



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

ÁREA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA
MATEMÁTICA E SEUS FUNDAMENTOS FILOSÓFICO-CIENTÍFICOS

**APRENDIZAGEM EXPANSIVA NA PRODUÇÃO DE VÍDEOS MATEMÁTICOS
DIGITAIS**

ROSICÁCIA FLORÊNCIO COSTA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
RIO CLARO - SP

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

ROSICÁCIA FLORÊNCIO COSTA

**APRENDIZAGEM EXPANSIVA NA PRODUÇÃO DE VÍDEOS
MATEMÁTICOS DIGITAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Rio Claro como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação Matemática.

Orientador: Marcelo de Carvalho Borba

Rio Claro - SP

2024

C837a	Costa, Rosicácia Florêncio Aprendizagem expansiva na produção de vídeos matemáticos digitais / Rosicácia Florêncio Costa. -- Rio Claro, 2024 287 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro Orientadora: Marcelo de Carvalho Borba 1. Ensino e Aprendizagem da Matemática. 2. Tecnologias Digitais. 3. Vídeos Digitais. 4. Teoria da Atividade. 5. Sistema-Seres-Humanos-Com-Mídias. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

ROSICÁCIA FLORÊNCIO COSTA

APRENDIZAGEM EXPANSIVA NA PRODUÇÃO DE VÍDEOS MATEMÁTICOS DIGITAIS

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Educação Matemática.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. MARCELO DE CARVALHO BORBA – Orientador
IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Prof. Dra. DAISE LAGO PEREIRA SOUTO
UNEMAT/ Barra do Bugres (MT)

Prof. Dr. JOSÉ RICARDO E SOUZA MAFRA
PPGE/UFOPA/ Santarém (PA)

Profa. Dra. MÓNICA E. VILLARREAL
GECyT-EM/ FAMAF/UNC/Córdoba (AR)

Profa. Dra. ROZANE DA SILVEIRA ALVES
UFPEL/Pelotas (RS)

Conceito: Aprovada.

Rio Claro - SP, 23 de Fevereiro de 2024.

Dedico este trabalho...

À minha filha, Julia Vitória, e ao meu filho, Felipe Henrique, fonte de toda minha força, alegria, felicidade, inspiração, amor... Razões do meu viver. Aos meus pais, Antônio e Cleuza pelo exemplo, incentivo, por todo investimento ao longo da vida e por plantarem sementes de esperança em mim, à minha irmã Rosiane, com quem compartilho minhas conquistas, meus sonhos, meus fracassos. Ao meu Davi pelo seu sorriso e amor que renova minhas forças para seguir.

Amo vocês! Vocês são a minha família! E, sempre, foram e sempre serão o meu porto seguro.

AGRADECIMENTOS

A todos que fizeram parte desta conquista, pois quando iniciamos uma caminhada em busca de um sonho, passamos por vários desafios. Nesta jornada, aqueles que nos cercam e nos acompanham na caminhada são fundamentais para que tenhamos força, dedicação, perseverança, coragem e ousadia para superar os desafios que se apresentam.

A Deus, pela vida - pelo cuidado e força com que me amparou no andamento desta pesquisa - pela minha saúde e de toda minha família e amigos - que foram fundamentais para manter o amor e a vontade em meu coração. Pela oportunidade de conhecer outras pessoas e outras realidades. E porque somente com Deus todos os sonhos são possíveis.

Ao meu orientador, prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba, pelos momentos de orientação e descontração, pelas suas contribuições em forma de críticas, reflexões e aconselhamentos que me levaram sempre a buscar o melhor caminho. Sobretudo, pela sua orientação, paciência, dedicação e respeito às minhas ideias e pela compreensão e sensibilidade que demonstrou para com meus desafios e limitações.

Aos professores, Daise Lago Pereira Souto, José Ricardo e Souza Mafra, Jose Fabio Xavier, Mônica E. Villarreal e Rozane da Silveira Alves pela leitura cuidadosa e preciosas contribuições para este trabalho durante a banca de qualificação e defesa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro dado a este trabalho em forma de bolsa de doutorado, concedido para o desenvolvimento desta pesquisa. À Secretaria de Estado de Educação (SEDUC/MT) que me concedeu Licença para Qualificação Profissional.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Rio Claro – Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) – Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), por me mostrarem o verdadeiro significado de um grupo de pesquisa, sempre dispostos a contribuir para o aperfeiçoamento dos nossos trabalhos. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) da UNESP de Rio Claro, pelas reflexões e discussões que proporcionaram o meu crescimento enquanto pesquisadora em Educação Matemática.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, pelos momentos de reflexão e também de descontração durante esta jornada. À Secretária do Programa, Inajara pelo excelente trabalho e pela disposição para auxiliar em todos os momentos.

Aos membros do grupo de pesquisa Grupo de Ensino de Ciências e Tecnologia (GECyT) da Universidade Nacional de Córdoba (UNC) e alunos e alunas do curso Oficina Especial de Didática e Matemática pelas experiências compartilhadas e pela socialização de conhecimentos. Em especial, Mónica E. Villarreal, Araceli Coirini Carreras e Iris Carolina Dipierri, por me receberem em Córdoba e proporcionar momentos de conversas, passeios, degustação de comidas típicas da Argentina e curtções regadas a toques de vinho, danças e muita músicas, entre outros momentos.

Aos alunos e professores participantes da pesquisa por sua criatividade e dedicação e, principalmente, por permitirem que eu entrasse em sala de aula em período tão desafiador que foi o retorno ao presencial, pós pandemia. À Escola Estadual Oscar Soares do município de Juara/MT.

Ao meu namorado, Marcelo, por ter embarcado nessa caminhada comigo e por ter me acompanhado durante esses quatro anos me apoiando sempre, para a realização deste sonho.

Aos meus filhos, Felipe Henrique e Julia Vitória, pela compreensão, carinho, paciência, cuidado, dedicação, companheirismo e amor, pessoas especiais e essenciais na minha vida. Obrigada pelo amor incondicional que, muitas vezes distantes, sempre foram companheiros e cúmplices. Obrigada por entenderem minha ausência e por contribuírem para que eu seguisse em frente com meus projetos pessoais e profissionais - dentre eles, a realização deste doutorado.

À minha família que amo, minha mãe, meu pai, meu irmão Robson e minha irmã Rosiane. Pessoas especiais que sempre me incentivaram e me apoiaram de todas as formas para que eu pudesse superar com força e muita determinação as mais diversas dificuldades, angústias e desafios durante toda a minha vida.

E, por fim, os momentos em que ouvi a pergunta e as expressões, “tem café?...”, “Amiga! Observe!”, “Você vai fazer café?”, “O que eu levo?” e “Vamos dividir!” Agradeço a todos que participaram dos encontros realizados em minha casa (Boteco da Rosi) combinado de muitas trocas de ideias, estudos e curtção regados a toques de samba, MPB, rock, entre outros, acompanhamento de danças e coreografias. Entre tantos amigos, destaco Samanta, Hércules, Ana K., Renata, Aninha e Marcelo Souza, Geciara, Aleska, Andrei, Fernandes e Marcelo Borba, pela convivência, pela experiência dividida nas discussões, sugestões e críticas, sorrisos e choros, conversas, confraternização e muitas trocas de afeto que me fizeram superar os desafios e, assim, aprender e avançar na pesquisa. Por isso, só tenho a agradecer por todos os momentos compartilhados. Ficarão saudades e boas recordações.

Observe! A todos que, de algum modo, colaboraram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo compreender como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva (M.A.E) com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos matemáticos, elaborados por alunos do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, da Escola Estadual Oscar Soares, Juara-MT. Esse objetivo já estava delimitado quando fomos assolados pelo cenário pandêmico ocasionado pelo vírus SARS-COV-2, no qual as relações do ensino e da aprendizagem enfrentaram diversos desafios e intensificaram a desigualdade social. Diante desse cenário, a produção de vídeos se apresentou como forma de propiciar a construção do conhecimento matemático muitas vezes como protagonista. Metodologicamente, optei pela pesquisa qualitativa, pois envolve a produção de dados descritivos, enfatizando o processo, não somente o produto e se preocupa em retratar, tanto a minha perspectiva como pesquisadora, como a dos participantes da pesquisa. Para organizar e sistematizar todo o material produzido no cenário de investigação, utilizei a Teoria Enraizada (TE). Nessa abordagem, o pesquisador tem a possibilidade de construir ou ampliar uma teoria a partir do desenvolvimento de conceitos, categorias, propriedades e dimensões encontradas durante a análise dos dados. As categorias que emergiram da Teoria Enraizada foram analisadas à luz da teórica dos Miniciclones de Aprendizagens Expansivas em diálogo com as ideias discutidas na Teoria da Atividade e no Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Os M.A.E favoreceram as compreensões dos movimentos expansivos que ocorreram durante a produção dos vídeos digitais matemáticos, enquanto se constituíam os Sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias. Para tanto, os dados foram produzidos durante as palestras e oficinas de produção de vídeos com sessenta e dois alunos dos 2º e 3º anos do Ensino Médio, da escola Estadual Oscar Soares, seguindo a abordagem metodológica Experimental-Com-Tecnologias. Todas as etapas das palestras e das oficinas foram acompanhadas por meio da observação participante, aplicação de questionários, entrevistas, diálogos em chat produzidos em Ambiente Virtual de Aprendizagem (Google Sala de Aula). Esta pesquisa teve como foco principal de análise os processos de produção dos vídeos digitais matemáticos, destacando-se os movimentos ocorridos nos sistemas de atividade. Os resultados indicam que o poder de ação das mídias trouxe para o sistema tranquilidade, curiosidade, questionamentos, hipóteses, criatividade, entre outras ações, movimentando o sistema de atividade, com isso, proporcionando ao aluno interesse pela Matemática e consequente pelo aprendizado. Ao contextualizar a matemática para a produção do vídeo, trouxe para o sistema negociações e convergências de ideias, posicionamento crítico, modificações das práticas usuais, autonomia, criatividade, entre outras. Essas ações possibilitaram, não somente a contextualização da matemática, mas também uma contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos aplicados na produção dos vídeos. A produção dos vídeos perpassa pelo comprometimento com a formação de alunos críticos, que se tornam capazes de fazer uso do conhecimento produzido em prol de uma sociedade mais igualitária e democrática, possibilitando transformações sociais.

Palavras-Chave: Ensino e Aprendizagem da Matemática; Tecnologias Digitais; Sistema-Seres-Humanos-Com-Mídias.

ABSTRACT

The aim of the research was to understand how Expansive Learning Minicyclones (M.A.E) are developed with Digital Technologies used in the production of mathematical videos, created by high school students, in the Mathematics subject, at Escola Estadual Oscar Soares, Juara-MT. This aim was already defined when we were hit by the pandemic scenario caused by the SARS-COV-2 virus, in which teaching and learning relationships faced several challenges and intensified social inequality. Given this scenario, video production presented itself as a way of promoting the construction of mathematical knowledge, often as a protagonist. Methodologically, I opted for qualitative research, as it involves the production of descriptive data, which emphasizes the process, not just the product, and is concerned with portraying both my perspective as a researcher and that of the research participants. To organize and systematize all the material produced in the research scenario, I used the Grounded Theory (TE). In this approach, the researcher has the possibility of building or expanding a theory based on the development of concepts, categories, properties and dimensions found during data analysis. The categories that emerged from the Grounded Theory were analyzed in light of the theory of Expansive Learning Minicyclones in dialogue with the ideas discussed in the Activity Theory and the Humans-With-Media System. The M.A.E favored the understanding of the expansive movements that occurred during the production of mathematical digital videos, while the Humans-With-Media Systems were constituted. To this end, the data were produced during lectures and video production workshops with sixty-two students from the 2nd and 3rd years of high school, at the Escola Estadual Oscar Soares, following the Experimental-With-Technologies methodological approach. All stages of the lectures and workshops were monitored through participant observation, questionnaires, interviews, chat dialogues produced in a Virtual Learning Environment (Google Classroom). This research had as its main focus of analysis the production processes of mathematical digital videos, highlighting the movements occurring in the activity systems. The results indicate that the media's agency brought tranquility, curiosity, questions, hypotheses, creativity, among other actions, to the system, moving the activity system, thereby providing the student with an interest in Mathematics and, consequently, in learning. By contextualizing mathematics for video production, it brought to the system negotiations and convergence of ideas, critical positioning, modifications of usual practices, autonomy, creativity, among others. These actions enabled not only the contextualization of mathematics, but also a social, cultural, environmental and historical contextualization of this knowledge applied in the production of the videos. The production of videos permeates the commitment to the training of critical students, who become capable of making use of the knowledge produced in favor of a more egalitarian and democratic society, enabling social transformations.

Keywords: Teaching and Learning Mathematics; Digital Technologies; System-Humans-With-Media.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem e apresentação da atriz pesquisadora	34
Figura 2: Nuvem de palavras criada durante o V festival, 2021	42
Figura 3: Memes sistematizando a “vida” da pesquisadora durante a pandemia.....	43
Figura 4: Mapa da estrutura da tese.....	45
Figura 5: Processo de seleção das pesquisas	50
Figura 6: Representação das buscas realizadas	51
Figura 7: Resultados das pesquisas no catálogo da Capes	52
Figura 8: Resultado das pesquisas na Scielo	53
Figura 9: Resultado das pesquisas nos eventos ENEM e SIPEM	55
Figura 10: Síntese dos critérios de inclusão e exclusão.....	57
Figura 11: Nuvem de palavras com as TDs mais utilizadas.....	72
Figura 12: Nuvem de palavras com referenciais teóricos em destaque.....	73
Figura 13: Nuvem de palavra com referenciais teóricos em destaque	78
Figura 14: Nuvem de palavra com referenciais teóricos em destaque	85
Figura 15: : Unidade de análise de Vygotsky.....	94
Figura 16: Unidade de análise de Leontiev	97
Figura 17: Unidade de análise de Engeström	97
Figura 18: Representação da rede de sistemas de atividades	100
Figura 19: Representação rizomatica da Teoria da Atividade.....	107
Figura 20: Ciclo de Aprendizagem Expansiva.....	110
Figura 21: Bases teóricas do construto Seres-Humanos-Com-Mídias	114
Figura 22: Sistemas de atividade	116
Figura 23: Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias	118
Figura 24: Sistema de atividade e o ciclo de aprendizagem expansiva.....	120
Figura 25: Síntese dos movimentos de um Miniciclone de Aprendizagem Expansiva	125
Figura 26: Sistema de Atividade e os Miniciclones	126
Figura 27: Síntese do referencial teórico.....	127
Figura 28: Localização da escola pesquisada	130
Figura 29: Síntese das escolhas metodológicas.....	132
Figura 30: Momentos da aplicação do questionário.....	135
Figura 31: Parte das interações no <i>Google</i> sala de aula	136
Figura 32: Momentos das entrevistas com os grupos.....	139

Figura 33: Os instrumentos utilizados na produção dos dados	140
Figura 34: Passos das oficinas para a produção dos vídeos	152
Figura 35: Cenas dos grupos produzindo vídeos.....	153
Figura 36: Momentos das apresentações dos vídeos	155
Figura 37: Nuvem de palavras com os conteúdos matemáticos dos vídeos.....	158
Figura 38: Síntese da Codificação	163
Figura 39: Cenas do vídeo Pitágoras e a matemática da música	168
Figura 40: Sistematização das Categorias Axiais.....	173
Figura 41: Desenvolvimento da categoria central – Contextualização da Matemática – o movimento do despertar para a transformação social	174
Figura 42: Desenvolvimento da categoria central – Poder de ação das Mídias – movimentos dinâmicos nos processos de ensinar e aprender Matemática.....	176
Figura 43: Sistema inicial – Aulas “encapsuladas”	179
Figura 44: Excerto e imagem da calculadora <i>online</i>	190
Figura 45: Etapas da produção dos vídeos	192
Figura 46: Excertos dos alunos e imagens dos momentos da produção do vídeo.....	194
Figura 47: Cenas do vídeo “Fatorial”	196
Figura 48: Imagens dos sites e vídeo pesquisado pelos alunos	202
Figura 49: Excertos das falas dos alunos e imagens das referências utilizadas	203
Figura 50: Captura de tela da cena em que o aluno ME expõe <i>print</i> de um dos <i>sites</i> que pesquisou	204
Figura 51: Excertos dos produtores e imagem do vídeo e ângulos na construção da escola .	207
Figura 52: Nuvem de palavras das frutas que representam a matemática.....	208
Figura 53: Distintas contradições que ocorreram no sistema de atividade.....	211
Figura 54: Sistema final – O poder de ação das mídias.....	213
Figura 55: Uma síntese do Sistema Produção de Vídeo – Poder de Ação das Mídias.....	215
Figura 56: Cenas com os temas de alguns vídeos	219
Figura 57: Movimento de rotação no sistema “Contextualização da Matemática”	220
Figura 58: Dados e imagem do vídeo “Desmatamento e a Matemática”	224
Figura 59: Dados e imagem do vídeo “A matemática e a desigualdade social”	226
Figura 60: Constituição do objeto no sistema de atividade	229
Figura 61: Cenas capturadas no momento da produção dos vídeos	230
Figura 62: Excertos e capturas de imagens do vídeo “A matemática e a desigualdade social”	232

Figura 63: Cena do vídeo com trecho da fala do aluno	233
Figura 64: Cenas do vídeo “A Matemática e a desigualdade social”	236
Figura 65: Cenas dos questionamentos e homenagens presentes nos vídeos.....	237
Figura 66: Movimento de translação	239
Figura 67: Contradições que ocorreram no sistema de atividade.....	240
Figura 68: Sistema Produção de Vídeo - Contextualização da Matemática	241
Figura 69: Sistema Produção de Vídeo – Contextualização da Matemática.....	242
Figura 70: Cenas do vídeo “Como funciona o GPS – Manda a localização”	249
Figura 71: Estagnações no M.A.E na produção de vídeos	249
Figura 72: representação do Miniciclone.....	262

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Justificativa das escolhas dos bancos de busca	51
Quadro 2: Buscas realizadas no ENEM e SIPEM.....	54
Quadro 3: Organização das pesquisa analisadas	57
Quadro 4: Síntese de alguns resultados encontrados.....	86
Quadro 5: Síntese das gerações da Teoria Atividade	93
Quadro 6: Síntese dos quatro níveis de contradições internas	103
Quadro 7: Geração da TA - Souto e Borba (2016).....	105
Quadro 8: Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de questionários	134
Quadro 9: Algumas dicas para a escrita do roteiro.....	154
Quadro 10: Cronograma das oficinas	155
Quadro 11: Ficha técnica dos vídeos.....	159
Quadro 12: Formando os códigos.....	165
Quadro 13: Formando as categorias a partir dos códigos.....	169
Quadro 14: Formando as categorias a partir das subcategorias.....	171

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 <i>Apresentação do problema da pesquisa.....</i>	<i>17</i>
1.2 <i>Sobre a trajetória da pesquisadora</i>	<i>33</i>
1.3 <i>Uma visão geral dos capítulos</i>	<i>44</i>
2 REVISÃO DE LITERATURA: TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	48
2.1 <i>Um “Retrato” das Pesquisas com Tecnologias Digitais</i>	<i>59</i>
2.2 <i>Um “Zoom” na Produção e no Uso de Vídeos Digitais na Educação Matemática</i>	<i>73</i>
2.3 <i>Reflexões sobre os Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática</i>	<i>79</i>
2.4 <i>Delimitando as “Vozes” da Revisão de Literatura.....</i>	<i>86</i>
3 O DESENVOLVIMENTO DOS MINICICLONES DE APRENDIZAGEM EXPANSIVA – M.A.E.	90
3.1 <i>A Teoria da Atividade: uma visão geral e as contribuições de Engeström.....</i>	<i>90</i>
3.1.1 <i>A primeira geração da TA – Vygotsky e o conceito de mediação</i>	<i>94</i>
3.1.2 <i>A segunda geração da TA – Leontiev, Luria e Engeström, com o conceito coletivo de atividade, de ação e operação.....</i>	<i>95</i>
3.1.3 <i>A terceira geração da TA – Engeström e a expansão gráfica no modelo de Vygotsky</i>	<i>99</i>
3.1.4 <i>A quarta geração da TA –Engeström e Sannino e os ciclos de coalizões de trabalho heterogêneos.....</i>	<i>104</i>
3.2 <i>Um “olhar” para o conceito de aprendizagem expansiva</i>	<i>108</i>
3.3 <i>O Construto Seres-Humanos-Com-Mídias</i>	<i>112</i>
3.4 <i>O Sistema Seres- Humanos-Com-Mídias.....</i>	<i>115</i>
3.5 <i>Os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva</i>	<i>119</i>
4 ESCOLHAS METODOLÓGICAS	129
4.1 <i>Metodologia da Pesquisa</i>	<i>129</i>
4.1.1 <i>A pesquisa qualitativa.....</i>	<i>129</i>
4.1.2 <i>Procedimentos Metodológicos – Instrumentos para a produção de dados</i>	<i>132</i>
4.1.3 <i>Teoria Enraizada – Grounded Theory</i>	<i>140</i>
4.1.4 <i>Teoria Enraizada e os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva</i>	<i>148</i>

4.2	<i>Contexto e etapas do trabalho de campo</i>	149
4.2.1	<i>Oficinas para a produção dos vídeos</i>	151
5	AS CATEGORIAS EM “CENAS”	157
5.1	<i>Apresentação dos vídeos</i>	158
5.2	<i>Organização dos dados</i>	162
5.3	<i>Codificação Aberta: a “voz” dos dados</i>	164
5.4	<i>Codificação Axial: Desenvolvendo as categorias</i>	170
5.5	<i>Codificação Seletiva: O diálogo entre as categorias</i>	174
6	MOVIMENTOS EXPANSIVOS	178
6.1	<i>O Poder de Ação das Mídias – movimentos dinâmicos nos processos de ensinar e aprender Matemática</i>	180
6.1.1	<i>Uma síntese da categoria – Poder de Ação das Mídias</i>	210
6.2	<i>Contextualização da Matemática – o movimento do despertar para a transformação social</i>	216
6.2.1	<i>Uma síntese da categoria –Contextualização da Matemática</i>	240
6.3	<i>Making of – movimentos não expansivos (estagnados)</i>	243
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	251
7.1	<i>Uma reflexão sobre o enredo e seus personagens</i>	251
7.2	<i>Os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva – os movimentos na produção de vídeos</i> 260	
7.3	<i>Contribuições para a Educação Matemática, vida profissional e pesquisas futuras</i>	263
	REFERÊNCIAS	267
	APÊNDICE A – MODELO DO TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO	281
	APÊNDICE B – DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO PARA O USO DA INFRAESTRUTURA	284
	APÊNDICE C – MODELO DO COMUNICADO AOS PAIS DOS ALUNOS	285
	APÊNDICE D – MODELO DA ENTREVISTA	286
	APÊNDICE E – MODELO DO QUESTIONÁRIO	287

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Borba, Almeida e Gracias (2020), a “voz” que deve predominar na escrita da introdução de uma pesquisa é a da autora, mas também será permeada com as “vozes¹” de outros autores, sendo esse espaço dedicado à apresentação do problema da pesquisa. Esse, por sua vez, é desenhado por meio das minhas inquietações, práticas e leituras teóricas, além das vozes presentes nas pesquisas que fundamentam ou direcionam o tema investigado.

O problema de pesquisa estabelece o direcionamento da investigação científica, a ligação que estabelece com o mundo e as explicações que proporciona conferir aos acontecimentos, pois submete aspectos da realidade a interrogações sistemáticas frente ao conjunto de questões teóricas e práticas que caracterizam o objeto científico. Tendo como base que todo conhecimento científico é construído a partir do interesse em se investigar um determinado tema na tentativa de encontrar caminhos para alguns questionamentos e por meio dele possíveis respostas, o problema de pesquisa desta tese abrange o ambiente do Ensino Médio de uma escola pública e é permeado por interrogações relacionadas ao uso das Tecnologias Digitais durante a produção de vídeos para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

Na introdução, cabe também a apresentação da autora do texto, pois, em conformidade com Borba, Almeida e Gracias (2020 p. 77), é importante que, neste espaço, seja apresentada a trajetória do autor, “visto que é importante que apareça sua perspectiva, isto é, a parte da sua trajetória científica que é relevante para o texto que ele está escrevendo”. Sendo assim, exponho o contexto de onde venho, minhas motivações, desafios que enfrentei e enfrento, minhas inquietações, minhas construções e desconstruções, os desvios de percursos e as adaptações que precisei realizar, assim como as justificativas para tais ações.

A apresentação e a disposição dos capítulos também são descritos aqui, com o intuito de facilitar a leitura, ou seja, anuncio ao leitor, de forma concisa, o que encontrar em cada capítulo. Em síntese, a introdução foi organizada da seguinte maneira: i) apresentação do problema da pesquisa; ii) trajetória da pesquisadora; iii) visão geral dos capítulos.

¹ O termo “vozes” na pesquisa é utilizada por Borba, Almeida e Gracias (2020) para discutir como diferentes capítulos de um trabalho científico têm perfis distintos e que se entrelaçam durante o desenvolvimento da pesquisa. Na escrita desta tese, fazemos o mesmo quando utilizo a metáfora das vozes, apresento a forma como a voz da autora da tese se entrelaça com as vozes da literatura, do referencial e dados produzidos.

Vale ressaltar aqui que esta pesquisa está diretamente ligada ao projeto do Festival de Vídeos e Educação Matemática, coordenado por meu orientador – Marcelo de Carvalho Borba. O festival tem como objetivo aprofundar a compreensão das possibilidades da produção e utilização de vídeos de Educação Matemática na sala de aula em movimento. Dentro desse projeto maior, minha pesquisa está interessada especificamente na compreensão do uso das Tecnologias Digitais e aprendizagem expansiva na produção de vídeos digitais matemáticos.

1.1 Apresentação do problema da pesquisa

Ao iniciar a escrita de uma tese, sempre convém realizar uma reflexão em como apresentar, de forma harmoniosa, os elementos da pesquisa de uma maneira que contribuam para o leitor obter uma melhor compreensão do início ao fim, ou seja, compreender as experiências vividas e como se constituiu a pesquisa.

No caso deste estudo, o tema investigado pode causar um certo “espanto” ao leitor que não pesquisa diretamente nessa área. Esse “espanto” ou “curiosidade” foi observado durante as apresentações dos Seminário de Matemática e Educação Matemática – SMEM, em evento como o Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – EBRAPEM e no Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática – GPIMEM. Principalmente, quando apresentei algumas ideias sobre os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva.

Como organizar minhas ideias? Por onde começar? Que tal com a pergunta de pesquisa? **Como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzirem vídeos matemáticos?** Esta investigação foi realizada com alunos do Ensino Médio de uma escola pública, no âmbito de uma proposta de ensino, em Educação Matemática, que combina o uso das Tecnologias Digitais na produção de vídeo digital com temas e conteúdos matemáticos.

