO 1 - Introdução e problematização

Não é possível ignorar, em um trabalho escrito em 2022, a pertinência ligada à discussão sobre as tecnologias digitais e seu uso na educação, considerando, entre outros fatores, a pandemia provocada pelo coronavírus, no âmbito da qual todas as instituições de ensino, desde a educação infantil até a universidade, passaram pela experiência do ensino remoto emergencial, um desafio cujas formas de enfrentamento foram as mais diversas.

Como apresentado por Borba (2021), subitamente os professores e a equipe escolar, de todos os níveis de ensino, viram-se pressionados a trabalhar sob outra modalidade de ensino, para a qual não estavam preparados, em um cenário de improvisos, criatividade e algumas precariedades, como infraestrutura deficitária e baixos salários, principalmente quando se considera os professores de escolas públicas da educação básica. As tecnologias digitais foram a maneira encontrada para manter a escola funcionando. Para as pessoas envolvidas (alunos, professores, administradores escolares, pais), o cenário apresentou perplexidades, como aquelas relacionadas ao tempo, as demandas profissionais, as formas de aprender e de ensinar, a participação conjunta dos agentes sociais na vida escolar dos estudantes, a formação de professores e outros tantos temas que serão certamente mais bem explorados nas pesquisas vindouras.

Entretanto, as perplexidades foram distintas ao longo do tempo, bem como os desafios provocados pela inserção de tecnologias digitais na escola. Isso porque, de diferentes formas e com distintas maneiras de usar, as tecnologias sempre existiram e puderam ser encontradas em diferentes épocas da evolução humana. Dizer que esses elementos sempre estiveram presentes na vida das pessoas equivale a afirmar, como Lévy (1993), que o ser humano emprega as chamadas tecnologias da inteligência em distintas épocas, de acordo com a cultura da qual fazia parte. As tecnologias intelectuais envolvem capacidades humanas vistas como básicas, como a possibilidade de se expressar oralmente e de escrever. Além disso, deve-se considerar, quanto aos dispositivos, que as tecnologias não se restringem apenas às mais recentes descobertas digitais, em termos históricos, como os computadores, tablets, entre outros dispositivos sofisticados, mas incluem, também, instrumentos de escrita e de desenho vistos como tradicionais, por exemplo (lápiz, papel, lousa, giz, compasso, régua etc.). Esses elementos vão muito além de equipamentos de certo tipo e fazem parte das ações humanas cotidianas, se se considera a multiplicidade

de dispositivos utilizados, desde as canecas no café, os talheres, os meios de locomoção para o trabalho, as cadeiras, enfim, os elementos que agregam, de alguma maneira, capacidades ou extensões de capacidades para as pessoas que desempenham as mais diversas tarefas. Nesse sentido, Kenski (2003) apresenta as tecnologias como “um conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, a construção e a utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade”.

Dessa forma, as tecnologias têm estado presentes nas atividades cotidianas e na educação desde o momento em se pode identificar semelhantes afazeres no âmbito das sociedades; passam por modificações/atualizações no decorrer do tempo, modificações essas nem sempre percebidas, pois se integram e fazem parte das ações e da rotina das pessoas.

Em outras palavras, as tecnologias evoluem e se tornam mais sofisticadas com o tempo, mas, como se disse, não estão limitadas aos equipamentos sofisticados presentes no mercado. O filósofo francês Pierre Lévy é um dos principais responsáveis pela construção de conexões entre as tecnologias e seus usuários ao longo do tempo, da história e das sociedades. De sua obra *Tecnologias da Inteligência* (LÉVY, 1993) advêm as perspectivas que relacionam os meios de expressão das pessoas à sua natureza tecnológica, como forma de colocarem, em movimento e ação, suas inteligências.

Segundo essa perspectiva, a oralidade seria uma forma de trazer “inteligência e memória como elementos comuns e praticamente indistintos” (OLIVEIRA, 2018, p.22). Diante da inexistência de meios externos de conservação dos saberes, a memória e a inteligência se confundiam, e as narrativas eram responsáveis, por meio da fala, pela perpetuação desses elementos: repetição, recriação e imitação eram recursos para a conservação dos conhecimentos. Na sociedade oral essa organização do pensamento se dá através da interação da fala como forma de repassar conhecimentos e cultura de cada povo.

A escrita não destituiu as funções da oralidade, ainda que, aos poucos, tenha operado por redefini-las. As principais reconstruções passam a ocorrer, justamente, na relação entre os aspectos mnemônicos e cognitivos:

(...) a memória separa-se do sujeito ou da comunidade tomada como um todo. O saber está lá, disponível, estocado, consultável, comparável. Esse tipo de memória objetiva, morta, impessoal, favorece uma preocupação (...) [com] uma verdade independente dos sujeitos que a comunicam. A objetivação da memória separa o conhecimento da

identidade pessoal ou coletiva (LÉVY, 1993, p. 95 apud OLIVEIRA, 2018, p. 23).

A escrita surge em distintos locais e tem como principal efeito o de apartar as mensagens dos contextos, permitindo a consolidação das teorias em detrimento das narrativas e facilitando a disseminação das representações dos saberes antes dependentes de testemunho ou corporalidade. Há uma liberação daquilo que Kenski (2003, p. 37) chama de fardo da “memorização permanente”, permitindo que a inteligência tome caminhos que não dependam ou se liguem atavicamente à tarefa de memorizar indefinidamente e intensivamente, sem outro recurso de preservação dos conhecimentos.

A seguinte tecnologia mencionada por Lévy (1993) se situa no que indica ser um polo midiático-informático. Sobre essa dimensão, Oliveira (2018) menciona que podem ser considerados precursores desse advento as primitivas máquinas de calcular, teares e demais “dispositivos mecânicos-analógicos” (2018, p. 24). No âmbito de distintos e variados avanços, que se intensificaram nas últimas duas décadas do século XX e persistiram em ritmo intenso no século XXI, diversos dispositivos surgiram e passaram a habitar o cotidiano das pessoas: primeiro, o computador digital e os programas que, ao longo do tempo, melhoraram em eficiência, apresentação e interatividade; depois, os dispositivos móveis, como celulares e tablets, que ampliaram as alterações nas dinâmicas do tempo e do espaço e de noções como presença e virtualidade.

Entretanto, não são apenas os equipamentos que mudam as dinâmicas das atividades humanas, mas as formas de uso e as estratégias desenvolvidas para que a exploração de suas características promova ganhos nas mais diversas atividades humanas, entre as quais aquelas ligadas à educação, como ensinar e aprender. Nesse sentido, Oliveira (2018) indica que a construção da fluência no uso de tecnologias é imprescindível para o desenvolvimento de propostas que realmente apoiem as pessoas em suas atividades educativas. Para o autor, não se trata apenas de saber usar com habilidade as interfaces tecnológicas, mas empregá-las em conjunto com outras fluências, que envolvem o conhecimento do assunto do qual se trata no âmbito escolar e com as estratégias didáticas que mediam o processo. No âmbito da educação matemática, argumenta o autor:

No âmbito dos processos educacionais, a fluência pressupõe dois tipos de construção de conhecimento, os quais, em sua configuração ideal, ocorrem simultaneamente – ou em momentos muito próximos/conectados: a exploração dos elementos da interface e a apropriação da lógica de uso dos recursos disponíveis. São processos

ligados aos cenários didáticos e sistemas de ensino, como aqueles presentes nas salas de aula e ambientes virtuais, por exemplo, ou podem ocorrer a partir de uma proposta de autoaprendizagem. De toda a forma, são movimentos ligados à compreensão da forma pela qual a tecnologia em si se articula com os objetos/temas matemáticos em jogo e, no caso de um processo de ensino, de que maneira estas conexões também se dão em relação às estratégias/propostas didáticas. Assim, explorar a interface permite desenvolver habilidades para manipular as ferramentas disponibilizadas pelo amplexo tecnológico em relação ao qual se está constituindo alguma desenvoltura (OLIVEIRA, 2018, p.67).

Essas asserções encaminharam a motivação para a realização da pesquisa aqui descrita. Como já mencionado, pretende-se apresentar uma descrição acerca das pesquisas que empregaram, em alguma medida, a noção de fluência em tecnologias digitais em processos que envolvam educação matemática, ou seja, focando, do ponto de vista temático, na importância da aquisição da fluência digital por parte das pessoas que ensinam e aprendem matemática retratadas nas pesquisas encontradas.

Em termos de organização e escopo, a investigação aqui apresentada não tem uma delimitação temporal; entretanto, como se verá mais adiante, o primeiro trabalho encontrado que atende aos critérios estabelecidos foi feito em 2009.

De outro ponto de vista, a forma como a fluência é tratada e estruturada teoricamente no contexto das pesquisas mencionadas leva em conta a forma como essa noção é pensada, direta ou indiretamente, em trabalhos como os de Goos et al (2003), Borba e Villarreal (2005), Mishra e Koheler (2006) e Oliveira (2018).

Dessa forma, levando em consideração essas reflexões, e em função dos pressupostos até aqui elencados, a questão de pesquisa pode ser estruturada a partir da seguinte configuração: *como as pesquisas ligadas à Educação Matemática empregam a noção de fluência em tecnologias digitais?*

Além das justificativas já contidas nos parágrafos anteriores dessa problematização, pode-se definir, como objetivo geral para essa pesquisa, o de mapear, as pesquisas de mestrado e doutorado, ligadas a temas matemáticos e à educação matemática, realizadas no período de 2009 a 2021 que apontam, em sua temática, o uso de tecnologias digitais em processos de ensino ou de aprendizagem em matemática e, mais específica e detalhadamente, descrever, sob perspectiva da fluência em dispositivos digitais, os trabalhos com esta temática realizados no âmbito dos programas de pós-graduação no Brasil.

Além disso, como objetivos específicos, pode-se mencionar:

- Identificação da perspectiva de fluência que pode ter ou não nessas pesquisas mapeadas
- Verificar os temas mais utilizados nos processos de formação de professores de matemática com dispositivos digitais apresentados nas pesquisas mapeadas;
- Verificar os temas mais utilizados nos processos de ensino de estudantes de matemática com dispositivos digitais apresentados nas pesquisas mapeadas;
- Definir as lacunas que podem levar a novas pesquisas em Educação Matemática em temas correlatos ao aqui pesquisado.

Para dar conta da iniciativa indicada na problematização, o trabalho aqui apresentado assume a seguinte organização:

O capítulo 2 traz o quadro teórico em relação ao qual serão confrontados os dados levantados para a análise;

O capítulo 3 é dedicado aos aportes metodológicos;

No capítulo 4 são organizadas as análises, que assumem, nessa investigação, tanto o caráter descritivo quanto o interpretativo;

O último capítulo é dedicado às considerações finais e recomendações.

CAPÍTULO 2 - Quadro teórico

A ideia de fluência no uso de tecnologias em processos educacionais, como descrito por Oliveira (2018) já tinha sido explorada, inicialmente, por Papert e Resnick (1995). Trata-se de um constructo teórico que procura estabelecer o papel desses dispositivos em conexão com as pessoas, da mesma forma como o fizeram Borba e Villarreal (2005) e Goos et al (2003); particularmente, esses últimos primaram pela criação de uma “autêntica etimologia da mediação pessoas/tecnologias, composta por quatro metáforas para a aprendizagem mediada por tecnologias” (OLIVEIRA, 2018, p.63), considerando a tecnologia como mestre, como serva, como parceira e como extensão de si.

A perspectiva de tecnologia como mestre ocorre quando a falta de competência técnica e/ou matemática concorre para gerar dificuldades em avançar nas propostas baseadas no

uso de programas computacionais, por exemplo, restringindo severamente a possibilidade de explorar assuntos matemáticos importantes.

A ideia da tecnologia como serva limita o uso de recursos tecnológicos à mera mudança de suporte para expor os conteúdos sem mudanças estratégicas no aspecto didático, o que inclui encarar os dispositivos como meio mais rápido e confiável de se fazer algo que antes era feito com lápis e papel.

Na proposta da tecnologia como parceira parte do pressuposto que é possível aumentar as possibilidades para que aprendizes “tenham papel ativo na própria aprendizagem, por meio de atividades que promovam experimentação e visualização, por exemplo; outra possibilidade é que as tecnologias sejam empregadas como elementos que permitam discussões em sala de aula” (OLIVEIRA, 2018, p. 64).

O nível mais apurado dessa etimologia implicaria em encarar a tecnologia como extensão de si, movimento que

consiste no desenvolvimento de competência tecnológica como parte integrante dos repertórios didático e/ou matemático dos sujeitos; inclui o desenvolvimento de expertise no uso de diversos recursos tecnológicos e formas de “pensar diferente” a partir do desenvolvimento de autonomia na construção do conhecimento matemático (OLIVEIRA, 2018, p.64).

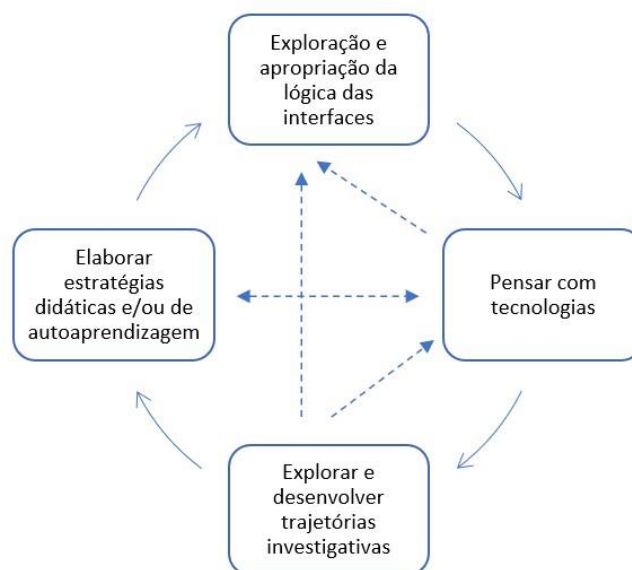
O constructo teórico de Borba e Villareal (2005) conhecido como seres-humanos-commídias, também presente na base desse conceito de fluência que aqui se discute, defende que o conhecimento matemático é produzido por coletivos de seres humanos com mídias, expondo que a construção do conhecimento não se dá somente por pessoas e sim por um coletivo de mídias e pessoas e que diferentes mídias moldam diferentes formas de produção do conhecimento. Dito de outra forma, nessa proposta, as pessoas não usariam as mídias como apêndices, mas o fariam de forma integrada, já que a presença de certas tecnologias nessa configuração mudaria a natureza das produções, indicando que “diferentes coletivos humanos com mídias produzem diferentes formas de acessar o conhecimento matemático” (OLIVEIRA; GONÇALVES; MARQUETTI, 2015, p. 475).

A fluência tecnológica defendida por Oliveira (2018) pressupõe a exploração dos elementos da interface e apropriação de sua lógica de uso, o que poderia favorecer o desenvolvimento de competências para trabalhar com as ferramentas disponibilizadas

pelo recurso tecnológico; trata-se de uma apropriação que tem um caráter operacional e intelectual, considerando a integração entre o conhecimento matemático e as formas de expressão do mesmo sob o ponto de vista de como a interface opera. Esse avanço permitiria explorar o potencial interativo da interface, considerando que diferentes interfaces oferecem diferentes possibilidades.

A aquisição de fluência para o uso de tecnologias em processos educacionais considera o potencial interativo da interface e o papel dos saberes e suas complexidades nesse processo. Oliveira (2018) menciona, ainda, que esse refinamento das perspectivas abertas pela fluência é um dos fatores que possibilita a formação de coletivos de seres-humanoscom-mídias. A fluência também tem o papel de encaminhar a reorganização do pensamento a partir do uso de mídias, ideia discutida inicialmente por Tikhomirov (1981); esta proposição conduz o processo na forma de um ciclo que, além das apropriações, considera o pensar, explorar/desenvolver e elaborar estratégias com as tecnologias, como se explicita na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo da fluência no uso de tecnologias em processos educacionais

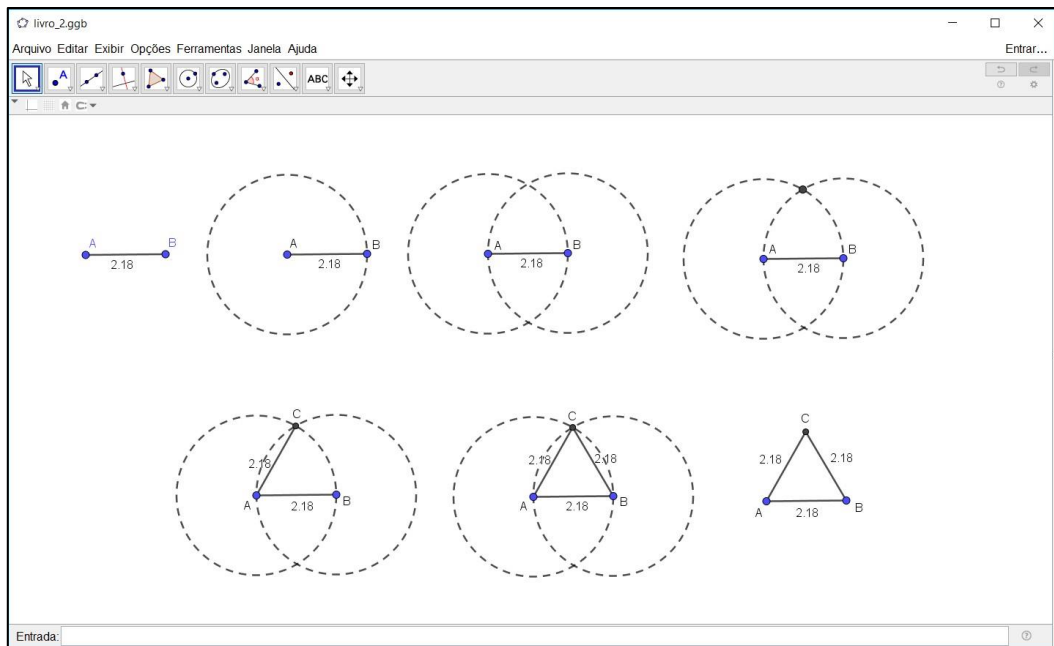


Fonte: OLIVEIRA (2018, p. 71)

O autor menciona que o ciclo não tem uma ordem necessária e inquebrantável, mas que, geralmente, inicia pela etapa correspondente à *exploração e apropriação da lógica da interface*, em função da aproximação do indivíduo de uma tecnologia/interface tecnológica digital como parte integrante de uma estratégia em que ensina ou aprende determinado conteúdo matemático. Nesse ponto, começa a associação caracterizada como *pessoas-com-tecnologias*, no sentido indicado por Borba e Villarreal (2005): o desenvolvimento da fluência não inclui apenas a apropriação dos elementos da interface e o reconhecimento das potencialidades e limitações que cada tecnologia traz, mas a compreensão da forma pela qual o conhecimento matemático pode ser construído ou revisitado no cenário de mediações digitais, considerando quatro elementos fundamentais:

- **Dinamismo**: para Oliveira (2018), toda interface tecnológica, mesmo as que envolvem as chamadas “tecnologias tradicionais”, possuem alguma forma de dinamismo; entretanto, as tecnologias digitais ampliam essa característica por meio de uma ilusão de instantaneidade, ou seja, as ações do usuário na interface possuem um efeito que é percebido como imediato: clicar e arrastar, por exemplo, levam à ideia de que um segmento de reta está sendo alterado quanto à posição no plano e à medida; mudar um parâmetro numérico relativo à variável de uma função pode permitir observar simultaneamente a representação gráfica ser alterada de forma correspondente. Apoiam essa característica de dinamismo intensivo e ampliado as animações, por meio das quais as representações dos objetos matemáticos mudam de acordo com a intervenção do usuário. A figura 2 auxilia na compreensão dessa proposta: as fases da construção de um triângulo equilátero indicam que as intervenções do usuário vão se consolidando como representação do objeto matemático à medida que vão sendo constituídas.