Para sanar inicialmente esse “espanto” ou “curiosidade”, destaco que os Miniciclones de Transformações Expansivas foram a metáfora utilizada por Souto (2013 p. 220) para se relacionar com o fenômeno atmosférico dos ciclones “uma tempestade produzida por grandes massas de ar animadas com grande velocidade rotacional e movendo-se a velocidades translacionais crescentes”. Em um sistema de atividade, os Miniciclones podem contribuir para a compreensão de como ocorre o processo de aprendizagem em um coletivo de humanos-com-mídia. Em seu desenvolvimento, podem ocorrer movimentos de rotação e de translação, sendo que os de rotações ocorrem dentro do próprio sistema de atividade, como quebras de roteiro,

experimentações, simulações, análise de conjecturas e moldagem recíproca. E os de translações referem-se à observação de influências externas que rompem padrões e desestabilizam crenças reprodutivas ou práticas “encapsuladas” já arraigadas na produção do conhecimento matemático (Borba; Souto; Cunha; Domingues, 2023).

Da pergunta de pesquisa consigo extrair alguns “personagens”, sendo eles: a **Matemática; alunos e alunas; as Tecnologias Digitais; os vídeos e os Miniclonos de Aprendizagem Expansiva**. Sendo assim, procurei uma forma de apresentar com alguns elementos de um vídeo, posto que é um dos temas principais da minha pesquisa. Busquei por elementos presentes na narrativa – que são guiados por um enredo e movimentadas por personagens em uma específica noção de tempo dentro de um espaço – são registrados a partir de algum ponto de vista, o que determina quais cenas serão exibidas e quais serão omitidas (Hergesel, 2020). Por exemplo, na produção de um vídeo ou filme, sendo esses elementos: narrador, enredo, espaço, tempo e personagens, que ainda são utilizados nas narrativas contemporâneas.

O narrador, também chamado de foco narrativo presente na narrativa, representa a "voz do texto", que pode ser constituído em primeira pessoa – o narrador participa da história (evidencia-se a presença do “eu”) – ou em terceira pessoa – expõe-se a história de outrem, sem participação (Hergesel, 2020). Dependendo de como atuam na narração, eles são classificados em três tipos: i) narrador personagem – participa da história como um personagem da trama. Ele pode ser o personagem principal, ou mesmo um secundário, subjetividade é uma marca fundamental no narrador personagem, uma vez que a visão e as opiniões do narrador estarão impregnadas de suas emoções; ii) narrador observador – conhece a história de modo que observa e relata os fatos. Porém, diferente do narrador personagem, o narrador observador não participa da história; iii) narrador onisciente – aquele que conhece toda a história. Diferente do narrador observador, que conta os fatos por sua ótica, esse sabe tudo sobre os outros personagens, inclusive seus pensamentos e ideias. Vale destacar que, para a escrita desta tese, a pesquisadora assume o papel de narradora personagem, que participa da história. Por fazer parte do enredo e, assim, expor sua visão particular dos fatos, isto é, traz suas opiniões, as emoções, os sentimentos e os pensamentos do narrador.

O enredo se trata do conjunto de fatos que acontecem, ligados entre si, e que contam as ações dos personagens. O espaço é o lugar em que a narrativa (o contexto da tese) acontece. Ele é relevante não só para situar o leitor quanto ao local, mas, principalmente, porque contribui para a elaboração dos personagens. Afinal, o espaço onde as pessoas vivem interfere cultural,

social e economicamente. O tempo do vídeo diz respeito ao desencadeamento das ações (Chérolet, 2020).

A autora Chérolet (2020) ainda destaca que os personagens² são os seres reais ou fictícios que participam da história do vídeo, os quais podem ser classificados quanto à importância e quanto à existência. Os tipos de personagens são: os protagonistas, são destaques da obra, em torno da qual a história é desenvolvida; o co-protagonista, que é o segundo personagem mais importante da obra e possui uma relação próxima com o protagonista e o auxilia na busca de seus objetivos; os antagonistas, são os adversários dos protagonistas, aqueles que vão criar ou alimentar o conflito, dificultando os objetivos do protagonista; os coadjuvantes, são os personagens que auxiliam no desenvolvimento da trama, exercendo uma função que pode, ou não, estar relacionada com a história principal; os oponentes, que são os parceiros do antagonista, em uma relação similar à existente entre protagonista e co-protagonista, ou seja, compartilha do mesmo desejo do antagonista; os secundários, que são personagens menos importantes na história, porém, de alguma forma, contribuem para a sequência de fatos do enredo.

Para iniciar a apresentação dos personagens que envolvem o problema desta pesquisa, destaco algumas observações e discussões sobre a atriz **Matemática**, por se tratar de uma das personagens principais deste estudo. Mas, a Matemática seria protagonista ou antagonista?

Apesar dos discursos, principalmente de pesquisadores e professores, de que a Matemática é encontrada em toda parte do cotidiano – desde dos diversos níveis educacionais até as mais variadas formas da atividade humana –, possuir uma linguagem própria e fundamentada em conceitos que foram surgindo a partir das necessidades sociais do próprio ser humano, ela ainda é uma disciplina que tem causado “pavor” à grande maioria dos alunos da Educação Básica, Ensino Técnico e Ensino Superior.

Entre os motivos para a construção desse “pavor” diante da Matemática, pode estar a forma como tal área vem sendo apresentada/lecionada nas instituições de ensino. O poder atribuído a ela – como: símbolo de verdade absoluta; sistema perfeito; puro; uma ferramenta infalível e que, se bem utilizada, pode até mesmo contribuir para um controle político da sociedade; uma ideologia da certeza (Borba; Skovsmose, 2001); – pode favorecer a construção de uma imagem “encapsulada³” da Matemática. Outros aspectos que podem promover esse

² Para esta tese, o entendimento de personagem inclui seres humanos e não humanos, como a Matemática, as Tecnologias Digitais, dentre outros, que compõem a narrativa do vídeo.

³A imagem “encapsulada” da Matemática apresentada nesta tese é no sentido de como alunos, pais e professores a concebem, como algo difícil, descontextualizado e com pouca ou nenhuma utilidade para a vida. Além disso,

cenário é a forma descontextualizada como é ensinada nas instituições, a falta de relação entre a Matemática e as outras áreas do conhecimento, os desafios encontrados pelos professores nos processos de ensino e aprendizagem, muitas vezes, sem considerar a realidade em que o aluno e a escola estão inseridos (Costa, 2017).

Scucuglia e Gregorutti (2019), ao discutirem sobre a Imagem Pública da Matemática (IPM), evidenciam que a imagem da Matemática poder ser criada por meio das experiências pessoais de cada indivíduo com a área do conhecimento. Sendo ela vista como único meio de se alcançar o resultado, deixando de lado todo o contexto que envolve o indivíduo e a matemática. Os autores destacam, também, que para desconstruir essa imagem torna-se necessário permitir uma forma de representação e construção da realidade, uma compreensão do modo de pensar de cada indivíduo, assim como estabelecer uma relação direta do seu pensamento com a realidade.

Apesar dos esforços no sentido de propor mudanças no ensino e na aprendizagem da Matemática, nos últimos anos, essa atriz (a matemática) continua sendo considerada uma das responsáveis pelos altos índices de reprovação e de evasão escolar nos diversos níveis educacionais, tornando-se a grande vilã dentre as áreas do conhecimento. Autores como D'Ambrósio e Borba (2010), Skovsmose (2014), Domingues e Borba (2018) Forner e Malheiros (2019) discutem que para se aprender Matemática, ela deve estar relacionada à vida de quem a estuda, deve-se motivar os alunos à procura de conhecimentos voltados para a realidade que os cercam e à busca de meios para agir sobre ela e transformá-la.

O saber pensar matemático dar-se-á quando a atriz matemática for trabalhada de forma criativa, crítica e contextualizada. O “que” e o “como” fazer precisam ser repensados, tendo-se em vista “para que” e “quando” fazer Educação Matemática. Portanto, a matemática deve ser incorporada a essa realidade social, oferecendo oportunidades e condições concretas para a formação de um aluno criativo, colaborativo, crítico e cidadão participativo na sociedade em que vive. Em outras palavras, a Matemática necessita da escrita de um novo enredo, de um conjunto de fatos para mudar as ações dessa personagem.

Sendo assim, entram em cena outros atores, as políticas públicas, as instituições de ensino e os professores, que precisam aprender a desvendar esse “mistério”: o ensino e a aprendizagem da Matemática. Para D'Ambrosio (2002), muito pouco do que se faz em matemática é transformado em algo que possa representar um verdadeiro progresso no sentido de melhorar a qualidade de vida. É preciso encontrar, na Matemática, a técnica, a habilidade

apresentam como regra a memorização de códigos típicos da linguagem Matemática, códigos estes utilizados como formas de avaliação (Engeström, 2002).

para conhecer, aprender, entender, explicar essa disciplina, sem necessariamente aplicar o rigor matemático.

Na busca por mudar esta imagem “encapsulada” da Matemática e o “pavor” por essa atriz, a qual assume, muitas vezes, o papel de antagonista, surgem práticas inovadoras que podem ser caracterizadas como Tendências em Educação Matemática. No Brasil, inúmeras pesquisas têm abordado essa temática (e.g. D'Ambrosio; Borba, 2010) para investigar os desafios e problemas enfrentados pela Educação Matemática. Vale ressaltar que para esses pesquisadores, a Educação Matemática, no país, sofreu forte influência externa, desde o período colonial até os dias atuais. Exponho que, na busca por um novo enredo para a Matemática, o Brasil foi influenciado por enredos de outros países.

Essas influências se deram, principalmente, a partir das propostas educacionais americanas e europeias, as quais inspiraram maciçamente a construção dos currículos e a elaboração de Políticas Públicas voltadas à Educação Matemática (D'Ambrosio; Borba, 2010). Sendo assim, nem sempre essas influências levam em consideração a realidade das escolas brasileiras, os contextos e os sujeitos para qual o enredo deveria ser produzido. Diante da nossa realidade, as políticas públicas e as instituições de ensino sentem a necessidade de repensar métodos (enredos) de ensino e de aprendizagem, a fim de propiciar ao aluno educação de melhor qualidade. Isso se deve, principalmente, ao novo cenário imposto pelas Tecnologias Digitais: uma sociedade que está centrada no conhecimento e altamente dominada pelas inovações tecnológicas.

D'Ambrosio; Borba (2010) destacam algumas Tendências em Educação Matemática nos últimos dez anos, sendo elas: etnomatemática, modelagem matemática, resolução de problemas, leitura e escrita na matemática, aspectos filosóficos, perspectivas históricas e dimensões políticas da Educação Matemática, Educação Matemática Crítica e uso das Tecnologias Digitais. Pontuo que pesquisadores, a saber, Borba; Penteado (2017) e D'Ambrósio; Borba (2010), organizaram essas diversas tendências em Educação Matemática com o propósito de fortalecer a construção do conhecimento matemático. Seriam, então, essas Tendências em Educação Matemática uma tentativa da produção de um novo enredo?

Para esses pesquisadores, é possível apresentar os conteúdos matemáticos envolvendo um estudo do contexto histórico (história da matemática); com possibilidade de valorização do conjunto de formas de matemática que são próprias de grupos culturais do aluno (etnomatemática); da investigação e pesquisa (investigação matemática); e da aplicação na vida prática (modelagem), resolução de problemas e utilização das Tecnologias Digitais.

E os **alunos e alunas** participantes da pesquisa? São atores e atrizes, também, com vozes ativas nesse enredo. Eles são personagens da narrativa, que exercem um protagonismo em compartilhamento com as mídias e a matemática na proposta de ensino: a produção de vídeos. Eles são oriundos de um ensino que pode ter sido configurado de modo domesticado quanto ao uso das Tecnologias Digitais e com a integração da matemática com a contextualização e crítica da realidade em sua volta. Segundo Freire (2020), a formação dos alunos deve conduzir ao desenvolvimento de cidadãos que sejam capazes de analisar suas realidades social, histórica e cultural, criando possibilidades para transformá-la, conduzindo-os a uma maior autonomia e emancipação. Numa visão vygotskiana (1978), seria o sujeito modificando o seu meio social, ao mesmo tempo em que é mudado por ele.

As ações das Tecnologias Digitais, uma moldagem recíproca se estabelece nessa interrelação para produção de conhecimento (Borba, 1999). Mas, como tornar isso possível em uma sociedade com tantas desigualdades e com falta de políticas públicas que atendam essas demandas? Não cabe aqui entrar nessas discussões, mas apresentar uma reflexão para a necessidade da construção de um novo enredo para a matemática levando em consideração todos os inseridos neste contexto.

A ausência de temáticas que extrapolam o universo concreto dos alunos pode favorecer uma formação sem diálogo com suas vidas que pode gerar evasão escolar. Borba (2021) relata que a evasão de alunos é um dos problemas que está muito presente em todas as instituições educacionais e em todos os níveis de ensino, que se acentuou após a pandemia da Covid. Nesse sentido, é oportuno observar as possíveis causas e fatores que podem influenciar nesse contexto, como fatores externos ao contexto do ensino, pois para além dos fatores sociais e econômicos, deve-se levar em conta que a escola necessita tornar-se mais dinâmica e conectada com as Tecnologias Digitais e as novas plataformas de disponibilização de dados e informações. Assim, elas (TD) podem contribuir para minimizar o abandono e a evasão escolar no ensino médio.

O perfil dos alunos e alunas de ensino médio embora imerso na era digital – pelo fato de estarem 24 horas conectados nas redes sociais, que de certa maneira, influenciam nos processos culturais da sociedade, na qual o aluno e aluna se encontra inserido – isso pode se constituir em um desafio quando à falta de acesso à internet de qualidade nos ambientes educacionais e na própria vida. Além do mais, os aparatos tecnológicos necessários para o desenvolvimento de uma abordagem Experimental-Com-Tecnologias Digitais apresentam-se muitas vezes desatualizadas. Nesse cenário, o problema investigado deve propiciar a possibilidade de se gerar conjecturas e de realizar procedimentos de tentativa e erro para que se

possam construir argumentações e, assim, aceitar ou refutar as hipóteses inicialmente formuladas (Borba; Villarreal, 2005).

Com relação aos alunos participantes da pesquisa, a Escola Oscar Soares, atende a um público diversificado cultural, social e economicamente, sendo alunos das periferias, do centro da cidade, indígenas e da zona rural do município. Muitos desses alunos não possuem acesso à internet, seja por razões econômicas ou indisponibilidade do serviço na área em que residem.

Nesse momento, entra em cena outra atriz, as **Tecnologias Digitais (TD)**. Diversos estudos (e.g Costa, 2017; Bacich; Moran, 2018; Engelbrecht; Llinares; Borba, 2020) têm argumentado que as Tecnologias Digitais podem influenciar as ações e o modo de vida dos seres humanos. Os papéis desempenhados por essa atriz vêm transformando relações econômicas, sociais, culturais e a maneira de produzir o conhecimento. Nesse sentido, Engelbrecht, Llinares e Borba (2020) discutem, por exemplo, como a internet – uma Tecnologia Digital – está transformando a sala de aula de matemática e a formação de professores. Tais pesquisadores identificam novas abordagens desenvolvidas por educadores matemáticos, as quais envolvem design de ambientes, interação social, construção do conhecimento e recursos diversos. Nesse sentido, Borba, Souto e Canedo (2022, p. 32-23)

[...] enfatizam que não foram apenas as tecnologias que se transformaram, mas também os alunos e professores e o ser humano, em geral. Os estudantes atuais cresceram em um mundo digital de computadores, internet e redes sociais *online*. Eles aprendem interagindo com outras pessoas *online*, usam novos meios de comunicação que definem como concebem o conhecimento e seu uso. Os alunos de hoje estão em contato frequente com seus amigos usando redes para compartilhar e criar novos conhecimentos, e podem colaborar de forma síncrona ou assíncrona para tomar decisões e elaborar novas propostas (Borba, Souto e Canedo, 2022, p. 32-23)

Uma observação importante a relatar diz respeito ao fato de que as TD se modificam, transformam-se e aprimoram-se em uma velocidade muito grande. E o fato dos alunos e dos professores estarem inseridos em um ambiente mais tecnológico no contexto escolar pode facilitar o acompanhamento dessas transformações e evoluções. Ainda assim, não se trata de equidade para todos os alunos e os professores e raramente tem-se tempo para implementar uma determinada tecnologia na sala de aula antes que uma nova apareça.

Esse aspecto ficou mais evidente no momento em que o mundo sucumbiu a uma das maiores crises sanitárias já registradas pela humanidade, a pandemia causada pelo coronavírus – Covid-19⁴. Se, por um lado, as Tecnologias Digitais tiveram uma atuação-chave na

⁴ Trata-se de uma infecção virótica, surgida no final de 2019, a qual se alastrou a partir de uma cidade da China e alcançou proporções gigantescas em todos os países, ultrapassando barreiras numa velocidade recorde, levando à morte milhões de pessoas.

continuidade das atividades escolares – possibilitando as interações nos ambientes virtuais de aprendizagem – posto que, como já vem sendo discutido há algum tempo por diversos pesquisadores, elas podem subsidiar o professor na elaboração e dinamização de novas práticas e alternativas didáticas, sendo elas, presenciais, *online* ou remotas. Por outro lado, tem-se a Educação que é um dos principais pontos de atenção na elaboração de estratégias para redução das desigualdades sociais, a qual evidenciou as desigualdades no sistema educacional brasileiro na pandemia de Covid-19, principalmente no que se refere à infraestrutura sanitária e tecnológica. Segundo Cunha (2023, p. 123),

Ainda estamos longe de superar as desigualdades sociais em nosso país, pois, enquanto os ricos – como os donos das empresas de tecnologias – se tornaram ainda mais ricos, a grande maioria da população ficou ainda mais pobre com a crise pandêmica. Além disso, houve um aumento nas desigualdades educacionais, pois milhares de jovens não tiveram acesso à educação, ou estudaram em condições precárias durante o período de Ensino Remoto Emergencial. A esse respeito, é desejável que, cada vez mais, a educação seja um instrumento para a prática da liberdade, como defendia o mestre Paulo Freire, já que ela é o caminho mais viável para transformar a nós mesmos e a sociedade (Cunha, 2023 p. 123).

Desse modo, uma problemática já conhecida foi escancarada e impôs desafios ainda mais urgentes. Além da desigualdade de recursos, condições para estudar, tempo, dedicação, falta uma capacitação de professores para o uso adequado das Tecnologias Digitais, a pandemia do novo coronavírus tem ocasionado, em grande parte da população mundial, dentre elas a população brasileira, quadros de ansiedade e aflorado diversos tipos de sentimentos e comoções. Isso independe da classe social ou cultural que o indivíduo pertença, é claro, que tenha atingido ainda mais os pobres, como mencionado por Borba (2021).

Diante desse cenário, causado pela pandemia, Engelbrecht *et al.* (2020) apresentam uma reflexão sobre a mudança provocada pela COVID-19 que atingiu instituições, professores e alunos. Segundo os referidos autores, essa nova realidade tem colocado muitos professores e alunos diante de diversos desafios para utilizar as Tecnologias Digitais e em meio a eles, estão fazendo o melhor que podem ao realizarem suas atividades de ensino e de aprendizagem. Esses pesquisadores destacam, ainda, que, na educação, as políticas públicas, instituições de ensino e professores precisam considerar e conviver com esse “novo normal” e que as TD podem contribuir para elaboração de propostas de ensino e de aprendizagem que atendam a essas mudanças e transformações no cenário educacional.

Ademais, conforme já vem sendo discutido, os professores e instituições de ensino precisam pensar em uma educação que estimule o desenvolvimento do raciocínio lógico, da curiosidade e da pesquisa. Ou seja, as Tecnologia Digitais utilizadas de forma harmoniosa,

podem levar o aluno a uma forma distinta de pensar, processar informações e produzir conhecimento (Borba; Penteado, 2017⁵).

Não se pode negar que a Educação, assim como a Educação Matemática, há tempos, está passando por modificações na busca por um ensino de qualidade, no qual o aluno e o professor podem assumir o papel de protagonista e transformador do processo. O professor pode também desempenhar o papel de coadjuvante, um facilitador, abrindo espaço para a interação e participação dos alunos na construção do conhecimento, adequado aos tempos atuais. Ou seja, seres-humanos e tecnologias Digitais podem ocupar o mesmo papel ou coparticiparem de distintos papéis.

Em outras palavras, isso consiste na mudança do paradigma (enredo) do ensino e da aprendizagem e da relação entre o aluno, professor e as TD. Nesse movimento de busca, as TD vêm colaborando para o desenho de um cenário educacional alternativo e inovador que pode ampliar as possibilidades de investigações, interações, comunicações e colaborações na Educação, promovendo a mudança de proposta de ensino e transformando o processo de produção/construção do conhecimento (Borba; Scucuglia; Gadani, 2020).

Diante disso, entendo que as TD têm potencial de contribuir ou provocar mudanças na forma de socialização e de interação das pessoas, bem como no modo de compartilhar informações, influenciando no ensino e na aprendizagem. Para Kenski (2007), novas formas de aprendizagem surgiram por meio da interação, comunicação e do acesso às Tecnologias Digitais.

Com base nesses apontamentos, considero necessário o desenvolvimento de mais pesquisas que busquem entender as possibilidades, os desafios, as consequências e as contribuições da integração das TD no ensino e na aprendizagem. Tais reflexões sobre a forma de aprender dos alunos levantaram os seguintes questionamentos: Como as Tecnologias Digitais têm contribuído para o ensino e aprendizagem da Matemática? Como os professores têm inserido as Tecnologias Digitais em suas práticas pedagógicas? Como estão acontecendo o ensino e a aprendizagem da Matemática com o uso das Tecnologias Digitais? Que transformações e movimentos as Tecnologias Digitais têm provocado na Educação Matemática?

Nesse momento, resgato algumas pesquisas que atuam como coadjuvantes nesta investigação, ou seja, personagens que auxiliam no desenvolvimento da história, exercendo

⁵ Livro “Informática e Educação Matemática” da coleção tendências em Educação Matemática teve sua primeira impressão em 2001.

uma função que pode estar relacionada com o enredo principal. As pesquisas de Souto (2013), Galleguillos (2016) e Cunha (2023) expõem resultados sobre os modos como as TD têm influenciado a aprendizagem da Matemática em cursos de extensão *online*. Essas pesquisas (coadjuvantes) contribuíram para a ideia e discussões de que as TD possuem *agency*, ideia essa que é central para a formação dos conceitos que ancoram o ator **Miniciclones de Aprendizagem Expansiva (M.A.E)** que começa a se destacar dentro do enredo.

Souto (2013) se dedicou às transformações (ou aprendizagens) expansivas em um curso *online* de formação continuada de professores e propõe os M.A.E como uma possibilidade de metodologia de análise com o intuito de contribuir para compreensões que dizem respeito aos movimentos que podem ocorrer em um sistema de atividades seres-humanos-com-mídias. Do ponto de vista teórico, a autora analisou o construto Seres-Humanos-Com-Mídias (SHCM) (Borba; Villarreal, 2005) como um sistema de atividade e discutiu sobre o modo por meio do qual a Teoria da Atividade (Engeström, 1987) e o construto se harmonizam e se potencializam. Em sua pesquisa, a autora levanta uma contradição sobre a possibilidade de uma dada mídia, como artefatos, transformar-se e passar a exercer outros papéis em um sistema de atividade, por exemplo, o de objeto ou de sujeito. Com essa expansão teórica, a autora propõe os Miniciclones de Aprendizagem Expansivas.

Conforme destacado anteriormente, a ideia central dos Miniciclones é de que as TD possuem *agency*. A esse respeito, a pesquisa de Galleguillos (2016) segue com as discussões em relação à contradição apontada por Souto (2013). A autora estudou o papel do professor na condução de um curso de extensão *online* em que se desenvolvem processos de Modelagem Matemática e a Teoria da Atividade. Baseada nos resultados de suas análises, a autora afirma que nos processos de modelagem emergiram situações de tensão que manifestaram contradições, sendo estas responsáveis por produzir movimentos no sistema de atividade. Para Galleguillos (2016), esses movimentos foram protagonizados por diferentes mídias⁶ que passaram a desempenhar mais de um papel no sistema de atividade, como o papel de sujeito.

Sendo assim, com base na Teoria da Atividade, nas discussões apresentadas por Engeström (1987), um sistema, qualquer que seja, o papel de sujeito é desempenhado por humanos que possuem *agency*, ou seja, poder de ação. Galleguillos (2016) afirma que, durante o processo de moldagem recíproca (Borba, 1993), as mídias mobilizaram o sistema. Isso pode

⁶ Para esta pesquisa, definimos mídias como “recursos utilizados para a produção de sentido. Pode ser material (instrumentos, ferramentas, material) ou imaterial (oralidade, escrita, informática, pensamento)” (Oechsler, 2018, p. 282).

significar que as mídias têm poder de ação, logo podem ocupar também o papel de sujeitos em um sistema de atividade, colocando assim, mais uma camada nas discussões iniciadas por Souto (2013). Outra pesquisa que notabiliza esse papel desempenhado pelas mídias é a de Costa (2017). Essa autora constatou que, durante a produção de *cartoons* matemáticos (um tipo de vídeo), as Tecnologias Digitais mobilizaram o sistema de atividade e, com isso, desempenharam ou coparticiparam de distintos papéis, como o de artefato, sujeito, objeto, regras, comunidade, organização do trabalho.

Cunha (2023) aprofunda as discussões sobre o *agency* da TD. Ao analisar as Tecnologias Digitais – vídeos digitais – utilizadas pelos alunos da licenciatura híbrida em Matemática em um ambiente virtual verificou que, ao atuarem como agentes (sujeitos), essa mídia provocou movimentos distintos nesses sistemas, dependendo das suas características. Ou seja, para o autor as mídias compartilham com o professor o papel de estar virtualmente presente, atuando como sujeito no sistema de atividade e coparticipando das aprendizagens dos alunos, enfatizando o poder de ação das mídias.

Sendo assim, as pesquisas de Galleguillos (2016), Cunha (2023), Costa (2017) e Cunha, Souto e Domingues (2023) impulsionaram as discussões delineadas por Souto (2013) sobre os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva como uma proposta analítica para compreender os movimentos que levam para as transformações expansivas em um Sistema de Atividade. A pesquisadora se ancorou no conceito de Engeström (1987) sobre “*Ciclos de Transformações Expansivas*”, que ocorre por meio de ações epistêmicas ou de aprendizagem que formam um ciclo expansivo, visando superar uma contradição pela análise de sua formação histórica e encontrar possibilidades de uma consolidação para superar os problemas propostos. Entretanto Souto (2013) alerta que em um M.A.E os movimentos podem ocorrer espalhados e em curtos espaços de tempo, como em uma aula de matemática, sem a necessidade de uma consolidação da prática.

Além disso, a autora considera a necessidade de se considerar que as TD extrapolam seu papel de artefato, podendo participar e coparticipar de distintos papéis em um sistema de atividade. Esses deslocamentos das mídias entre os diferentes vértices da representação triangular (Figura 23, p. 118) implicam em movimentos nos miniciclones. Esses movimentos podem ser de rotações e de translações.