Figura 2 – Fases da construção de um triângulo equilátero com o software GeoGebra

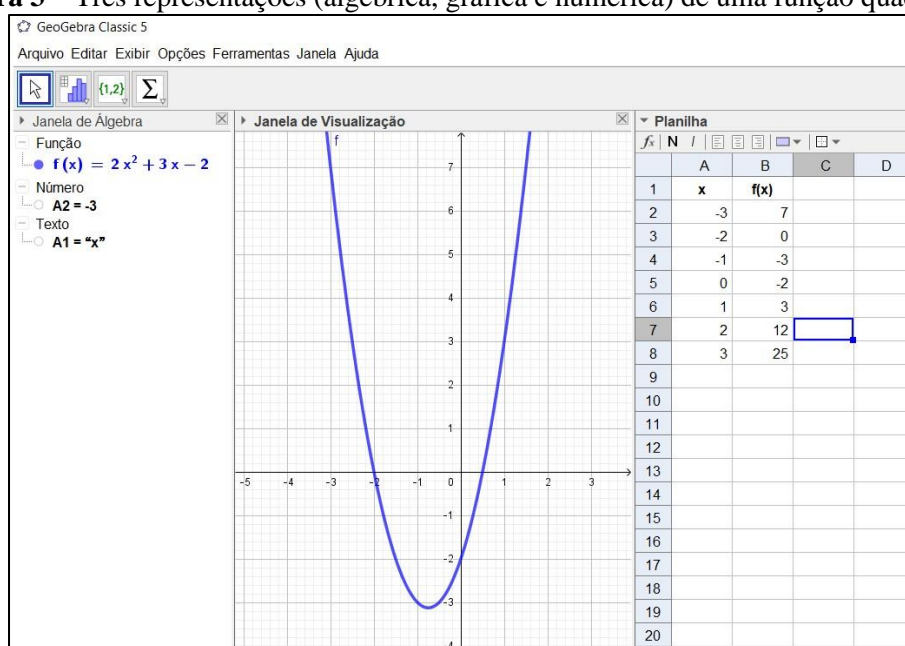


Fonte: OLIVEIRA (2018, p. 46) – adaptado

- Experimentação:** a possibilidade de fazer e de refazer inúmeras vezes determinada construção matemática e de testar diversas conjecturas é aberta por características típicas das interfaces digitais, envolvendo recursos como digitar diferentes parâmetros, clicar e arrastar, mudar valores em variáveis, entre outras. Cada alteração pode indicar diferentes resultados, que podem, por sua vez, subsidiar, por exemplo, a observação de propriedades, fomentar generalizações e apoiar a percepção de regularidades. A ocorrência desse tipo de intervenção levou Lévy (1993) a apontar que a matemática poderia ser “transformada”, de certa forma, agregando à lógica dedutiva o aspecto experimental. Ainda aqui, a ideia exposta por Oliveira (2018) na figura 2 pode ser aproveitada: uma vez constituída a representação do triângulo equilátero, é possível alterar suas dimensões, clicando e arrastando em cada um dos vértices – cada nova configuração representa um outro triângulo, o que permite observar a pertinência matemática da construção e a estabilidade das propriedades em jogo;
- Visualização:** para Borba e Villarreal (2005), a visualização surge como uma forma alternativa de acessar o conhecimento em matemática, com base no pressuposto de que a compreensão das noções nesse âmbito precisa de diferentes representações. Nesse sentido, a visualização permitiria uma transformação nas concepções matemáticas em estudo, considerando-a,

inclusive, como um componente do fazer matemático e como um dos instrumentos à resolução de problemas. A figura 3 traz um exemplo da ideia das múltiplas representações dadas à visualização por meio de distintas janelas do software GeoGebra – outro aspecto a destacar é que a visualização não se desconecta das demais noções (dinamismo, experimentação), ao fomentar a possibilidade de “alterar os coeficientes da função ali expressa, por exemplo, implicaria na alteração de todas as representações envolvidas, uma vez que as mesmas se encontram conectadas, o que as caracteriza como representações dinâmicas, porém distintas, de um mesmo objeto” (OLIVEIRA, 2018, p. 44).

Figura 3 – Três representações (algébrica, gráfica e numérica) de uma função quadrática

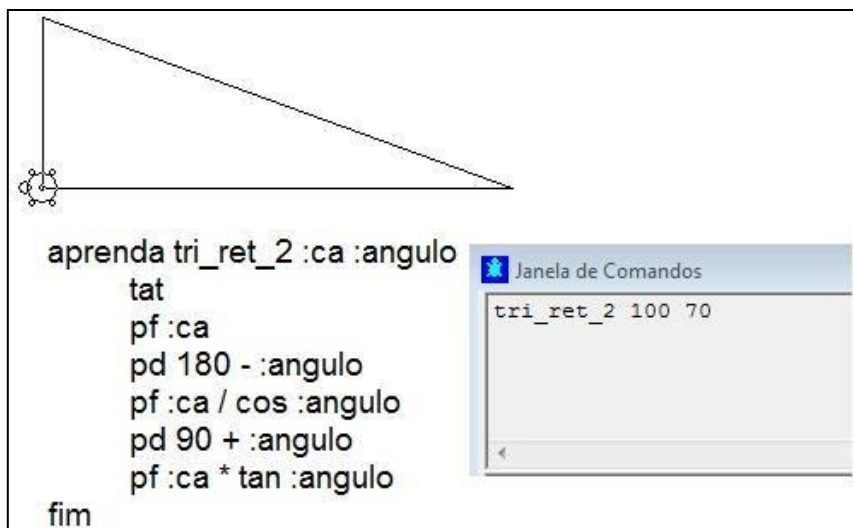


Fonte: OLIVEIRA (2018, p. 44) – adaptado

- **Interatividade:** esse quarto elemento diz respeito à possibilidade de estabelecimento de trocas entre as mídias e as pessoas no âmbito da configuração *seres-humanos-com-mídias*; esse aspecto do tratamento das pessoas aprendendo e/ou ensinando com tecnologias digitais é típico da mediação, cuja implementação é realizada pelas interfaces. Dessa maneira, para Oliveira (2018, p. 35), “a interatividade deve oferecer ambiente a ações de construção, participação e engajamento do participante do processo pretensamente interativo, ações para as quais, inclusive, devem existir consistentes respostas, elas, por sua vez, provedoras de ambientação para novas intervenções”.

O autor aponta também que a escolha dos elementos tecnológicos que vão compor a associação do tipo *pessoas-com-tecnologias* deve levar em conta o que chama de *potencial interativo da interface* (OLIVEIRA, 2018). O sentido dessa proposição é, também, o de compreender, como já propugnavam Mishra e Koehler (2006), que a escolha de determinadas tecnologias abrem certas possibilidades e restringem outras; além disso, é considerar que as interfaces, reguladoras da interatividade, não oferecem acesso aos mesmos recursos se comparadas entre si – uma diferença clara nesse sentido é aquela existente entre a interação por meio de comandos que o usuário digita (figura 4), sem que o mesmo possa intervir “na tela”, por assim dizer, ou seja, sem manipular as representações com dispositivos apontadores (o mouse é o mais típico), e outro tipo de interação, fortemente baseado no conceito de *clicar-e-arrastar*, no qual a intervenção passa por acessar partes das representações (vértices de representações de figuras geométricas, por exemplo) e movê-las ou estendê-las na tela. Há casos, também, em que essa intervenção pode levar em conta as duas perspectivas, cada qual de acordo com o tipo de uso que o sujeito faz da tecnologia.

Figura 4 – Construção de um triângulo retângulo com o software SuperLogo (interface com comandos digitados)



Fonte: OLIVEIRA (2018, p. 42) – adaptado

Na continuidade da ideia aberta pelo ciclo, como exposto anteriormente na figura 1, sobrevém a noção chamada por Oliveira (2018) de *pensar com tecnologias*, a partir das reflexões feitas por Goos et al (2003) e por Borba e Villarreal (2005). Esse pensar pressupõe que o indivíduo efetivamente se reconheça em um coletivo de pessoas-comtecnologias, atingindo o nível que Goos et al (2003) entendiam ser o de empregar as tecnologias como extensão de si, o que permite “raciocinar e conjecturar” a partir dessa outra perspectiva, de modo a que a pessoa venha a “ampliar possibilidades de uso dos conhecimentos matemáticos presentes em sua estrutura cognitiva, aprendendo a partir [dos dispositivos digitais], mas não de maneira limitada a eles” (OLIVEIRA, 2018, p. 68).

Uma outra fase seria a de *explorar e desenvolver trajetórias investigativas* a partir do uso de tecnologias em educação matemática, justamente explorando as características de visualização, dinamismo, interatividade e, neste caso, principalmente a de experimentação:

[...] uma abordagem experimental em educação matemática significa fazer uso de procedimentos de tentativas e processos educativos que possibilitem a criação de conjecturas, a descoberta de resultados matemáticos desconhecidos, a possibilidade de testar modos alternativos de coletar resultados e a chance de proporcionar novos experimentos (BORBA, 2010, p. 4).

A lógica do ciclo (figura 1) ainda indica a possibilidade de *elaborar estratégias didáticas e/ou de autoaprendizagem com tecnologias*, em continuidade ao movimento de

investigar e resolver problemas em matemática a partir do uso de tecnologias. Nesse sentido, ensinar e aprender passam a ser permeados por estratégias que incluem interações intensivas com agentes humanos e não-humanos, no sentido de que

as estratégias aqui mencionadas tendem a fomentar a integração entre os tipos de conhecimento envolvidos em um processo educacional, considerando o uso de recursos tecnológicos como parte indissociável de uma rede de interações que inclui o conhecimento matemático e os aportes relativos à didática e/ou às trajetórias autônomas de aprendizagem (OLIVEIRA, 2018, p. 69).

As estratégias mencionadas pelo autor devem permear todo o processo de ensino e/ou de aprendizagem, podendo, inclusive, constituir um acervo, já que as tecnologias permitem o armazenamento, e a consequente reutilização em situações pertinentes.

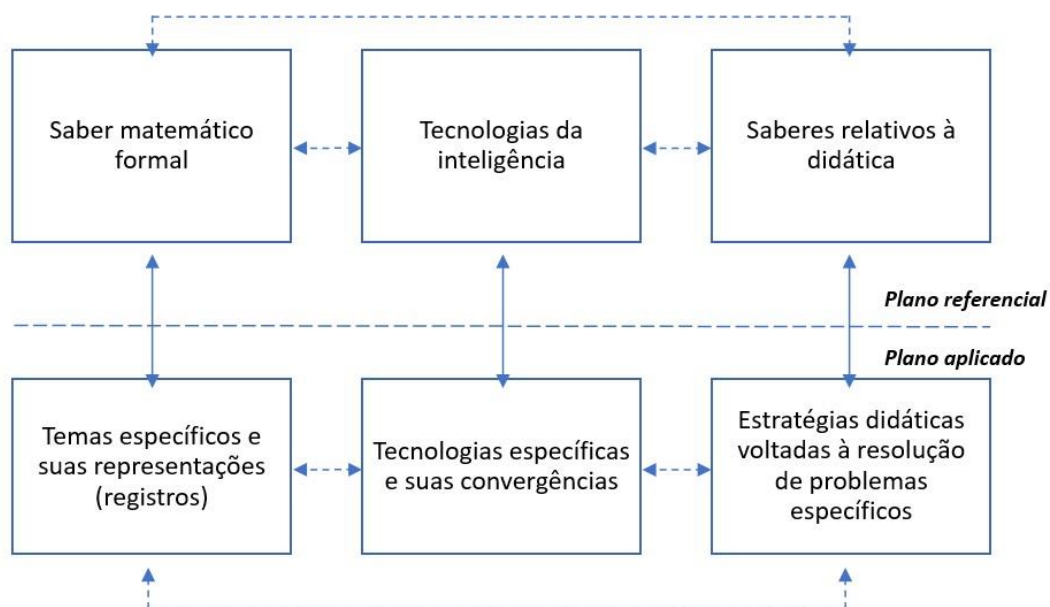
Além das propostas contidas na ideia do ciclo, resta lembrar que as tecnologias digitais, apesar de serem de outra ordem, do ponto de vista das interfaces e das possibilidades interativas, não são as únicas disponíveis e, tampouco, encerram as relações estabelecidas com as tecnologias “não digitais”. As articulações entre as distintas formas de uso e os diferentes tipos de tecnologias permanecem no âmbito da *convergência*, ou seja, no ato de empregar os elementos tecnológicos mais adequados, independentemente de sua constituição ou natureza, digital ou analógica, por exemplo. Como menciona Oliveira (2018)

[...]ao encaminharemos trajetórias por meio das quais desenvolvem e aprimoram a fluência no uso de tecnologias em processos educacionais, alunos e professores podem considerar as possibilidades abertas pela convergência, envolvendo tecnologias de múltiplas naturezas, digitais ou não digitais, cujas referências permanecem conectadas às redefinições promovidas por dinâmicas típicas das tecnologias da inteligência e seus processos de transição. O discurso aqui contido indica que as iniciativas educacionais específicas no plano aplicado (aulas ou quaisquer outras sessões, coletivas ou individuais), cujos conhecimentos típicos se relacionam indissociavelmente, possuem referências, ou seja, há um plano referencial no qual se articulam e interconectam mutuamente o saber matemático formal, as tecnologias da inteligência e os saberes relativos à didática. No mínimo, isto quer dizer que a proposição central, relativa à fluência e as tecnologias, não pode ser percebida de forma descolada dos campos de saber com os quais se relaciona e deve ser pensada individualmente, mas não se desvincula, em seus múltiplos aspectos, de suas referências (p. 75).

A vinculação indicada pelo autor entre os campos do saber e a tríade representações-tecnologias-didática pode ser, por sua vez, sintetizada naquilo que é exposto na figura 5.

Figura 5 – Articulações relativas à fluência no uso de tecnologias nos processos educacionais

(plano referencial e plano aplicado)



Fonte: OLIVEIRA (2018, p. 76)

A partir do referencial teórico mencionado, será possível descrever e interpretar a questão da fluência presente nos trabalhos acadêmicos mencionados e que serão objeto de análise dessa investigação. A ideia consiste em determinar representações, tecnologias e estratégias didáticas empregadas e as correlações com os pressupostos chamados de referenciais por Oliveira (2018), bem como avaliar que características do ciclo (figura 1) são desenvolvidas em cada trabalho. Essas seriam, possivelmente, as categorias emergentes de análise, que o exame de cada trabalho permitiu, em um segundo momento, refinar e estender, como se descreve no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3 – Aportes metodológicos

A investigação aqui descrita tem um delineamento qualitativo, e é desenvolvida como um mapeamento. Sobre esse tipo de investigação, explicam Fiorentini et al (2016, p.18):

[...] por mapeamento da pesquisa como um processo sistemático de levantamento e descrição de informações acerca das pesquisas produzidas sobre um campo específico de estudo, abrangendo um determinado espaço (lugar) e período de tempo. Essas informações dizem respeito aos aspectos físicos dessa produção (descrevendo onde, quanto e quantos estudos foram produzidos ao longo do período e quem

foram os autores e participantes dessa produção), bem como os seus aspectos teóricos-metodológicos e temáticos.

O levantamento foi realizado tendo por fonte de consulta o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)¹ no segundo semestre de 2021. Em função do replanejamento dos prazos dessa pesquisa, as buscas foram refeitas no primeiro semestre de 2022.

Foi preciso levar em conta que o interesse central da pesquisa, relacionado à fluência no uso de tecnologias digitais e seu impacto sobre a pesquisa em Educação Matemática, parte de interesses mais amplos, o que sugere um universo no qual o tema gravita e em relação ao qual tem conexões. Nesse sentido, pensou-se em verificar a temática mais amplamente, em termos de quantidade de pesquisas, para depois criar o refinamento necessário que permitisse admitir um escopo que tornasse a presente pesquisa factível. Além disso, é preciso compreender que a composição de expressões de busca em bases desse tipo representa uma série de escolhas, ou seja, não será possível abarcar todo o conjunto de produções acadêmicas do tipo “tese” ou “dissertação” que tenham elegido por temática as tecnologias digitais na educação matemática.

Para tornar claro o critério que guiou o mapeamento, optou-se pelo recurso às concepções teóricas desse trabalho, explicadas em seguida, em conjunto com as expressões utilizadas e seus resultados.

A primeira busca usou os termos “educação matemática” AND “tecnologias digitais”. Antes de comentar o retorno quantitativo em relação a essa iniciativa, cabem as

reflexões em torno desta escolha, que são duas, na verdade, que se justificam de modo diferente. O uso da expressão “educação matemática” representa um reconhecimento dessa área como disciplina científica e como campo de pesquisa. A correlação pode ser feita, aqui, com Barquero e Bosch (2015), autoras que mencionam a didática da matemática, proveniente da escola francesa, como uma ciência, constituída dessa forma como disciplina de pesquisa a partir da fundação de seus pressupostos por Guy Brousseau na década de 1970 e pela evolução dos conceitos e procedimentos desde então. Como elemento importante desse trajeto, que culminou na existência de uma proposta científica

¹ <https://catalogodeteses.capes.gov.br/>

baseada no design de experiências de ensino, por meio da engenharia didática, comentam as autoras:

It is important to keep in mind that, in the theory of didactic situations (TDS), didactic engineering was part of a collective project, led by Brousseau, to build an empirical science of didactic phenomena where the issue of the empirical validation of results was to be carefully taken into account (BARQUERO; BOSCH, 2015, p. 250).

A extensão da didática da matemática como ciência até a educação matemática não parece automática e a discussão ocorre justamente em termos epistemológicos e filosóficos. Nesse sentido, no livro “Theories of Mathematics Education”, Sriraman e English (2010) conduzem uma importante discussão, que se estende depois para os vários capítulos da obra, acerca do caráter teórico da pesquisa em Educação Matemática, indicando que há visões contraditórias acerca de seu status de disciplina científica, mas que parece não haver dúvida acerca de que suas propostas abarcam teorias, pressupostos teóricos e quadros de referência. Nesse sentido, então, as asserções provenientes da didática francesa parecem mais coerentes, pelo menos do ponto de vista da pesquisa aqui apresentada. De todo modo, entender a educação matemática como campo de interesse científico parece, de acordo com os autores mencionados, uma visão de consenso.

O termo “tecnologias digitais” é mais amplo e inclusivo dos que seus precedentes, como “tecnologias de informação e comunicação” (ou TIC) (OLIVEIRA, 2018), e é aqui adotado também no sentido do polo midiático-informático mencionado no trabalho seminal de Lévy (1993). Tecnologias digitais, no âmbito desse trabalho, são as interfaces que adotam o computador e dispositivos similares, como celulares e tablets, por exemplo, na forma de elementos que objetivam intervenções das pessoas em atividades de seu cotidiano, (trabalho, educação, lazer etc.). Também são vistos como os componentes de um conjunto, que permite ampla interação com os objetos de conhecimento a partir de um coletivo que envolve seres humanos e mídias (e de uma estratégia didática), de maneira indissociável, promovendo a reorganização do pensamento (BORBA; VILLARREAL, 2005). Mais especificamente,

Não é de se ignorar, igualmente, que o progresso científico da humanidade, principalmente a partir das duas últimas décadas do século XX, redundou na produção de instrumentos tecnológicos de maior sofisticação e recursos, principalmente aqueles reunidos no grupo das tecnologias digitais. Ao computador pessoal e à sua intensiva melhoria em termos de armazenamento, velocidade de processamento e recursos

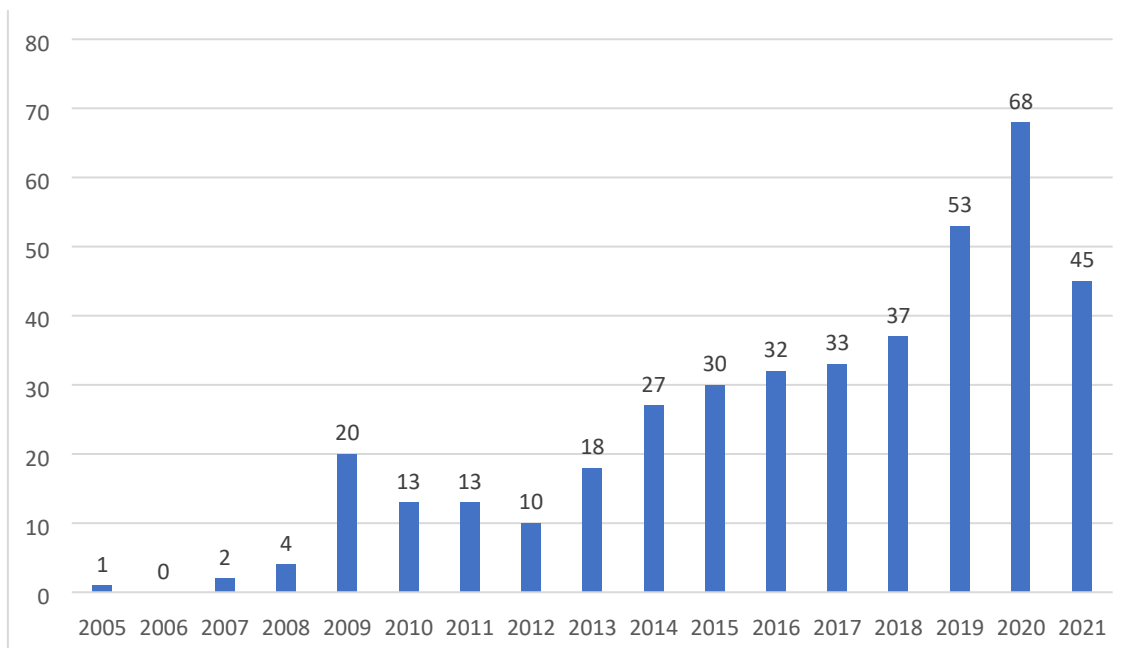
multimídia, somaram-se os tablets e celulares, dispositivos de tamanho reduzido e de uso diversificado, incluindo entretenimento e interação social, cujos recursos os aproximam bastante daqueles disponíveis nos computadores pessoais, ainda que a manipulação dos mesmos se dê, via de regra, de outra forma. Antes até, foram as calculadoras, desde as mais simples até aquelas com recursos gráficos, os dispositivos utilizados por alguns docentes e pesquisadores de diversos níveis em suas iniciativas e propostas didáticas e/ou de investigação (OLIVEIRA, 2018, p. 33).

Considerando o porquê do uso das expressões mencionadas (educação matemática e tecnologias digitais), resta indicar que elas foram colocadas entre aspas, para que não fossem pesquisadas suas palavras componentes individualmente, e os dois termos foram mediados pelo conectivo lógico conjuntivo AND (E), o que permitiu filtrar trabalhos nos quais apenas as duas expressões estivessem presentes. Após essa consulta, retornaram 407 resultados, considerando dissertações de mestrado (328 trabalhos) e teses de doutorado (79 trabalhos). Pode-se considerar o número expressivo, mas é preciso levar em conta que nenhum filtro temporal foi estabelecido até esse ponto, nem qualquer limitação ao tipo de pesquisa e ao programa de pós-graduação onde foi realizada.

O primeiro resultado da pesquisa se refere ao ano de 2005, o que pode indicar um marco, de certa forma, para o emprego do termo “tecnologias digitais”². Os trabalhos vão aumentando em quantidade ao longo dos anos, o que se observa de forma mais estável a partir de 2013, com algum decréscimo em 2021, possivelmente em função da pandemia do COVID-19, a qual, de certa forma, limitou as atividades acadêmicas e, sobretudo, as pesquisas de campo. A figura 6 mostra essas asserções.

Figura 6 – Número de pesquisas envolvendo “*educação matemática*” AND “*tecnologias digitais*”

² O termo também foi considerado no singular, ou seja, “tecnologia digital”.



Fonte: dados obtidos no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

Em termos comparativos, a busca envolvendo os termos “educação matemática” e “tecnologias de informação e comunicação”³ retornou 165 resultados (130 mestrados e 35 doutorados). É preciso reconhecer que, por vezes, o termo é reduzido para seu acrônimo TIC, o que fez com que essa verificação também fosse feita, ou seja, “educação matemática” e “TIC” – nesse caso, vieram mais 147 resultados (125 mestrados e 22 doutorados). Foi possível, também, verificar que 61 trabalhos usaram os dois termos (“TIC” e “tecnologias de informação e comunicação”). Dessa forma, foram localizados 86 trabalhos atinentes apenas ao termo “TIC”, 104 trabalhos relativos apenas ao termo “tecnologias de informação e comunicação” e 61 trabalhos que empregaram ambos, todos em conjunto com o termo “educação matemática”. Considerando as variações, que descartaram “TIC” e incluíram “tecnologias de informação e comunicação” (e viceversa), foram encontrados mais 11 trabalhos. Ao todo, então, foram localizados 262 trabalhos (217 mestrados e 45 doutorados).

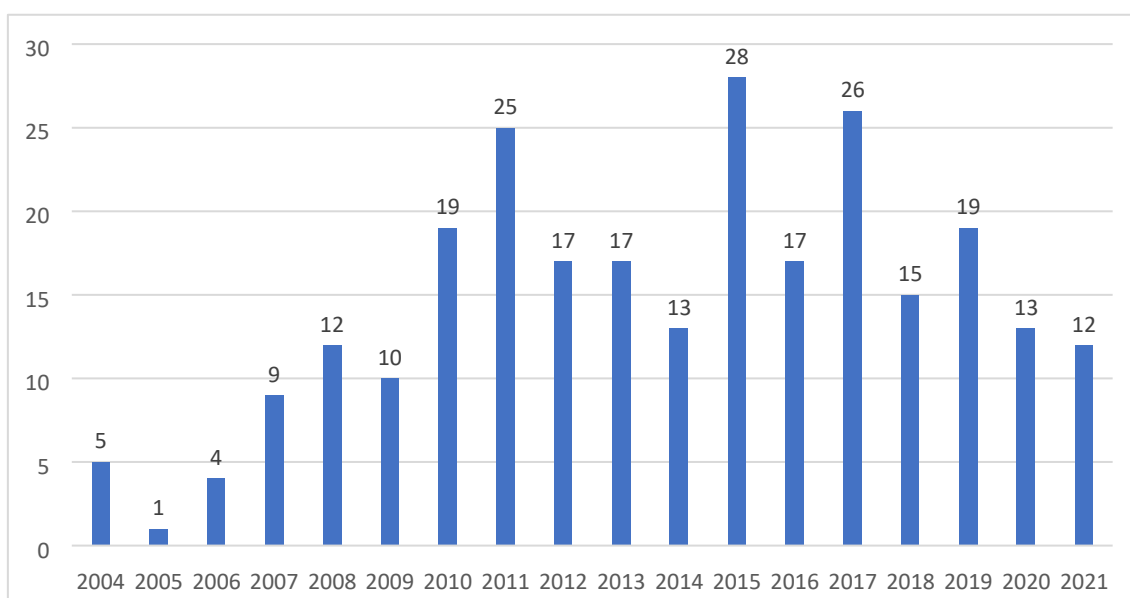
Além disso, percebe-se, pela Figura 7, que o primeiro ano registrado pela base de dados é 2004 e a distribuição das teses/dissertações, quantitativamente falando, é diferente daquela encontrada na Figura 1. O uso das expressões “tecnologias de

³ O termo também foi considerado no singular, ou seja, “tecnologia de informação e comunicação”.

informação e comunicação” e “TIC” não aumentou, como ocorreu com o uso do termo anterior: manteve-se abaixo dos 27 em cada ano considerado no intervalo. De fato, pode-se deduzir que, a partir de 2014, o termo “tecnologias digitais” passa a ser mais usado do que os outros termos mencionados, o que pode indicar que este vem sendo adotado preferencialmente aos anteriores para fazer referência ao emprego de tecnologias em pesquisas que envolvem educação matemática.

Outra informação que pode ser constatada indica que, no período de busca na base de dados, 23 trabalhos utilizaram tanto os termos “tecnologias digitais” como “tecnologias de informação e comunicação” e/ou “TIC”.

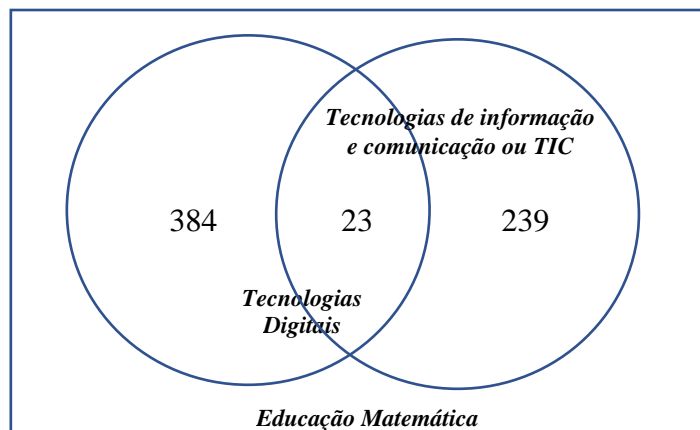
Figura 7 – Número de pesquisas envolvendo “*educação matemática*” E “*tecnologias de informação e comunicação*” OU “TIC” OU ambos



Fonte: dados obtidos no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

Esquemáticamente, então, a Figura 8 aponta a quantidade de pesquisas envolvendo os termos “educação matemática” AND (“tecnologias digitais” OR “tecnologias de informação e comunicação” OR “TIC”), o que resulta em 669 trabalhos.

Figura 8 – Representações dos conjuntos com quantidades de trabalhos pesquisados



Fonte: dados obtidos no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES

Em seguida, considera-se o tema desta investigação, constituído pela fluência em tecnologias digitais no âmbito, principalmente, de estratégias didáticas, processos de ensino, processos de aprendizagem ou formação de professores. Assim, ao acrescentar o termo “fluência” às pesquisas anteriores, restaram 17 trabalhos. Com tal grau de refinamento, essas pesquisas de mestrado e de doutorado foram tomadas como corpus da investigação que aqui se descreve, conforme se expõe no quadro 1.

Quadro 1 – Trabalhos resultantes da busca a partir dos critérios de seleção adotados (*corpus*)

2009	<i>Possibilidades para a inserção curricular de objetos de aprendizagem na educação matemática</i>
	Jorge Luiz Barbosa Dantas
	Mestrado – Educação
	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas)
	Orientador: Prof. Dr. Simão Pedro Pinto Marinho
2010	<i>O uso do hipertexto na aprendizagem de cálculo em um ambiente virtual</i>
	Gislene Garcia Nora de Oliveira
	Mestrado – Educação
	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
	Orientadora: prof ^a . dra. Márcia Maria Fusaro Pinto
2014	<i>Adquirir fluência e pensar matemática com tecnologias: uma abordagem com o SuperLogo</i>
	Silvio de Brito Marcelino
	Mestrado – Educação Matemática
	PUC-SP

	Orientador: Gerson Pastre de Oliveira
2014	<i>Uma abordagem para a construção de triângulos e do Teorema de Pitágoras mediada pelo software SuperLogo</i>
	Mariana Dias Gonçalves
	Mestrado – Educação Matemática
	PUC-SP
	Orientador: Gerson Pastre de Oliveira
2015	<i>A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital: uma proposta de empoderamento para licenciandos em Matemática</i>
	Antonio José de Barros Neto
	Doutorado – Educação Matemática
	PUC-SP
2015	<i>Transformações lineares em um curso de licenciatura em matemática: uma estratégia didática com uso de tecnologias digitais</i>
	Eliza Souza da Silva
	Doutorado – Educação Matemática
	PUC-SP
2015	<i>O uso de tecnologias digitais para a compreensão da construção de sólidos a partir de suas propriedades</i>
	Celso Marquetti
	Mestrado – Educação Matemática
	PUC-SP
	Orientador: Gerson Pastre de Oliveira
2016	<i>Investigações em geometria plana com interfaces digitais: um estudo sobre homotetia</i>
	Nilo Silveira Monteiro de Lima
	Mestrado – Educação Matemática
	PUC-SP
	Orientador: Gerson Pastre de Oliveira
2017	<i>Colaboração em ambientes virtuais e presenciais: um estudo sobre aprendizagem de estatística no ensino médio</i>

	James Ernesto Mazzanti
	Doutorado – Educação Matemática
	PUC-SP
	Orientador: Gerson Pastre de Oliveira
2017	<i>Um estudo sobre o conceito de densidade do conjunto dos números racionais e do conjunto dos números irracionais: uma abordagem com tecnologias</i>
	Alan Silva dos Santos
	Mestrado – Educação Matemática
	PUC-SP
	Orientador: Gerson Pastre de Oliveira
2017	<i>Formação de professores de Matemática e tecnologias digitais: um estudo sobre o Teorema de Tales</i>
	Rubervan da Silva Leite
	Mestrado – Educação Matemática
	PUC-SP
	Orientador: Gerson Pastre de Oliveira
2017	<i>Modelagem matemática no contexto da cultura digital: uma perspectiva de educar pela pesquisa no curso de técnico em meio ambiente integrado ao ensino médio</i>
	Deive Barbosa Alves
	Doutorado – Educação
	Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
2017	<i>Reformulando um objeto de aprendizagem criado no scratch: em busca de melhorias na usabilidade</i>
	Taniele Loss Nesi
	Mestrado Profissional – Formação Científica, Educacional e Tecnológica
	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
2017	<i>Tecnologia digital no ensino e aprendizagem de trigonometria: uma metanálise de dissertações e teses produzidas no período de 2007 e 2017</i>
	Rafael Henrique Dielle
	Mestrado – Educação Matemática

	PUC-SP
2018	<i>Generalização de padrões e tecnologias digitais: estratégias didáticas para a aprendizagem</i>
	Marcos Lopes de Oliveira
	Mestrado – Educação Matemática
	PUC-SP
2020	<i>Formação de professores e tecnologias: uma discussão sobre semelhança de triângulos</i>
	Viviane Nogueira Ponciano Sant´Anna
	Mestrado – Educação Matemática
	PUC-SP
2021	<i>Níveis de apropriação de tecnologias por professores da educação básica: análise de um curso remoto de formação continuada</i>
	Dalilla Alves Colombo
	Mestrado – Ensino de Ciências e Educação Matemática
	Universidade Estadual de Londrina (UEL)
2021	<i>Produção de vídeos digitais no LEM com professores da educação básica para o ensino de matemática</i>
	Leandro Mauri Schuzbach
	Mestrado – Ensino de Ciências e Matemática
	Universidade do Estado do Mato Grosso (UEMT)

Fonte: Catálogo de Teses e Dissertações CAPES (2022)

A partir da definição do corpus, torna-se possível traçar um plano de análises para os dados disponíveis. Autores como Bogdan e Biklen (1994) e Oliveira (2019) indicam a possibilidade de dar às análises duas direções ou formas de construção. Assim, seriam as análises descritivas e as análises interpretativas. No caso dessa investigação, essa divisão parece particularmente interessante e útil, pois a primeira permite descrever estruturalmente os trabalhos acadêmicos componentes do corpus da investigação,

enquanto a segunda permite cuidar mais especificamente da questão e dos objetivos dessa pesquisa.