As rotações correspondem a movimentos que ocorrem dentro do próprio sistema de atividades, como quebras de roteiro, experimentações, simulações, análise de conjecturas e modelagem recíproca. Os de translação referem-se à observação de influências externas que quebram padrões e desestabilizam crenças reprodutivas ou

práticas “encapsuladas” já arraigadas na produção do conhecimento matemático (Borba; Souto; Cunha; Domingues, 2023 p,15⁷).

A intensidade e a direção desses movimentos são proporcionados pelas possibilidades e restrições das TD. Os Miniciclones chegam ao seu fim quando há uma elaboração de justificativa para uma determinada solução produzida com diferentes mídias, o que resulta em novas formas de expressar o pensamento matemático.

Um resumo do enredo apresentado até aqui pode ser o seguinte: as Tecnologias Digitais podem contribuir com a capacidade de interação e de comunicação, além de se instaurarem como espaço de debates sobre os mais variados temas, influenciando no processo de ensino e de aprendizagem. As novas formas de relação entre os alunos, os professores, as Tecnologias Digitais e o conhecimento impostas nesse novo cenário demandam mudanças qualitativas nos processos de construção do conhecimento matemático. Conforme já discutido por Freire (2020), as instituições educacionais, assim como, o novo papel do professor, precisam estar mais alinhados à prática de incentivo à aprendizagem e ao gosto pela descoberta, além do compartilhamento de conhecimentos em um ambiente dialógico estabelecido pela relação horizontal na sala de aula.

E os **vídeos**? O movimento deles e seu caráter multimodal na Educação Matemática, suas preocupações, questionamentos e interrogações, começaram a se delinear com a chegada da internet rápida e como uma perspectiva presente na quarta fase das TD (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2014). Desde então, eles vêm sendo palco de diversas pesquisas (e.g Costa, 2017; Oechsler, 2018; Fontes, 2019; Neves, 2020; Domingues, 2020) e os resultados indicam que os alunos possuem certa facilidade em produzir e utilizar vídeos, seja para apresentar uma dança ou contar uma piada, buscar por tutoriais, game play, time-lapse⁸, aprender um conteúdo e comunicar ideias (Borba; Domingues, Costa, 2021). Borba, Souto e Canedo (2022 p. 12) relatam que “Os vídeos digitais se tornaram, no século XXI, um misto de oralidade, escrita, imagens, filmagens, animações, muitas vezes acompanhadas de músicas, de uma maneira que nos atrai, nos mobilizam”. Esses mesmos autores destacam que ainda há muitas “lacunas” ou “espaços vazios” na literatura em relação ao uso e à produção de vídeos por professores e

⁷ Rotations correspond to movements that occur within the activity system itself, such script breaks, experimentations, simulations, conjecture analysis, and reciprocal shaping. Translations refer to the observation of external influences that break patterns and destabilize reproductive beliefs or “encapsulated” practices already ingrained in the production of mathematical knowledge.

⁸ O time-lapse é um processo cinematográfico em que a frequência de cada fotograma ou quadro (frame) por segundo de filme é menor que o normal. Como resultado, quando exibido em velocidade normal, o vídeo apresenta acontecimentos contidos em um espaço de tempo muito menor que o original. Na prática, é um “vídeo” passando rápido, como se estivesse acelerado, é muito utilizada para registrar processos mais longos, como um pôr do sol, o amadurecimento de uma fruta, ou o florescer de um vegetal (<https://rockcontent.com/br/blog/time-lapse/>).

alunos, apesar de ser uma tendência na vida de alunos e professores e na Educação como um todo.

Vale assinalar que com o novo cenário da pandemia os vídeos se tornaram protagonistas no ensino remoto. Claro que, em um primeiro momento, muitos professores enfrentaram diversos desafios para realizar de forma efetiva as intervenções, principalmente em relação à produção e compartilhamento de vídeos que servem como recursos didáticos em discussões nas aulas virtuais.

Os vídeos aparecem nas pesquisas do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática – GPIMEM como: possibilidade para gravação de aulas com o intuito de realizar uma análise da prática pedagógica; recurso didático; e possibilidade de atividade de produção de vídeos, tanto por alunos quanto por professores para comunicar ideias matemáticas. Eles têm se destacado como mídias inseridas no contexto educacional, visto que mais do que inovações tecnológicas, vivencia-se atualmente uma revolução tecnológica da comunicação audiovisual (Neves, 2020). Se os vídeos podem contribuir para enriquecer o ensino e a aprendizagem da Matemática enquanto ator, permitindo que diferentes abordagens e ideias sejam exploradas, é possível dizer que os vídeos, também assumem o papel de protagonista nesse enredo.

Hoje em dia, produzir e compartilhar vídeos se tornou uma cultura digital, é algo cada vez mais frequente e no que se refere ao público escolar, comumente é possível observar que os alunos produzem e compartilham seus conteúdos nas redes sociais. Esse crescente uso e produção dos vídeos, além da facilidade com que os alunos lidam com essas produções tem função crucial em despertar, no GPIMEM, o interesse em pesquisar vídeos digitais com conteúdo matemático por alunos, professores e comunidade em geral, buscando entender, dentre outras questões, a maneira que essas figuras sociais comunicam ideias matemáticas por meio da tecnologia digital em pauta (Domingues, 2020).

Nesse momento, é oportuno expor que o GPIMEM realiza anualmente o Festival de Vídeos e Educação Matemática. É um evento híbrido com uma parte presencial e outra *online*, no qual são realizadas palestras, mostras de vídeos, publicações e apresentações de trabalhos científicos, além da Cerimônia de Premiação, tratando-se de um ambiente virtual de compartilhamento e interações de vídeos com conteúdos matemáticos. Os vídeos submetidos ao referido evento são analisados e classificados, primeiramente, pela equipe do projeto e, em seguida, por um júri composto por artistas, cineastas, matemáticos e educadores matemáticos, além de serem submetidos à júri popular, a fim de definir aqueles que serão premiados. Esses

vídeos são compartilhados em ambiente virtual de livre acesso, para além da temporalidade do Festival.

Além disso, o GPIMEM vem desenvolvendo diversas pesquisas em Educação Matemática, produção e uso de vídeos digitais. Os vídeos submetidos ao Festival se configuram um ambiente frutífero para o desenvolvimento de pesquisas associados a ele, as quais analisam aspectos presentes nos vídeos e/ou no processo de sua produção a partir de diferentes referenciais teóricos, quais sejam: Semiótica Social; Multimodalidade⁹; Teoria da Atividade; Seres-Humanos-Com-Mídias; Diálogo e Comunicação, pautadas nas obras de Paulo Freire; dentre outros referenciais.

A participação da autora desta tese no Festival de vídeo e seu interesse em pesquisas sobre TD e vídeos iniciou durante o curso de mestrado, no qual essa pesquisadora buscou compreender o papel das Tecnologias Digitais utilizadas durante o processo de produção de *cartoons* de Matemática sobre a perspectiva teórica sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Na pesquisa de mestrado, muitos questionamentos foram respondidos, além de outros serem formulados.

Dentre os resultados da dissertação mencionada, ressalto que as Tecnologias Digitais utilizadas na produção dos *cartoons* possibilitaram o desenvolvimento da criatividade e da criticidade dos alunos, haja vista que eles “foram capazes de decidir, planejar, pesquisar, executar e avaliar o trabalho que desenvolveram. Para tanto, tiveram que compreender os conceitos matemáticos envolvidos e utilizar as tecnologias digitais que estavam disponíveis” (Costa, 2017 p. 138). Além de mudar a “Imagem Encapsulada” da Matemática, possibilitar a interdisciplinaridade, influenciar o raciocínio matemático e despertar autonomia do aluno.

Outra resposta, verificada na análise dos dados da pesquisa de Costa (2017), diz respeito às Tecnologias Digitais usadas na produção dos *cartoons*, elas desempenharam todos os papéis possíveis em um sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, a saber: regras, organização do trabalho, objeto, artefato, comunidade, sujeito e proposta de estudo. Esses papéis estão relacionados à multivocalidade, à historicidade e às contradições internas que ocorreram dentro do sistema de atividade. Então, a partir das análises e resultados da dissertação de Costa (2017), surgiu um dos questionamentos: como ocorrem as transformações expansivas no sistema Seres-Humanos-Com-Mídias durante a produção dos *cartoons* (vídeos)?

⁹ A multimodalidade busca compreender os processos de comunicação e produção de significados como impregnados de marcas culturais. Ou seja, entender os processos comunicativos para além da oralidade e da escrita, pois considera as maneiras como os recursos semióticos ou comunicativos são mobilizados nesses processos (Oechsler, 2018; Neves, 2020).

Outro questionamento está relacionado aos movimentos dos sistemas. De acordo com Souto (2013), um sistema seres-humanos-com-mídias, qualquer que seja, realiza movimentos de rotação (movimenta-se em torno de si mesmo), mas, também, faz translações (movimenta-se em torno de outros sistemas) não sendo possível antecipar previsões em relação à direção que ele irá tomar, como um miniciclone. Com base nessa afirmação, em minha pesquisa de mestrado, que teve como objetivo, compreender o papel das tecnologias digitais utilizadas durante o processo de produção de *cartoons* de Matemática, consegui verificar apenas os movimentos de rotação realizados no sistema de atividade. O que a leva a questionar: como ocorrem os movimentos de translação em um sistema de atividade quando alunos produzem e usam vídeos? Os movimentos de rotação podem influenciar nos de translação? Ou entre sistemas de atividade?

Isso pode ser respondido mediante a observação da realização de ações planejadas e articuladas, marcadas, neste caso, pelo ingresso da autora da presente tese no doutorado, apoiando-se em novas leituras e aprofundamentos dos referenciais teóricos, em discussões realizadas junto ao GPIMEM. Além do fato da crescente tendência do uso da Tecnologia Digital na Educação Matemática, em destaque, alunos expressando conhecimentos matemáticos com vídeos, eu, enquanto autora (narradora) deste estudo foi conduzida a refletir e formular a pergunta que guia esta pesquisa, sendo ela: como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzirem vídeos matemáticos?

Para tanto, as TD investigadas nesta pesquisa são aquelas utilizadas na produção de vídeos digitais. Autores (e.g Maeda, 2009; Oechsler, 2018; Domingues, 2020) discutem as possibilidades do uso/produção dos vídeos para a aprendizagem da Matemática. Para tais estudiosos, os vídeos são capazes de criar um canal que possibilita a aprendizagem, desperta o interesse dos alunos e, ainda, favorece o entendimento de determinados conteúdos.

Além das discussões apresentadas, esta pesquisa foi idealizada a partir dos questionamentos e experiências da pesquisadora, autora deste trabalho, como professora de Matemática, na busca por propostas de ensino que possam colaborar com sua prática docente. Ademais, seu anseio em contribuir para uma educação de qualidade – de modo particular para o ensino e aprendizagem da Matemática por meio o uso das Tecnologias Digitais e, mais especificamente, para a produção de vídeos digitais matemáticos – foi fundamental para que este estudo se materializasse. Outro aspecto relevante para a construção desta pesquisa se deve ao fato de que a autora deste trabalho, enquanto professora da Educação Básica (Ensino Médio) e Superior, testemunhou e vivenciou os desafios e limites dos alunos no ensino e aprendizagem

da disciplina de Matemática, sendo esta, muitas vezes, considerada “difícil”, principalmente pela forma como ela é usualmente ensinada, limitando os espaços de interações, diálogos e trocas de ideias.

Por outro lado, as Tecnologias Digitais vêm sendo cada dia mais usadas pelos alunos, professores e toda a comunidade escolar. Não foram raras as vezes em que a pesquisadora, autora deste estudo, observou a facilidade com a qual os discentes interagem com essas tecnologias, principalmente, com o uso de vídeos, seja para se descontraírem, seja para sanarem dúvidas de algum conteúdo. Borba (2021) realça que o uso das Tecnologias Digitais na produção de vídeos, durante a pandemia, e o compartilhamento desses vídeos por alunos logo se tornam parte de novos coletivos de humanos e mídias envolvidos na produção de conhecimento matemático. Desse modo, considerando que as Tecnologias Digitais estão presentes no cotidiano dos alunos, professores e da comunidade escolar, influenciando novas práticas e condições para o ensino e aprendizagem da Matemática, é possível inferir que elas podem possibilitar o uso de distintas propostas de ensino em sala de aula.

Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo compreender como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos matemáticos, elaborados por alunos do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, da Escola Estadual Oscar Soares, Juara-MT. Para alcançar o objetivo desta pesquisa, por meio dos dados produzidos, dialogo com as ideias da Teoria da Atividade (Engeström 1987) e dos estudos apresentados no Seres-Humanos-Com-Mídias (Borba; Villarreal, 2005; Souto, 2013).

Metodologicamente, adoto a pesquisa qualitativa (Lincoln; Guba, 1985, Bogdan; Biklen, 1994, Creswell, 2014, Borba; Araújo, 2017) por considerar que esta investigação tem como propósito uma análise descritiva de um determinado fenômeno. Tal análise visa identificar aspectos como tensões e conflitos, aprendizagem expansivas, movimentos dos sistemas de atividade e as influências da produção dos vídeos no ensino e na aprendizagem.

De acordo com Borba e Araújo (2017, p. 24), o problema a ser investigado e “as compreensões e interpretações significativas do ponto de vista da interrogação formulada” direcionam para o tipo de pesquisa que será desenvolvida. Assim, esta pesquisa se guiou por meio de dois aportes teórico-metodológicos: a Teoria Enraizada (*Grounded Theory*) (Strauss; Corbin, 2008) e os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas (Souto, 2013).

Segundo Strauss e Corbin (2008), o objetivo da Teoria Enraizada é a construção ou ampliação de teorias empiricamente fundamentadas, a partir de fenômenos sociais sobre os quais poucas análises foram articuladas. Já os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva contribuem para compreender como ocorrem os movimentos em um sistema de atividade

coletiva em que seres humanos, com a produção de vídeos digitais, buscaram, de forma crítica, colaborativa e ativa um modo de elaborar e/ou reelaborar uma solução sobre determinado problema ou conteúdo matemático.

Para a produção dos dados, foram utilizados os seguintes instrumentos: observação participante, questionários com perguntas abertas e fechadas, entrevistas, fórum e *chat* em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) – *Google Sala de Aula*¹⁰ – e registro audiovisual. Foram organizadas quatro palestras com os temas: *Educação, Tecnologias Digitais, Vídeos e Ensino e Aprendizagem da Matemática* para os sujeitos da pesquisa – alunos do Ensino Médio de uma escola Estadual do município de Juara, MT. Além disso, foram ofertadas oficinas, entre o período de 08 de fevereiro a 18 de março, sobre produção vídeos para os alunos com a colaboração dos professores da disciplina.

Esta tese contribui para diminuir a distância entre a forma como os alunos querem aprender e como os professores e as instituições de ensino têm ensinado a Matemática. Além de possibilitar compreender como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos digitais matemáticos, visa contribuir com a aprendizagem de conceitos/conteúdos matemáticos e possibilitar o uso de distintas propostas de ensino. Ademais, proporcionou aos professores a apropriação do uso das Tecnologias Digitais, reorientando ações e planejamentos, promovendo atividades que resultem na participação ativa, crítica e criativa dos alunos e, conseqüentemente, na interação entre aluno-professor-Tecnologias Digitais. E mais, como “Produzir” Matemática com o uso das Tecnologias Digitais, em especial aquelas utilizadas na produção de vídeos, proporcionando a utilização da linguagem matemática de forma multimodal.

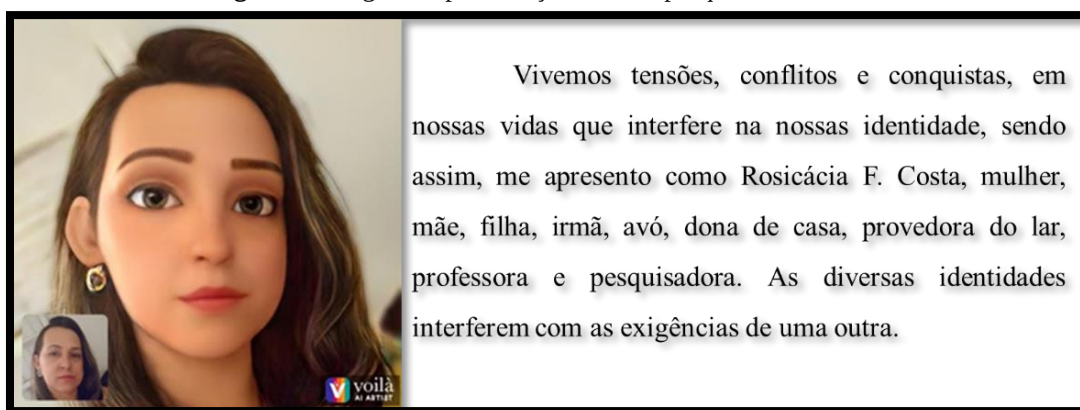
1.2 *Sobre a trajetória da pesquisadora*

No momento em que me disponho a contar um pouco sobre minha trajetória de vida acadêmica e profissional, no papel de narradora protagonista, descrevo minha caminhada do ponto de vista de quem é o personagem em atuação. Por ser o ponto central da narração, tenho o conhecimento privilegiado de toda a história, portanto, trata-se de uma produção notadamente subjetiva.

¹⁰ O *Google Sala de Aula* é um ambiente virtual de aprendizagem gratuito que possibilita trocas de e-mail, documentos, vídeos, chat, fórum e armazenamento, desenvolvido de forma colaborativa com professores para ajudá-los a desenvolver diversas atividades pedagógicas com maior dinamismo, organização, otimização podendo formar turmas e direcionar atividades utilizando ou não outras ferramentas do *GoogleApps*.

Tratar acerca da trajetória acadêmica e profissional, das motivações para as escolhas, dos desafios e das conquistas vivenciadas, dentre outros aspectos, requer conhecer de qual perspectiva, do ponto de vista pessoal, a história vem sendo construída. Então, por que não apresentar a narradora protagonista da tese? Buscando apresentar como ocorreram as inter-relações no “caminhar” da narradora com os demais personagens (a Matemática, a TD e os Vídeos), ou seja, irei discutir o comportamento da narradora em cena, a maneira como suas ações concretizaram para a formulação do problema de pesquisa.

Figura 1: Imagem e apresentação da atriz pesquisadora



Fonte: elaborado pela autora (imagem feita pelo aplicativo voilà).

A Figura 1 aborda a maneira como me apresento diante das diversas funções desempenhadas por uma mulher pesquisadora. Eu não sou nenhuma exceção, nem maioria. Posso expor que se fosse analisar somente o “sou mulher, mãe e de origem pobre no Brasil” eu seria parte da maioria. Entretanto, consegui ultrapassar algumas barreiras e chegar à universidade, o que poderia me levar a um lugar de minoria em um país marcado pela desigualdade.

Os registros guardados na memória ao longo do tempo estão impregnados das minhas vivências com o mundo de uma forma geral, no meu caso, principalmente movido pela trajetória relacionada a minha própria jornada acadêmica e profissional. Isso porque, ao realizar esse confronto com a memória, solicitando vivências, traduz-se em um grande desafio, simplesmente pelo fato de que essas experiências foram sendo construídas durante vinte e quatro anos. Talvez, por algum momento posso transcender esse cenário, pois não tem como separá-lo completamente das minhas experiências pessoais.

Apoiada em Borba, Almeida e Gracias (2020), que consideram importante que a voz do autor se destaque, exponho que é mediante o relato da trajetória científica do autor, verificando de qual perspectiva, do ponto de vista da formação e pessoal, o problema de pesquisa é formulado e analisado, a voz do autor também se sobressai. Nesse sentido, ressalto uma parte

dessa trajetória que teve origem com meu ingresso na graduação, a qual me possibilitou direcionar o foco para o problema de pesquisa, isso por que ao longo dos anos fui acumulando questionamentos sobre a Educação como um todo, mais em especial a Educação Matemática.

Não posso asseverar que meu interesse pela Matemática começou cedo, como muitos pesquisadores nessa área afirmam. Minha relação com ela foi sendo construída, durante a Educação Básica e Superior mediante influências de alguns professores e por meio de muitos questionamentos: para que serve a Matemática? Onde usá-la? E se a resposta apresentada diz que ela serve para entender melhor o mundo no qual vivemos, então por que não a estuda?

Mobilizada por tais questionamentos, decidi contar minha trajetória acadêmica e profissional, dividindo o cenário com outras atrizes, a própria Matemática e destacando como foi a participação das Tecnologias Digitais e dos vídeos nessa jornada. Para tanto, reconheço que essas reflexões parecem interessantes e pertinentes se contadas e argumentadas a partir da ótica da perspectiva estruturada nas quatro fases das Tecnologias Digitais na Educação Matemática no Brasil, discutida por Borba, Scucuglia, Gadanidis (2020).

De acordo esses autores, a primeira fase inicia no ano de 1985 e vai até 1990, sendo as tecnologias utilizadas os computadores e as calculadoras simples e científicas, nos quais se desenvolvia atividades de programação como destacado pelos autores, o LOGO¹¹. Claro que não se tratava de uma realidade na Educação Básica, assim como em todas outras modalidades de ensino, principalmente na região norte do país, onde cursei todo o Ensino Fundamental e Médio, ora em escolas com salas de aula multisseriadas, ora em outras escolas de cidade (vila,) no interior do Amazonas. E as tecnologias? Bom! Posso citar a dupla quadro e giz, os livros comprados pela família ou doados, as pesquisas que eram realizadas nas enciclopédias como a Barsa, quando possível. Isso porque eu morava em um sítio localizado a seis quilômetros da escola, não tinha ônibus, na verdade nem estrada.

Junto com o Ensino Médio Regular, cursei o Magistério (Curso Normal), pois seria uma possibilidade de emprego e de exercer a docência em uma região do Brasil de tão difícil acesso, não só de distância dos grandes centros, mas, também, dos sonhos para a juventude. E, assim, em 1996, iniciei minha jornada na Educação, como professora da Educação Infantil, isso no município de Apuí, localizado no interior do estado do Amazonas, após ter sido aprovada em concurso público. Meu desejo, naquele momento, era de fazer a diferença, isso porque, com

¹¹ O *software* LOGO permite, por meio da digitação de caracteres: realizar o *input* de comandos de execução, envolvendo aspectos da programação computacional; observar o funcionamento, de mecanismo presente na construção do conhecimento (Borba; Scucuglia; Gadanidis, 2020).

os desafios encontrados nessa região e a falta de professores, mesmo ainda, cursando o Ensino Médio Regular e o Magistério (Logos¹²) já estava em sala de aula.

Esse início ocorreu na segunda fase, que tem início em 1990 e vai até 1999. As tecnologias destacadas por Borba, Scucuglia, Gadanidis (2020), nessa fase, foi marcada pela popularização dos computadores e a utilização das calculadoras gráficas, *software* como exemplo: cabri géomètre, Geometriks, *Winplot*. Já no final dessa fase, devido às políticas públicas, algumas escolas receberam kits multimídias, os quais eram compostos por uma televisão e um vídeo cassete. Desde então, a secretaria passou a contar com um computador para os serviços técnicos. O uso dessas tecnologias ocorria da seguinte forma: mediante agendamento para, uma vez por mês, assistir um vídeo escolhido pela equipe gestora, sendo esses vídeos da TV Escola, dentre outros canais ou um filme. Os momentos de interação na sala de vídeos eram esperados pelos alunos com muita alegria, pois a maioria não possuía televisão em casa.

Ao terminar o Magistério, passei a lecionar, também, no Ensino Fundamental I e na Educação de Jovens e Adultos (EJA), por meio de contrato temporário que era renovado anualmente pela Secretária de Educação do Amazonas. Essas mudanças foram vivenciadas como grandes desafios nessa jornada profissional, isso por que, na época a escola classificava o nível dos alunos em turmas, de acordo com o desempenho do aluno no ano anterior. Por exemplo, alunos com facilidade na aprendizagem, bom desempenho e na idade certa eram alocados da turma A, essa classificação continuava. Sendo minha primeira turma a “I”, guardo na memória os problemas encontrados, alunos fora da faixa etária de idade, com desafios cognitivos, intelectuais e mentais. Os jogos matemáticos, como recursos didáticos, foram uma estratégia para superar alguns desses desafios.

Outro desafio foi ministrar aulas na EJA, uma experiência ímpar, com a diferença de idade entre a professora e os alunos, os desafios de aprendizagem, além das questões sociais, culturais e econômicas. Além disso, mais uma vez, por falta de professores qualificados na área, ministrava aulas de Matemática, Geografia, Física, Química e Artes.

Não é possível descrever em poucas palavras o que significou essa experiência e o quanto aprendi com ela. Foi nesse período que conheci, por meio de leituras as obras de Paulo Freire, uma educação voltada para a conscientização de vencer primeiro o analfabetismo político para concomitantemente ler o seu mundo a partir da experiência, da cultura e da história. Apesar dessa diversidade, acredito que consegui reorganizar minha prática docente e

¹² Cursos de formação inicial emergencial, na modalidade magistério, aos professores das redes públicas de Educação Básica tendo em vista as demandas indicadas nos planos estratégicos de Formação Docente.

superar as limitações desse novo contexto. Como destacado por Freire (2011), o homem aumenta sua percepção à medida que reflete sobre o mundo, fazendo com que seus problemas tornem-se desafios.

Com a Lei nº 9.394, de 20/12/96, art. 62, (nova LDB), criada pelo Governo Federal, fica determinado que somente serão admitidos (na Educação Básica) professores habilitados em nível Superior. Todavia, apesar da lei ter sido sancionada em 1996, os estados e as universidades não conseguiam atender as demandas. Somente em 2001, prestei dois vestibulares da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), sendo um para cursar Ciência da Natureza e o outro Matemática.

Foi nesse momento que fiz uma reflexão sobre minha trajetória como aluna e o que me chamava a atenção era justamente o fato de ter reprovado em Matemática na 5ª série (ano). Outro aspecto reflexivo, era a imagem que eu tinha da Matemática, sem aplicação no dia a dia, sem flexibilidade na forma como era ensinada e, talvez, ainda seja, dentre outros aspectos que colaboraram para a construção da “imagem encapsulada” da Matemática, discutida por Ensgeström (1987). Esse termo se aproxima ou se alinha com interpretação de Borba e Skovsmose (2001) sobre a ideologia da certeza, ou seja, a matemática considerada pura, perfeita, infalível e símbolo de certeza, que coloca o conhecimento matemático em uma posição de superioridade. Essas reflexões sobre a imagem Matemática e o contexto vivenciado não influenciaram na minha escolha. Acredito que essa decisão, também, deve-se ao fato de eu gostar de desafios ou de tentar realizar um sonho escondido da adolescência, ser uma economista.

Foi na graduação que, pela primeira vez, usei um computador para aprender Matemática, ano de 2002, na disciplina “Introdução a Ciências dos Computadores”. No momento, encontrávamo-nos na terceira fase das Tecnologias Digitais. Nessa fase, segundo Borba, Scucuglia, Gadanidis (2020), a internet começava a ser utilizada como fonte de informação e como meio de comunicação entre professores e alunos e para a realização de cursos a distância para a formação de professores.

Como destacado por diversos autores, dentre eles Freire (2020), os avanços proporcionados pela internet modificam as formas de relação entre os alunos, professores e o conhecimento. Isso, então, demanda mudanças qualitativas nos processos de constituição dos saberes nas instituições educacionais, assim como, um novo papel para o professor, mais alinhado à prática de incentivo à aprendizagem e ao gosto pela descoberta, além do compartilhamento de conhecimentos em um ambiente dialógico estabelecido pela relação horizontal na sala de aula (Freire, 2020). Contudo, essas questões ainda estavam longe de

acontecer em um lugar tão longe dos centros urbanos, acredito que, muitas vezes, esquecidos ou ignorados pelos órgãos públicos.

Como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), realizei pesquisa sobre os jogos no ensino e na aprendizagem da Matemática, buscando metodologias de ensino que fossem relevantes para os alunos, que os envolvessem no processo de produção do conhecimento. Como mencionado anteriormente, para superar os desafios em sala de aula, eu já tinha utilizado os jogos pedagógicos, o que possibilitou estabelecer um sistema de relações entre a prática vivenciada e a construção e estruturação do vivido, produzindo conhecimento. Vale ressaltar que não se tratavam de jogos de forma virtual, mas sim aqueles que podem ser jogados em tabuleiro, como os de dominó, palavras cruzadas, jogo da memória, descubra o intruso, tangram e outros.

Ao terminar a Graduação, em 2005, já cursei uma Pós-Graduação *Latu Sensu* em Ensino de Matemática, também pela UFAM, continuei pesquisando os jogos no ensino e aprendizagem da Matemática. A ausência de programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* na região norte nessa época e a necessidade de trabalhar me forçaram a interromper minha formação. Claro que, os cursos de formação continuada promovidos pela escola, a troca de experiências com outros professores nas reuniões de planejamento e a participação nas atividades da escola, de forma geral, contribuíram para a minha formação.

Já graduada e pós-graduada, com o desafio de ensinar a Matemática como professora formada na área Matemática nas salas de aula da Educação Básica e no EJA, notei que o conhecimento adquirido com as aulas teóricas no período da graduação e pós-graduação não bastava para que eu enfrentasse tamanhos desafios. Nesse período, a Educação Matemática já vivenciava a quarta fase das Tecnologias Digitais, com os avanços da internet e, com ela, os diversos recursos tecnológicos transformavam o modo de comunicar e produzir conhecimento (Borba, Scucuglia, Gadanidis, 2020).

Em 2007, mudei-me para o estado de Rondônia, cidade de Ouro Preto, onde trabalhei pela primeira vez em uma escola particular, um cenário totalmente diferente do que eu vivia no interior do Amazonas. A internet já estava presente nesse cenário e apesar dos desafios, começo, mesmo sem ter ciência disso, a vivenciar a quarta fase das Tecnologias Digitais, marcada pelo advento da internet rápida. Nessa escola, embora com uma infraestrutura adequada, com mais tecnologias e com alunos de classes sociais bem distintas da encontrada no interior do Amazonas, não tive uma facilitação na minha prática pedagógica. Os desafios, nesse cenário, eram outros, sem uma formação adequada para o uso da Tecnologias Digitais, procurei por curso de formação continuada e busquei aprender com meus colegas de trabalho.

E a atriz Matemática? Ela de um jeito “manso” ao longo dos anos, foi entrelaçando-se com o ser professora. Assim, a cada momento, esforçava-me mais para aprender essa Ciência, saindo dos muros da escola. A sua utilização em situações problemas, a sua relação com outros conteúdos da própria Matemática e das outras Ciências, a sua aplicabilidade na compreensão e a atuação no mundo, ou seja, a Matemática significa possibilidades de acesso ao conhecimento acumulado na história da humanidade, de significação do mundo, de reflexões e críticas e de transformação da realidade.

Em 2009, por motivos pessoais, mudei-me para o estado de Mato Grosso, município de Juara, onde trabalhei em escolas estaduais (por meio de contrato anual) e particulares. Em meados de 2012, tive a aprovação no concurso do estado do Mato Grosso, o que possibilitou voltar a sonhar em continuar minha formação. Nesse mesmo período, passei no processo seletivo da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Juara, para trabalhar como professora substituta. Ministrei aulas nas disciplinas de Matemática Elementar, Matemática Financeira e Estatística no curso de Administração.

No entanto, mesmo com tanto tempo em sala de aula e trabalhando em várias modalidades de ensino, muitas vezes, ainda me encontrava imersa no ensino dito ensino “tradicional”, reproduzindo as metodologias utilizadas por meus professores, explorando a forma mecanicista de conteúdo-exemplo-exercício, no qual o professor assume papel central na comunicação. Ou seja, apesar da formação na área, anos de experiências e de formação continuada, a atriz Matemática, ainda era um grande desafio que me convidava a refletir na possibilidade de transformar essa realidade, assim como, para saber se esses esforços, no decorrer da minha formação, seriam suficientes para começar a mudar a dinâmica da sala de aula.

Após seis anos que estive em sala de aula, Educação Básica e Ensino Superior, cursei outra Pós-Graduação “Docência no Ensino Superior” ofertado pelo departamento de Pedagogia do Campus Universitário de Juara, da Universidade do Estado do Mato Grosso. Desse modo, foi na disciplina Tecnologias da Informática e da Comunicação no Contexto da Educação Superior, ministrada pela professora Dra. Albina Pereira de Pinho Silva que surgiu meu interesse em investigar o uso das Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem da Matemática. Ou seja, a disciplina veio a complementar minhas reflexões sobre a sala de aula, propiciando-me, principalmente, uma base teórica consistente e um conhecimento especializado para o uso das Tecnologias Digitais.

A partir daí a minha relação com a atriz Tecnologia Digital, foi sendo construída, ora impulsionada pelos avanços tecnológicos, ora pelas minhas próprias indagações e experiências

como professora de Matemática, na busca por propostas de ensino que possam colaborar com a prática docente. Pontuo que essa busca envolve meu anseio em contribuir com uma educação de qualidade, de modo particular para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

Prosseguindo, conforme é possível perceber ao longo deste texto, as Tecnologias Digitais desempenham um papel coadjuvante, o qual auxiliou no desenvolvimento da minha trajetória, exercendo uma função direta com a História. As tensões vividas, conflitos e mudanças proporcionadas por essa atriz foram modelando minha trajetória profissional, aprimorando novas possibilidades e reorganizando minhas práticas pedagógicas em sala de aula. Assim, acredito que seu papel de co-protagonista, sempre próxima, auxilia na busca de meus objetivos.

Apesar da consciência da necessidade da inserção de propostas com uso de Tecnologias Digitais no ensino e a aprendizagem da Matemática, convém ressaltar que nem sempre as escolas públicas e universidades oferecem condições necessárias para o desenvolvimento de aulas e/ou atividades com o uso de Tecnologias Digitais e não possuem conectividade a uma internet de qualidade. Isso porque a maioria dessas instituições não tem infraestrutura – talvez por falta de investimento públicos – e os professores não possuem formação adequada, a fim de atender os desafios, para que desenvolvam suas aulas com o uso de TD.

Incentivada e motivada pelas leituras, somada a minhas experiências, as minhas observações e ao avanço da Tecnologia Digital, aproximei-me do tema “produção e uso de vídeos na sala de aula”. Pesquisei por programas de mestrado que possuíam uma linha de pesquisa voltada para essa temática, dialoguei com vários pesquisadores e, assim, tomei conhecimento do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECEM, oferecido pela UNEMAT, campus de Barra do Bugres, MT. Desse modo, visto que esse Programa pesquisava Tecnologias Digitais, produção de vídeos e Educação a Distância, decidi submeter um projeto para a seleção com o tema “O uso de vídeos na Educação a Distância”, o qual não foi aceito.

Para uma professora que veio do interior do estado do Amazonas, não seria aqui que iria desistir. Inspirei-me em Paulo Freire que expõe que o ser professor se constitui em uma proposta para espíritos empreendedores, brilhantes, criativos e inquietos. Com essa afirmação, entendo que a educação é compromisso desafiador, de responsabilidade pela vida, pela formação de pessoas humanas que estão principiando a conhecer o mundo e a dar-se conta das possibilidades abertas para viver a incrível aventura da existência, não cabe a mim o desafronto de desistir.

Com a intenção de conhecer melhor e me aproximar das pesquisas realizadas pelo referido programa, participei como aluna especial da disciplina “Tecnologias Digitais no Ensino

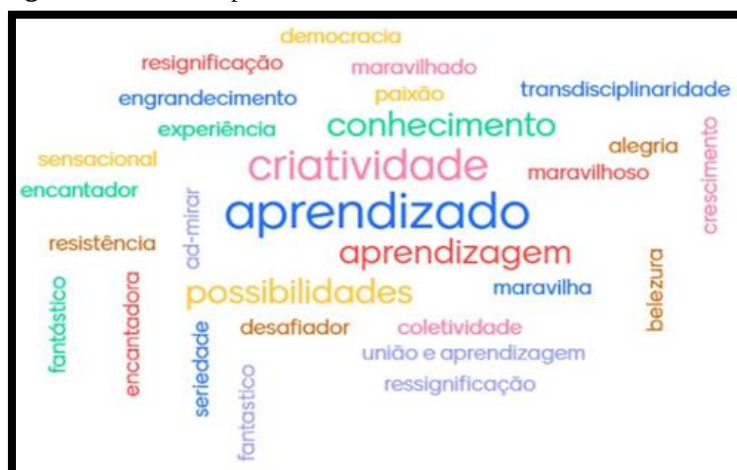
de Ciência e Matemática”, ministrado pela professora Dra. Daise Lago Pereira Souto. Essa disciplina foi muito importante, pois seu foco era explorar as potencialidades das Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem da Matemática, em especial vídeo e *cartoons*. Além disso, como trabalho final, tive a oportunidade de submeter e apresentar um artigo intitulado “*Cartoons* no Ensino da Matemática: limites e possibilidades”, no XII Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), em 2016, na cidade de São Paulo, SP.

Na seleção seguinte, turma de 2016, fui aprovada no mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, com o projeto titulado “O ensino e a aprendizagem matemática na educação a distância: qual o papel dos vídeos?”. No entanto, durante o desenvolvimento das disciplinas e a realização da investigação foram ocorrendo mudanças na estrutura e no título: “Aprendizagem da Matemática com *Cartoons*: qual o papel das Tecnologias Digitais?”. O objetivo dessa pesquisa consistiu em compreender o papel das Tecnologias Digitais utilizadas durante o processo de produção de *cartoons* de Matemática elaborados por alunos da Educação Básica.

Ao longo do mestrado, fiz parte do projeto de pesquisa M@tton que tinha como objetivo compreender a forma como os *cartoons* estão sendo produzidos e utilizados na Educação Básica (incluindo educação indígena, quilombola e do campo) e nos cursos de Licenciatura em Matemática das Instituições Públicas de Ensino Superior do Estado de Mato Grosso. É oportuno destacar que ainda cursando o mestrado fui construindo uma relação com as pesquisas desenvolvidas pelo GPIMEM e participei do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, assim como das demais edições.

Não cabe, aqui, apresentar todo o contexto e objetivo do festival, isso já foi realizado por outros autores (e.g Domingues 2020; Borba; Domingues; Costa, 2021). Saliento a importância e colaboração desse evento para a construção desta pesquisa, isso porque, desde da primeira edição do referido evento, venho produzindo vídeos com os alunos do Ensino Médio e Superior e observando as formas como essa mídia vídeo transformou a sala de aula, a organização dos trabalhos e/ou a produção de conhecimento matemático. Além disso, cabe frisar que esse festival propicia o compartilhamento de ideias matemáticas fora do ambiente escolar, atingindo e contemplando a sociedade que carece de iniciativas articuladoras de saberes do ambiente escolar e saberes do cotidiano. Cabe registrar que durante o V Festival, o coordenador do curso realizou a seguinte pergunta para os participantes do evento *online* do V festival: “Defina o Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática em uma única palavra?”. A resposta foi apresentada em uma nuvem de palavras.

Figura 2: Nuvem de palavras criada durante o V festival, 2021



Fonte: V Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática.

Voltando do mestrado, é importante relatar que, ao longo dos anos de 2018 e 2019, assumi o cargo de articuladora pedagógica, atuando também em sala de aula e continuei no curso de Administração (ADM) na UNEMAT. Além disso, entre outras atividades, atuei em projetos de extensão e minicursos que ofereci em eventos acadêmicos, sobre a temática de produção de vídeos (*cartoons*) para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

Convicta de minha escolha, o primeiro movimento que realizei foi participar da disciplina Metodologia de Pesquisa Qualitativa, do programa Pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro. Como aluna especial, as leituras realizadas durante o curso foram fundamentais para o amadurecimento das ideias do projeto que originou esta tese, em particular, as discussões que surgiram em torno da Teoria da Atividade e do SHCM.

Assim, iniciei meu doutorado em 2020, após ter sido aprovada no processo seletivo do PPGEM, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, de Rio Claro. Então, a minha pesquisa passou a ser parte do GPIMEM, grupo esse que contribuiu muito por meio das reflexões, leituras e discussões.

Outrossim, é oportuno salientar que fazer o doutorado era um sonho que parecia muito distante, o qual ganhou força durante o mestrado, incentivada pela minha orientadora Daise Souto. Além disso, esse sonho ganhou mais força devido ao incentivo de minha família, o que representava uma motivação a mais para continuar.

Mas seria aqui o início da quinta fase? Não poderia deixar de relatar essa importante fase, em que meus planos, metas, expectativas e objetivos com relação ao meu ingresso no doutorado, foram modificadas e reorganizadas devido à pandemia do Covid-19, causada pelo

vírus SARS-CoV-2. Nessa fase, os autores relacionam a Educação Matemática com a visão de Tecnologias Digitais e suas concepções epistemológicas com o poder de ação do vírus.

Assim, as quatro primeiras fases são marcadas principalmente pelas tecnologias digitais e a natureza das atividades desenvolvidas, enquanto a quinta fase, cronologicamente associada à pandemia, tem como elementos principais a intensificação do uso das tecnologias digitais, o poder de ação (*agency*, em inglês) de atores não humanos e a hibridização da Educação Matemática a partir do poder de ação desse vírus [SARS-CoV-2] (Borba; Souto; Canedo, 2022 p. 15).

Esse poder de ação do vírus, apresentado pelos autores, teve como uma das consequências o distanciamento social e a suspensão das aulas presenciais, o que inclui as atividades acadêmicas da UNESP. Depois de alguns meses de interrupção, a Universidade retornou as atividades a partir do segundo semestre de 2020, dessa vez, de forma remota, o que foi um grande desafio para todos.

Figura 3: Memes sistematizando a “vida” da pesquisadora durante a pandemia



Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 3 apresenta *bitmoji* da pesquisadora – popular aplicativo de figurinhas do *Snapchat* – representado de forma descontraída as regras impostas pela pandemia. Diante desse cenário, as Tecnologias Digitais tiveram uma atuação-chave na continuidade das atividades acadêmicas, possibilitando as interações nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, que permeou até 2022.

No ano de 2024, quando completo 28 anos de docência, tive a oportunidade e o privilégio de ter atuado em todos os níveis de ensino, do Educação Infantil, Educação Básica, Educação de Jovens e adultos e no Ensino Superior, além de atuar desde as esferas administrativas às pedagógicas. E, em todo esse tempo, obtive diversas experiências, desafios e conquistas, e nessa diversidade de sensações, nada é mais instigante do que a minha constante

¹³ Memes da pesquisadora feito pelo Bitmoji.

busca por aperfeiçoamento e aprofundamento didático-metodológico e que esses sejam capazes de me impulsionar a romper as inúmeras barreiras existentes no ensino e aprendizagem da Matemática.

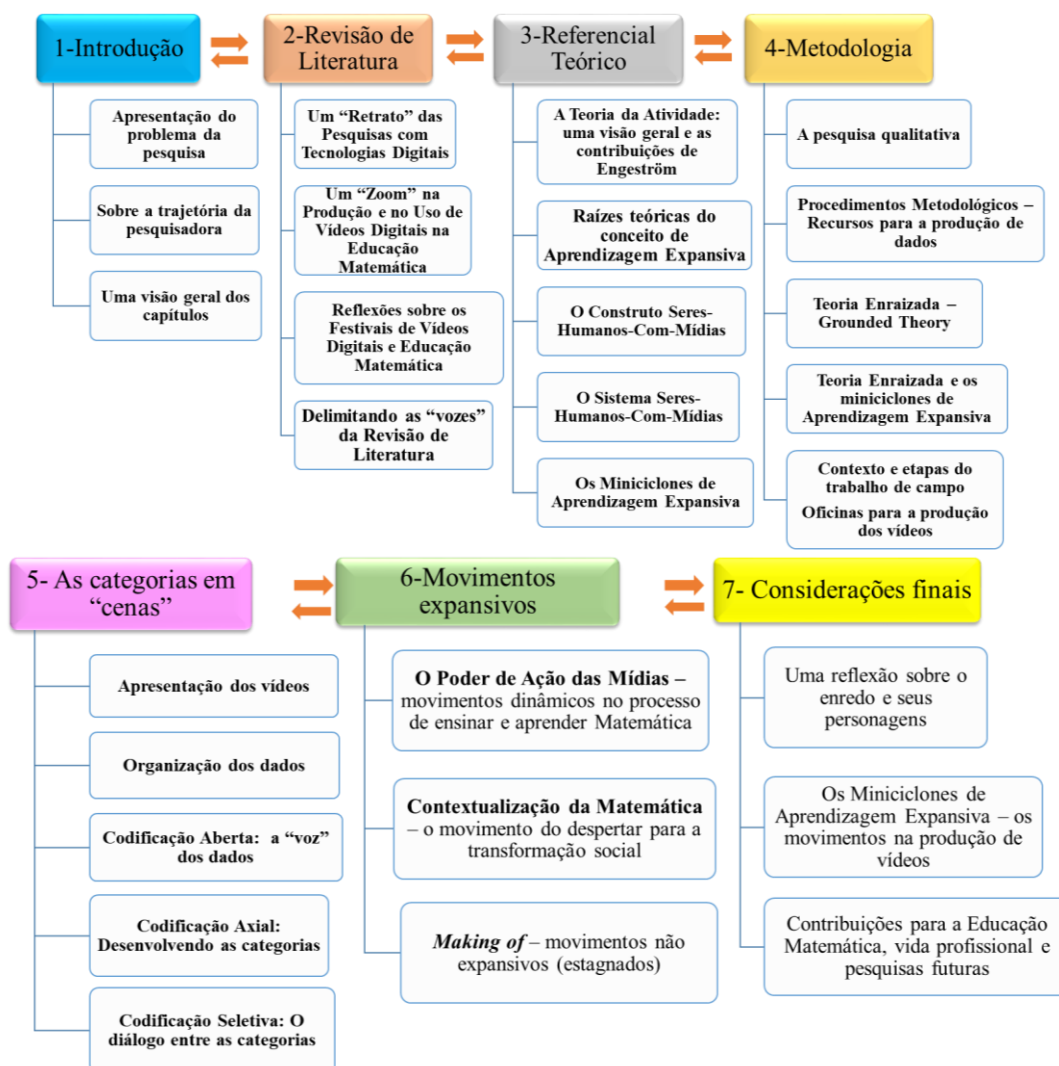
Durante toda minha trajetória, observei que o objetivo principal da Educação Matemática, em qualquer nível de ensino, deve ser a produção de conhecimentos mediante a ativação de processos emocionais, físicos e cognitivos do aluno para o desenvolvimento de suas potencialidades reflexivas, críticas e criativas, tornando-os capazes de construir de uma sociedade democrática e para o pleno exercício da cidadania, de forma consciente. Diante disso, exposta minha trajetória e a forma como ela se enreda com essa investigação, dedico-me à estrutura de apresentação desta tese, indicando o que será tratado em cada capítulo, na sequência.

1.3 *Uma visão geral dos capítulos*

Esta tese está estruturada em seis capítulos. Em todos eles, a Matemática, as Tecnologias Digitais e a produção de vídeos assumem papel central, pois busco compreender como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos digitais matemáticos, elaborados por alunos do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, da Escola Estadual Oscar Soares, Juara-MT.

Desse modo, este estudo está organizado com a seguinte estruturação: i) Introdução; ii) Revisão de Literatura; iii) Referencial Teórico; iv) Metodologia; v) As categorias em “cenas”; vi) Movimentos expansivos; vii) Considerações Finais, além das Referências, Anexos e Apêndice. A fim de ilustrar os caminhos desta pesquisa, para melhor visualização das informações, disponho a Figura 4, a seguir.

Figura 4: Mapa da estrutura da tese



Fonte: elaborado pela autora.

No capítulo I, apresentei na introdução o problema de pesquisa discutindo sobre a Matemática, as Tecnologias Digitais e os vídeos e como elas vêm influenciando o nosso dia a dia e a Educação matemática, as reflexões de autores. Apresentei, também, a pergunta diretriz que guiou a produção e a análise dos dados, a justificativa, bem como o objetivo geral. Aponto, também, a metodologia adotada nesta pesquisa e o referencial teórico-metodológico. Abordo a minha trajetória acadêmica e profissional, a qual me aproxima dos temas centrais desta pesquisa, além, de uma visão geral da pesquisa e dos próximos capítulos.

No capítulo II, desenvolvo uma revisão de literatura, em base de periódicos, anais de eventos e em plataformas de busca, acerca de três temas. No primeiro tema, exploro um panorama mais amplo, mencionando pesquisas que utilizaram diversas Tecnologias Digitais na Educação Matemática. No segundo tema, evidencio pesquisas que investigam produção e o uso

de Vídeos Digitais na Educação Matemática. Para finalizar a revisão de literatura, no terceiro tema, volto-me aos estudos que pesquisam sobre os Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática.

No capítulo III, discuto os fundamentos teórico-metodológicos que referenciam esta pesquisa. Inicialmente, discorro sobre a Teoria da Atividade, abordando, a partir de um viés histórico, suas bases e as contribuições de seus principais representantes, com destaque à Engeström (1987). Na sequência, exploro outra fonte: o construto Seres-Humanos-Com-Mídias (Borba, 1993, 1999; Borba; Villarreal, 2005), destacando as ideias e as relações com os trabalhos de Tikhomirov (1981) e Lévy (1993), que são as bases desse construto. Além das discussões de pesquisas mais recentes (e.g Borba, 2021; Borba *et al.* 2016) sobre esse aporte teórico.

Em seguida, abordo o referencial teórico-metodológico Sistema Seres- Humanos-Com-Mídias, com base em Souto (2013, 2014), o qual discute o modo como as ideias presentes na Teoria da Atividade, proposta por Engeström (1987), harmonizam-se com os pressupostos do Construto Seres-Humanos-Com-Mídias, de Borba (1993, 1999) e de Borba e Villarreal (2005). Por fim, atendo-me aos Miniclones de Aprendizagem Expansiva, discorrendo sobre suas ideias e suas concepções.

No capítulo IV, abordo a metodologia desta pesquisa e a proposta de ensino. Na metodologia de pesquisa, detalho os procedimentos metodológicos, os recursos para a produção de dados – os instrumentos e procedimentos, os participantes, o contexto de realização deste estudo e um panorama do ambiente em que esta investigação se desenvolveu. Ademais, exponho a Teoria Fundamentada nos Dados – *Grounded Theory* – que foi utilizada para realização da análise dos dados e formação das categorias. Vale ressaltar que a Teoria Enraizada também é conhecida como “Teoria Fundamentada nos Dados” ou ainda “Teoria Fundamentada em Dados”. Na proposta de ensino, saliento a abordagem Experimental-Com-Tecnologias e o seu objetivo, a produção de vídeos, a proposta para esta tese, detalhando as ações e o desenvolvimento das palestras e oficinas.

Já no capítulo V, realizo a organização sistemática dos dados desta tese como já mencionado, teve como referenciais a Teoria Fundamentada nos Dados, baseando nas ideias apresentadas por Strauss e Corbin (2008). Para tanto, a condução da análise ocorreu por meio de comparações constantes com características de codificação aberta, codificação axial e codificação seletiva em busca da categoria central.

No capítulo VI, descrevo os dados da pesquisa e as categorias emergentes da análise dos dados, discutindo as ideias que permeiam cada uma delas, de modo a caracterizar o

desenvolvimento dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva e cada um dos papéis das Tecnologias Digitais utilizadas na produção dos vídeos para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

No Capítulo VII, contemplo as considerações finais desta tese. Nele, recupero as reflexões oriundas das discussões realizadas na análise, tendo em vista a teoria adotada, principalmente sobre os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva e os movimentos que ocorreram. Ademais, registro questionamentos que foram surgindo ao longo desta pesquisa que possam provocar reflexões e insights que conduzam a pesquisas futuras. Como por exemplo, como as ações que levam os Miniciclones se movimentar em um sistema de atividade pode influenciar em um outro sistema? Os movimentos de rotação podem influenciar o de translação durante a produção de vídeos com ideias ou conteúdos matemáticos, ou vice-versa? Esses movimentos também podem ser analisados com o uso de outras propostas de estudo, como a programação e a Inteligência Artificial?

Por fim, após as referências bibliográficas deste estudo, constam anexos e apêndice que foram cruciais para o desenvolvimento desta pesquisa, tais como a autorização dos alunos, modelo dos questionários e o guia de perguntas para as entrevistas.

2 REVISÃO DE LITERATURA: TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

De acordo com Borba, Almeida e Gracias (2020, p. 79), a intenção do pesquisador com a revisão de literatura “é localizar o problema de pesquisa, mostrando ser ele original ou como se diferencia dos trabalhos já desenvolvidos”. Ou seja, a revisão de literatura se faz fundamental para situar o pesquisador sobre os avanços, já realizados na área ou tema, a fim de mostrar as limitações apontadas em estudos já desenvolvidos, identificar as lacunas existentes na área investigada e, inclusive, encontrar as tendências de investigação.

Os autores, Borba, Almeida e Gracias (2020) realçam, também, a ocorrência, na revisão de literatura, de um diálogo entre as vozes do autor do estudo – marcado pelas perguntas básicas para o desenvolvimento da revisão e pela pergunta de pesquisa – e as vozes dos autores das outras pesquisas. Esse diálogo pode propiciar novas lentes teóricas e metodológicas para embasar a investigação em curso.

No que se refere à importância do levantamento bibliográfico e de sua revisão, Alves-Mazzotti (2002, p. 26) afirma que:

A má qualidade da revisão da literatura compromete todo o assunto, uma vez que esta não se constitui em uma seção isolada, mas, ao contrário, tem por objetivo iluminar o caminho a ser trilhado pelo pesquisador, desde a definição do problema até a interpretação dos resultados.

Nesse sentido, Alves-Mazzotti (2002) sobreleva dois propósitos para a referida revisão, sendo eles: i) construir uma contextualização do problema, a fim de se obter clareza sobre as principais questões teórico-metodológicas, pertinentes ao tema escolhido; e ii) analisar as possibilidades presentes na literatura consultada, com o intuito de constituir o referencial teórico da pesquisa, ou seja, aquela que irá, efetivamente, integrar o relatório do estudo. Nessa perspectiva, realizar tal ação permite a compreensão do movimento da área, sua configuração, propensões teóricas-metodológicas e análise crítica com indicação de tendências, recorrências e lacunas.