Outra abordagem se refere à formação de categorias de análise, sendo essa estratégia uma maneira de lidar com os dados e de os classificar de acordo com as definições realizadas e os recortes pensados para a investigação:

Há inúmeras formas de construir as análises. Uma delas consiste em lançar mão de categorias, vistas como unidades significativas e estruturadas de maneira a direcionar o discurso que se fará nesta parte do trabalho, como se fossem “filtros” ou “lentes” a partir das quais se focará o balanço entre os dados e as teorias (OLIVEIRA, 2019, p. 24).

Considerando, então, as propostas contidas nos objetivos e na questão norteadora dessa pesquisa, as categorias de análise podem ser compostas da seguinte maneira:

- Objetos e/ou temas matemáticos envolvidos nas pesquisas relacionadas à fluência nas tecnologias digitais;
- Visões a respeito de fluência nas tecnologias digitais nos processos de ensino ou de aprendizagem em temas matemáticos, bem como sobre a integração de pessoas com as tecnologias e mediações.

Essas categorias estão relacionadas com as ideias relativas ao ciclo da fluência no uso de tecnologias em processos educacionais (OLIVEIRA, 2018) e ao constructo *sereshumanos-com-mídias* (BORBA; VILLARREAL, 2005). Dessa maneira, no movimento de análise, será possível refinar e delimitar algumas subcategorias, que ficarão mais explicitadas no texto final desse trabalho.

CAPÍTULO 4 – Análises

A primeira parte das análises aqui contidas se refere à análise descritiva dos trabalhos selecionados, conforme se indicou no quadro 1. Essa análise buscará indicar os principais elementos de cada trabalho considerado, de modo a subsidiar as interpretações, que ocorrem em um segundo momento. É preciso indicar que não há um padrão para as descrições aqui contidas, o que equivale a dizer que alguns trabalhos podem ser descritos com maior extensão do que outros.

4.1 O uso do hipertexto na aprendizagem de cálculo em um ambiente virtual

Tema ligado à matemática: Cálculo Diferencial e Integral I

Sujeitos da pesquisa: Alunos

Em sua dissertação de mestrado, realizada na Universidade Federal de Minas Gerais, **Oliveira** (2010) realizou uma pesquisa que consiste em descrever o processo de aprendizagem em que se engajam os alunos de cálculo Diferencial e Integral I (CID) ofertada na modalidade à distância denominada por Hipertexto, buscando apresentar instituições de renome no Brasil e na Educação à distância, a evolução das legislações EAD e busca descrever uma noção dos ambientes virtuais utilizados na modalidade de ensino EAD.

Deste ponto de vista, em sua problematização a autora destaca as tecnologias da informação e seu impacto da Educação a Distância, desde as décadas finais do século XX e o início desse século (XXI), vale ressaltar que a autora utiliza o termo TIC's que atualmente é tratada como "Tecnologias Digitais da Informação e comunicação (TDIC) de acordo com a BNCC, destaca ainda os reflexos que a tecnologia computacional trouxe para educação e mais especificamente na educação a distância, além de fazer um estudo histórico da evolução dessa modalidade de educação e seu processo de regulamentação, desde da educação a distância por correspondência até com a conhecemos. A partir desses estudos que surgiu a questão norteadora desta pesquisa, destacando as investigações e processos de aprendizagem, a partir de hipertextos no ambiente virtual: "Como se dá o processo de aprendizagem em que se engajam alunos de Cálculos Diferencial e Integral I (CDI), ofertado na modalidade à distância intermediado pelo Hipertexto?" (OLIVEIRA, 2010).

Para responder essas questões, a autora apresenta os seguintes objetivos de sua pesquisa:

- i) investigar a forma com que os alunos navegam pelo hipertexto no ambiente virtual;
- ii) descrever, para compreender, a participação dos sujeitos nas atividades propostas pela disciplina;
- iii) descrever o aprendizado observando a mudança de participação dos alunos ao incorporar práticas desenvolvidas nas atividades da disciplina de CDI a Distância, intermediadas pelo hipertexto. (OLIVEIRA, 2010)

No capítulo 2 de seu trabalho, Oliveira (2010) inicia uma discussão teoria sobre o conceito de Hipertexto presentes nas interfaces de ambientes virtuais de aprendizagem AVA,

levanta-se também, alguns debates teóricos que relacionam este conceito na educação, além de justificar a escolha do tema da pesquisa.

Para definir hipertexto, a autora começa falar sobre a evolução da informática, tendo como base autores como XAVIER (2009), THEODORE NELSON (1992) e BAIRRAL (2006). Em síntese, a autora destaca:

Desse modo, entendemos que essa definição de hipertexto explicita dois aspectos: o de concepção e desenvolvimento e o de navegação. Em relação ao primeiro, um ambiente ou um instrumento de aprendizagem, seja ele virtual ou não, já pode ser idealizado ou concebido com características hipertextuais; sendo chamados de hipertextos. Em relação ao segundo, uma construção não é suficiente para que todo leitor comporte-se como um hiperleitor¹⁴, pois caberá a cada indivíduo a escolha de aceitar ou não este convite e, portanto, de realizar uma leitura hipertextual. (OLIVEIRA, 2010 p.35)

A autora destaca dois tipos de hipertextos, o construtivo e o exploratório, neste destaca que se refere ao leitor que busca uma exploração do ambiente sem se preocupar em compreender ou estudar o mesmo, o Hipertexto construtivo se refere ao leitor que busca um certo conhecimento, tendo um objetivo em questão. Referenciando Lèvy (1993) para retomar os seis princípios hipertextuais, sendo eles: Metamorfose, Heterogeneidade, Multiplicidade e encaixe de escalas, Exterioridade, Topologia e Mobilidade dos centros o que remete a principal característica da não linearidade, principalmente nos ambientes virtuais, onde o texto pode ter link que deixa a linearidade do texto a cargo do leitor, o que Lèvy chama de nós do Hipertexto como sendo momentos importantes destes conceitos.

Ao refinar a discussão em Lèvy (1993) sobre hipertexto, Lèvy (1998) destaca dois momentos deste conceito. Antes da revolução tecnológica, temos o hipertexto existente composto por “nós” e estes “nós”, por sua vez possuem algumas ligações entre si (conexões) efetuando, assim a passagem de um “nó” a outro. Essa definição contempla hipertextos impressos, dos quais podemos destacar as enciclopédias clássicas por meio dos “nós” compostos por: dicionários, índices, atlas, quadro de sinais, sumários, dentre outros e cada um destes “nós” poderão conter novos “nós” e, assim, sucessivamente (OLIVEIRA, 2010, p.39).

Neste sentido, destaca segundo XAVIER (2009) o hipertexto tem de adotar algumas características que são marcantes nos ambientes virtuais, sendo eles: links, imagens animadas, sonoridade etc., e assim, a autora continua apresentando diferentes conceitos para Hipertextos na visão de autores como: Lèvy (1998), Ilana Snyder (1998), Xavier (2009).

Sobre o Hipertexto na educação, a autora se apoiou em pesquisas que trazem a importância de Hipertextos na educação, dentre estes, estão: Marcuschi (2001), Fachinetti (2005), destacando em seguida o impacto do Hipertexto apresentados nas pesquisas desses autores, para então retomar a noção de Hipertexto que mais se adequará a sua pesquisa.

Assim, retomo a noção de hipertexto de uma forma mais ampla, contemplando a definição inicial que antecede a discussão que emerge com o advento da tecnologia computacional, próxima da de T. Nelson, focando nosso olhar no sujeito aprendendo, ao interagir com o AVA a ele disponibilizado (OLIVEIRA, 2010).

A autora justifica em seguida as indagações e outras perguntas que surgiram baseado no estudo apresentado, pelo fato dos sujeitos de sua pesquisa serem alunos de uma turma de Educação à distância, dentre essas perguntas estavam o que o aluno aprendeu, qual foi sua evolução ao incorporar novas ferramentas no AVA, como Equation, softwares gráficos, entre outros, como apresenta na próxima seção que trata de Aprendizagem situada.

Para iniciar essa discussão, a autora se baseia em Moreira *et al apud* Souza para apresentar as 3 concepções que norteiam a prática pedagógica da tecnologia educacional, sendo elas: Empírica, racionalista e construtivista, fazendo em seguida uma discussão acerca de cada uma delas.

Sobre a concepção Empírica quando levada para o ambiente tecnológico se torna como um transplante de conteúdos programados ou instruções de como operar determinado software, sem se preocupar com a aquisição da fluência, preocupando apenas com a mera reprodução dos comandos.

Para a concepção Racionalista em ambientes tecnológicos não demanda uma mediação entre os alunos e a mídia utilizada, os recursos se tornam apenas acessórios que mensura o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Para a concepção Construtivista, enfatiza a construção de novos conhecimentos e formas de pensar mediante a exploração e manipulação do objeto a ser estudado, justificando a aprendizagem através da troca que o aluno faz com o seu meio

A autora faz em seguida uma discussão acerca da concepção construtivista, destacando que perceberam que sua pesquisa não poderia adotar uma concepção que tratasse os alunos como meros produtos, mas que contemplasse o processo de aprendizagem como

um todo, buscando referenciar os teóricos da Aprendizagem situada e baseado nessa teoria, descrever as atividades desenvolvida na disciplina a distância de CDI.

Em seu capítulo 3, Oliveira (2010) trata das opções metodológicas, que se denomina como qualitativa na visão de Lüdke e André (1996: 11). Tem como procedimento metodológico o “Experimento de Ensino”, que tem como foco a análise de raciocínio de desses alunos. Sendo assim, faz uma discussão densa dessa metodologia, como ela menciona essa construção:

construímos uma metodologia, sugeridos pela proposta metodológica de Experimento de Ensino, passando a entender o desenvolvimento dessa pesquisa como constituída por três momentos analisados durante o segundo semestre de 2009, que denominamos episódios. Esse olhar permitiu entender diferentes instantes da pesquisa como um todo e responder a questão de pesquisa proposta de um modo sistêmico. (Oliveira, 2010)

Esses episódios são descritos no tópico planejando a pesquisa, mas serão mais detalhados no capítulo V.

- **primeiro episódio:** foram realizados a identificação e descrição dos sujeitos selecionados para a pesquisa.
- **No segundo episódio:** constitui a observação dos alunos durante a realização da disciplina, revisão da metodologia e aplicação da primeira oficina.
- **No terceiro episódio:** consistiu na aplicação de uma segunda oficina com as mesmas questões da oficina anterior acrescentando no final alguns questionamentos que buscava identificar mudanças na forma como discutem os conceitos estudados

O questionário foi utilizado pela autora como um procedimento para conhecer o grupo de estudantes, que foram divididos em cinco categorias que ela denomina como: perfil socioeconômico, escolaridade dos pais, curso realizado/conhecimento em informática, opinião sobre a EaD e método de estudo de CDI a Distância.

As oficinas que a autora menciona no primeiro e no terceiro episódio, nessas oficinas foram aplicadas três atividades. Na atividade 1- exploração por parte dos estudantes das interfaces do software Vcal. A autora apresenta as telas do software que foram apresentadas na tela do software, descrevendo a pergunta da atividade, as expectativas de respostas dos alunos e o conteúdo trabalhado, isso para cada atividade de cada oficina,

menciona suas expectativas quanto a exploração das ferramentas do sistema por parte dos alunos, quanto as atividades no Zoom e Taxa de Variação:

Identificasse que o momento em que a bola atinge a velocidade nula é exatamente no ponto mais alto da parábola (vértice), além disso, que eles identificassem que neste instante a inclinação da reta tangente é zero; relacionasse a velocidade da bola em cada instante com a inclinação de uma reta tangente a um ponto específico, no caso, o instante analisado; e, fosse capaz de determinar a velocidade da bola nos instantes 1,2 e 4,4, por meio da análise apresentada nos itens anteriores (OLIVEIRA, 2010)

Em seguida a autora menciona como foi a seleção desses alunos, sendo que na primeira oficina, foram enviados 150 convites e destes apenas 26 aceitaram, na segunda oficina, foram enviados os convites apenas para os alunos que participaram da primeira oficina, devido a necessidade de ter passado pela primeira oficina, sendo que desses, apenas 17 alunos aceitaram o convite, além das atividades propostas nessa segunda etapa, foram acrescentados questionários. Em seguida apresenta como foi a entrevista e a observação Indireta dos sujeitos.

Na descrição dos instrumentos metodológicos, tiveram uma importância para a realização das atividades, fazendo uma apresentação e mostrando suas interfaces, os instrumentos apresentados são: O VCalc1.0, O CamStudio e o ambiente virtual da própria instituição apresentando a interação possível dentro do ambiente e suas interfaces.

No capítulo cinco, a autora faz a descrição da instituição de ensino, como ela oferta a disciplina de CDI, sobre o perfil da turma, a caracterização dos sujeitos da pesquisa nesta etapa, descreve como foi realizada essa seleção e sobre o desenvolvimento dos questionários, apresenta também a caracterização do ambiente virtual utilizado pela instituição. Quanto as análises das atividades, foram elencadas dez categorias, sendo elas: Oficina, Nota, Conteúdo, Prorrogação, Questões Tecnológicas, Sugestão de respostas, Prova, Agradecimento, Encontro Presencial, Geral e realiza uma descrição densa desse processo. A seguir apresenta o desenvolvimento de cada sujeito, relatando o que explorou cada atividade, além de seus roteiros o que guiará os estudantes no processo de realização das atividades, em todos os roteiros estão presentes a exploração dos ambientes ao mesmo tempo que vai guiando-os a explorar a função do segundo grau.

Através dessas questões a autora interpreta os conhecimentos prévios de cada aluno quanto ao seu conhecimento matemático, domínio da ferramenta utilizada que é mostrada nas imagens de atividades desses alunos. Na sua análise descreve o momento que é

relacionado ao objeto estudado, trechos da aluna que evidencia esse momento e a Observação do pesquisados, onde a autora descreve a sua percepção sobre os conhecimentos apresentados pelos sujeitos, ressaltando sua imparcialidade para não intervir e a atividade se tornar um mero roteiro, como ela apresenta a seguir:

Cabe destacar que durante a realização da oficina o pesquisador procurou intervir, apenas, com o roteiro da oficina e, em alguns momentos, como os alunos não conheciam o aplicativo em questão, nas orientações em como utilizá-lo. Tomou-se o cuidado de não influenciar os alunos a seguirem caminhos que os direcionassem para as respostas esperadas ao elaborarmos a oficina (OLIVEIRA, 2010).

Com isso, a autora acredita ter dado aos sujeitos uma liberdade para navegar e explorar as interfaces, podendo assim adquirir uma certa fluência nessa ferramenta, o que iria influenciar nas suas escolhas sobre quais caminhos trilhar para a realização dos roteiros propostos. Para a análise a autora teve que retomar aos princípios dos sistemas hipertextuais, procurando identificar se essas interfaces podem ser idealizadas para ser explorado de forma hipertextual, percebendo que os sistemas Zoom, Taxa de Variação e A Função, permitem a exploração de dois hipertextos, sendo eles: Topologia e Mobilidade dos centros que é devidamente apresentada em sua pesquisa para concluir que apesar de ter características de hipertextos, essas interfaces não podem ser consideradas hipertexto e para isso, a autora apresenta quatro características sobre o hipertexto que essas interfaces não as contempla, sendo elas: Metamorfose, Heterogeneidade, Multipluralidade e Encaixe de Escalas e Exterioridade.

No segundo episódio as análises foram realizadas através da Observação direta sob a perspectiva teórica da Aprendizagem Situada, através das ferramentas disponíveis no AVA da instituição, sendo elas: Fórum de discussão e Correio acadêmico, vídeos gerados e pelos textos dos alunos enviados por e-mail. No quadro de análise, apresenta uma síntese da participação de cada sujeito, a prática observadora que são as ações dos sujeitos em relação as atividades solicitadas, um texto descritivo do método de estudo que visa analisar as falas dos alunos sobre as ferramentas utilizadas para a construção do conhecimento em CDI, trazendo as falas de duas alunas, suas interações e prints das atividades que elas realizaram durante as oficinas.

Nas considerações finais, a autora começa relatando suas ansiedades sobre o término dessa pesquisa, em seguida retoma a questão de pesquisa e o termo de hipertexto, relatando os conhecimentos adquirido sobre esse termo em relação aos referencias como

em Nelson (1992) e Lévy (1998), bem como o referencial teórico, a forma como eles alunos interagem com os hipertextos do ambiente virtual realizando um resumo geral da análise dessas interações e suas observações em relação as limitações do AVA como uma contribuição para a limitação de exploração por parte do aluno. E finaliza enfatizando que essa pesquisa abre portas para um vasto campo de pesquisa, que é o EAD e a Educação Matemática.