Com base no primeiro propósito da revisão, discutido por Alves-Mazzotti (2002), presente também nas ideias de Borba, Almeida e Gracias (2020), construí uma visão ampla sobre o tema, de forma: a situar o uso das Tecnologias Digitais para o ensino e aprendizagem da Matemática na produção de vídeos matemáticos, elaborados por alunos do Ensino Médio e

a participação em festivais. Procurei uma compreensão da Educação Matemática, do uso das Tecnologias Digitais nessa área, conhecer sua evolução história e suas tendências.

Para tanto, realizei o seguinte procedimento: buscas por pesquisas em periódicos, anais de eventos e em plataformas – Capes, que disponibilizam pesquisas sobre a temática dessa investigação. Para o marco temporal, delimitei o período do início do I festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática até a edição do ano da revisão aqui apresentada (2017 a 2023) período dentro da 4ª e 5ª fase das Tecnologias Digitais.

Levando em considerações as discussões apresentadas por Borba, Almeida e Gracias (2020 p.80 - 81), “podemos dizer, de maneira resumida, que na revisão de literatura levam-se em conta textos que discutem os temas, e em particular os resultados envolvidos na pesquisa, seja em dissertações, teses, artigos de periódicos e até mesmo discussões em eventos científicos”. Foi realizada a organização do material coletado pelo levantamento bibliográfico por temáticas, a fim de permitir uma análise; e elaboração de ensaios favoráveis à contextualização, à problematização e a uma primeira validação do quadro teórico a ser utilizado nesta investigação.

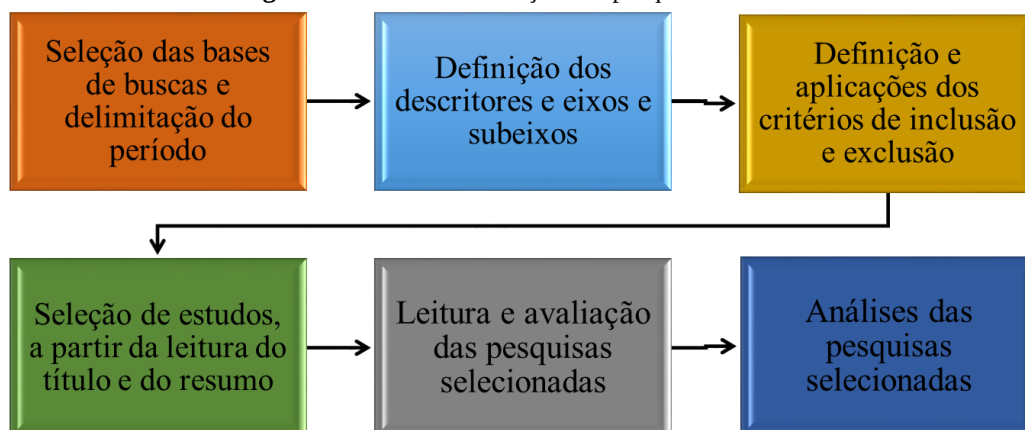
A presente revisão se baseia, ainda, no segundo propósito de Alves-Mazzotti (2002) o de que o pesquisador necessita de uma revisão de literatura sobre a temática escolhida, com o intuito de angariar firmeza e fidedignidade, a respeito das principais questões teórico-metodológicas e, com isso, realizar uma análise das possibilidades presentes na literatura consultada para a concepção do referencial teórico da pesquisa. Além disso, as discussões apresentadas por Borba, Almeida e Gracias (2020) acerca das vozes apresentadas na revisão de literatura também constituem o embasamento em pauta.

Neste ponto, é pertinente que o pesquisador estabeleça familiaridade com as bases de buscas, que podem se dar, em sistemas *online*, periódicos, anais, livrarias, dentre outros locais em que o autor do estudo pode consultar ou adquirir as fontes de sua pesquisa. Com base em Alves-Mazzotti (2002) e Borba, Almeida e Gracias (2020), procurei levantar trabalhos que dialoguem com o tema da pesquisa no que diz respeito à utilização das Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem da Matemática, considerando as potencialidades, os limites e os desafios de um ambiente de aprendizagem colaborativa, de forma a entender, a partir da investigação, o referencial teórico adotado, com ênfase nos resultados que explicita. Pontuo, também, nosso posicionamento em relação às questões que se relacionam com as desta pesquisa, indicadas anteriormente, o qual interfere e é fundamental ao nosso entendimento.

Nessa continuidade, apresento as pesquisas cujo foco é “Tecnologias Digitais” como uma tendência em Educação Matemática, em especial aquelas que utilizam vídeos digitais para

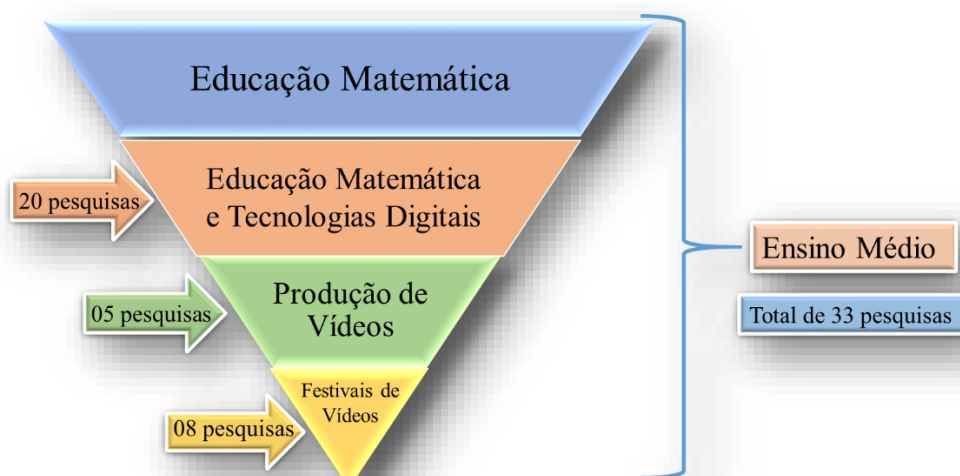
expressar ideias matemáticas por alunos do Ensino Médio. Desse modo, elaboro a Figura 5, para sistematizar a metodologia utilizada para o levantamento das pesquisas selecionadas, seus mecanismos e procedimentos que contribuíram para a construção de resultados e evidências sobre a referida temática e serviram de suporte teórico-metodológico (Alves-Mazzotti, 2002).

Figura 5: Processo de seleção das pesquisas



Fonte: elaborado pela autora.

Realizada tal localização acerca de nosso movimento de consulta aos estudos já publicados, entendo conveniente apresentar nosso problema de pesquisa: como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzirem vídeos matemáticos? Diante desse problema, procurei por descritores mais amplos, como Educação Matemática e Tecnologias Digitais e, assim, estreitei minhas buscas para a “produção de vídeos digitais” e de “festivais de vídeos digitais”. Segundo Borba, Almeida e Gracias (2020 p. 79), “Uma sequência razoável é, tendo definido seu aporte teórico, revisitar a literatura, como em um cone [ou triângulo] com o vértice para baixo, que vá afunilando para o problema”. Nesse viés, expomos, na Figura 6, o contexto desta pesquisa, partindo de um ponto de vista mais geral em direção ao mais específico:

Figura 6: Representação das buscas realizadas

Fonte: elaborado pela autora.

O intuito desse olhar para a Educação Matemática é situar esta pesquisa e compartilhar diferentes abordagens nos processos do ensino e da aprendizagem. Já com relação às Tecnologias Digitais, nosso propósito foi observar quais tecnologias digitais vêm sendo utilizadas para o ensino e aprendizagem e de que maneira. Outro aspecto relevante ao nosso propósito diz respeito ao uso de Tecnologias Digitais, por parte dos alunos de Ensino Médio durante a produção de vídeos, haja vista que podem ocorrer tensões, ao longo da produção, o que pode provocar movimentos no sistema de atividade e levar à Aprendizagens Expansivas. Os vídeos produzidos pelos participantes desta pesquisa foram submetidos ao Festival de Vídeos e Educação Matemática, sendo assim, realizei buscas sobre pesquisas relacionadas a festivais de vídeos.

Cabe registrar que as buscas foram realizadas no catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, na base da *Scientific Electronic Library Online - Scielo* e nos eventos, Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM e no Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEM. Justifico a consulta em tais bases, por meio da elaboração do seguinte quadro:

Quadro 1: Justificativa das escolhas dos bancos de busca

	Trata-se de uma plataforma que tem como objetivo facilitar o acesso a informações sobre teses e dissertações defendidas junto aos programas de pós-graduação do Brasil. Além disso, tal plataforma disponibiliza uma ferramenta de busca e consulta que permite pesquisar resumos das teses e dissertações, a partir do nome do autor, título e/ou palavras-chave, além de estar sempre atualizada.
--	--



Essa plataforma de busca é considerada como a principal biblioteca digital da América Latina, pois permite o acesso eletrônico aos artigos completos de revistas e oferece versões em português, espanhol e inglês. Ademais, possui livre acesso e com modelo cooperativo de publicação digital.



Esses dois eventos, **ENEM** e **SIPEM**, são promovidos pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) e são considerados expressivos na área de Educação Matemática. Além disso, são eventos da área de Educação Matemática que contam com a participação de diversos segmentos profissionais e científicos: pesquisadores, docentes da Educação Básica e do Ensino Superior, bem como licenciandos em Matemática, Pedagogia e outros cursos afins, bem como da Pós-Graduação *lato sensu* e *stricto sensu* de distintas regiões do país

Fonte: elaborado pela autora.

Como descritores para a busca no catálogo da Capes, utilizei termos que considere estarem relacionados ao tema e dividimos os procedimentos de busca em quatro etapas. Na primeira etapa, inserimos os descritores: “Educação Matemática” e encontrei 3509 pesquisas; na segunda etapa, “Educação Matemática” *AND* “Tecnologias Digitais” e localizei 206 pesquisas; na etapa seguinte, “Educação Matemática” *AND* “Vídeos” e encontrei 29 pesquisas. Para finalizar essas etapas de buscas e com um olhar para a produção dos vídeos – sendo esse o foco desta investigação – inserimos os seguintes descritores: “Educação Matemática” *AND* “Festival de Vídeos” e localizei 04 pesquisas. As buscas foram realizadas entre os dias 16 a 26 de maio de 2021 e atualizadas em 27 a 30 de maio de 2023. Os resultados obtidos podem ser verificados na figura subsequente:

Figura 7: Resultados das pesquisas no catálogo da Capes



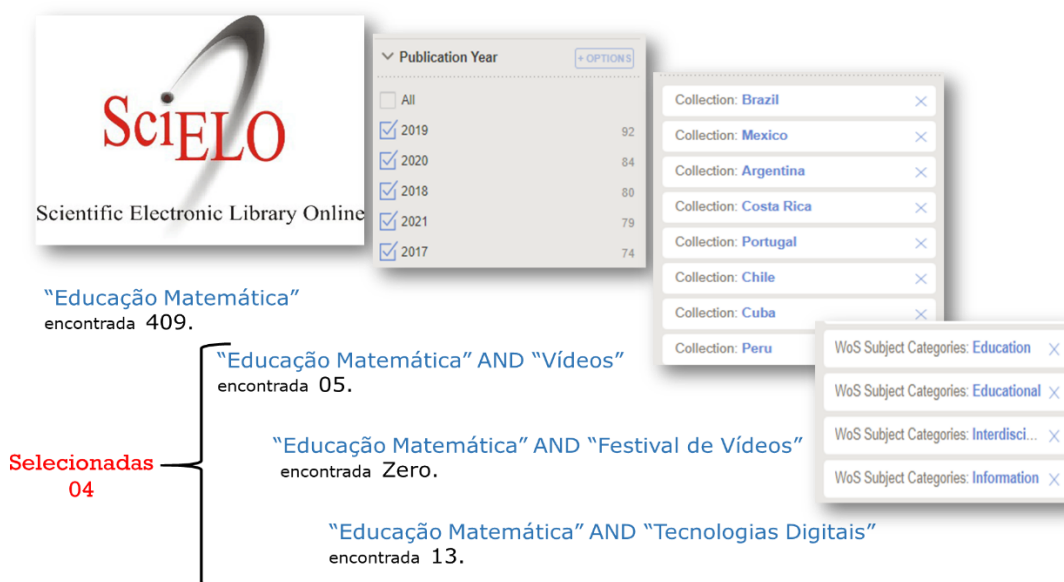
Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado, na Figura 7, a estratégia de iniciar as buscas por um campo maior, fez-se relevante, pois nos propiciou ter uma visão ampla e chegar mais próximo do tema pesquisado. Após a realização desse primeiro procedimento, indicado por Alves-Mazzotti (1999), a revisão se concentrou no segundo propósito dessa autora, qual seja: selecionar a

literatura que, de fato, iria compor o corpus da pesquisa, observando, também, se as vozes dos autores que tomam por objeto as Tecnologias Digitais (ou as mídias) no ensino e na aprendizagem da Matemática dialogam com as vozes da pesquisadora (autora deste estudo). A partir daí, selecionei 14 pesquisas para serem discutidas.

Para as buscas efetuadas na base da *Scielo*, utilizei os mesmos descritores do catálogo da Capes, já mencionados, e as buscas foram realizadas entre os dias 14 a 20 de outubro de 2021. A seleção foi realizada com um olhar direcionado ao nosso objetivo, ou seja, envolvendo, de algum modo, Educação Matemática, Tecnologias Digitais, Vídeos e Festivais de Vídeos, no Ensino Médio. Os resultados desse procedimento estão sumarizados na Figura 8. Vale ressaltar que, para a seleção das pesquisas, realizei uma busca nos títulos e resumos dos artigos, considerando sempre aqueles que se aproximavam, de alguma forma, com o nosso tema.

Figura 8: Resultado das pesquisas na Scielo



Fonte: elaborado pela autora.

Nessa figura, evidenciei os descritores de busca e o número de pesquisas encontradas, os filtros aplicados, além do número de pesquisas selecionadas para análise. Essa plataforma permite filtrar os artigos a partir de alguns critérios: ordem de relevância, ano de publicação, idioma, países dentre outros. Após a leitura dos títulos dos artigos, notei que alguns deles se repetiram nas diferentes bases e outros não preenchiam os objetivos desta revisão de literatura. Desse modo, selecionei 04 artigos para a leitura do resumo e excluímos aqueles que não se relacionavam ao propósito deste estudo.

Já nos eventos ENEM e SIPEM, as buscas foram realizadas, nas seguintes edições, eixos e subeixos, como elucidado no quadro a seguir.

Quadro 2: Buscas realizadas no ENEM e SIPEM

 XIII ENEM  XIV ENEM	
Edição de 2019	Eixo 1 - Práticas Escolares - no sub eixo 10 - O papel e o uso de Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem matemática; Eixo 2 - Pesquisa em Educação Matemática- no sub eixo 19 - Tecnologias Digitais em Educação Matemática. (165 pesquisas, selecionadas 11)
Edição de 2022	Eixo 10 - O papel e o uso de Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem matemática Eixo 16 - Tecnologias Digitais em Educação Matemática
 VIII SIPEM  VII SIPEM	
Edição de 2018 e 2019	e no eixo do GT6 – Educação Matemática: novas Tecnologias e Educação a Distância. (21 pesquisas, selecionadas 04).

Fonte: elaborado pela autora.

As variações entre os eixos e subeixos das edições do ENEM¹⁴ está relacionada com a instituição organizadora do evento e as temáticas abordadas. Especificamente, em 2019 o tema foi “Educação Matemática com as Escolas da Educação Básica: Interfaces entre pesquisas e salas de aula”, o qual traz a perspectiva de fomentar bons trabalhos que lidam com essas discussões. E, em 2022, com o tema “Educação Matemática, Escola e Docência – o que nos trouxe Ubiratan D’Ambrósio”, o evento teve como homenageado, um dos principais educadores matemáticos do nosso país, reconhecido mundialmente pela comunidade acadêmica por seus estudos na área de Etnomatemática, campo científico que discute sobre o ensino tradicional da matemática e como o conhecimento pode ser aplicado em diferentes contextos culturais.

Além disso, a fim de ampliar nosso “olhar” nos anais desses eventos, realizei buscas rápidas a partir das palavras: Tecnologias Digitais, vídeos e festival. Tal ação possibilitou “olhar” outras pesquisas, nos diferentes eixos ou subeixos. Na sequência, expomos os resultados:

¹⁴ A edição de 2019 foi organizada pela a SBEM de mato Grosso. Já a edição de 2022 aconteceu de forma *online*, sendo organizado pela Diretoria Nacional Executiva (DNE) e pelas diretorias regionais da SBEM dos estados do Acre, Amazonas, Amapá e Ceará.

Figura 9: Resultado das pesquisas nos eventos ENEM e SIPEM



Fonte: elaborado pela autora.

Tal figura indica os eventos utilizados, bem como a quantidade de pesquisas selecionadas para a análise. A parte inferior da Figura 9 ilustra os resultados das buscas rápidas, com o intuito de encontrar as palavras de busca, com base no título das pesquisas, em outros eixos e subeixos dos eventos.

Com vistas a delimitar o período de procura dos estudos, busquei o referencial teórico Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020). Tal aporte apresenta quatro fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática. Não cabe, aqui, descrevê-las, tendo em vista o fato de que isso já foi realizado em diversas pesquisas (e.g Neves, 2020; Domingues, 2020). Nosso interesse se volta à quarta fase que, como destacado pelos autores proponentes, iniciou em meados de 2004, com o avanço e acesso da Internet. Algumas características dessa fase, são apontadas pelos estudiosos:

- Multimodalidade;
- Diversificados modos de comunicação passaram a estar presentes no ciberespaço;
- Uso de vídeos na internet;
- Fácil acesso a vídeos em plataformas ou repositórios (YouTube e TEDTalks);
- Produção de vídeos com câmeras digitais e softwares de educação, com interfaces amigáveis. [...]
- Novos designs e interatividade: [...]
- Tecnologias móveis ou portáteis: [...]
- Performance: [...]
- Performance matemática digital (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2020, p. 43-44).

A presente revisão de literatura se deu dentro da quarta e quinta fase das Tecnologias Digitais, tendo em vista ser as únicas a disporem, como características: a utilização e produção

de vídeos digitais, o compartilhamento de vídeos, a produção audiovisual, bem como a disseminação desses na internet, dentre outras. Segundo Souza (2021) a quarta fase,

De forma geral, as experiências com o uso da tecnologia ganham ainda mais espaço na quarta fase, visto que a qualidade da conexão e os recursos com acesso à internet rápida modificam a comunicação online. Outrossim, os proponentes em questão sublinham que aspectos relacionados à multimodalidade, à geometria dinâmica, ao design, à interatividade, às tecnologias móveis e às Performances Matemáticas Digitais (PMD) caracterizaram as tecnologias digitais e conferiram uma formulação de inquietações e de questionamentos para o desenvolvimento das pesquisas na área (Souza, 2021 p. 35).

A Educação Matemática acentua nuances acerca da coletividade seres-humanos-tecnologias nessa fase. Destaco que foi durante a realização dessa revisão que os autores Borba, Souto e Canedo (2022) realizaram a proposta da quinta da fase das TD, justamente no momento em que a Educação passava por desafios em função da pandemia da Covid-19. O ensino remoto, as *lives*, as desigualdades sociais escancaradas nesse período e as possibilidades do ensino híbrido levaram os autores a formular a quinta fase, na qual discutiram sobre Seres-Humanos-Com-Mídias, Miniciclones de Aprendizagem Expansiva e Educação Matemática Crítica, entre outras questões.

Assim, as quatro primeiras fases são marcadas principalmente pelas tecnologias digitais e a natureza das atividades desenvolvidas, enquanto a quinta fase, cronologicamente associada à pandemia, tem como elementos principais a intensificação do uso das tecnologias digitais, o *agency* de atores não humanos e a hibridização da Educação Matemática a partir do poder de ação desse vírus (Borba; Souto; Canedo, 2022, p. 15).

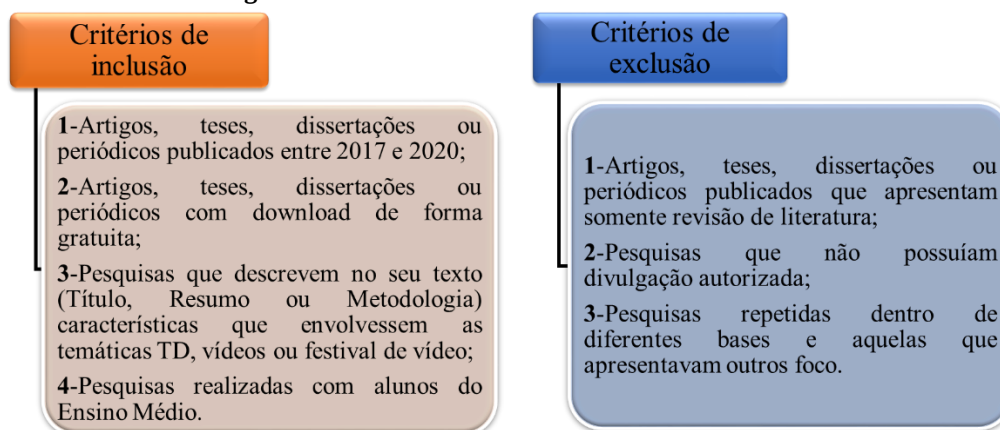
Para os autores, a quinta fase foi marcada pelas transformações provocadas pelo poder de ação do SARS-CoV-2 e a ideia de que as coisas podem manifestar agência (poder de ação).

Aliadas aos avanços das produções e uso de vídeos, nas referidas fases (4^a e 5^a), estão as pesquisas, realizadas nesse cenário, assim como os festivais. Um exemplo deles, é o Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, realizado pelo GPIMEM, tal evento teve início no ano de 2017 e, neste ano (2023), até o momento desta revisão, encontra-se em sua VII edição. Sendo assim, delimitei o período das buscas pelas pesquisas, o início deste festival, até sua edição no ano de 2023, o trabalho de revisão, aqui apresentado, contemplou as produções realizadas nos últimos sete anos. Ou seja, tempo esse que as pesquisas sobre o uso e produção de vídeos em sala de aula passaram a fazer parte das temáticas investigada por membros do GPIMEM (Borba; Souto; Canedo, 2022).

De acordo com o segundo propósito da revisão de literatura, apresentado por Alves-Mazzotti (2002), o pesquisador necessita que ela se debruce sobre a temática escolhida, a fim de ter clareza acerca das principais questões teórico-metodológicas.

Tendo por objetivo selecionar as pesquisas, discutidas na seção seguinte, realizei a leitura de seus títulos e resumos e, em alguns casos, procedi a leitura na íntegra, sempre com um olhar para o tema. Verifiquei a repetição de algumas pesquisas, quando utilizei diferentes descritores. Outros estudos apresentavam como foco a formação continuada de professores ou a inicial, envolvendo licenciandos do curso de Matemática, ao passo que outros focalizavam outras áreas do conhecimento e outras modalidades de ensino, tais como: educação a distância *online*, ensino fundamental, ensino superior e educação inclusiva, características diferentes dos nossos interesses. Por fim, cabe registrar que outro critério de exclusão foi a divulgação não autorizada ou acesso, nas plataformas de buscas, de algumas pesquisas. Destarte, uma sistematização dos critérios de inclusão e exclusão pode ser observada na Figura 10, a seguir:

Figura 10: Síntese dos critérios de inclusão e exclusão



Fonte: elaborado pela autora.

Esses critérios de inclusão e exclusão são necessários para selecionar pesquisas que se alinham com o objetivo, com a construção de uma contextualização para a pergunta e a análise das possibilidades presentes na literatura consultada para a concepção do referencial teórico da pesquisa (Alves-Mazzotti, 2002).

A elaboração do quadro, a seguir, tem a função de reunir e sintetizar as pesquisas para facilitar a identificação das pesquisas selecionadas e analisadas.

Quadro 3: Organização das pesquisa analisadas

Educação Matemática e Tecnologias Digitais			
Autores(as)/pesquisa	Título	Fonte	Ano
Martins; Bianchini; Yaegashi/ ARTIGO	Webquest e a Afetividade presente na construção de conhecimento Matemático por alunos do Ensino Médio	SCIELO	2017

Carvalho/ DISSERTAÇÃO	Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de Modelagem Matemática na Educação Matemática	CAPES	2018
Marques; Bairral/ ARTIGO	Multinumeramento no <i>Whatsapp</i> : imagens em smartphones com telas da neurociência	SIPEM	2018
Wasem/ ARTIGO	Sala de aula, um ambiente virtual: projeto-piloto desenvolvido numa Escola Pública Estadual de Sapiranga/RS	ENEM	2019
Gröhs; Melo/ ARTIGO	A utilização do aplicativo Desmos como aporte tecnológico nas aulas de matemática financeira: Uma experiência com alunos do Ensino Médio	ENEM	2019
Galvão; Souza; Bastos/ ARTIGO	Contribuições da Geometria Dinâmica na Introdução ao estudo de Perspectiva para Alunos do Ensino Médio	SCIELO	2019
Palmeira/ ARTIGO	Grupos de <i>Whatsapp</i> e o estudo de sólidos geométricos no ensino médio	ENEM	2019
Gregorutti; Scucuglia/ ARTIGO	Viagem pódica entre conhecimento matemático e Performance Matemática Digital: aspectos pedagógicos	ENEM	2019
Freitas; Meira/ ARTIGO	O uso do software Geogebra na construção de gráficos de função exponencial	ENEM	2019
Santos, P; Nogueira; Santos; Abreu/ ARTIGO	Estudo das transformações gráficas da função polinomial do 2º grau com o auxílio de Applets do Geogebra	ENEM	2019
Santos, A; Oliveira; Pereira/ ARTIGO	O Geogebra e a conceituação de tangente de um ângulo agudo em atividades de investigação e experimentação	ENEM	2019
Silva Jr.; Pereira/ ARTIGO	Estudo da função quadrática: utilizando o Geogebra no smartphone como facilitador da aprendizagem	ENEM	2019
Ferreira/ TESE	Modelagem Matemática e Aprendizagem Móvel como estratégia pedagógica para o ensino de Matemática no Ensino Médio	CAPES	2020
Rocha/ DISSERTAÇÃO	A educação estatística na perspectiva do ensino híbrido: Uma experiência para o desenvolvimento do letramento Estatístico com alunos do Ensino Médio	CAPES	2020
Richter/ DISSERTAÇÃO	A Educação Matemática no Ensino Médio: compreendendo as metodologias ativas na construção do conhecimento	CAPES	2020
Azevedo; Maltempi/ ARTIGO	Invenções robóticas para o Tratamento de Parkinson: pensamento computacional e formação matemática	SCIELO	2021
Ramírez; Goycochea; Osório/ ARTIGO	Tipificación de argumentos producidos por las prácticas Matemáticas de alumnos del nivel medio en ambientes de Geometría Dinámica	SCIELO	2021
Peixoto/ DISSERTAÇÃO	Fotografia como um recurso para o ensino de Perspectiva Cônica com Tecnologias Digitais	CAPES	2022
Cardoso/ DISSERTAÇÃO	Uso dos aplicativos <i>Onenote</i> , <i>Padlet</i> e <i>Kahoot</i> na elaboração e uso de itens na Educação Matemática	CAPES	2022
Borges/ DISSERTAÇÃO	Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais na aprendizagem da teoria dos conjuntos <i>fuzzy</i> no Ensino Médio	CAPES	2022
Produção de vídeos			
Santana/ DISSERTAÇÃO	Produção de vídeo estudantil como estratégia para aprendizagens matemáticas	CAPES	<u>2018</u>
Assis; Henrique; Bairral/ ARTIGO	Captura e análise de interações em telas sensíveis ao toque	SIPEM	<u>2018</u>
Santos; Costa; Ferreira; Piasson/ ARTIGO	As percepções dos alunos do ensino médio sobre aprendizagem de matemática através da produção de <i>cartoons</i>	ENEM	<u>2019</u>
Costa; Souto/ ARTIGO	A produção de <i>cartoons</i> matemáticos digitais: uma possibilidade interdisciplinar no ensino médio	ENEM	<u>2019</u>
Neves/ TESE	Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB	CAPES	<u>2020</u>
Braga/ TESE	Luz, câmera... Produção de performances matemáticas digitais na educação de jovens e adultos	CAPES	<u>2022</u>
Festivais de Vídeos			

Oliveira/ DISSERTAÇÃO	Paulo Freire e produção de vídeos em educação matemática: Uma experiência nos anos finais do ensino fundamental	CAPES	2018
Oliveira; Borba/ ARTIGO	Festival de vídeos digitais e educação matemática na escola básica e a imagem pública da matemática	ENEM	2019
Domingues/ TESE	Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática: uma complexa rede de Sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias	CAPES	2020
Ianelli/ DISSERTAÇÃO	Imagem da Matemática e Multimodalidade em Vídeos do "Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática"	CAPES	2021
Carvalho; Borba/ ARTIGO	Festival de Vídeos e Educação Matemática na Pandemia	SIPEM	2021
Cermak; Valle/ ARTIGO	Práticas emancipatórias de ensino de matemática em festivais de vídeos digitais: abordagens, contextos e significados	ENEM	2022
Oliveira; Neves/ ARTIGO	Análise de intersemioses nos Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática	ENEM	2022
Gimenez/ TESE	Vídeos Digitais e Educação Matemática: Uma possibilidade de Pesquisa Educacional Baseada em Arte	CAPES	2023

Fonte: elaborado pela autora.