4.2 Possibilidades para a inserção curricular de objetos de aprendizagem na educação matemática

Tema ligado à matemática: AO (Objetos de Aprendizagem- RIVED5)

Sujeitos da pesquisa: Professores

Em sua dissertação de mestrado, realizada na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Dantas (2009) realizou uma pesquisa cujo interesse é o estudo de material digital para a disciplina de matemática e isso se deu pelo fato do pesquisador ser um profissional de TI, um professor e possuir graduação em matemática. Devido a sua formação em TI, sentiu a necessidade de sempre ensinar a manipular um software como sendo algo novo para seus alunos, já que nem todos tem a facilidade de compreender e/ou manipular um novo software, a formação em recursos computacionais fundamental para a formação inicial e continuada dos professores, para que compreendam como uma ferramenta computacional contribui para a aprendizagem de seus alunos, como menciona o autor:

A tecnologia computacional favorece, sim, a fluidez da informação no ensino e na aprendizagem, agilizando, avolumando, disponibilizando e compartilhando saberes. Essa tecnologia “(...) permite criar material educacional digital usando multimídia com interatividade que torna mais efetivos os ambientes de ensino/aprendizagem apoiados na Tecnologia de Informação e Comunicação” (DANTAS, 2009).

Reforça, sobre a importância de se está atendo a sala de aula, principalmente os gestores, relata que esses até bloqueiam o acesso aos computadores e redes até dos professores, outras liberam o acesso a apenas para a sala de informática, pensando que esse espaço é suficiente para apoiar os anseios tecnológicos das aulas, o que aumenta a competitividade e falta de habilidades computacionais perca de interesse desses recursos em suas aulas, como enfatiza o autor, são inúmeras as desculpas para a não utilização do computador no planejamento pedagógico, mas mesmo assim, são diversas as pesquisas que estão surgindo dando enfoque ao uso de recursos tecnológicos para diversas disciplinas e níveis

de ensino, em especial disciplinas de Matemática, destacando em seguida os Objetos de Aprendizagem (OA), que o Autor define como:

É um material didático digital interativo que basicamente é utilizado no ambiente virtual, on-line, na internet. facilmente acessível, disponível para uso gratuito em alguns repositórios como o da rede interativa virtual de educação (rived5) do mec, o oa é um recurso para a aprendizagem que incorpora o computador e a internet e que deve ser considerado, principalmente na eb, e suas possibilidades de uso em diferentes contextos devidamente investigadas (DANTAS, 2009)

Finaliza o capítulo 1 apresentando a sua questão de pesquisa, denominada por: “Mas como o professor de Matemática da EB se manifesta sobre a possibilidade da inserção curricular do OA como um recurso auxiliar no processo de aprendizagem de seus alunos?”

No capítulo 2 de seu trabalho Dantas denomina com ‘A Educação’ começa relatando como o homem, como individuo vem ansiando pela evolução gradativa, para então, abordar como os povos primitivos construíam seus conhecimentos, passando pela Oralidade e a escrita, baseando em KENSKI, 2006, o autor destaca a partir desse discurso de transmissão de saberes, que a escola é o local que deve propiciar essas continuidades de costumes e transmissão do conhecimento para futuras gerações, realizando um estudo acerca da escola tradicional que se apoia na ideia que o professor é o detentor do conhecimento e o aluno o receptor e indo para o construtivismo baseado na

‘epistemologia genética de Piaget, que considera o aluno como um ser ativo que constrói e reorganiza seus conhecimentos de acordo com os estímulos do meio em que vivem. Sobre a aprendizagem Matemática, o autor inicia lamentando o fato de ter alunos nos corredores das escolas relatando medo da disciplina de matemática, suas inseguranças e dificuldades de aprendizagem, trazendo dados históricos recentes sobre a aprendizagem matemática, como os dados do SAEB, que apontam dados preocupantes acerca da aprendizagem de alunos do EF e do 3º ano do ensino médio que aponta os resultados desses dados como preocupantes:

O resultado é preocupante, pois se sabe que a não aprendizagem dos conteúdos programados para as séries do EF tem grandes implicações na aprendizagem dos conteúdos programados para o EM. E mais tarde, toda a não aprendizagem da EB irá refletir no curso superior e também na vida prática e profissional do adulto (DANTAS, 2009).

Apresenta a seguir uma discussão de como esse processo de ensino e aprendizagem da matemática, poderia se tornar significativa e prazerosa para esses estudantes,

principalmente numa época em que a tecnologia está inserida desde a infância na vida da criança, esses alunos são designados pelo autor de “nativos digitais” enfatizando a importância da escola se adaptar e utilizar de forma que essas interfaces venham agregar à formação desses estudantes.

O autor traz um estudo sobre o computador na educação, apresentando dois caminhos, aqueles que o computador é usado com programas de roteiros, que faz os alunos seguirem comando, sem criticidade sobre suas ações, nesse caso a máquina é quem comanda o aluno, no segundo o aluno quem comanda a máquina e para exemplificar essa ideia se apoia no Super LOGO, onde o programa oferece ao aluno conceitos lógicos matemáticos que o leva a formular hipóteses e comunicar com o computador criando conjecturas explorando figuras geométricas através dos comandos.

O LOGO tem o propósito de estimular o aluno a desenvolver seus conceitos espaciais, numéricos e geométricos, exercitando-os e depurando-os em diferentes situações (VALENTE, 1995). Assim, o aluno assume uma posição mais ativa na relação, instruindo o computador nas tarefas, comandando a máquina através de uma linguagem de programação (DANTAS, 2009).

Vendo que os computadores estão cada vez mais presentes nas propostas curriculares, o autor enfatiza a importância que esse não seja utilizado apenas como mais uma mídia de reprodução, mas sim buscar utilizá-lo como uma parte integrante do seu planejamento, como uma extensão da sua prática, para manipular e explorar informações antes inatingíveis por meios de tecnologias não digitais, como são os casos de demonstrações geométricas, análise de gráficos de funções, que com o dinamismo apresentado pelos softwares, favorece um processo de investigação e exploração de outras possibilidades.

A aprendizagem matemática, portanto, quando auxiliada pelo computador é diferente de quando feita simplesmente pelo uso do lápis e do papel, ao permitir um pensar no conteúdo de uma maneira mais ampliada. O efeito visual diferencia, aguça a participação do aluno e suas ações mentais, criando espaços para a reflexão. DANTAS 2009

Os OA através de seus artefatos de multimídia, possibilita essa interação do aluno com o computador para resolver problemas, destacando que esses recursos não têm o objetivo de substituir o professor e sim de ser mais um instrumento no processo de aprendizagem desses alunos de acordo com o ambiente em que vivem. Apresenta a seguir as principais características de uma OA, sendo elas: *Reusabilidade*, *Interoperabilidade*,

Granularidade, Granularidade e Metadados, apresentando o significado e o propósito de cada uma delas, trazendo como exemplo um OA criado por um aluno da 6º série do EF sobre “*A Semelhança através de Ampliações e Reduções de Figuras*”, ressaltando que a OA é um objeto de aprendizado e não um objeto de ensino, tendo como objetivo atender as necessidades de aprendizado dos alunos, mas estes, tem que ter um conhecimento básico sobre os navegadores de internet, pois a OA pode ter seu conteúdo distribuído em diversas interfaces.

Um OA pode ter seu conteúdo distribuído em imagens, sons, textos, comandos e sequenciamento. Isso possibilita criar o envolvimento do aluno em uma ação dialógica com o computador, permitindo a troca de informações entre o sujeito e o objeto. Isso se faz através do ritmo próprio do aluno, em um ambiente facilitador do aprendizado, caracterizando o “uso rico”¹⁷ do recurso digital (DANTAS, 2009).

Para a criação de uma OA, a autora destaca que existe uma equipe de profissionais por trás de sua elaboração, como pedagogos, profissionais de tecnologias, programadores, entre outros, existem ainda várias OAs para todas as disciplinas, não só para a matemática e que antes da sua disponibilização passa por critérios rigorosos de avaliação, cabendo ao professor, saber selecionar a OA que mais se ajusta a necessidade de seus alunos. No capítulo 6, o autor apresenta a sua metodologia de investigação dessa pesquisa como metodologia Qualitativa, realizando um estudo de caso combinando técnicas de coleta de dados, para obter descrições que apresentem a compreensão e interpretação de fatos relatados em entrevistas semi-estruturadas e nas observações realizadas pelo autor dessa pesquisa.

Sobre o estudo de caso, relata que sua origem se deu no campo da Medicina e Psicologia, utilizada para analisar os pacientes. Nas ciências humanas e sociais, o estudo de caso passa a ser utilizado para analisar uma unidade social, que nessa pesquisa é a sala de aula e tem por objetivo *aprofundar na compreensão do comportamento de uma unidade social com relação a algo a ser estudado* e pode ter características exploratórias, coleta de dados e análise de conteúdo, o autor fala detalhadamente sobre cada uma dessas características, explicando ainda sobre as técnicas de coletas de dados, sendo elas: a Observação, a entrevista e o Questionário para então adentrar nos objetivos da pesquisa.

Na trajetória metodológica, o autor apresenta as etapas da seleção e contato com as escolas, e após a escola se tornar disponível para a pesquisa, o autor procurou manter um contato com os professores afim de através de um formulário, entender a formação inicial

e continuada do professor e sua relação com a tecnologia digital, detalhando todo esse processo da seleção da escola e das respostas do questionário, esses professores tiveram um contato inicial com os OAs disponível no portal RIVED.

Sobre o RIVED, o autor realiza uma breve apresentação da plataforma e os critérios estabelecidos com os professores para a escolha dos OA utilizado na pesquisa, considerando que os professores já tinham conhecimentos dessas ferramentas, após a seleção dos OA foi criado critérios de análise dos AO, que foi numa escala de 1 a 5 sendo a pontuação máxima a ser alcançada é de 25 e a mínima 5 e uma classificação que ia de muito fraco a Muito bom, como mostra a imagem:

MUITO FRACO	-	de 5 a 9 pontos
FRACO	-	de 10 a 14 pontos
RAZOÁVEL	-	de 15 a 19 pontos
BOM	-	de 20 a 24 pontos
MUITO BOM	-	25 pontos

Fonte: Dantas 2009

A seguir o autor apresenta as OA que foram classificadas como “Bom”, “Razoável”, para o ensino fundamental e para o ensino médio, tendo quatro OA selecionada, sendo elas: Resolvendo equações através da balança, A matemática das plantas de casa, Decifrando mapas e Mundo da trigonometria, a seguir o autor apresenta a interface detalhada de cada uma delas.

No capítulo 7 o autor apresenta os resultados da pesquisa, começando com os dados do questionário, como o questionário é sobre a formação dos professores, o autor começa um estudo sobre o professor Brasileiro, apresentando dados divulgados no BRASIL, 2009, e INEP. Sobre os professores pesquisados apresentou os dados coletados no questionário, primeiro com relação a formação separando pelo gênero (masculino e feminino), abordando a formação baseada em pós-graduação e mestrado, comparando os professores que atuam na rede privada, estadual e municipal, fazendo sempre uma comparação da formação desses profissionais em relação a rede no qual atuam.

Quando se trata do uso do computador pessoal, a maioria dos professores tanto da rede pública quanto da privada, relatam acessar a internet pelo menos uma vez ao dia, para fazer algum tipo de busca, seja pessoal ou relacionada a algum assunto do magistério, dos professores que não realizam essa busca ou não acessam o computador pessoal/internet são da faixa etária de 41 a 50 anos, destacando que os professores mais jovens de magistérios utilizam com maior frequência o computador para fazer buscas na internet

sobre assuntos das suas disciplinas. Por não ser um nativo digital, o professor está tentando se adaptar a esse meio, como destaca o autor:

Estão, há algum tempo, buscando se adaptar a esse meio, procurando realizar pelo menos cursos de conhecimentos básicos de informática. De maneira especial, dentro de sala de aula, o professor sente a necessidade de “alcançar” ou se igualar ao seu aluno no uso dessa tecnologia. Essa necessidade surge pelo que Abreu (2006) chama de “inversão da hierarquia do saber” no cotidiano escolar, provocada pelo fato de que os alunos, pelo acesso freqüente à Internet, tornam-se bem informados, às vezes mais que os próprios professores.

Essa expertise do aluno em relação aos computadores/internet, gera no professor o desconforto, o que torna um desafio utilizar os computadores como um recurso educacional, para isso o autor destaca a importância da formação adequada quando se trata do uso de recursos computacionais desde a formação inicial do professor. A seguir o autor apresenta os dados levantados quando se trata da utilização de computadores por parte desses professores em suas aulas.

Sobre o uso do Objeto de Aprendizagem pelo professor, é destaca que dos 12 selecionados, todos reconheceram a importância do uso de recursos tecnológicos na educação, dos professores que não são resistente ao uso de tecnologias, pelas falas apresentadas na pesquisa, reforça o despreparo do professor com o uso da tecnologia, seja pelos constantes avanços e atualizações ou seja pelo fato dos alunos não terem medo da descoberta e isso gera um desconforto no professor que prefere continuar com sua aula tradicional. Os professores entrevistados também mostraram a sua preocupação com relação as estruturas das escolas para o trabalho com computadores e a falta de apoio técnico para eventuais problemas que possam surgir, a quantidade e qualidade dos produtos é outro problema e o investimento da escola para os recursos computacionais ainda é muito precário na visão desses professores. Mesmo com todas essas dificuldades, todos os professores reconheceram que os OA são recursos que podem ser utilizados com os alunos.

De maneira geral, tanto os professores da rede particular como os das redes públicas se manifestaram uníssonos quanto a percepção do OA como um recurso de aprendizagem a ser utilizado diretamente pelo aluno, através do computador, praticando a construção do seu próprio conhecimento.

Sendo assim, o autor apresenta as percepções desses professores no decorrer da exploração dos OA, suas dificuldades, deslumbres e sua visão acerca da utilização desses

recursos em suas aulas, o autor ainda, apresenta seus relatos que destacam seus medos, insegurança, deslumbre entre outros sentimentos e motivações.

No capítulo 08 o autor apresenta a sua conclusão, destacando que os professores reconhecem a importância do uso do computador no seu dia a dia e/ou como recursos educacionais. O autor, reforça a importância do uso do computador por parte do professor e apresenta um resumo da visão dos professores sobre as possibilidades do uso desse recurso em suas aulas e destaca a importância da constante capacitação dos professores para a utilização dos computadores. O autor menciona que a observação acerca do uso do computador pessoal, não era uma questão central de sua pesquisa, mas que se tornou elemento que o permitiu ter uma visão sobre a capacitação desses professores para o uso de OA, comparando a facilidade de utilização dos professores da rede pública, privada e federal no que se diz a facilidade na manipulação das interfaces.

Sobre os OA conclui-se que este é um recurso digital que auxilia os professores de Matemática na aprendizagem de seus alunos, esse reconhecimento de facilitador foi quase unanime entre os professores, reconhecendo o potencial desses recursos para o aprendizado dos alunos, seja na sala de aula ou em casa sozinho em seu computador, devido ao seu dinamismo e interfaces com cores, imagens, filmes dentre outros recursos, evidenciando em seguida os potenciais de suas interfaces. Destaca ainda as necessidades e dificuldades encontradas pelos professores quando se trata de utilizar o computador, desde os obstáculos técnicos, a necessidade da escola de cumprir conteúdo num curto período, até a relação quantidade de alunos x quantidades de computadores disponíveis nas escolas.

Por fim, finaliza apresentando uma nova possibilidade de uma nova pesquisa que busque olhar o aluno da educação básica utilizando as OA em seu processo de aprendizagem, sua interação com as interfaces, e as contribuições da OA nesse processo não somente na educação matemática, mas que analisassem essas contribuições como um todo.

4.3 Adquirir fluência e pensar matemática com tecnologias: uma abordagem com o SuperLogo

Objeto matemático: Geometria- Construções Geométricas

Sujeitos da pesquisa: Professores

Em sua dissertação de Mestrado, realizada na PUC/SP, Marcelino (2014) realizou uma pesquisa de caráter qualitativo que busca descrever uma investigação sobre o uso do software SuperLogo por um grupo de professores da Educação Básica de escolas públicas

do Estado de São Paulo, tendo como questão de pesquisa: “*De que maneira professores de Matemática que lecionam nos níveis de ensino Fundamental e Médio de escolas públicas podem utilizar o software SuperLogo em conjunto com seus conhecimentos de Geometria, a partir de uma perspectiva teórica que implique em adquirir fluência , pensar e elaborar temas com as tecnologias?*”

No capítulo um Marcelino (2014) apresenta as tecnologias digitais e construção do conhecimento matemático: a teoria do ciclo, apresentada por Oliveira (2014), o autor inicia destacando que as tecnologias digitais podem ter um impacto muito grande no ensino de disciplinas relacionadas a matemática e que o emprego da palavra mediadores quando se refere a prática do professor terá uma atenção especial.

As tecnologias abordadas por Marcelino, vão além dos dispositivos eletrônico, menciona também o que Lèvy chama de *Tecnologias da inteligência*, sendo elas a oralidade, a escrita e a informática, destacando que as Novas tecnologias não vem para substituir, mas sim, para redefinir as tecnologias anteriores. Neste aspecto, a formação dos professores de matemática para o uso de tecnologias digitais ou tradicionais impactará diretamente no processo de aprendizado de seus alunos, sendo assim, é importante que o professor adquira fluência em relação à tecnologia a ser empregada, começando pela exploração dos elementos da interface e a apropriação da lógica da interface em uso e a integração entre o conhecimento matemático e a resolução do problema por meio das interfaces.

Adquirir fluência em relação à tecnologia a ser empregada representa, para o professor, a primeira fase de um processo de uso de mídias em sala de aula que é, por sua vez, dividido em duas etapas relacionadas. Na primeira, ocorre a exploração dos elementos das interfaces (MARCELINO, 2014)

Neste sentido a primeira etapa dessa fase ocorre a exploração e a apropriação das interfaces e de suas lógicas, destacando que essa apropriação sempre foi importante, seja na oralidade, na escrita ou relacionado às mídias digitais. Na segunda etapa se destina à compreensão de como a tecnologia utilizada integra o conhecimento do objeto matemático estudado sob o ponto de vista de como a interface opera.

Por meio dessa perspectiva, torna-se possível compreender como um determinado software permite a intervenção do usuário sob o ponto de vista matemático, se por meio de comandos escritos ou ações de dispositivos como o mouse, por exemplo. Outra diferença é indicada por Oliveira (2014b), mencionando, como exemplo, as diferenças entre as interfaces de programas como o SuperLogo e o Geogebra: enquanto, no primeiro, explorar e adquirir conhecimentos prévios sobre as

propriedades matemáticas é fundamental para qualquer intervenção organizada (construir um triângulo equilátero de lados n , por exemplo), no segundo esta compreensão pode surgir posteriormente, se organizada nesse sentido. Lógicas, portanto, bastante distintas (MARCELINO, 2014)

Em se tratando do ensino da matemática essa lógica está destinada a entender como essas interfaces operam, como pode ser trabalhada com o objeto matemático e como se dá essa integração entre o conhecimento matemático e as interfaces utilizadas, portanto, a fluência tecnológica por si só não garante o aprendizado de qualquer conceito matemático, sendo apenas, mais um recurso que os aprendizes vão manipular para adquirir ou aprimorar um determinado conhecimento matemático, destaca que a estratégia utilizada pelo professor é muito importante, já que o trabalho didático utilizando tecnologias digitais, pode levar os alunos a adquirir outras fluências, considerando que esses recursos não substituem o trabalho do professor, mas sim que os recursos digitais servem apenas para processar mais dados em um intervalo menor de tempo.

O autor menciona que, ao abandonar essas duas etapas, como indicado por de Tikhomirov (1981) a tecnologia é indicada como uma reorganizadora do pensamento humano, estabelecendo um novo modo de mediação e parte integrante da construção da cognição humana, o que Borba e Villarreal (2005) chama de seres-humanos-com mídia.

De fato, quando se adquire fluência em determinada interface, a tecnologia correspondente começa a compor o cotidiano dos seres humanos, viabilizando distintas possibilidades e a própria reorganização do pensamento, da forma como indica Tikhomirov (1981). MARCELINO, 2014.

Na segunda fase, baseado em Oliveira (2014), Marcelino menciona que essa fase indica que alunos e professores passem a utilizar as interfaces para *investigar, conjecturar e experimentar* novas construções e possibilidades de resolução de problemas sempre em colaboração/cooperação com os demais.

Na terceira fase é possível desenvolver temas matemáticos integrado ao uso de determinada tecnologia em relação às pessoas, onde serão capazes de visualizar conjecturas de maneiras reflexiva, sendo capaz de discutir problemas cada vez mais complexo, tendo a mídia como uma extensão do pensamento de quem a utiliza.

Na última fase da teoria professores e alunos elaboram estratégias didática com o uso de tecnologias a partir das possibilidades sobre a qual desenvolveu a fluência, aprofundando e investigando novas possibilidades de resolver um problema matemático. Nessa etapa, o

conhecimento matemático não se diferencia da mídia utilizada e se precisar utilizar uma nova tecnologia, o processo continua em forma de um ciclo.

Neste sentido, Marcelino (2010) destaca que a teoria do ciclo irá subsidiar a análise buscando entender *como um grupo de professores de matemática da escola básica desenvolve e emprega conjecturas para a resolução de problemas a partir do emprego dos recursos do Software SuperLogo*.

No capítulo 2, Marcelino (2010) apresenta a teoria utilizada em sua pesquisa, denominada como Teoria das Situações didáticas (TSD) de Brousseau (2008), o elemento central dessa teoria é a Situação didática, fazendo um estudo de como ocorre a aprendizagem a medida que as situações são estudadas, apresentando o que é uma situação didática e uma situação adidática e destaca como a TSD será empregada em sua pesquisa, como sendo:

...a TSD será empregada como elemento de análise das interações levadas a efeito por um grupo de professores de escolas públicas do estado de São Paulo, tendo como interfaces tecnológicas computadores com o software SuperLogo, e como investigação uma série de problemas concebida para fazer tais sujeitos conjecturarem e evidenciarem os saberes necessários para o ensino de conteúdos matemáticos – construção de polígonos regulares e relações trigonométricas no triângulo retângulo, mais especificamente – a partir de uma lógica constituída pela teoria do ciclo, explicitada no capítulo anterior. A própria construção dos problemas contidos na situação didática adiante evidenciada considerou os pressupostos da TSD para sua estruturação. MARCELINO (2014).

Dessa forma, evidencia que em sua análise das atividades será levado em consideração os movimentos do sujeito ao longo das dialéticas, ação, formulação, validação e institucionalização.

No capítulo 03, aborda o SuperLogo como interface e elemento do “fazer com tecnologias”, começando pela abordagem construcionista, na visão da Teoria do Construtivismo de COLL (2007), fazendo uma abordagem sobre essa teoria. Em seguida define a linguagem logo como sendo uma linguagem de programação voltada principalmente para o trabalho educacional, sendo uma linguagem programação procedimental, estruturada em dois modos de execução, sendo um de posterior execução e um de execução imediata. Menciona também que o aprendiz em algum momento também se torna um programador, levando o aluno a conjecturar, experimentar, visualizar, modificar as suas ações, o aprendiz coloca a tecnologia a seu serviço, deixando de ser um mero reprodutor de comandos. A seguir, o autor apresenta os principais

comandos do SuperLogo, com imagens que mostram os comandos, que é tão importante para os leitores de sua pesquisa.

Do ponto de vista de sua pesquisa, Marcelino compreende a necessidade de promover o desenvolvimento da fluência por partes dos sujeitos em relação as interfaces, e como os sujeitos das oficinas podem pensar-com-o-SuperLogo usando suas interfaces para dar significado aos conhecimentos matemáticos que se quer produzir.

No capítulo quatro, o autor apresenta a sua revisão de literatura, apresentando os textos coletados, lidos e comentados, sendo os autores:

- Motta (2008) que promoveu atividades com o SuperLogo para a aprendizagem de Geometria para alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental.
- Lima (2009) este trabalho destacou o processo de ensino-aprendizagem de programação de computadores por alunos de um curso superior de Sistemas da Informação, com o objetivo de constatar a relevância da linguagem de programação Logo, como instrumento que venha facilitar a aprendizagem de programação.
- Araujo (2010) este trabalho foi selecionado pelo autor pelo fato, de ser uma pesquisa qualitativo que teve por base a Teoria das situações didáticas, com análise semelhante a utilizada por Macelino, embora, não tratasse do Super-Logo seria pertinente a sua pesquisa.

No capítulo cinco, o autor apresenta a sua metodologia de pesquisa como sendo de caráter qualitativa, pois teve-se a necessidade de efetuar a descrição dos sujeitos no ambiente de pesquisa, e a partir delas tentar responder a sua questão de pesquisa. A seguir apresenta a organização das sessões e o ambiente das pesquisas, sendo quatro sessões como descritas abaixo pelo autor:

- 1ª sessão: apresentação dos objetivos das oficinas e do projeto ao qual estavam ligadas; apresentação do *software* SuperLogo 3.0; distribuição dos questionários e respectivos esclarecimentos; primeiras atividades;
- 2ª sessão: atividades com o SuperLogo 3.0 e respectivas discussões;
- 3ª sessão: atividades com o SuperLogo 3.0 e respectivas discussões;
- 4ª sessão: atividades remanescentes; discussões coletivas sobre as sessões anteriores; relato dos professores sobre as oficinas e a participação de cada um; encerramento.

Fonte: Marcelino (2014)

Essas oficinas foram realizadas na sala de informática da escola, ressalta que a sala era bem espaçosa e os móveis bem distribuídos, o que favorecia a ergonomia do ambiente. A

seguir, o autor apresenta a descrição dos sujeitos, sendo três professores de matemática que atuam nos níveis fundamental e média de uma escola de Guarulhos. Os instrumentos utilizados foram: entrevistas informais, um questionário com três perguntas, construções Geométricas, especificamente Triângulos e suas propriedades, o quarto instrumento foi construído para a análise e visa afirmar que a concepção do instrumento previa o trabalho colaborativo entre os participantes, considerando as dialéticas adidáticas, ação, formulação, validação, bem como o momento da institucionalização, sendo o software SuperLogo a variável didática do experimento e suas interfaces compõem o *Milieu*, as atividades e sua proposta foi apresentadas pelo autor e consistiam em:

- A construção de um quadrado de lado 100 passos de tartaruga
- Construção de um triângulo equilátero de lado 100 passos de tartaruga
- Construção de um quadrado de lado n passos de tartaruga
- Construção de um polígono n -regular, com lado medindo m passos de tartaruga.
- Construção de um triângulo retângulo equilátero, dados os lados iguais de medida n ;
- Construção de um triângulo qualquer, dados as medidas n de um dos lados e um dos ângulos.

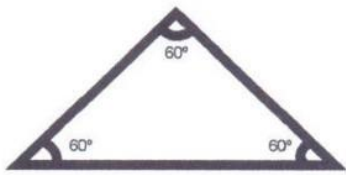
No capítulo seis, o autor apresenta as análises das atividades apresentadas acima, começando apresentando o seu plano de análise, como sendo:

A análise dos dados envolve as descrições obtidas com base nas respostas dos sujeitos ao questionário (Anexo II), nas resoluções da atividade escrita envolvendo triângulos (Anexo I) e nas construções da atividade com o SuperLogo (Anexo III), sob o ponto de vista da base teórica eleita para esta investigação, que inclui a Teoria das Situações Didáticas (Brousseau, 1986; Brousseau, 2008; Almouloud, 2007), a teoria do ciclo de uso das tecnologias por professores (Oliveira, 2014) e o constructo seres -humanos-com-mídias (Borb e Villarreal, 2005). MARCELINO (2014)

O Autor menciona ainda, que as suas análises procurarão contemplar a correlação do perfil do professor, destacar as dialéticas de ação-formulação-validação, explicar a correlação entre o conhecimento matemático do professor e sua correlação com o software e identificar o percurso dos sujeitos ao longo das atividades.

O autor apresenta nas etapas seguintes de forma detalhada como é o perfil de uso das tecnologias pelos sujeitos, para isso, considerou as respostas do questionário contendo três perguntas, descrevendo o enunciado de cada pergunta, as respostas dadas por cada sujeito, e sua análise baseado nessas respostas.

Para verificar a Mobilização de conhecimentos matemáticos pelos professores, com o auxílio de tecnologias tradicionais, foi solicitado que esses professores escrevessem procedimentos cujas resoluções sejam alguns tipos de triângulos, apresentando a seguir cada questão e as respostas dadas pelos sujeitos em forma de quadros, abaixo, temos uma imagem que mostra como foi estruturada esse critério de análise.

Quadro 1 – Construção das respostas ao item a	
Proposta	
	
Respostas	
<p>Professor 1 Nomeou os ângulos: A (inferior esquerdo), B (inferior direito), C (superior)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Traço um segmento AB; • Construo um segmento de 60° em cada extremidade do segmento; • A intersecção dos lados dos ângulos construídos será o vértice do triângulo (c);
<p>Professor 2</p>	<p>É um triângulo equilátero. Traçaria uma reta de n centímetros. Em cada extremidade, com o transferidor traçaria o ângulo de 60°. A partir de cada um destes pontos (após marcar os ângulos) vou traçar os outros lados do triângulo de n centímetros.</p>
<p>Professor 3</p>	<p>Traçar um segmento AB de medida qualquer; tomar esta medida com o compasso; colocar a ponta seca em A e fazer um arco; o mesmo para B. O ponto de intersecção destes arcos será o terceiro vértice do triângulo.</p>

Fonte: Marcelino (2014)

E assim foram apresentadas as respostas dadas por cada professor quando foi solicitado que descrevessem como construir um triângulo, dada a medidas de seus ângulos internos todos iguais a sessenta graus. E assim, foi realizado para cada atividade, além de trazer a análise do autor dessa pesquisa, apresentando com mais ênfase os equívocos conceituais apresentados pelos sujeitos, foram ao todo cinco questões. Nas análises relativas ao SuperLogo, o autor menciona que:

O que se percebe, então, nas resoluções apresentadas pelos professores é uma trajetória que indica que o desenvolvimento da fluência apoia, senão a aprendizagem, a reorganização dos constructos cognitivos empregados para que determinado problema encontre um problema encontre uma proposta de resolução. MARCELINO (2014)

Esta etapa se apoiou na primeira fase da teoria do ciclo, que consistia em apoiar os sujeitos na exploração lógica das interfaces, sendo assim, o autor comenta cada atividade com o SuperLogo proposta, considerando a organização dos professores, a postura dos professores frente as atividades que poderia leva-los a cometer erros, como eram as ações dos professores frente a seus erros, as experimentações realizadas com o auxílio das

interfaces, essas interfaces ainda estavam sendo apropriada pelos sujeitos, o que causou uma dificuldade nas atividades iniciais.

A análise esquemática foi apresentada num quadro, para cada atividade, segue abaixo o exemplo do quadro de análise da atividade um.

Quadro 6 – Análise esquemática da primeira atividade, quarto instrumento		
Movimento dos professores	Dialética (Teoria das Situações Didáticas)	Correlação com a teoria do ciclo
Ações pontuais de experimentação de comandos; uso de comandos do SuperLogo com insucessos.	<i>Ação</i>	Uso do <i>software</i> para explorar os elementos da interface (desenvolvimento de fluência em nível elementar).
Retomar a lógica da atividade anterior; pensar no conceito de quadrado; relação entre os comandos e a construção.	<i>Formulação</i>	Uso do <i>software</i> para explorar os elementos da interface; Apropriação da lógica da interface (como fazer segmentos e ângulos <u>especificamente</u> no SuperLogo).
Comentar e comparar as construções obtidas por cada um;	<i>Validação</i>	Experimentação e visualização das construções (componentes básicos de pensar com as tecnologias)
Discussões coletivas, com a orientação do pesquisador.	<i>Institucionalização</i>	Experimentação e visualização das construções

Fonte: Marcelino (2014)

O autor apresenta na sequência imagens das construções dos professores, que evidenciam a apropriação das interfaces e o pensar com o SuperLogo no decorrer das atividades. Nas considerações finais, o autor retoma o problema de pesquisa, esclarecendo que os professores participantes da pesquisa, até o momento, não haviam trabalhado com nenhuma tecnologia digital em suas aulas de matemática, a justificativa foi as condições físicas das escolas quando o assunto é a sala de informática. Retoma ainda, como foram na sua visão, o desenvolvimento dos professores nas atividades com tecnologias tradicionais e com o uso do SuperLogo, destacando que nesta última, o processo navegou por duas etapas da teoria do ciclo, que consiste na exploração das interfaces e compreender a lógica da mesma e que o pensar com o SuperLogo, começou nas dialéticas ação, formulação e validação, o uso do software se torna um estimulante do pensamento matemático pela visualização e experimentação.

Sobre a teoria do Ciclo, o autor conclui que os pressupostos dessa teoria surgiram de forma clara nas duas primeiras fases, destacando que em contato com sequências didáticas que estimulam a aquisição de fluência tecnológica por parte dos professores, os mesmos passam a entender que é possível construir um novo conhecimento matemático a partir de um coletivo de seres-humanos-com-mídias.

Finaliza recomendando pesquisas futuras que usem o SuperLogo e que busquem trabalhar com outros objetos matemáticos, afim de observar se a lógica da interface muda e em que medida e pesquisas que podem avançar até o último aspecto do ciclo.

4.4 Uma abordagem para a construção de triângulos e do Teorema de Pitágoras mediada pelo software SuperLogo

Objeto matemático: Geometria- Construções Geométricas

Sujeitos da pesquisa: Alunos

Em sua dissertação de mestrado, realizada na PUC/SP, Gonçalves (2014), realizou uma pesquisa que visa investigar como se dá o processo de aprendizagem da construção de triângulos e do teorema de Pitágoras, tendo como sujeitos dez estudantes do ensino fundamental que participaram de quatro sessões de atividades. tendo como questão de pesquisa: *De que forma uma estratégia pedagógica baseada na criação de situações didáticas, com uso do software SuperLogo, pode concorrer para a construção de aprendizagens significativas relacionadas às construções geométricas?*

Do ponto de vista de sua problematização, a autora destaca elementos da geometria, em especial de construções geométricas no ensino de disciplinas de Geometria, aborda também o contrato didático de Brousseau (1997) e a utilização de roteiros na realização de construções Geométricas.

Sobre a utilização das Tecnologias da Informação e comunicação (TICs) a autora se ampara inicialmente nos PCNs e nos seguintes referenciais, Kenski (2007) para mostrar a importância do uso de tecnologias no decorrer da evolução humana e como uma facilitadora da educação, se apoia em Lèvy (1993) para destacar a importância do uso de computadores e seu impacto na sociedade, além de destacar as tecnologias chamadas de ‘Tecnologias da Inteligência’, sendo elas a oralidade, a escrita e a informática, a autora realiza uma descrição dessas tecnologias, e Oliveira (2013) que faz um estudo crítico acerca da importância do uso de tecnologias digitais na educação, não para reproduzir roteiros, mas mostrar a importância de criar estratégias que favoreça o pensar com tecnologias, com um pensamento diferenciado, pois considera que as mídias atuam como um reorganizador do pensamento cognitivo de quem as utiliza.

Sobre o objeto matemático, a escolha foi do Teorema de Pitágoras, em especial a construção de triângulos e justifica a sua escolha apresentando que esse objeto é

frequentemente utilizado para resolver problemas de diferentes áreas da ciência, começa então a fazer um estudo histórico acerca desse objeto.

No problema de pesquisa e embasamento teórico, a autora começa demonstrando suas inquietações acerca do tema e questões pessoais que a levaram a essa pesquisa, apresenta o software escolhido, como sendo o SuperLogo, fazendo uma apresentação do software, como aspectos técnicos, o seu desenvolvedor, destacando que apesar de sua linguagem parecer complicada, pode ser utilizado por crianças, pois possui alguns elementos bem simples, tornando um estímulo para os alunos.

Para as análises, a pesquisa utilizará pressupostos da teoria das Situações Didáticas e a noção de contrato didático e a teoria da aprendizagem Significativa de Ausubel (1970). Após apresentar as teorias, a autora faz um estudo de como outros trabalhos influenciaram a sua pesquisa, para isso foi levantado pesquisas que abordam Construções Geométricas com a utilização de alguma tecnologia digital, em especial o SuperLogo, foram levantados e comentados pela autora os trabalhos:

- Bastian (2000) realizou um mapeamento de pesquisas que apontam as dificuldades dos erros mais comuns dos alunos a este ente matemático.
- Zuin (2001) sua pesquisa oferece um panorama do ensino das construções geométricas.
- Jesus (2008) Também aborda em sua pesquisa o campo das construções Geométricas
- Motta (2008) utiliza em sua pesquisa o SuperLogo como um software mediador para o ensino de Geometria

Essas análises deram para a autora subsídios para a construção da sequência didática, direcionada para alunos do 8º ano do Ensino Fundamental II de um colégio particular de Guarulhos.