O Quadro 3 apresenta uma separação por cores e hachurados na coluna ano, para identificar os três eixos, além disso, apresenta os nomes dos autores e a tipologia das pesquisas, o título, de qual base foi encontrada e o ano de publicação.

Para análise das pesquisas selecionadas, por meio de leituras dos trabalhos e fichamentos, foram identificados três eixos: (i) aquelas que utilizam diversas Tecnologias Digitais na Educação Matemática; (ii) aquelas que investigam a produção e o uso de Vídeos Digitais na Educação Matemática; (iii) aquelas que pesquisam sobre os Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática; e por fim, apresentei as “Vozes” da Revisão de Literatura, um diálogo entre as vozes da pesquisa e a voz da pesquisadora. O processo de análise se baseou nas temáticas dos artigos, na natureza da pesquisa, nos objetivos e, principalmente, na metodologia utilizada em cada um. Desse modo, nas subseções a seguir, discutimos as pesquisas selecionadas.

2.1 *Um “Retrato” das Pesquisas com Tecnologias Digitais*

Há tempos, as pesquisas têm apontado (e.g Borba; Oechsler, 2018; Engelbrecht; Llinares; Borba, 2020) o alcance das contribuições das Tecnologias Digitais ao ensino e à aprendizagem da Matemática, potencializando o processo pedagógico/metodológico e possibilitando a experimentação de ideias matemáticas com o uso das Mídias. Freire (1995) defendia que os computadores (e as tecnologias, de modo geral), em lugar de reduzir, poderiam expandir a capacidade crítica e criativa dos alunos, tecendo a seguinte afirmação: “Depende de quem usa a favor de quê e de quem e para quê” (Freire, 1995, p. 98). A preocupação do educador quanto às Tecnologias Digitais não enfatizava o recurso ou o instrumento em si, mas as ações humanas (e, por conseguinte, políticas e ideologias) sobre ele.

O uso delas, no processo de ensino e de aprendizagem da Matemática, tem impulsionado pesquisas, debates e reflexões acerca de metodologias inovadoras, tanto na educação presencial quanto a distância, bem como no modelo híbrido. Essas investigações tem o objetivo de contribuir para a qualidade desse processo, superar os desafios do processo de ensino e aprendizagem, incentivando a participação ativa, criativa e crítica dos alunos no desenvolvimento de busca e construção do conhecimento.

Ao observar as pesquisas selecionadas para esta revisão de literatura, identifiquei o uso das Tecnologias Digitais de distintas maneiras, como as pesquisas envolvendo o estudo: de *softwares*, como o *GeoGebra*, por exemplo; do desenvolvimento do pensamento computacional; da robótica como meio para favorecer a aprendizagem; do potencial de aplicativos para dispositivos móveis; das redes sociais na comunicação de ideias matemáticas; dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA); de metodologias ativas para o ensino e a aprendizagem; da Performance Matemática Digital (PMD); e do papel de outros tipos de Tecnologias Digitais.

Gregorutti e Scucuglia (2019) tiveram como objetivo explorar e analisar o processo de produção do conhecimento matemático, em um ambiente envolvendo atividade artística integrada ao uso de Tecnologias Digitais. Esses autores escolheram, como cenário da produção de dados, um ambiente de ensino, no qual alunos do Ensino Médio de uma escola particular de Ribeirão Preto, SP, foram engajados na produção de PMDs. No entender de Gregorutti e Scucuglia (2019), a Performance Matemática Digital pode ser compreendida como um processo de comunicação das ideias artísticas e matemáticas por meio de representações digitais, em um contexto abrangendo o uso de Artes, como recurso didático-pedagógico. Os autores buscaram a fundamentação teórica em três temáticas principais: (a) Conhecimento Matemático; (b) Educação Básica; (c) PMD. Nesse escopo, vídeos, áudios, animações e outros objetos de aprendizagem em meio virtual, por exemplo, constituem ótimos aliados aos processos de ensino e aprendizagem.

Na pesquisa de Gregorutti e Scucuglia (2019), os alunos produziram, ao longo dos encontros, dois vídeos, a partir da paródia feita por eles de uma música *funk*, sendo os conteúdos abordados relacionados à Potenciação e Funções. Como um dos resultados, os autores destacam que o conhecimento matemático pode emergir, de uma forma mais “suave”, com mais estética, bem como propiciar maior dinâmica às aulas, além do diálogo – imprescindível no ambiente performático educacional. Segundo os autores, a mudança do espaço de aprendizagem (ambiente virtual) pode tornar mais atrativas as aulas e transformar, de forma radical, as experiências, bem como as expectativas dos alunos.

A pesquisa de Wasem (2019) também se dedicou ao uso de uma plataforma virtual no desenvolvimento de conteúdos curriculares de Matemática, com o objetivo de disponibilizar aos alunos uma forma diferente de aprender, dispondo de recursos tecnológicos para aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem. Essa pesquisa foi realizada em quatro turmas de 2º Ano do Ensino Médio de uma Instituição da Rede Pública Estadual, situada no estado do Rio Grande do Sul. A autora descreve um projeto pedagógico desenvolvido denominado “Sala de Aula, um ambiente virtual”, voltado ao uso de uma plataforma virtual para o desenvolvimento de conteúdos curriculares de Matemática e analisa seus dados sobre as lentes do uso das Tecnologias Digitais em ambientes virtuais.

Assim como Gregorutti e Scucuglia (2019), Wasem (2019) frisa que o ambiente virtual é utilizado como um espaço de aprendizagem promotora da interação (processo dialógico) dos alunos com os conteúdos, de forma diferenciada do que estão acostumados – sem a rigidez da sala de aula. Além disso, o ambiente virtual permite que cada aluno realize as atividades em seu tempo, ensejando uma organização entendida como mais conveniente. Wasem (2019) observou, também, alguns desafios, como a grande dificuldade no uso das Tecnologias Digitais, visto que a maioria dos alunos não estava familiarizada com o ambiente virtual, o uso de planilhas eletrônicas e de digitalizadores para a entrega das atividades.

Já Rocha (2020) e Richter (2020) abordam uma discussão teórica, fundamentada em estudos de Educação Matemática e Metodologias Ativas com foco no ensino híbrido e suas modalidades. No entender desses autores, a conectividade proporcionada pela internet possibilitou a ampliação dos espaços escolares, para além da sala de aula física. Com isso, as metodologias ativas, como o ensino híbrido, têm se tornado um ambiente promissor para reflexões e para constituir um campo de atuação.

Richter (2020) teve como objetivo realizar uma pesquisa no campo da Educação Matemática no Ensino Médio, compreendendo o uso de metodologias ativas que potencializam a aprendizagem. Tal pesquisa foi desenvolvida, por intermédio de um estudo de caso exploratório, amparado pela revisão de literatura, seguida da análise de conteúdo e de documentos, de uma escola pública de Educação Básica. Dentre os resultados encontrados, o referido autor ressalta a necessidade da contextualização da Matemática e a interdisciplinaridade com as outras áreas do conhecimento. Em relação ao Ensino Híbrido, o estudioso em cena observou que ele se concretiza, por meio da sala de aula invertida, com intenções claras de fazer com que a aprendizagem da Matemática seja imbuída de significado ao aluno.

O objetivo de Rocha (2020) consistiu em analisar as contribuições de uma sequência de ensino para o desenvolvimento do letramento estatístico, baseada no Ensino Híbrido, em uma escola pública de Baraúna, RN, com alunos do 3º ano do Ensino Médio da modalidade regular. Segundo Rocha (2020), a metodologia no desenvolvimento desse ensino coopera para que haja uma flexibilização de espaços e tempos, na construção do conhecimento, por meio de atividades capazes de conduzir os alunos a uma postura mais ativa, crítica e reflexiva, diante dos conceitos estudados, contribuindo para uma formação cidadã. Dentre as Tecnologias Digitais utilizadas nas pesquisas de Rocha (2020) e Richter (2020), ressalto a internet, os computadores, o editor de vídeo e de planilha, o *WhatsApp*, as ferramentas do *Google Drive*, os objetos de aprendizagem do portal do IBGE – Educa, a plataforma OBAMA e a plataforma *Khan Academy*.

Já a Tecnologia Digital utilizada por Martins, Bianchini e Yaegashi (2017) foi *Webquest*¹⁵, a qual é definida como uma atividade didática de pesquisa estruturada na forma de desafios para os alunos realizarem um processo de investigação usando os principais recursos da internet. O objetivo desse estudo consiste em analisar como os alunos interagem afetivamente com o conhecimento e entre o grupo de colegas, quando erram ou acertam, enquanto resolviam os desafios propostos no *Webquest*. Os dados foram analisados com base na teoria de Piaget – sobre a construção de conhecimento e sua relação com a afetividade.

Martins, Bianchini e Yaegashi (2017) consideram que um dos fatores relacionados à ideia de que a Matemática é difícil decorre do fato de que os alunos não conseguem estabelecer relações entre o que aprenderam e a sua realidade, pois diversas práticas tratam do tema de modo abstrato, tornando-o desinteressante. Como referencial teórico os autores baseiam-se na teoria de Piaget que considera que os fatores relacionados à cognição e afetividade são fundamentais na construção de conhecimento e, por isso, não podem ser desconsiderados. Em seus resultados, os autores enfatizam que os sentimentos foram desencadeadores das ações cognitivas dos alunos e mesmo aqueles que não conseguiram um resultado positivo, persistiram nas atividades até o final, ou seja, ninguém desistiu e isso ocorreu, em especial, pelo aspecto afetivo instigador e interessante que a *Webquest* promoveu naquele contexto de aprendizagem matemática.

¹⁵ *WebQuest* significa, literalmente, uma demanda na *web*, e é definida por seu autor, Bernie Dodge, da seguinte maneira: "uma *WebQuest* é uma atividade orientada para a pesquisa em que alguma, ou toda, a informação com que os alunos interagem provém de recursos na internet, opcionalmente suplementados por videoconferência". (apud *WebQuest Escola do Futuro* – USP. Disponível em: www.webquest.futuro.usp.br).

Azevedo e Maltempi (2021) utilizam os jogos digitais e a robótica para identificar e analisar as características do Pensamento Computacional para a formação matemática de alunos do Ensino Médio do Instituto Federal (IF) Goiano, em Ipameri, GO. Os autores propõem unir os jogos digitais aos dispositivos robóticos, produzidos em sala de aula pelos alunos, para auxiliar no tratamento de sintomas específicos da doença de Parkinson. As atividades foram desenvolvidas pelo projeto Mattics¹⁶ que possibilitou vivenciar experiências em Matemática como modo de vida e não como ação mecânica e formalismos. Os quais tendem a minar a forma de pensar e inventar do próprio aluno em relação aos conhecimentos matemáticos e computacionais mobilizados.

Nessa proposta é analisada sobre a ótica do Pensamento Computacional que, para os autores mencionei no parágrafo anterior, busca privilegiar a ação-compreensão-invenção e resultados do aluno em Matemática. No lugar de definição-exemplo-exercícios-respostas, o trabalho com a produção de jogos e dispositivos de robótica, a partir das características do Pensamento Computacional, valorizou a compreensão-invenção-resultados de Matemática e suas tecnologias. A hierarquia procedimental conteúdo-exemplo-exercícios é rompida nessa concepção, dando lugar à investigação e à invenção científico-tecnológica relacionada ao Parkinson. Dentre os resultados encontrados, Azevedo e Maltempi (2021) indicam características do Pensamento Computacional que se integram à formação em Matemática: algoritmo, reconhecimento de padrões, decomposição e abstração, a partir das invenções científico-tecnológicas destinadas ao tratamento e ao bem-estar de pacientes acometidos.

O Pensamento Computacional também foi palco da pesquisa de Carvalho (2018) que utilizou o *software Scratch*. Tal estudo teve como meta a compreensão do que se mostra, quando desenvolvi uma tarefa de Modelagem Matemática, aliada à programação de computadores, em quais são as possibilidades e os desafios emergentes dessa associação. Na visão desse autor, por meio do *software Scratch*, os alunos desenvolveram seu raciocínio lógico-matemático, de maneira mais lúdica e menos forçada, pois nessa programação visual se trabalha com a matemática implícita nos códigos, o que pode transformar a maneira de comunicar ideias matemáticas. Para Carvalho (2018), a Modelagem guiou o desenvolvimento do pensamento computacional por meio de uma atividade de programação de computadores, potencializando as discussões e reflexões sobre o contexto envolvido pela tarefa, abrindo

¹⁶Mattics é um projeto de pesquisa, formação e criação de games, de eletrônica e robótica, e ensino de conteúdos matemáticos atrelados. O projeto envolve turmas do Ensino Fundamental, Ensino Médio integrado ao curso de Técnico em Redes de Computadores e do Ensino Superior do Instituto Federal Goiano - Campus Avançado Ipameri (alunos participantes de pesquisa) e conta com a colaboração de 16 profissionais, dentre eles médicos.

espaço para aprender-com-outro, em um ambiente dialógico e dinâmico construído pela sinergia da Modelagem com a programação de computadores.

Ao analisar os dados, Carvalho (2018) encontrou quatro categorias: i) debates, discussões e falas entre alunos e entre alunos e professores no desenvolvimento da tarefa; ii) ações dos alunos no contexto da tarefa de Modelagem; iii) relações com a matemática escolar que emergiram no desenvolvimento da tarefa de Modelagem; e iv) a visão dos alunos acerca do projeto. Essas categorias permitiram ao autor observar, dentre outros aspectos, que a tarefa de modelagem possibilitou o desenvolvimento do pensamento computacional, por meio de uma atividade de programação de computadores, potencializando as discussões e reflexões sobre o contexto envolvido pela tarefa. Assim, abrindo espaço para aprender-com-outro, em um ambiente dialógico e dinâmico.

Ferreira (2020), assim como Carvalho (2018), pesquisou a combinação entre as Tecnologias Digitais e a Modelagem Matemática. A pesquisa de Ferreira (2020) teve a seguinte questão de investigação: quais contribuições uma proposta de ensino, baseada na utilização de dispositivos móveis e de atividades de Modelagem Matemática, pode oferecer à abordagem de conteúdos, bem como ao desenvolvimento de habilidades e competências essenciais aos alunos, no processo de ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Médio? Tal questão-problema teve como objetivos: analisar, avaliar e averiguar a possível implementação da proposta e como auxiliar no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

De acordo com os resultados de Ferreira (2020), as contribuições da Modelagem Matemática e das Tecnologias Digitais (dos dispositivos móveis) podem possibilitar: a abordagem de conteúdos matemáticos; o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas à Matemática; dentro e fora da sala de aula; o desenvolvimento de ações de motivação; e o engajamento dos alunos na disciplina. Tal proposta promoveu contribuições positivas nas práticas pedagógicas e contribuiu para contextualizar os conceitos matemáticos, tornando-os mais intuitivos e possibilitando aos estudantes, de maneira investigativa, aproximarem-se de situações problema reais de seu cotidiano, buscando uma solução coerente e fundamentada.

Em síntese, as pesquisas até aqui analisadas, de autoria de: Martins, Bianchini e Yaegashi (2017), Carvalho (2018), Gregorutti e Scucuglia (2019), Wasem (2019), Rocha (2020), Richter (2020) e Ferreira (2020) salientaram o fato de as Tecnologias Digitais poderem propiciar maior intensidade às formas de resolução de problemas, possibilitar uma formação crítica e colaborativa dos alunos, proporcionar a criatividade em expressar ideias matemáticas, por meio de estratégias inovadoras. É oportuno expor que esses estudiosos empregaram um

Ambiente Virtual de Aprendizagem, com o uso, por exemplo, de dispositivos móveis, de calculadora, aplicativos da internet, programas computacionais e outras tecnologias. Ainda, dentre os referidos pesquisadores, cabe mencionar que Carvalho (2018) e Azevedo e Maltempi (2021) ressaltam que o Pensamento Computacional, por meio de jogos digitais, da robótica e do *software Scratch* pode despertar a autonomia como um processo contínuo de descobertas e transformações da própria construção do conhecimento. Esses autores consideram igualmente necessária, a criatividade, entendida como a capacidade humana de inovar e estabelecer algo novo para sua formação.

Outras pesquisas selecionadas (e.g. Freitas; Meira, 2019; Santos; Nogueira; Santos, Abreu, 2019; Santos; Oliveira; Pereira, 2019; Silva Júnior; Pereira, 2019; Galvão; Souza; Bastos, 2019; Ramírez; Goycochea; Osório, 2021; Peixoto; 2022; Cardoso; 2022; Borges, 2022) utilizam como Tecnologias Digitais *softwares* e aplicativos no ensino e na aprendizagem da Matemática. Segundo Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020), os *softwares* estão presentes, desde a primeira fase das Tecnologias Digitais em Educação Matemática, caracterizados, inicialmente, pelo uso do *software* LOGO, que teve início por volta de 1985, sendo que, a cada nova fase, outros *softwares* são incorporados nesse processo. Entre as pesquisas analisadas, o *software GeoGebra* esteve em destaque, segundo Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020 p. 43), o uso dessas Tecnologias Digitais familiarizou-se, na quarta fase, com a possibilidade de “integração entre GD [Geometria Dinâmica] e múltiplas representações de funções; cenários inovadores de investigação matemática”. Com relação ao uso de aplicativos, que eram considerados ferramentas pessoais, foram se tornando os principais instrumentos utilizados pelos professores para ministrar aulas e isso ganhou mais força com a pandemia que evidenciou uma série de novas possibilidades.

Freitas e Meira (2019) se valeram, em sua pesquisa, do *software GeoGebra*. Os autores elaboraram e aplicaram uma lista de exercícios, envolvendo construção de gráficos de função exponencial, direcionados a alunos da educação básica, a fim de serem resolvidos, por meio do uso do *GeoGebra*, tendo como objetivo discutir a intensidade propiciada pelas Tecnologias Digitais, no ensino de Matemática, particularmente na construção de gráficos. Esses estudiosos analisam os dados com discussões sobre o uso das Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem presente na literatura dialogando com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os autores, destacam abrangerem os *softwares* nas atividades, utilizado como recurso em sala de aula – para o ensino de Matemática –, configurando uma grande perspectiva em relação à aprendizagem dos envolvidos.

A pesquisa de Freitas e Meira (2019) aponta que quando o aluno começa a entender a aplicação, por meio do *software*, a ver o que acontece com os cálculos, seu interesse passa a ser significativo para aprofundar e aprender os conceitos matemáticos. Segundo os autores, os exercícios resolvidos com o *GeoGebra* podem agregar e contribuir com o ensino da Matemática, pelo fato de proporcionar uma dinamicidade maior no processo de ensino e aprendizagem. Com o uso de diversos recursos, o professor pode abrir um leque maior de possibilidades, a serem exploradas e disponibilizadas aos alunos, para que aconteça a interação, baseada em uma perspectiva de ensino, por meio da investigação do conteúdo estudado.

A pesquisa de Santos, Nogueira, Santos e Abreu (2019) também utilizou o *software GeoGebra* e discussões sobre o uso das Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem para analisar os dados. Teve como objetivo apresentar um relato de experiência, a partir da aplicação de uma sequência didática sobre o estudo do comportamento do gráfico da função polinomial do 2º grau, com o auxílio de *applets*, no *software* de geometria dinâmica *GeoGebra*. Essa investigação foi desenvolvida com alunos do 1º ano do Ensino Médio, em uma Instituição Pública Federal do município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Santos, Nogueira, Santos e Abreu (2019) enfatizaram o interesse despertado nos alunos, ao longo da dinamização da sequência didática, o que favoreceu a compreensão discente para conseguir realizar as questões propostas. Os autores, acentuam, ainda que obtiveram uma participação ativa dos alunos, os quais demonstraram atenção e entusiasmo pela explicação. Isso respalda os autores na afirmação de que tiveram um retorno bastante positivo, diante da facilidade dos estudantes na manipulação e identificação das transformações gráficas da função polinomial do 2º grau.

Já na pesquisa de Santos, Oliveira e Pereira (2019), foram desenvolvidas quatro atividades no *software GeoGebra*, criadas dentro da perspectiva da exploração e investigação. Os autores tiveram como objetivos: identificar as habilidades desenvolvidas pelos alunos do 1º ano do Ensino Médio, em atividades de exploração e investigação com o *software GeoGebra*; analisar as potencialidades ou limitações desse *software*, no ensino e aprendizagem da Trigonometria no triângulo retângulo; e propor reflexões acerca do uso das tecnologias digitais em atividades de exploração e investigação. Os dados foram analisados por meio da literatura sobre Tecnologias Digitais com ênfase para as quatro fases na Educação Matemática apresentadas por Borba, Silva e Gadanidis (2020).

Os resultados dessa pesquisa apontam para uma maior facilidade por parte dos alunos em deduzir, conjecturar e generalizar determinados conceitos, a partir da sua interação com o

software GeoGebra, além de contribuírem com o processo de discussão e reflexão sobre as potencialidades das Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem da Matemática.

Por sua vez, Ramírez, Goycochea e Osório (2021) objetivaram analisar os argumentos apresentados por um grupo de alunos do Ensino Médio (entre quinze e dezoito anos), do México, quando resolvem atividades no contexto de transformações isométricas no plano, aplicando *software* de geometria dinâmica (*GeoGebra*). A fundamentação teórica do estudo, foi dividida em três partes, sendo: i) do ponto de vista EOS – Abordagem Ontossemiótica do Conhecimento e Instrução Matemática – às práticas matemática e configurações ontossemióticas – objetos epistêmicos e cognitivos; ii) as noções de argumentação, argumento, prática do processo de argumentação e argumentação no contexto da Educação Matemática; iii) concentração na descrição dos esquemas de argumentação que permitem classificar os argumentos dos alunos. Os resultados desse estudo sugerem que os alunos recorrem a tipos de argumento empíricos, com base em percepções visuais, deixando evidências de pouca organização de ideias no desenvolvimento de sua prática argumentativa. Por outro lado, a aplicação das ferramentas de *software* específicas desempenhou um papel de argumento para o aluno, e não para apoiar o seu processo de argumentação. Além disso, a linguagem informal usada pelos alunos mostrou pouco domínio da linguagem matemática.

Peixoto (2022) teve como tema a fotografia, a Perspectiva Cônica e as Tecnologias Digitais. Buscou analisar conceitos sobre Perspectiva Cônica que podem ser identificados ao se trabalhar com a fotografia e o *GeoGebra* na Educação Básica (alunos do 3ºano). A pergunta que guiou a autora foi que conceitos matemáticos sobre Perspectiva Cônica são produzidos por um coletivo seres-humanos-com-fotografias-e-GeoGebra? Para tanto, pautou-se nas ideias discutidas por Borba e Villarreal (2005) sobre os seres-humanos-com-mídias.

Após analisar os dados Peixoto (2022) chegou em três principais coletivos;

- (1) seres-humanos-com-fotografias, em que o grupo discutiu, definiu e conseguiu categorizar fotografias com profundidade em perspectivas de um, dois e três pontos de fuga, além de fotografias sem profundidade;
- (2) seres-humanos-com-câmeras-fotográficas, em que o grupo, portando as câmeras de seus celulares, produziu fotografias utilizando perspectiva de um, dois e três pontos de fuga;
- (3) seres-humanos-com-fotografias-e-geogebra, em que o grupo, utilizando as fotografias que produziu, modelou-as no *software* GeoGebra, construindo ponto de fuga, linhas de fuga e linha do horizonte, lidando, também, com as propriedades desses elementos (Peixoto, 2022 p. 04).

Os conceitos matemáticos sobre Perspectiva Cônica foram produzidos por um coletivo de seres humanos e não humanos, de distintas maneiras. A linguagem matemática foi moldada de acordo com as mídias utilizadas durante as práticas, o que proporcionou construir conceitos dos padrões criados a partir de discussões entre os alunos sobre o conjunto de fotografias.

Peixoto (2022) evidencia em seus resultados que a fotografia pode ser uma mídia potente para introdução aos conceitos de Perspectiva Cônica, assim como o *GeoGebra* em entender propriedades básicas desse conteúdo, como linhas do horizonte e pontos de fuga e como a fotografia é moldada a partir desses conceitos.