No capítulo de sua pesquisa, Gonçalves aborda o seu quadro teórico, apresentando de forma detalhada as teorias: Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel, A teoria das Situações Didáticas e contrato didático de Brusseau. Ainda neste capítulo a autora discursa sobre o tema das tecnologias como constructos interligados às pessoas nas situações didáticas: possibilitando mediadoras, para tal, utiliza como referencial o Lévy (1993), Borba e Villareal (2005) e Oliveira (2013).

Para abordar os aspectos da evolução das técnicas de comunicação utilizadas no decorrer da evolução da humanidade, a autora se apoia nas chamadas tecnologias da Inteligências

de Lévy (1993) a oralidade (oralidade primária e secundária), a escrita e por fim a informática, realizando uma correlação dessas inteligências no decorrer da evolução humana.

Embora não sejam raras as visões pessimistas e estereotipadas a respeito dessa evolução cultural, é importante notar que os três tempos descritos anteriormente complementam-se, uma vez que ainda é possível observar na sociedade atual outras formas e ritmos de transmissão de informação que não aqueles baseados essencialmente na informática, como palestras, grupo de discussão (oral), leitura e escrita de livros etc. GONÇALVES (2014)

Sendo assim, as tecnologias não tem o proposito de substituir o que já foi construído pela humanidade, como a oralidade e a escrita, ela veio para somar, para levar ainda mais longe a cultura e os conhecimentos que são adquiridos no decorrer dos tempos, a informática veio para aprimorar a oralidade e a escrita.

Sobre a importância dessa integração das tecnologias como uma extensão do pensamento humano, a autora aborda o constructo teórico dos seres-humanos-com-mídias de Borba e Villareal (2005), que tem como objetivo conceituar as tecnologias no campo educacional, visando rejeitar a ideia de que as tecnologias possam substituir o homem em suas tarefas intelectuais e a teria da suplementação que propõe que o papel do computador é o de aumentar o volume de processamentos de informações, a autora então, defende a ideia que as tecnologias podem ser definidas como uma reorganizadora do pensamento humano.

[...] definir a tecnologia como reorganizadora da forma como os seres humanos pensam. Esse ponto de vista é justificado pelo fato de que o uso de programas computacionais e suas interfaces cria uma nova forma de mediação, na qual o computador serve como ferramenta da atividade mental das pessoas. Surge, portanto, uma nova atividade humana que, por conseguinte, demanda uma nova forma de pensamento. GONÇALVES (2014)

Nesse sentido, os seres humanos e as tecnologias são vistos como uma unidade indissociável, onde a produção do conhecimento é o produto das relações entre os seres humanos e as interfaces das mídias utilizadas. Se tratando da educação, a autora reforça que as mídias não podem substituir os objetos de estudos, mas a partir da relação existentes com os seres humanos, podem ser construídos um novo tipo de conhecimento, sendo as tecnologias uma mediadora no processo de aquisição do conhecimento.

A seguir a autora aborda a teoria do ciclo de formação de professores para o uso de tecnologias na educação Matemática, apresentada por Oliveira(2013), propõe uma reflexão a respeito das fases que envolve a implantação de tecnologias em sala de aula, para isso, os seres humanos tem de estar em envolvidos no processo, buscar dominar ferramentas inerentes as interfaces utilizadas , tornando essas interfaces uma extensão do seu pensamento e da sua memória. Para isso deve se considerar duas fases importantes desse processo, a primeira é a exploração dos elementos das interfaces e a segunda é a apropriação da lógica da interface em uso, processos esses, tão importante quando se trata de adquirir determinada fluência.

[...] A exploração dos elementos da interface está associada à desenvoltura na utilização da tecnologia, isto é, compreender o funcionamento da interface e utilizá-la por meio de seus comandos principais. Já a apropriação da lógica das interfaces consiste em compreender a maneira pela qual a tecnologia considera a perspectiva matemática, isto é integrar a matemática envolvida na resolução de determinado problema à forma de operação da interface. GONÇALVES (2014)

A autora reforça que, uma vez adquirida a fluência em determinada interface, a tecnologia passa a fazer parte do cotidiano dos seres humanos, reorganizando a sua forma de pensar e agir, se tratando de estudantes, a fluência em determinada tecnologia, o estudante passa a conjecturar, experimentar utilizando a interface afim de tentar formular respostas para os problemas matemáticos proposto sendo capaz de promover uma discussão com os pares e com os seus professores a partir de um processo de colaboração e cooperação. Na terceira fase, inclui-se a ampliação da exploração de conteúdos matemáticos por meio da exploração e da experimentação na resolução de problemas. Na quarta fase dessa teoria, implica na elaboração de estratégias por parte dos estudantes para resolver problemas utilizando a tecnologia e ser capaz de usar esses conhecimentos e aplicá-los em diferentes contextos, favorecendo o percurso investigativo autônomo, ressaltando que para que isso ocorra, o professor tem de elaborar estratégias didáticas coerentes, para que a tecnologia digital escolhida por ele, seja adequada para resolver o problema matemático proposto. No capítulo 2, a autora aborda os aspectos metodológicos de sua pesquisa. A metodologia utilizada é a qualitativa, por meio de análise de conteúdo, que visa *analisar como se dá o processo de aprendizagem de construções geométricas e conceitos de geometria plana relacionados ao tema proposto a partir da utilização do Software SuperLogo*. Logo em

seguida a autora justifica de forma clara a escolha dessa metodologia e como ela se adequa ao seu objetivo de pesquisa.

Na descrição dos sujeitos, a autora menciona que foram selecionados um grupo de dez estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental II de uma escola particular de Guarulhos que participaram da pesquisa, o ambiente da pesquisa foi o próprio colégio, a autora não cita o nome do colégio, mas discorre sobre suas características físicas e corpo docente. Para a realização da sequência didática a autora menciona que os alunos dispunham de tecnologias necessárias para a realização das atividades, sendo tecnologias tradicionais (lápiz, compasso, régua, transferidor...) e computadores já com o software SuperLogo instalado. A seguir, a autora apresenta as características e interfaces do software, apresentando uma tabela com a lista de comandos que foram utilizados no SuperLogo e suas respectivas funções, apresentando suas vantagens para a utilização pelos alunos.

A vantagem, da utilização desse software reside na possibilidade do aluno elaborar conjecturas livremente e experimentá-la, verificar seus acertos e erros e, por fim, refletir a respeito de sua resolução. Esse processo investigativo exige que o aluno planeje sua resolução, escolha os movimentos necessários e, então teste a veracidade das hipóteses formuladas. GONÇALVES (2014)

Reforça que os recursos utilizados na pesquisa foram minuciosamente escolhido afim de favorecer a interação dos sujeitos, o que norteou os instrumentos de sua pesquisa. Os alunos segundo a autora, tiveram a oportunidade de retomar conceitos acerca da geometria e as atividades foram elaboradas levando em consideração esses conceitos aprendidos.

Com relação a realização das atividades foram divididos por encontros. Os dois primeiros encontros tinham como objetivo ambientar os alunos em relação ao software proposto, menciona que essa ambientação se deu na apresentação dos comandos básicos, a autora nesse momento não deixa claro como foi realizada essa apresentação, se foi por meio da exploração dos próprios alunos sem a sua intervenção, ou se ela apresentou cada comando, pela descrição evidencia que seja a segunda opção. No terceiro encontro os alunos construíram triângulos retângulos utilizando os suportes estáticos e os suportes dinâmicos, as atividades favoreciam a descoberta das relações existentes entre a medidas dos lados de alguns triângulos retângulos. O quarto encontro proporcionou aos estudantes um maior contato com o teorema de Pitágoras e poder aplicá-las em outras situações.

Para as análises, a autora criou: categorias descritivas, elementos das situações propostas que possam influenciar na resolução das questões por parte dos estudantes, variáveis didáticas. A autora apresenta as categorias de análise que são apresentadas na imagem abaixo:

- Influência do processo investigativo, como nova configuração do contrato didático sobre a aprendizagem dos alunos a respeito dos temas matemáticos eleitos;
- Influência do processo investigativo sobre a construção de aprendizagens significativas a respeito dos objetos matemáticos eleitos;
- Influência dos suportes empregados nas atividades sobre a aprendizagem dos sujeitos sobre os temas matemáticos eleitos.

Fonte: Gonçalves (2014)

A autora enfatiza que essas categorias e as variáveis didáticas, são partes fundamentais que compõem sua análise, que está estruturada pelos encontros e atividades propostas. Em sua análise a autora apresenta divididos em tópicos divididos por encontros e em cada encontro, faz a discussão em subtópicos de cada atividade realizadas, descrevendo as orientações dadas aos alunos, quanto a deixar na folha seus erros e os orientava sempre que eles tentavam apaga-los para recomeçar.

Em cada atividade a autora apresenta o objetivo, a descrição da atividade, análise do ponto de vista didático e a análise do ponto de vista matemático, realiza uma descrição de como foi o andamento da atividade, a interação dos participantes com a atividade e suas evoluções no decorrer do percurso. A partir da atividade 2, a autora apresenta também, a fala dos alunos através da escrita, rascunhos de suas resoluções, fotos da tela quando utilizavam o SuperLogo, o que dá ao leitor uma clareza de como foi o processo, dando a possibilidade de repetir essa investigação ou de pensar em readaptá-la em outro contexto. As análise a partir da atividade dois são analisadas de acordo com as dialéticas da ação, formulação, validação da teoria das situações didáticas, que são apresentadas através de um quadro, destacando que esses dois primeiro encontros, superou as suas expectativas como pesquisadora, e o texto explora de forma clara e dá ao leitor essa sensação de superação das expectativas por parte dos estudantes, com seus relatos, torna o processo prazeroso para o leitor, essa estrutura de análise se repetiu em todas as atividades, considerando a descrição de acordo com a exploração de cada atividade.

Nas suas considerações finais, a autora reforça suas motivações de pesquisa, reforça a importância do auxílio que os estudos de outras pesquisas contribuíram para a sua pesquisa, retomando assim o problema de pesquisa, bem como a estruturação e a importância da sequência didática e do Software SuperLogo como um recurso que contribuiu para a apreensão do Teorema de Pitágoras.

Sobre as atividades a autora retoma o principal propósito de forma geral, que era levar os alunos a uma reflexão a respeito dos comandos necessários para a construção das figuras, utilizando e manipulando seus conhecimentos prévios. A seguir faz um panorama sobre a teoria utilizada a TSD e como ela auxiliou na percepção e aplicação da sequência didática.

Relata como se deu o processo da construção da sequência didática, destacando que também levou em consideração a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (2002). A escolha do software SuperLogo como mediador da sequência didática retomando seus principais referenciais teóricos.

Retoma as principais conclusões de sua análise em relação aos alunos em cada atividade realizada e suas percepções acerca da contribuição da sequência didática para um melhor entendimento por parte dos alunos.

Finaliza sua pesquisa mencionando que acredita que os dados foram satisfatórios para sua pesquisa, acredita que essa pesquisa possa ser aplicada em outros contextos e haja um aperfeiçoamento e a análise de outros elementos não destacados pela autora, Por fim, a autora espera que os seus resultados colaborem para o ensino de construções geométricas.

4.5 Investigações em geometria plana com interfaces digitais: um estudo sobre

Homotetia

Objeto matemático: Homotetia

Sujeitos da pesquisa: Professores

Em sua dissertação de mestrado, realizada na PUC/SP, Lima (2016) realizou uma pesquisa de caráter qualitativo, delineada como estudo de caso, que teve como tema matemático a homotetia e, como sujeitos, um grupo de nove professores da escola básica. Para efetuar a coleta de dados, o autor organizou um curso relacionado ao tema, do qual participaram os sujeitos, oferecido por meio da plataforma Moodle e que também teve encontros presenciais. Neste curso, foi proposta uma sequência didática com base em problemas ligados à homotetia, prevendo que ocorressem interações entre os

participantes, que se organizavam da forma que achassem mais produtiva, valendo-se das ferramentas do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle, como o fórum de discussões, por exemplo, bem como diálogos que ocorriam em reuniões presenciais. Além disso, foram organizadas intervenções que empregaram o software GeoGebra e as chamadas *tecnologias tradicionais*, como lápis, papel, régua e compasso para a resolução dos problemas matemáticos. Neste sentido, as propostas de resolução dos problemas, feitas pelos participantes, foram analisadas à luz do referencial teórico adotado, que incluía o constructo *seres-humanos-com-mídias* (BORBA; VILLARREAL, 2005) e de fluência em interfaces digitais e ciclos de formação (OLIVEIRA, 2014).

Deste ponto de vista, em sua problematização, o autor destaca elementos históricos, epistemológicos e didáticos que cercam o tema, para eleger, como questão norteadora para a investigação, a seguinte proposição:

De que maneira se caracteriza um percurso de estudo e investigação, envolvendo professores de Matemática da Escola Básica, acerca do tema “Homotetia” e de tópicos matemáticos correlatos, realizado a partir de uma proposta que envolve tanto a resolução de atividades por pessoas-com-tecnologias como o desenvolvimento de fluência em relação às interfaces empregadas? (LIMA, 2016, p. 19).

No capítulo 1 de seu trabalho, Lima (2016) traça uma perspectiva histórica acerca do tema escolhido, tomando por base, principalmente, os escritos de Roque (2012). Deste ponto de vista, assevera o autor:

Entretanto, o formalismo não era a motivação principal da época dos estudos gregos. A geometria, como aponta a autora, tem suas bases em uma atividade essencialmente prática – ainda que abstrata – de resolver problemas. Disto destaca também que, a partir do encadeamento dedutivo das proposições, uma das explicações possíveis para a organização didática dessa obra é seu provável cunho pedagógico, organização que não se faz presente em boa parte dos materiais didáticos disponíveis atualmente. Para a autora, ainda, uma das razões possíveis para a escolha da régua e do compasso nas construções pode ter sido uma opção pedagógica. Na verdade, apesar de Euclides não ter afirmado em lugar algum de sua obra, que as construções tenham que ser feitas com retas e círculos, o mesmo não pretendia impor uma restrição, mas indicar uma otimização, pois as construções feitas desse modo seriam mais simples e não exigiriam nenhuma teoria adicional que as fundamentasse (LIMA, 2016, p. 24).

Além do exposto, Lima (2016) indica que a ideia de semelhança, fundamental para estruturar os estudos sobre homotetia, possuía um estatuto formal desde a época assinalada, nos estudos históricos, como aquela em que Euclides teria feito seus

apontamentos. Em seguida, o autor aborda a noção de semelhança, construindo argumentações de caráter epistemológico sobre este conteúdo, para, depois, construir demonstrações acerca do Teorema Fundamental da Proporcionalidade, incluindo casos de homotetia, inclusive pontuando as distinções entre esta transformação específica e os casos gerais de semelhança. Não obstante, ainda, o discurso do autor prossegue, com demonstrações de casos de semelhança (*Lado-Lado-Lado*; *Ângulo-Ângulo-Ângulo*; *LadoÂngulo-Lado*) e acerca da semelhança em triângulos retângulos.

Em seu capítulo 2, Lima (2016) trata do referencial teórico da pesquisa, de forma coerente em relação à questão levantada inicialmente, e que trouxe aportes relativos ao constructo *seres-humanos-com-mídias* (BORBA; VILLARREAL, 2015), além de contar com as intervenções de autores como Lévy (1993) e Oliveira (2014), entre outros. Neste sentido, Lima (2016) indica que o conhecimento matemático é pensado/criado a partir de um coletivo que reúne pessoas e tecnologias, desde aquelas vistas como mais tradicionais, como régua e compasso, até as mais sofisticadas interfaces computacionais. Ao indicar esta relação entre a construção do conhecimento matemático e o uso de interfaces, o autor pontua que isto sempre ocorreu, mencionando as asserções de Lévy (1993), que chama de *tecnologias da inteligência* à oralidade, à escrita e à informática, bem como indica as diferentes intervenções possíveis a partir de tais tecnologias. Especificamente em relação às tecnologias digitais, Lima (2016) destaca algumas das possibilidades abertas quando se empregam estratégias didáticas que preveem o uso de softwares, por exemplo, principalmente aquelas relacionadas à visualização, à experimentação e ao dinamismo. Valendo-se dos estudos de Tikhomirov (1981), o autor indica que estas características são importantes para que as tecnologias concorram na reorganização do pensamento, permitindo a exploração de aspectos relativos à observação de propriedades típicas dos objetos matemáticos por meio de suas representações dinâmicas, o que ocorreria, por exemplo, por meio de recursos como o de *clicar-e-arrastar*, presente em boa parte das interfaces destinadas ao estudo de temas matemáticos.

Ainda no capítulo 2, o autor destaca a importância do desenvolvimento de fluência em relação às tecnologias empregadas, sem descuidar do fato de que o uso de tecnologias deve estar previsto em um contexto de estratégias didáticas, sem o que poderiam perder completamente o sentido. Ao indicar que a escolha de certas tecnologias abre um leque de possibilidades ao mesmo tempo em que impõe algumas restrições, autor argumenta:

[...] se é certo que o conhecimento matemático deve orientar o processo, a constituição de certa desenvoltura nas interfaces tecnológicas solicitadas não deve ser desprezada. Quando há a mobilização de uma mídia nova em um processo de construção de conhecimento, surgem desafios a superar. Neste sentido, os esforços em torno da construção de habilidades específicas em relação às tecnologias eleitas independem da natureza das mesmas, o que equivale dizer que mesmo instrumentos vistos como mais “simples” ou portadores de menor potencial de dinamismo, como esquadros, transferidores, réguas, lápis-e-papel, entre outros, não prescindem daquilo que Oliveira (2013) chama de fluência no uso das mídias (LIMA, 2016, p. 40).