Galvão, Souza e Bastos (2019) investigam como contribuições de uma proposta interventiva de ensino de Geometria, baseada nas ideias básicas da perspectiva, pode ampliar o repertório de representações planas e as habilidades de visualização de dez alunos do Ensino Médio de uma escola pública brasileira do Ceará. Os autores buscaram suporte teórico nos estudos de Parzysz (1998) e de Gutiérrez (1998) sobre representações planas de figuras espaciais, particularmente nas ideias de polo do “visto” e polo do “sabido”. Galvão, Souza e Bastos (2019) aplicaram a metodologia *Design Experiment*, elaboraram atividades para, em três encontros, analisar imagens de várias épocas e usar um ambiente de Geometria Dinâmica para explorar técnicas de construção de imagens em perspectiva. Em suas atividades, os autores elucidam como as projeções (de obras de artes) devem ser tratadas para que se assemelhem às construções reais e discutiram as diferenças entre as projeções estudadas e buscaram ampliar o conhecimento dos alunos de modo a provocar um enriquecimento do saber e para que o “visto” tenha mais possibilidade de assimilação.

Os resultados encontrados por Galvão, Souza e Bastos (2019) evidenciaram que o uso de um *software* pode despertar interesse dos alunos por construções geométricas e por Geometria, além de mostrarem que houve limitações no que se refere a conhecimentos de novos conceitos relativos às representações. Uma das limitações diz respeito ao fato que os participantes reconhecem a importância histórica da perspectiva nas obras de arte e como o surgimento das técnicas auxiliou a criação de pinturas que representam melhor as hipóteses reais; contudo, as respostas não formularam de modo claro o entendimento da geometria, pois não souberam destacar os recursos que permitem determinar posicionamento e/ou tamanho dos elementos nas pinturas. Por outro lado, o uso do *software* foi necessário para que alguns participantes se conscientizassem acerca da importância do conhecimento das regras de representação para realizar a interpretação de imagens em perspectiva, o que mostra que um trabalho dessa natureza, a longo prazo, pode promover aprendizagem e visualização em Geometria.

Em seus estudos, Silva Júnior e Pereira (2019) averiguaram como o *GeoGebra*, utilizado no *smartphone*, pode contribuir na aprendizagem do conteúdo de função quadrática. A pesquisa foi realizada com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de Petrolina, PE. Os autores realizaram uma sondagem e, em seguida, propuseram exercícios para

que os alunos utilizassem o aplicativo *GeoGebra* no *smartphone* e, por último, dinamizaram um questionário, a fim de verificar os pontos positivos e negativos do aplicativo. Os autores enfatizam que entre as Tendências da Educação Matemática, as TD possibilitam que os alunos sejam sujeitos ativos no seu processo de aprendizagem.

Dentre os pontos positivos, os autores supracitados ressaltaram que o uso do aplicativo *GeoGebra*, no *smartphone*, oportunizou que os alunos verificassem o comportamento do gráfico, mediante a modificação dos coeficientes. Essa ação propiciou que atuassem como sujeitos ativos na construção do seu conhecimento e que o professor assumisse o papel de mediador nessa aprendizagem. Um dos pontos negativos se refere à dificuldade de manusear o aplicativo *GeoGebra*, devido às limitações da tela do *smartphone*.

Gröhs e Melo (2019) também pesquisaram o uso de aplicativo no celular, porém utilizando o aplicativo *Desmos*¹⁷, com o objetivo de descrever como a análise visual dos gráficos de juros compostos, criados no aplicativo *Desmos* nos *smartphones* dos participantes da pesquisa, auxiliam os alunos na tomada de decisões de um problema proposto, envolvendo uma situação financeira. A pesquisa de Gröhs e Melo (2019) foi realizada com alunos do 1º ano do Ensino Médio, participantes do Programa Ciência da Escola da Escola Estadual Coronel José Assunção, situada na cidade de Boca do Acre, AM.

Nos resultados da análise, Gröhs e Melo (2019) observaram que o uso das tecnologias digitais, neste caso, o aplicativo *Desmos* utilizado no *smartphone*, possibilitou um ambiente de motivação, colaborando especialmente para apreensão e socialização do conhecimento produzido, além de contribuir com a compreensão do regime de capitalização, analisado por meio da situação-problema proposta.

O uso de celulares, aplicado ao ensino e à aprendizagem da Matemática, sejam *smartphones* ou outros modelos, vem sendo foco de diversas pesquisas, seja por meio de aplicativos, de acordo com a pesquisa de Silva Júnior e Pereira (2019) e Gröhs e Melo (2019), ou por meio de redes sociais, conforme a pesquisa de Marques e Bairral (2018) e Palmeira (2019).

Nesse sentido, Marques e Bairral (2018) se valeram de um grupo no *WhatsApp*, permitindo interações que proporcionaram o aporte para elaborar e implementar tarefas, realizadas presencialmente em duplas. O objetivo dos autores foi averiguar a possibilidade de

¹⁷*Desmos* é um aplicativo educacional projetado para ser utilizado em ambientes de sala de aula e desenvolvido por Eli Luberoff, físico e matemático da Universidade Yale (EUA). A escolha por essa aplicação se deve ao fato de ser um aplicativo gratuito, de fácil utilização e interface intuitiva, facilitando a sua utilização (Gröhs; Melo, 2019).

emersão de múltiplas práticas de numeramento¹⁸ com alunos do Ensino Médio, quando os aprendizes se apropriam dessas Tecnologias Digitais, em uma dinâmica de ensino totalmente aberta, a partir de suas próprias demandas. Além disso, Marques e Bairral (2018) baseiam-se nos pressupostos da neurociência, como o processo de formação de imagens, foram usados para fornecer subsídios que permitissem verificar como alunos resgatam, manipulam, formam novas imagens e as oferecem (ou não) ao domínio público, a partir da interação com um objeto.

Dentre os resultados encontrados por Marques e Bairral (2018), evidenciei a possibilidade de utilizar o *smartphone* em sala de aula, visto que possui grande potencial a ser aproveitado. Os pesquisadores marcam a consciência de que é preciso adotar uma nova concepção de ensino, que garanta o uso adequado das Tecnologias Digitais, resgate e valorize as práticas sociais dos alunos. Os autores realizaram sua investigação com alunos do Ensino Médio profissionalizante do curso técnico de Eletromecânica.

Já Palmeira (2019) realizou sua pesquisa em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual, localizada no município de Vitória, ES. Seu objetivo se concentrou em apresentar novas possibilidades e estratégias de trabalho e estimular a rotina de estudos, para além do espaço escolar. Para isso, Palmeira (2019) organizou os alunos em grupos de estudos com a interação entre os componentes, realizada por meio do aplicativo *WhatsApp*. Palmeira (2019) analisou a experiência à luz da metodologia de ensino da Sala de Aula Invertida (*flipped classroom*).

Para Palmeira (2019), os alunos tiveram a oportunidade de se colocar no lugar do professor, ousaram, inovaram e foram muito criativos. Isso possibilitou ao professor acompanhar os estudos dos alunos, fora do horário de aula, interagindo com eles e, ao mesmo tempo, buscando preservar a autonomia deles. A autora reconhece o uso da Tecnologia Digital como um importante aliado, na busca por estratégias de trabalho, visando a melhoria no aprendizado dos conceitos da Matemática para alunos do Ensino Médio.

A pesquisa de Cardoso (2022) se difere das outras apresentadas nessa seção, por apresentar um produto, mas ainda atende o objetivo da revisão de literatura. Esse autor desenvolveu e apresentou um guia prático de elaboração e uso de itens de educação matemática associado à utilização dos aplicativos *Microsoft OneNote*, *Padlet* e *Kahoot*. Para explorar as potencialidades das ferramentas o guia foi apresentado para alunos do 3º Série do Ensino Médio

¹⁸ Habilidade ou não que os indivíduos têm para lidar com informações que envolvam números, estimativas, dimensões, padrões de comparação, sentidos numéricos, contagem, ordenação, significado das operações, gráficos, tabelas, permeadas por aspectos do seu dia a dia (Marques; Bairral, 2018).

de uma instituição pública de ensino em tempo integral do Estado de Goiás. Os itens, apresentados no guia, foram desenvolvidos em torno do conteúdo: Geometria Analítica.

Segundo Cardoso (2022), a explanação do guia prático poderá contribuir com outros profissionais, não apenas da matemática, mas também de outras áreas, que poderão estruturar materiais que realmente contribuam com a aprendizagem. Isso porque os recursos apresentados no guia otimizam o tempo gasto para correção e compartilhamento dos conteúdos. Mas o autor ressalta a importância de uma estrutura das instituições escolares, que devem possuir computadores e conexão com a internet.

Já Borges (2022) propôs uma sequência didática para introduzir o ensino da teoria dos conjuntos *fuzzy* no Ensino Médio, tendo como motivação o rompimento de uma barragem de rejeitos. Para tanto, os alunos construíram, com o auxílio de um especialista na área de hidráulica e saneamento, um Sistema Baseado em Regras *Fuzzy*, utilizando o *software* livre *FisPro*. Além de utilizar a Modelagem Matemática, os dados foram analisados sobre a ótica apresentada nas discussões sobre: Tecnologias no Ensino da Matemática, como contribuição no processo de ensino e de aprendizagem; na Multidisciplinaridade na Educação que a autora definiu como “busca da integração de conhecimentos por meio do estudo de um objeto de uma mesma e única disciplina ou por várias delas ao mesmo tempo”(Borges, 2022 p. 24); e na Interdisciplinaridade na Educação que caracteriza como a capacidade de estabelecer relações entre os diferentes conhecimentos, em um mundo de relações.

Dentre os resultados encontrados por Borges (2022), o autor destaca as possibilidades das Tecnologias Digitais para integrar a teoria e prática matemática, desafiando novas formas de ensino e aprendizagem. Além disso, aponta o aprendizado dos alunos por meio do uso de *softwares* com modelagem matemática que permitiu refletir sobre a realidade, e os problemas enfrentados pelos alunos, ou seja, modelagem matemática como alternativa de ensino, com atividades que levaram os alunos a construir o seu próprio conhecimento, por meio de relações concretas.

Em síntese, as “vozes” dos autores, apresentadas nesta seção da revisão de literatura, indicam que as Tecnologias Digitais diferem entre si, quanto a possibilidades, desafios e limitações para representar a busca e a produção do conhecimento matemático. As pesquisas – selecionadas e discutidas – consideram de suma importância as diversas metodologias, que visam apresentar a Matemática de forma dinâmica e que preze pela atribuição de significado sobre aquilo que é ensinado. Outra questão destacada de uma forma geral pelos autores que mencionei, concerne ao uso da Tecnologia Digital, o qual tem tido relevância no estudo da geometria e seu relacionamento com outras disciplinas, em particular *software* de geometria

dinâmica, que, com uma prática de ensino relevante, tanto no domínio de suas possibilidades como na concepção de atividades, pode encorajar o desenvolvimento do pensamento dedutivo, analítico e reflexivo. Para uma interpretação e visualização das Tecnologias Digitais que foram utilizadas nas pesquisas aqui analisadas, nesta seção da revisão, apresentei, na Figura 11, uma nuvem de palavras¹⁹.

Figura 11: Nuvem de palavras com as TDs mais utilizadas



Fonte: elaborada pela autora (<https://wordart.com/create>).

Ao evidenciar e analisar a nuvem de palavras e a análise realizada nas pesquisas aqui apresentadas, verifiquei que apesar de Richter (2020) chamar atenção para a discussão do uso da internet nos espaços escolares com relação ao ensino híbrido, ela não foi palco das demais investigações. Porém, as Tecnologias Digitais investigadas de certa forma necessitam da “atriz” internet para seu desenvolvimento. Souto e Borba (2016) tecem uma reflexão sobre o papel e as contribuições da internet no processo de produção de conhecimento, em que ela pode desestabilizar algumas das crenças, porque gera mudanças em regras socialmente convencionadas. Na pesquisa aqui desenvolvida, ela assume o papel de “atriz” com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos.

Por fim, no que diz respeito aos pressupostos teóricos, utilizados nas pesquisas discutidas até o momento, saliento: i) as discussões da Modelagem Matemática na Educação Matemática com o uso das Tecnologias Digitais; ii) as metodologias ativas com foco no Ensino Híbrido e suas modalidades; iii) cibercultura; iv) neurociência; v) produção de Performances

¹⁹ A nuvem de palavras, também conhecida como “word cloud”, é uma representação visual da frequência das palavras em um texto. Para esta tese usei o site <https://wordart.com/create> para a construção das nuvens e as palavras foram retiradas das pesquisas selecionadas para esta revisão.

Domingues, 2020; Neves, 2020, Souza, 2021). Esses autores destacam que a produção de vídeos se instaura como uma possibilidade que pode transformar a sala de aula. O foco desta seção é justamente apresentar pesquisas que investigam vídeos digitais para o ensino e aprendizagem da Matemática.

As pesquisas de Costa e Souto (2019) e de Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019) utilizam vídeos no formato de *cartoons* para o ensino e a aprendizagem de alunos do Ensino Médio. Porém, Costa e Souto (2019) realizaram a pesquisa com alunos de uma escola estadual, objetivando discutir como a produção de *cartoons* matemáticos digitais pode contribuir para a interdisciplinaridade nas aulas de Matemática. Já Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019) desenvolveram suas pesquisas com alunos do Ensino Médio Integrado aos cursos: Técnico em Agropecuária e Técnico de Manutenção e Suporte em Informática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Os autores – Costa e Souto (2019) e Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019) – elucidam os resultados de uma análise sobre a aprendizagem de matemática, por meio da construção de objetos digitais de aprendizagem, vídeos digitais do tipo *cartoons*.

Em ambas as pesquisas, Costa e Souto (2019) e Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019), tiveram como motivo as discussões sobre os desafios do ensino e da aprendizagem da Matemática. Costa e Souto (2019 p. 01) ressaltam ser a Matemática “vista como detentora do saber e perfeita, não sendo necessária uma abordagem com o conhecimento empírico ou com questões relacionadas a aplicações cotidianas, o que Borba e Skovsmose (2001) denominam como a ideologia da certeza”. Essa imagem da Matemática pode desmotivar e assustar os alunos, isso por que, ao se depararem com certos conceitos e definições da Matemática, acabam reforçando uma ideia há muito propagada – a de ser a Matemática “um bicho de sete cabeças”, além de ser necessária a memorização de uma enorme quantidade de fórmulas e fazer muitos exercícios repetitivos para conseguir bons resultados (Santos; Costa; Ferreira; Piasson, 2019).

Durante a produção dos vídeos do tipo *cartoons*, os alunos realizaram pesquisas na internet, utilizaram *softwares*, computadores, *smartphones*, dentre outras tecnologias. Eles se organizaram em grupos, trabalharam de forma colaborativa, buscando “descobertas” sobre os conteúdos de seus interesses. Os resultados de Costa e Souto (2019) indicam que a produção dos vídeos proporcionou o desenvolvimento de atividades de cunho interdisciplinar, contextualizadas, podendo propiciar aplicações da Matemática, no contexto sócio-histórico-cultural dos alunos, possibilitando, dessa maneira, um maior sentido e significado a essa disciplina. Já nos resultados de Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019), a produção dos vídeos despertou o interesse dos alunos pela disciplina e pelo manuseio de *softwares*, promovendo a

criatividade, o pensamento autônomo, a construção do conhecimento matemático e o desenvolvimento da habilidade de trabalho em equipe. Em síntese, no entender de Costa e Souto (2019) e de Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019), a produção dos vídeos em forma de *cartoon* pode ter contribuído para mudar a imagem da matemática e, com isso, influenciar a reorganização do pensamento matemático, além de proporcionar uma ampliação dos espaços de aprendizagem.

Santana (2018), assim como Costa e Souto (2019) e Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019), também realizou sua pesquisa com alunos do Ensino Médio. Santana (2018) teve como objetivo analisar de que forma a Produção de Vídeos Estudantis (PVE), enquanto processo, contribui para o estímulo e/ou desenvolvimento de inteligências que propiciem a aprendizagem de Sequências Numéricas. Outrossim, Santana (2018) desenvolveu sua pesquisa com o interesse pela utilização das Tecnologias Digitais em sala de aula na produção de vídeos. Os resultados da pesquisa de Santana (2018) acentuam que a PVE, embora a produção dos vídeos seja uma estratégia de ensino – que demanda muito trabalho e dedicação, por parte de alunos e professor – pode propiciar o protagonismo do aluno na produção do seu próprio conhecimento, favorecer o trabalho em grupo, estimular e desenvolver as múltiplas inteligências dos envolvidos no processo de aprendizagens Matemáticas.

Assis, Henrique e Bairral (2018) ilustraram como o vídeo, gerado por meio da captura de toques em telas, pode auxiliar em análises relacionadas a manipulações e raciocínios de discentes da Educação Básica, na resolução de tarefas de geometria. Os autores realizaram a pesquisa com alunos da Educação Básica da rede pública do Estado do Rio de Janeiro. Para a produção de dados foram utilizados: diário do pesquisador, registro dos alunos, captura de telas e gravações em áudio e vídeo.

O que chama atenção, na pesquisa, é o fato deles utilizarem dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones* na produção dos vídeos, ao passo que nas pesquisas de Costa e Souto (2019), Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019) e Santana (2018) a produção era livre com relação ao *software*. Assis, Henrique, Bairral (2018) consideram que *tablets* e *smartphones* fazem parte do processo de produção, não sendo concebidos como meros artefatos que auxiliam ou potencializam, mas que também alteram o processo de construção de conhecimento.

Segundo Assis, Henrique e Bairral (2018), os vídeos produzidos, por meio da captura de toques em telas, possibilitaram análises sobre raciocínios e manipulações realizadas pelos alunos na resolução de tarefas de geometria. Isso se deve porque a arquitetura de novos ambientes de aprendizagem pode contribuir para produção de significados e conceitos matemáticos, quando focada no contexto em que se desenvolvem processos de interações,

fomentados pela apropriação de artefatos mediadores (tarefas, recursos pictóricos, gestos, fala, dispositivos *touchscreen*, por exemplo).

A pesquisa de Neves (2020) se aproxima da pesquisa de Assis, Henrique e Bairral (2018), haja vista que analisa o papel dos vídeos digitais na realização de suas combinações, a fim de produzir significados no discurso matemático, com um olhar para os recursos semióticos, tais como: linguagem, simbolismo matemático, imagens, linguagem corporal, músicas e sons. Neves (2020) investigou duas turmas do curso de licenciatura em Matemática de Educação a Distância da Universidade do Estado da Bahia, a partir da proposta de uma atividade de produção de vídeos sobre ideias matemáticas. Para tanto, os alunos realizaram reuniões presenciais para a produção dos vídeos, geraram relatórios sobre esses encontros e elaboraram os roteiros dos vídeos, os quais compuseram os dados da pesquisa, assim como os próprios vídeos e as transcrições resultantes dos fóruns. Segundo Neves (2020, p. 22), “as mídias [vídeos], por meio das Tecnologias Digitais [utilizada na produção], ampliam a capacidade de comunicação, além de se colocar como espaço de debates sobre os mais variados temas, influenciando no processo de formação do indivíduo na modernidade”.

A análise dos dados foi pautada na Análise do Discurso Multimodal, considerando a característica multissemiótica e multimodal dos vídeos como tecnologia digital.

Na análise dos cinco vídeos produzidos pelos participantes examinei suas escolhas semióticas considerando a característica multissemiótica e multimodal dos vídeos como tecnologia digital acessível, assim como as funções de cada recurso no discurso matemático apresentado. A partir disso, realizei conjecturas em torno do potencial das intersemioses quanto às possibilidades de expansão semântica e, consequentemente, a transformação do conhecimento matemático, considerando o coletivo seres humanos – com – mídias implementadas em todo o processo de construção do discurso matemático (Neves, 2019 p.270).

Neves (2020) considera as características multissemióticas e multimodais dos vídeos analisando as relações entre as representações matemáticas usuais, como, a linguagem verbal, o simbolismo e as imagens matemáticas, com outros recursos semióticos presentes nos vídeos produzidos, considerando o contexto em que o discurso matemático está inserido.

Dentre os resultados encontrados, Neves (2020) ressalta a natureza multimodal do vídeo, possibilitando que os participantes da investigação realizassem intersemioses entre os recursos semióticos presentes no discurso matemático tradicional e entre outros recursos, específicos da linguagem cinematográfica. Essas combinações potencializaram as possibilidades de expansão semântica nas intersemioses realizadas com tais recursos semióticos.

Já Braga (2022) realizou sua pesquisa em uma turma da educação profissional técnica integrada ao ensino médio na modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos). Essa pesquisa foi realizada em um contexto distinto das demais apresentadas até aqui, sendo realizada, no cenário pandêmico ocasionado pelo vírus SARS-COV-2, que afetou sobremaneira o atendimento dos alunos, as relações do ensino e da aprendizagem. Os vídeos foram produzidos e protagonizados pelos alunos e postado em um canal no *YouTube* como forma de propiciar a revisão de conteúdos matemáticos, o proporcionou não só o protagonismo na produção, mas também a autonomia em respeitar o espaço e tempo dos alunos, dado que muitos deles trabalhavam.

Braga (2022, p. 206) destaca que durante a produção dos vídeos os alunos estiveram em constante diálogo com Tecnologias Digitais, não só para a efetiva gravação/edição dos vídeos, mas também para as discussões que deram origem aos temas e ao processo de roteirização, ou seja, [...] o papel das TDs está em propiciar ambientes democráticos propícios ao diálogo, à curiosidade, à criatividade, à criticidade e à imaginação dos sujeitos da EJA [...].

Entre os resultados apresentados na pesquisa, Braga (2022) elucida que: a produção de Performances Matemáticas Digitais com os alunos do EJA viabilizou que os conhecimentos matemáticos pudessem ser construídos por diferentes modos, mediados pelas Tecnologias Digitais; a Multimodalidade [...] permitiu repensar o que significa ensinar, ler, interpretar e produzir conhecimentos matemáticos na contemporaneidade, especialmente quando refletimos sobre essas ações em tempos de atividades remotas; e a Artes, especialmente nos tempos em que se estabeleceu a pesquisa, a produção dos vídeos possibilitou subterfúgios para expressar em forma de música, poemas e poesias para enfrentar as mazelas e desigualdades escancaradas por meio da pandemia de covid-19.

Quando olho para o segundo propósito de Alves-Mazzotti (2002), o qual trata da discussão do referencial teórico-metodológico apresentado nas pesquisas selecionadas, é possível notabilizar que todas as pesquisas, aqui abordadas, utilizaram a metodologia qualitativa em suas investigações. Já quando volto o olhar para os referenciais teóricos, observo distintas abordagens teóricas. Costa e Souto (2019) e Santos, Costa, Ferreira, Piasson (2019) se fundamentam em autores que discutem como as interações entre alunos-alunos, alunos-professora, alunos-internet e alunos-*softwares*, durante a produção dos *cartoons*, influenciaram as organizações e reorganizações do pensamento coletivo (Borba; Villarreal, 2005).

O referencial teórico, tomado como base por Santana (2018), consiste em: abordagem didática sobre as Sequências Numéricas; Teoria das Inteligências Múltiplas (TIM) e Neurociência; a importância do incentivo à expressão audiovisual e a PVE e o protagonismo

do aluno. Assis, Henrique e Bairral (2018), por sua vez, fundamentam-se em autores que discutem como a produção de vídeo possibilita o registro de vários elementos combinados como, por exemplo, imagem e áudio, podem ser associados durante o processo analítico. Neves (2020) adotou como abordagem teórica a Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal em torno das estratégias utilizadas nas combinações dos recursos semióticos, as intersemioses, nos vídeos produzidos pelos alunos. Já Braga (2022) se baseou nas discussões e ideias de um conjunto de teóricos, sendo: Performances Matemáticas Digitais; a Multimodalidade; o constructo Seres-Humanos-Com-Mídias; e, principalmente, a Educação Matemática Crítica.

Por fim, no que diz respeito aos pressupostos teóricos, utilizados nas pesquisas discutidas até o momento, saliento: i) Seres-Humanos-Com-Mídias; ii) Teoria da Atividade; iii) Semiótica; iv) Análise Multimodal; v) Pesquisas Bibliográficas; vi) Teoria das Inteligências Múltiplas; vii) Performances Matemáticas Digitais; viii) Educação Matemática Crítica; ix) a Multimodalidade. Como apresentado da nuvem de palavras da Figura 13.

Figura 13: Nuvem de palavra com referenciais teóricos em destaque



Fonte: elaborada pela autora (<https://wordart.com/create>).

As pesquisas aqui apresentadas evidenciaram, dentre outros fatores, as possibilidades para a construção coletiva de conhecimentos matemáticos por meio da produção dos vídeos digitais, que se assemelham com o objetivo dessa pesquisa. Porém, a metodologia de análise e os referenciais teóricos são distintos, além da maneira como foi proposta a produção de vídeos e a sua análise. Sendo que, para esta pesquisa, a proposta de ensino se baseou na produção de vídeos por alunos do Ensino Médio. Ademais, cabe pontuar que a análise vai além do que está apresentado no vídeo, contemplando também seu processo de produção.

Em síntese, ao conduzir a ótica às vozes dos autores nas pesquisas analisadas, verifico que as produções dos vídeos possibilitaram que os alunos se organizassem em grupos, trabalhassem de forma coletiva e colaborativa, buscando “descobertas” sobre os conteúdos. Isso oportunizou se tornarem autores do seu conhecimento e não apenas receptores de informação, além de se sentirem valorizados e incluídos na ação.

2.3 *Reflexões sobre os Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática*

Como apresentado na sessão anterior, o uso e a produção de vídeos para o ensino e a aprendizagem vem crescendo nos últimos anos, esse crescimento tem sido corroborado por eventos, na forma de festivais, voltados à produção de vídeos por alunos e professores. As pesquisas apresentadas nesta seção tiveram de alguma maneira o Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática como palco de pesquisa.

Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, que teve sua primeira edição em 2017. Desde então, o Festival passou a ser um evento, anual e nacional, da área de Educação Matemática, que recebe o apoio da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). As edições dos Festivais são regidas por regras contidas em Editais específicos, que vão sendo repensadas a cada edição, ouvindo as vozes dos diversos participantes e organizadores (Costa; Souto, 2023 p. 80).

Este festival tem como objetivo compartilhar e socializar conhecimentos e experiências matemáticas na produção de vídeos com alunos, professores de todas as modalidades de ensino e desses com toda a comunidade, de modo a sair dos muros das escolas. A produção e a submissão dos vídeos podem ser realizadas por grupos de alunos, professores e outros membros da comunidade escolar – tanto da Educação Básica quanto do Ensino Superior à distância ou presencial – ou por qualquer pessoa que tenha interesse em participar do Festival, que produz vídeos com temas livres que englobam conteúdos de Matemática (Borba; Domingues; Costa, 2021).

Oliveira (2018) buscou compreender as diferentes dimensões que emergiram durante a produção de vídeos digitais com Matemática e a realização do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática na Escola Prof. José Cardoso da Rede Pública do Estado de São Paulo. As produções dos alunos foram exibidas à comunidade escolar, com a presença de um júri composto por professores, alunos, funcionários, pais/responsáveis e familiares. Os dados do estudo foram analisados à luz das ideias de Paulo Freire, abordando aspectos do diálogo e da comunicação, com viés para a multimodalidade. Em consonância com a autora, as produções dos vídeos com o conteúdo matemático constituem um caminho a se expandir por meio do

diálogo, da comunicação e da construção da autoestima em relação ao conhecimento matemático, em um sentido freiriano.