Com base nos estudos de Oliveira (2013; 2014), o autor indica que a fluência em tecnologias não ocorre de forma descolada de outra forma de fluência (ou de saber), caracterizada pelo conhecimento matemático dos indivíduos. Além disso, a fluência deve ser considerada a partir de duas perspectivas, a de *exploração de elementos da interface* e a de *apropriação da lógica da interface*, como destacado por Oliveira (2013). Neste sentido, a apropriação, por parte dos usuários, de tecnologias adequadas para cada uma de suas intervenções no campo da pesquisa e do estudo de temas matemáticos, passaria por um ciclo, dinâmico, não-linear e passível de um sem-número de interrelações, composto por etapas como *desenvolvimento de fluência na tecnologia, pensar como tecnologia, explorar e desenvolver temas a partir das tecnologias e elaborar estratégias com a tecnologia*.

No capítulo 3, relativo à metodologia, Lima (2016) caracteriza a pesquisa como estudo de caso. Em seguida, descreve os nove participantes da pesquisa (sujeitos), a maioria composta por professores da escola básica. Também indicou as dificuldades que os sujeitos apresentaram para usar o Moodle e o GeoGebra e as providências que tomou para superá-las, em atenção à importância da fluência nas interfaces para a consecução das atividades. Também relata a ocorrência de três encontros presenciais e a forma como ocorreram as interações, com destaque, também, para as dificuldades que os sujeitos manifestaram ter em relação à geometria. Após estas asserções, Lima (2016) descreve brevemente a plataforma Moodle e o software GeoGebra. Ainda no capítulo 3, em continuidade, o autor descreve os instrumentos empregados na coleta de dados, que foram constituídos, principalmente, por atividades relacionadas à homotetia usando o Geogebra e por discussões postadas no AVA Moodle. O autor montou um curso acerca do tema matemático eleito, sem, contudo, revelar aos participantes que seria abordada a transformação geométrica supramencionada; além disso, o pesquisador atuou como mediador da iniciativa, sem promover antecipações ou facilidades que pudessem

comprometer a integridade dos dados recolhidos. Desta forma, as principais atividades indicadas como blocos nos quais o curso se dividia eram as seguintes, quanto ao que se poderia chamar de uma macrodivisão (LIMA, 2016, p. 53):

- Atividades de *fluência* e apresentação da plataforma e do software GeoGebra;
- Atividades sobre proporcionalidade e Homotetia;
- Atividades sobre Semelhança de Triângulos
 - Caso LLL; ◦ Caso LAL; ◦ Caso AAA; ◦ Semelhança nos triângulos retângulos e temas correlatos.

Como categorias de análise, foram eleitos os seguintes tópicos (LIMA, 2016, p. 53):

- Constituição de fluência nas tecnologias empregadas e no tema matemático em desenvolvimento, de modo a evidenciar a reorganização do pensamento;
- Formas de constituição das conjecturas e propostas de resolução de problemas ligados ao tema “Homotetia” (e conceitos correlatos) a partir de processos interativos com base em um coletivo de *pessoas-com-GeoGebra*;
- Uso de características típicas das tecnologias digitais, como visualização, experimentação e dinamismo nas propostas e discussões apresentadas, bem como a convergência em relação a outras tecnologias (lápiz e papel, por exemplo);
- Constituição de temas e estratégias a partir da construção do conhecimento em um cenário de *pessoas-com-GeoGebra*.

O capítulo 4 do trabalho de Lima (2016), denominado “descrições e análises”, encarregou-se de descrever as atividades constantes dos diferentes blocos nos quais o curso foi dividido. Cada um dos problemas propostos foi descrito dos pontos de vista didático e matemático.

No primeiro bloco, destinado a incentivar e discutir aspectos ligados à fluência nas tecnologias empregadas e sua correlação com o saber matemático, constam atividades de construção de triângulos equiláteros, uma discussão sobre o dinamismo possível em construções no GeoGebra (e como tal dinamismo impacta na compreensão das propriedades evidenciadas) e construções ligadas à noção de proporcionalidade. As análises, aqui, foram baseadas em extratos das discussões registradas no Moodle e ocorridas presencialmente, bem como na verificação dos protocolos produzidos pelos sujeitos. O autor indica que os eventuais erros conceituais puderam ser percebidos e

eventualmente corrigidos em função das discussões de caráter colaborativo que surgiram, da comparação entre as propostas apresentadas e na visualização das propriedades por meio de experimentação usando o GeoGebra. Em relação àqueles participantes que lograram atingir os objetivos propostos nos problemas em análise, Lima (2016) argumenta:

Neste ponto, algumas evidências levantadas a partir do referencial teórico desta investigação podiam ser identificadas nas produções dos sujeitos, principalmente entre os mais participativos: com maior fluência relativa aos instrumentos da interface do GeoGebra, a mobilização do conhecimento matemático necessário para resolução das atividades passou a contar com a habilidade de selecionar, em relação à lógica da interface, os elementos mais adequados – a consequência, então, conduz à conjectura de que estes participantes demonstram uma reorganização do pensamento, como assinalado por Tikhomirov (1981) e Borba e Villarreal (2005). Esta característica pode ser aventada a partir da reação do indivíduo diante do problema matemático: ao experimentar, contar com o dinamismo da interface e buscar validações a partir da percepção visual e do acesso ao seu conhecimento, a interação reativa (Lévy, 1993) em relação aos feedbacks da interface passa a ser decisiva em suas conjecturas. Isto não significa abandonar outras interfaces, até mesmo as não digitais (LIMA, 2016, p. 77).

No segundo bloco, Lima (2016) propõe outras três atividades, em relação às quais, igualmente, realiza análises didática e matemática. Na primeira delas, os sujeitos são convidados a construir uma homotetia de razão dois, ainda que, em nenhum momento, esta intenção tenha sido revelada. A manipulação da construção permitiria aos sujeitos perceberem a manutenção das propriedades e realizar observações em relação à proporcionalidade, o que acabou ocorrendo e é relatado pelo autor. Alguns participantes, além do uso do GeoGebra, empregaram lápis, papel, régua e compasso, o que denota a possibilidade de elaborar resoluções e conjecturas a partir de um *mix* de mídias, em regime de convergência. Em seguida, como subitem esta desta mesma atividade, uma outra construção é proposta, valendo-se de noções de paralelismo e proporcionalidade – e do teorema de Tales, por consequência – para a construção de uma homotetia de razão $\frac{2}{3}$. Ainda que alguns equívocos tenham sido cometidos, de modo geral esta parte da atividade trouxe a evidência de que os sujeitos empregaram a tríade experimentação – dinamismo – visualização, a partir do desenvolvimento de fluência em relação à interface, para constituírem um coletivo de professores-com-GeoGebra e apresentarem propostas que, em sua maioria, solucionavam o problema proposto.

A segunda atividade do segundo bloco, na divisão indicada por Lima (2016), previa a construção de um triângulo por homotetia cuja razão seria determinada pelos participantes e seria, desta forma, dinâmica e variável. Em outras palavras, o autor tinha a intenção não revelada que os sujeitos percebessem que “[...] toda homotetia entre dois triângulos determina uma semelhança entre eles, e que, a partir desse princípio, os mesmos podem resolver problemas que necessitem deste conceito na construção e na argumentação” (LIMA, 2016, p. 90). Aqui, ainda que as experimentações e discussões tenham permitido alguns avanços em relação ao trabalho realizado com apoio do software GeoGebra, não foram obtidas respostas totalmente corretas.

Finalmente, a terceira atividade deste bloco, a última da sequência didática, solicitava que os sujeitos realizassem uma construção mais detalhada, conforme o autor explica:

Sejam 3 retas paralelas, p, s, t e que têm entre si uma mesma distância, sendo interceptadas por um feixe de 5 semirretas que determinam sobre $p, s, e t$ cinco segmentos de mesma razão, feixe este que parte de um ponto A exterior às retas supracitadas. Disto, elabore uma construção que traduza o que foi descrito acima, justifique a validade desta, e compartilhe com seus colegas as observações que pôde fazer neste percurso. Nesta construção que elaborou, há a possibilidade de movimentar algum dos pontos? Quais deles? O que o movimento destes pontos lhe revela? Qual justificativa empregaria para garantir que estes segmentos determinados sobre p, s e t pelo feixe de semirretas determinado é de fato regido por uma mesma proporção? Qual a razão de proporcionalidade entre estes segmentos?” (LIMA, 2016, p. 94).

Nesta atividade, Lima (2016) relata que resultados parcialmente corretos foram obtidos, com os participantes estruturando suas argumentações em torno das conjecturas que foram sendo formadas ao longo do uso do GeoGebra. Algumas limitações foram observadas, relacionadas à fluência, à consolidação do conhecimento matemático e à própria estrutura das atividades.

Em suas considerações finais, são destacados os progressos dos participantes ao longo da realização das atividades, ainda que a fluência obtida nas interfaces não dispensasse sempre, por exemplo, alguns recursos a outras mídias mais “tradicionais”, como régua e compasso. O autor observa que o progresso feito pelos participantes se refere também ao conhecimento matemático, indica ganhos e restrições ainda existentes e que foram evidenciados pelos sujeitos, tanto na fluência em relação às interfaces quanto à matemática em si.

Pesquisas futuras: ver as abordagens de pesquisas realizadas na PUC-SP.

CAPÍTULO 5 - Considerações finais

Neste item cinco, trazemos nossas considerações acerca dessa pesquisa.

O levantamento das pesquisas aqui proposto, foi realizado utilizando a fonte de consulta o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)⁴, considerando que o nosso interesse central de pesquisa está relacionado à fluência no uso de tecnologias digitais e seu impacto sobre a pesquisa em Educação Matemática, utilizamos os termos de busca “educação matemática” AND “tecnologias digitais”, pois era o que mais se adequa aos nossos objetivos e questão de pesquisa. Vale ressaltar que o primeiro resultado da pesquisa se refere ao ano de 2005 para o emprego do termo “tecnologias digitais”, o que podemos considerar como um marco, observamos a quantidade de pesquisas que atende a esses critérios, vem aumentando no decorrer dos anos, tendo um decréscimo em 2021, o que consideramos ser os impactos sofridos pela pandemia do COVID-19.

Devido ao grande volume de pesquisas encontradas nesse contexto, sentimos a necessidade de copilar alguns resultados por meio do recorte temporal, e priorizar aquelas que abordam a fluência em dispositivos digitais de forma explícita, seja no título ou no seu resumo, até aquelas que utilizam a ideia dos conceitos de fluência digital, mas não é mencionado esse termo em seu texto.

Os nossos dados, foram coletados em pesquisas que abordem a fluência em dispositivos digitais, desenvolvidas no período de 2009 a 2021, em programas Pós-Graduação Strictusensu de Educação Matemática.

Para este estudo foram coletadas 17 pesquisas, entre dissertações e teses, o critério de análise seguiu o que indica os Autores como Bogdan e Biklen (1994) e Oliveira (2019) considerando a análise descritiva e as análises interpretativas. Afim de considerar as propostas dos nossos objetivos de pesquisa e da nossa questão norteadora, foram criadas os seguintes critérios de análise:

⁴ <https://catalogodeteses.capes.gov.br/>

- Objetos e/ou temas matemáticos envolvidos nas pesquisas relacionadas à fluência nas tecnologias digitais;

-
- Visões a respeito de fluência nas tecnologias digitais nos processos de ensino ou de aprendizagem em temas matemáticos, bem como sobre a integração de pessoas com as tecnologias e mediações.

A partir da análise descritiva das pesquisas, percebemos que o aporte teórico acerca das tecnologias digitais permanecem quase os mesmos autores, mesmo naquelas pesquisas que não mencionam de forma explícita a utilização o “termo” Fluência em dispositivos digitais, sendo os Autores que são mais referenciados: Lévy (2013) com as tecnologias da Inteligencia; Kenski (2003 e 2013) para definir o conceito de tecnologias, Oliveira (2013) a teoria do ciclo e a Fluência em dispositivos digitais em processos educacionais e Borba e Villareal (2005) etimologia da mediação pessoas/tecnologias, o que nos faz entender, ser esses os principais autores quando se trata de fluência tecnológica.

Apesar da fluência tecnológica defendida por Oliveira (2018) ter como pressuposto a exploração das interfaces e apropriação da lógica de uso como fator determinante para se adquirir fluência em determinada tecnologia, o roteiro como método de exploração ainda está muito presente nas intervenções apresentadas nas no decorrer das atividades em algumas pesquisas, mas, temos de considerar que a exploração das interfaces demanda tempo, o que não tem em uma pesquisa de mestrado por exemplo.

Percebemos em todas as pesquisas, as sequências didáticas foram pensadas afim de favorecer a exploração e apropriação da lógica das interfaces, e que teve por parte do autor uma preocupação na elaboração das estratégias didática, o explorar e desenvolver trajetória investigativas aconteciam a todo momento nas atividades realizadas nas pesquisas, o pensar com a tecnologia, nem sempre ficava claro se foi alcançado pelos sujeitos, já que era necessário pelo menos uma atividade da sequência didática que possibilitasse a aplicação do conhecimento adquirido mediado pela tecnologia com outras áreas do conhecimento.

Referências

ALVES, D. B. *Modelagem matemática no contexto da cultura digital: uma perspectiva de educar pela pesquisa no curso de técnico em meio ambiente integrado ao ensino médio*. 2017. 280 f. Doutorado (Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

BARQUERO, B.; BOSCH, M. Didactic Engineering as a Research Methodology: From Fundamental Situations to Study and Research Paths. In: WATSON, A.; OHTANI, M. (Eds.). *Task Design In Mathematics Education*. Genebra: Springer, 2015.

BARROS NETO, A. J. *A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital: uma proposta de empoderamento para licenciandos em Matemática*. 2015. 155 f. Doutorado (Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C. Softwares e internet na sala de aula de matemática. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática. *Anais [...]*. Salvador: SBEM, 2010. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/gpimem/downloads/artigos/borba/marceloxenen.PDF>. Acesso em: 30 abr. 2022.

BORBA, M. C.; VILLAREAL, M. E. *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. New York: Ed. Springer, 2005. 229 p.

COLOMBO, D. A. *Níveis de apropriação de tecnologias por professores da Educação Básica: análise de um curso remoto de formação continuada*. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

DANTAS, J. L. B. *Possibilidades para a inserção curricular de objetos de aprendizagem na educação matemática*. 2009. 107 f. Mestrado (Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

DIELLE, R. H. *Tecnologia digital no ensino e aprendizagem de trigonometria: uma metanálise de dissertações e teses produzidas no período de 2007 e 2017*. 2019. 118 f. Mestrado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

- FIorentini, D. et al. O professor que ensina matemática como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. In: FIORENTINI, D.; PASSOS, C.L.B.; LIMA, R.C.R. *Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática: período 2001 - 2012*. Campinas: FE/UNICAMP, 2016.
- GONCALVES, M. D. *Uma abordagem para a construção de triângulos e do Teorema de Pitágoras mediada pelo software SuperLogo*. 2014. 144 f. Mestrado (Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.
- GOOS, M. et al. Perspectives on technology mediate learning in secondary school mathematics classrooms. *Mathematical Behavior*. n. 22, 2003. p.73-89.
- LEITE, R. S. *Formação de professores de Matemática e tecnologias digitais: um estudo sobre o Teorema de Tales*. 2017. 156 f. Mestrado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.
- LÉVY, P. *As Tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- LIMA, N. S. M. *Investigações em geometria plana com interfaces digitais: um estudo sobre homotetia*. 2016. 118 f. Mestrado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.
- MARCELINO, S. B. *Adquirir fluência e pensar matemática com tecnologias: uma abordagem com o SuperLogo*. 2014. 97 f. Mestrado (Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MARQUETTI, C. *O uso de tecnologias digitais para a compreensão da construção de sólidos a partir de suas propriedades*. 2015. 94 f. Mestrado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.
- MAZZANTI, J. E. *Colaboração em ambientes virtuais e presenciais: um estudo sobre aprendizagem de estatística no ensino médio*. 2017. 302 f. Doutorado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: a new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054, 2006.
- NEZI, T. L. *Reformulando um objeto de aprendizagem criado no scratch: em busca de melhorias na usabilidade*. 2018. 180 f. Mestrado Profissional (Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- OLIVEIRA, G. P. A elaboração do problema de pesquisa em Educação e Educação Matemática. In: OLIVEIRA, G. P. *Pesquisa em Educação e Educação Matemática: um olhar sobre a metodologia*. Curitiba: Editora CRV, 2019.
- OLIVEIRA, G. P. Sobre tecnologias e Educação Matemática: fluência, convergência e o que isto tem a ver com aquilo. In: OLIVEIRA, G. P. (Org.). *Educação Matemática: epistemologia, didática e tecnologia*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

OLIVEIRA, G. G. N. *O uso do hipertexto na aprendizagem de cálculo em um ambiente virtual*. 2010. 152 f. Mestrado (Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

OLIVEIRA, M. L. *Generalização de padrões e tecnologias digitais: estratégias didáticas para a aprendizagem*. 2018. 141 f. Mestrado (Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018.

PAPERT, S.; RESNICK, M. *Technological Fluency and the Representation of Knowledge: proposal to the National Science Foundation*. Cambridge: MIT MediaLab, 1995.

SANT'ANNA, VIVIANE N. P. *Formação de professores e tecnologias: uma discussão sobre semelhança de triângulos*. 2020. 163 f. Mestrado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

SANTOS, A. S. *Um estudo sobre o conceito de densidade do conjunto dos números racionais e do conjunto dos números irracionais: uma abordagem com tecnologias*. 2017. 132 f. Mestrado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SCHULZBACH, L. M. *Produção de vídeos digitais no IEM com professores da educação básica para o ensino de matemática*. 2021. 320 f. Mestrado (Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugre, 2021.

SILVA, E. S. *Transformações lineares em um curso de licenciatura em matemática: uma estratégia didática com uso de tecnologias digitais*. 2015. 198 f. Doutorado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

SRIRANAMAN, B.; ENGLISH, L. *Surveying Theories and philosophies of Mathematics Education*. In: SRIRANAMAN, B.; ENGLISH, L. *Theories of Mathematics Education*. Berlin: Springer, 2010.