[...] compreendo que produzir vídeo com matemática é um caminho que se expande por meio do diálogo, da comunicação e da construção da autoestima em relação ao conhecimento matemático, em um sentido freireano, [...]. Também destaco o uso imprescindível da tecnologia, que realça o papel destas na produção de conhecimento em interação com humanos por meio da oralidade, da escrita ou da multimídia (Borba; Villarreal, 2005) (Oliveira, 2018, p. 89).

Para Oliveira (2018), a produção de vídeo se amplia por meio do diálogo e da autoestima em relação ao conhecimento produzido, os movimentos dos papéis da mídia modificaram, e modificam a todo momento, a forma de dialogar e de se comunicar. Essa pesquisadora se apoia em Borba e Villareal (2005) para destacar, também, que o uso das tecnologias digitais realça o papel dessas na produção de conhecimento, em interação com humanos por meio da oralidade, da escrita ou da multimídia.

Na pesquisa de Oliveira (2018), as dimensões emergentes dos dados foram: o aluno sujeito e o vídeo como resposta à curiosidade; a importância do celular, do computador e da internet rápida para a pesquisa e o ensino de matemática; o conteúdo matemático dos vídeos produzidos pelos alunos; o Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática na Escola e a imagem pública da Matemática. A autora observou que os vídeos com os conteúdos matemáticos, produzidos pelos alunos, tiveram uma boa repercussão na comunidade escolar e possibilitaram a aprendizagem dos conteúdos. A estudiosa relata, ainda, que, durante a pesquisa, o laboratório da escola apresentava problemas, o que não impediu a realização do trabalho proposto, pois os alunos utilizaram seus próprios materiais.

Oliveira e Borba (2019) buscaram discutir a influência do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática na Escola na transformação da Imagem Pública da Matemática e no envolvimento da comunidade escolar. Para os autores, o processo de expressão de ideias e de conteúdos matemáticos, que tomam forma por meio do vídeo produzido, apresentam muitos elementos da multimodalidade – a combinação entre escrita, imagem, som e movimento. Ademais, os referidos pesquisadores ressaltam que a comunicação e o diálogo são priorizados, durante a produção dos vídeos, compostos por alunos com alunos e alunos com professor, por intermédio da Tecnologia, da mídia digital.

Oliveira (2018) e Oliveira e Borba (2019) utilizaram o I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática na Escola, realizado em 2016. Esse Festival surge como uma iniciativa de mudança da imagem pública da Matemática, enquanto uma experiência desagradável, sem relação com o contexto dos alunos, e ocorreu dentro do próprio espaço escolar com a participação de toda a comunidade.

Já a pesquisa de Domingues (2020) teve como palco o I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, promovido pelo Grupo de Pesquisa em Informática e outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM). Tal festival teve amplitude nacional, com a intenção de promover a produção de vídeos com conteúdo matemático, desenvolvidos de forma coletiva por professores, alunos, mídias e comunidade em diversas regiões do país (Borba; Domingues; Costa, 2021). O objetivo da pesquisa de Domingues (2020) consistiu em compreender o movimento de imaginação, criação, negociação e realização do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática como sendo formado por coletivos de atores humanos e não humanos, os quais constituem uma complexa rede de Sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias (SSHCM).

Domingues (2020) pautou-se na perspectiva do Seres-Humanos-Com-Mídias, junto com as ideias da terceira geração da Teoria da Atividade e nas noções de situação corrente, imaginada ou arranjada de Skovsmose e Borba (2004) que discutem noções sobre o ato de pesquisar com uma perspectiva crítica. Com base nesses referenciais teóricos, o autor discute as particularidades vivenciadas nos atos de imaginação, criação e realização do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. As situações geradas a partir da criação do festival de vídeos instituíram a Organização Prática que se constitui como uma rede de Sistemas SHCM.

[...] esses sistemas apresentados constituem uma grande rede que: compartilha elementos, troca informações, apresenta trajetórias parecidas ou muito distintas, gera tensões ao longo desse processo de produzir e submeter vídeos, acaba por se influenciar de várias maneiras distintas, as quais são discutidas nessa tese com vistas a constituir um Sistema “Central” (principal), tido como o Sistema S-H-C-M [SHCM] I Festival Realizado (Domingues, 2020 p. 225).

Para Domingues (2020) citado, uma rede de sistemas de atividades é composta por Sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias-Professores-Alunos, os quais foram analisados de forma a constituírem, pelas vozes dos participantes. O autor assinala ainda que o poder de ação das mídias como atrizes não humanas condiciona as transformações qualitativas na produção de conhecimento matemático e o Festival moldou as salas de aulas de matemática, assim como estas salas o moldaram. Ao analisar essa rede de Sistemas SHCM, ele verificou que esses sistemas compartilham elementos e ideias, permitem discutir as tensões vivenciadas por professores e alunos participantes do festival, bem como promovem as adaptações necessárias, ocorridas durante os processos de produção de vídeos digitais com conteúdo matemático e de submissão deles ao evento.

Ianelli (2021) buscou investigar aspectos da imagem pública da Matemática em vídeos do Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. Sua pergunta de pesquisa é: “Que imagens da Matemática são construídas em vídeos do Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática?”. A autora utilizou quatro vídeos produzidos por licenciandos da Universidade

Estadual Paulista (UNESP), os quais foram submetidos ao IV Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. As análises contemplam os seguintes aspectos: Conteúdos matemáticos abordados nos vídeos e suas contextualizações, a multimodalidade e a imagem pública da Matemática. Além disso, a autora sustenta sua análise nas discussões em como as Tecnologias Digitais, em específico os vídeos possibilitaram as mudanças sociais, culturais e econômicas que elas provocaram no mundo e a maneira que impactou na sala de aula.

Em relação à multimodalidade presente nos vídeos analisados, a autora destaca que os licenciandos recorrem à linguagem verbal oral e verbal escrita e ao simbolismo matemático para explicar as ideias Matemáticas, a fim de produzir significados no discurso matemático. Foi possível observar que situações do cotidiano, incluindo a situação de pandemia Covid-19, também estiveram presentes nos vídeos, tanto para exemplificar quanto para contextualizar os conteúdos, auxiliando na interpretação e entendimento.

A música, som, cenários, efeitos visuais, gestos, expressões corporais e faciais, linguagem e simbolismo matemático, muitas vezes, foram usados de forma combinada potencializando as explicações de conteúdo. Em relação à Imagem Pública da Matemática, Ianelli (2021) relata que nos vídeos remete a sentimentos bons, sendo observados diálogos, respeito e humanização da disciplina e, além disso, reflexões sobre a maneira de não se ensinar e tratar os alunos em sala de aula.

Cermak e Valle (2022) discutiram sobre quais as possíveis/potenciais abordagens da matemática escolar que permitam o engajamento, a participação e a compreensão por parte dos alunos. Os autores definiram como recorte a escolha dos vídeos, sendo, os premiados nas categorias Ensino Fundamental II e do Ensino Médio e a análise foi realizada na literatura de autores que discutem o “ensino matemático crítico e humano, incentivando-nos a vislumbrar características como a influência do contexto em que estamos inseridos em nossa maneira de aprender, a importância de atribuir significado às ideias matemáticas e explorar o impacto sócio-político da matemática” (Cermak; Valle, 2022 p. 05).

Para Cermak e Valle (2022), os alunos estão cada vez mais acostumados em aprender por interações *online*, pesquisando, compreendendo e utilizando conteúdos para explicar as demandas do cotidiano. Para os autores os vídeos analisados articularam,

[...] de diferentes maneiras, conteúdos da matemática escolar com perspectivas e abordagens críticas de problemas sociais, culturais e ambientais mais amplos, denotando formas de contextualização crítica das práticas de ensino de matemática. Desse modo, os festivais de vídeos digitais têm constituído espaços destinados a desinvisibilizar tais práticas, mostrando que estão em curso práticas de ensino de matemática contextualizadas, com sentido e significado, que podem inspirar e motivar outras cujos propósitos emancipatórios lhes sejam convergentes (Cermak e Valle, 2022 p. 08).

Segundo Cermak e Valle (2022), os vídeos ao abordarem aspectos sociais, culturais e ambientais de maneira crítica pode mudar práticas de ensino de matemática, tornando de caráter emancipatório.

Oliveira e Neves (2022) analisaram os vídeos sobre a ótica teórica dos recursos semióticos (linguagem, simbolismo matemático, imagens, gestos, músicas, sons, entre outros) e as suas combinações (intersemioses), a fim de construir o discurso matemático digital em vídeos participantes dos Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática. Os vídeos selecionados para análise tiveram como delimitação: vídeos premiados vídeos das categorias Ensino Fundamental II e Ensino Médio; cujo conteúdo fosse Geometria; vídeos que apresentam o Simbolismo Matemático.

Os resultados encontrados por Oliveira e Neves (2022) indicaram que a linguagem verbal oral, escrita e as imagens matemáticas foram os recursos principais combinados com o simbolismo matemático. Essas combinações facilitaram a interpretação de quem assiste, a partir do que foi proposto no vídeo, visto que tais recursos apresentam informações que se complementam ou destacam pontos importantes do discurso matemático expresso no vídeo.

Carvalho e Borba (2021) além de explicarem como se deu a elaboração e a realização do Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, bem como a sua relevância, realizam uma análise no vídeo “A Torta Diofantina”, com a temática – Diálogos e Aprendizagem, Ambiente Problematicador e Investigativo. Tal vídeo se configura em um cenário para investigação com referência ao mundo real, essa é uma característica “forte” nos vídeos do festival analisados pelos autores apresentado nessa revisão. Segundo Carvalho e Borba (2021),

[...] uma análise multimodal preliminar foi realizada, enquanto provocação inicial, a partir de lente freiriana, permitindo reconhecer e abarcar uma diversidade epistemológica, a qual favorece a autonomia do educando quando ele passa de um estágio de curiosidade ingênua – pautada no seu conhecimento de mundo e em seus domínios sociais – para uma curiosidade epistemológica, criando um ambiente em que os participantes expressam e criam suas próprias ideias matemáticas articuladas à realidade. Isso torna o vídeo um potencial agente de deslocamento do saber na ação educativa (Carvalho; Borba, 2021 p. 1259).

Assim como, Oliveira e Neves (2022), Carvalho e Borba (2021) utilizam a semiótica para analisar o vídeo e apontam que a paisagem semiótica da comunicação do vídeo compõe um discurso que advém da apreensão da realidade, fruto da curiosidade epistemológica, expressa por diálogos para a produção e expressão de conhecimento.

Gimenez (2023) também teve como palco o Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, especificamente a terceira e a quarta edição. Assim como Domingues (2020), Gimenez (2023) utilizou como abordagem teórica Seres-Humanos-Com-Mídias, além da Arte

como Experiência e Teatro Didático. Teve o seguinte questionamento: Como um coletivo de Seres-Humanos-Com-Mídias utilizou a Arte na produção de vídeos digitais com conteúdo de Matemática em um Festival? Os dados foram produzidos a partir de questionários, entrevistas em grupos (rodas de conversa) e os próprios vídeos submetidos ao festival. Ou seja, buscou compreender como um coletivo de Seres-Humanos-Com-Mídias utilizou a arte em suas produções de vídeos que expressam ideias matemáticas, inscritos no festival.

A análise dos vídeos tinha como objetivo identificar elementos artísticos em suas funções pedagógicas e/ou na produção de sentido e conhecimento no processo de comunicação de ideias matemáticas, buscando evidências de estranhamentos, na ótica da teoria do Teatro Didático e do constructo Seres-Humanos-Com-Mídias. Vale destacar que, para Gimenez (2023), a produção dos vídeos é entendida como um experimento artístico pedagógico e os vídeos, como produto artístico desse experimento, desenvolvido de forma colaborativa. E as Tecnologias Digitais não são apenas artefatos coadjuvantes, elas atuam, juntamente com os humanos, como protagonistas no processo de produção de conhecimento. O resultado dessa pesquisa destaca os estranhamentos produzidos pela arte-com-tecnologia na comunicação de ideias matemáticas utilizando vídeos, como por exemplo, a aprendizagem pelo erro, a interdisciplinaridade, as diferentes formas de avaliação e a presença do humor nos trabalhos analisados.

Os resultados das pesquisas indicaram distintas formas de se trabalhar com vídeos e compreender as dinâmicas envolvendo a elaboração de Festivais de Vídeos Digitais. Além disso, apresentam em suas análises como a linguagem matemática, presente nos vídeos digitais e no discurso dos participantes, manifesta-se como algo flexível, que possibilita um trabalho coletivo e colaborativo, com certa plasticidade e humor, podendo favorecer a transformação da Imagem Pública da Matemática.

No que diz respeito aos pressupostos teóricos-metodológicos utilizados nas pesquisas, Oliveira (2018) e Oliveira e Borba (2019) se concentraram na teoria de Paulo Freire, abordando aspectos do diálogo e da comunicação, com viés para a multimodalidade. Ianelli (2021) também analisa a multimodalidade presente nos vídeos, assim como, música, som, cenários, efeitos visuais, gestos, expressões corporais e faciais, linguagem e simbolismo matemático, muitas vezes, foram usados de forma combinada potencializando as explicações de conteúdo. Esses aspectos se assemelham com a análise realizada por Oliveira e Neves (2022) e Carvalho e Borba (2021) que utilizaram a semiótica social.

Já a pesquisa de Domingues (2020) se pautou na perspectiva teórica Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, proveniente da terceira geração da Teoria da Atividade e das derivações desenvolvidas, a partir do constructo teórico Seres-Humanos-Com-Mídias, as quais foram

que o aluno seja o protagonista na construção do seu conhecimento, de forma crítica, colaborativa e criativa.

2.4 Delimitando as “Vozes” da Revisão de Literatura

Como destacado por Borba, Almeida e Gracias (2020), em uma revisão de literatura, as “vozes” presentes pertencem aos autores das pesquisas discutidas, que pode dialogar com o tema de pesquisa, encontrar novas “lentes”, um novo referencial teórico, um amadurecimento ou ampliar o já existente, com o propósito de embasar a análise dos dados da pesquisa. Os autores destacam, também, que a voz do pesquisador pode dialogar com as vozes da literatura, sendo assim, a voz daquele é amparada pelas vozes destes, conforme elucida a natureza deste capítulo. Assim, nesta seção, busco identificar possíveis lacunas, a partir dos estudos que discutimos.

Após realizar buscas nas bases do catálogo da Capes, *Scielo*, eventos ENEM e SIPEM, deparei que, com relação às Tecnologias Digitais, parte das pesquisas, se não a maioria, mostra que de alguma maneira, elas vêm possibilitando o rompimento da educação bancária, condenada por Paulo Freire. Nesse sentido, expomos que o professor pode construir, em sala de aula, um ambiente favorável à troca de informações, pensamentos e reflexões sobre cada tema estudado, incentivando os alunos a gostarem de Matemática, sempre tendo em mente que a aprendizagem é um processo que se renova constantemente.

Nas pesquisas selecionadas – nesta revisão de literatura – os autores acreditam na possibilidade dos vídeos transformarem a prática educativa, afinal envolvem professor e aluno em um ambiente de maior interação e colaboração. Por outro lado, as pesquisas, aqui arroladas, ressaltam os desafios encontrados pelas instituições de ensino, como a falta de conhecimento e treinamento em mídias digitais por parte da comunidade escolar. Desse modo, no Quadro 4, sistematizo alguns dados encontrados.

Quadro 4: Síntese de alguns resultados encontrados

Tecnologias Digitais	✓ Plataformas Virtuais; Geogebra; Internet; Computadores; <i>Scratch</i> ; Dispositivos moveis; <i>Tablets</i> ; <i>Smartpones</i> ; Vídeos Digitais.
Perspectivas ou noções teóricas	✓ Performance Matemática Digital; Metodologias Ativas; Modelagem Matemática; Neurociência; Multimodalidade; Análise do Discurso Multimodal; Teoria da Inteligência Múltiplas; Diálogo e Comunicação – Paulo Freire; Teoria de Piaget; Teoria da Atividade; Seres-Humanos-Com-Mídias.
Metodologia de pesquisa e métodos	✓ Qualitativa; <i>Design Experiment</i> ; pesquisa ação.

Fonte: elaborado pela autora.

Com relação aos referenciais teóricos, observo diversas abordagens, como pode ser visualizado no quadro anterior. Contudo, não encontrei discussões teóricas sobre os movimentos ou ocorrências de transformações expansivas, verificadas nos deslocamentos das mídias nos sistemas de atividade quando os alunos produzem vídeos, o que pode movimentar os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas. Sendo assim, o desenvolvimento desta pesquisa pode trazer novos “olhares” para o campo da Educação Matemática. Com relação aos aspectos metodológicos abordados nas pesquisas desta revisão de literatura, observei que utilizam abordagens qualitativas com diversos métodos.

Em relação ao contexto, assim como as pesquisas abordadas, este estudo também tem o seu universo voltado para o Ensino Médio. Verifiquei que, apesar dos crescentes número de investigações envolvendo Tecnologias Digitais e Vídeos no ensino e na aprendizagem da Matemática, ainda é possível encontrar várias lacunas, principalmente ao dar um “zoom” para o Ensino Médio. Se levar em consideração que Educação Básica é o nível em que, hoje, encontram-se os grandes desafios e necessidades de transformações e melhorias na educação do Brasil, é possível sublinhar a necessidade de fomentar pesquisas que se debrucem sobre esses desafios. Assim como, demandamos de mais políticas públicas para inserção das Tecnologias Digitais nas instituições de ensino, ampliação do acesso à internet de qualidade, materiais disponíveis, formação e prática dos professores.

Por outro lado, nas escolas, não significa que a Educação Matemática será, imediatamente, melhor. É necessário frisar que as Tecnologias Digitais não são, por si só, suficientes para resolver todos os problemas do ensino e da aprendizagem que permeiam o ambiente escolar. Nesse sentido, atribuímos um valor especial aos planejamentos que contemplam a determinação de objetivos com propósitos bem definidos, respeitando, sobretudo, as especificidades de cada conteúdo e, também, as limitações dos recursos tecnológicos utilizados.

No entanto, os resultados encontrados pelas pesquisas discutidas nesta revisão de literatura, acerca do uso das Tecnologias Digitais para o ensino e a aprendizagem da Matemática, podem abrir caminhos em busca de uma sociedade crítica e com acesso à uma educação livre de repressões ideológicas e formadora de opiniões. Como defende Freire (2019), uma mudança na formação do professor, em suas práticas pedagógicas e nas políticas públicas podem desencadear um processo de (re)pensar, (re)significar e (re)olhar a educação e seu papel na sociedade.

Verifico que a participação das Tecnologias Digitais pode favorecer o desenvolvimento de um trabalho colaborativo para o ensino e a aprendizagem da Matemática, considerando as dimensões sociais e culturais e que inclui novos modos de raciocinar desafiadoras da linearidade do pensamento, propiciando, assim, que os alunos se tornem ativos e críticos no processo de produção do conhecimento. Embora a consulta, aqui empreendida, tenha contemplado distintas pesquisas e autores, eles caminharam, desenvolveram e discutiram o assunto pelo qual me interessa, isso, por sua vez, auxiliou-me a obter ideias, conceitos, fundamentações e, principalmente, perceber as suas visões (de todos os autores) e entender as complexidades sobre os temas – Tecnologias Digitais, vídeos e festivais – no ensino e na aprendizagem Matemática.

As práticas pedagógicas, apresentadas nas pesquisas aqui abordadas, mostram que as Tecnologias Digitais, por exemplo a produção de vídeo, podem articular atividades que estimulem a criatividade, reflexão, criticidade, compartilhamento e convivência. Por outro lado, de acordo com os estudos que consultei, não basta apenas a utilização do computador ou outros recursos tecnológicos nas aulas, particularmente nas aulas de matemática sem fins e objetivos claros, é necessário que se pense em um meio dessa produção ser investigativa para o aluno, instigando-o a buscar o conhecimento e explorar possibilidades.

Todos os apontamentos expostos nos resultados dos trabalhos que discuti convergem com o pensamento de Freire (2001), pois reconhecem a importância de superar a educação bancária, tradicional, cujo saber é uma doação daqueles que julgam saber mais e dar espaço a uma educação problematizadora, pautada no diálogo como uma exigência existencial, em que educador e educando são sujeitos do processo e crescem juntos. Nessa perspectiva, a educação tem caráter reflexivo e constante desvelamento da realidade.

A educação não se reduz à técnica, mas não se faz educação sem ela. Utilizar computadores na educação, em lugar de reduzir, pode expandir a capacidade crítica e criativa de nossos meninos e meninas. Dependendo de quem o usa, a favor de quem e de quem e para quê. O homem concreto deve se instrumentar com o recurso da ciência e da tecnologia para melhor lutar pela causa de sua humanização e de sua libertação. (Freire, 2001, p. 98).

Freire (2001) salienta que as novas tecnologias precisam ser estudadas, utilizadas e contextualizadas conforme suas origens sociais, culturais e historicidade, descobrindo os interesses e ideologias percebíveis e ocultas, bem como as possibilidades, limitações e desafios de seu uso, identificando e analisando suas consequências e a melhor forma de contextualizá-las conforme as necessidades da sala de aula. Assim, nesta seção, apresento o que Alves-Mazzotti (1999) considera como a literatura que vai, efetivamente, integrar o relatório do estudo. O pesquisador necessita de uma revisão de literatura sobre a temática para situar sua

investigação dentro de um “cenário”. Além de realizar um diálogo entre as “vozes” dos resultados das pesquisas analisadas (Borba; Almeida; Gracias, 2020).

Por outro lado, ainda ficaram questionamentos, como: Quais as tensões (contradições) ocorridas no processo de ensino e de aprendizagem, no momento em que alunos produzem e/ou utilizam vídeos para comunicar ideias matemáticas? Quais aprendizagens expansivas podem ocorrer causadas pelas tensões e conflitos, que sucedem durante a produção dos vídeos matemáticos em um Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias? Quais as influências dos vídeos na construção do raciocínio matemático dos alunos? E, reforçando a pergunta central desta pesquisa: como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzirem vídeos matemáticos? Ou seja, os achados possibilitaram encontrar possíveis lacunas, pistas e evidências que contribuíssem para construção deste estudo. Por fim, pontuo que as discussões, tecidas até este momento, possibilitaram situar nosso problema de pesquisa e mostrar que ele ocupa uma posição de originalidade, a partir do levantamento bibliográfico efetuado.

3 O DESENVOLVIMENTO DOS MINICICLONES DE APRENDIZAGEM EXPANSIVA – M.A.E.

Com relação à apresentação e à construção da base teórica de uma pesquisa, cabe esclarecer que não é uma tarefa simples, exigindo profundo conhecimento do campo conceitual, além de uma gama de leitura e grande capacidade de raciocínio formal e interpretativo. Trata-se das lentes com os quais o autor da pesquisa irá analisar seu problema de pesquisa, neste momento, a “voz teórica aparece bem mais que a voz do autor” (Borba; Almeida; Gracias, 2020, p. 78).

Por outro lado, ao adotar as “vozes” teóricas, o pesquisador pode dialogar com a visão epistemológica associada a ela, por meio de suas definições e da forma como esse dialogar irá ocorrer durante a análise dos dados. De acordo com Borba, Almeida e Gracias (2020, p. 78) “Apesar de a voz teórica ser bastante forte, uma parte desse capítulo [referencial teórico] é composta pela voz do autor, a partir de suas escolhas e da maneira com que articula seus referenciais”. Nesta tese, assumi uma visão de ensino e de aprendizagem em que as palavras-chaves são a Aprendizagem Expansiva, Tecnologias Digitais e produção de vídeos.

Para esta associação, apoio-me na visão discutida por Souto (2013, 2014) e Souto e Borba (2013, 2016) sobre os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, que possui sua base nos princípios da Teoria da Atividade, vertente proposta por Engeström (1987), em conjunto com a perspectiva do Construto Seres-Humanos-Com-Mídias (Borba, 1993, 1999; Borba; Villarreal, 2005) e o sistema Seres-Humanos-Com-Mídias (Souto, 2013). Para contextualizar os “passos” dos autores no desenvolvimento do M.A.E., é fundamental percorrer a construção histórica que tem como cenário o estudo realizado com a TA, o construto SHCM e o sistema SHCM.

Neste contexto, divide-se essa construção histórica em cinco partes: i) a Teoria da Atividade: uma visão geral e as contribuições de Engeström; ii) as Raízes teóricas do conceito de aprendizagem expansiva; iii) o Construto Seres-Humanos-Com-Mídias; iv) o Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias; v) os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas.

3.1 A Teoria da Atividade: uma visão geral e as contribuições de Engeström

O intuito desta seção não é fazer uma revisão profunda das origens e do desenvolvimento da Teoria da Atividade, tendo em vista que ela já foi realizada em pesquisas como as de Daniels (2013), Engeström (1987), Piccolo (2012), Kaptelinin (2005) e, de certa

forma, Souto (2013) e Costa (2017). Mas, centralizar as principais ideias da Teoria da Atividade baseadas nos pensamentos de Vygotsky (1978), Leontiev (1978) e Engeström (1987; 1999; 2001), apontados por Souto (2013) como alguns dos principais estudiosos desse referencial teórico.

A Teoria da Atividade – de origem russa – tendo sido inicialmente desenvolvida por autores das áreas da Educação e Psicologia, tais como Lev Semionovitch Vygotsky, Aleksei Nikolaievitch Leontiev, Yrjo Engeström, Jean Lave e Vasily Vasilyevich Davydov, em um esforço para a construção de uma psicologia sócio-histórico-cultural. Assim, Vygotsky afirma que as “origens das atividades psicológicas mais sofisticadas devem ser procuradas nas relações sociais do indivíduo com o meio externo. Ademais, entende que o ser humano não só é um produto de seu contexto social, mas também um agente ativo na criação deste contexto” (Rego, 2014, p.49). A Teoria da Atividade é fundamentada na observação e na comparação da atividade humana em contextos coletivos, mediados por ferramentas ou instrumentos e signos, sendo essa a ideia central de Vygotsky.

Daniels (2003) explica que a Teoria da Atividade vem sendo utilizada para analisar o desenvolvimento da mente humana em cenários de atividade social prática, enfatizando os impactos psicológicos da atividade, como ela é organizada e em que condição é produzida nos sistemas sociais. Em outras palavras, a Teoria da Atividade dispõe que para compreender a cognição e o comportamento humano, é necessário considerar e estudar enquanto fenômenos inseridos em sistemas de atividade coletivamente organizados e mediados por artefatos (categoria que inclui tanto objetos físicos como também, por exemplo, a linguagem, sistemas simbólicos, sinais e mídia). Vale destacar que o conceito do termo atividade adotado nesta pesquisa trata-se dos “processos que são psicologicamente determinados pelo fato de aquilo para que tendem no seu conjunto (o seu objeto) coincidir sempre com o elemento objetivo que incita o paciente a uma dada atividade, isto é, com o motivo” (Leontiev, 1978, p. 315). Em outras palavras, a atividade é um processo que, realizado nas relações do homem com o mundo, satisfaz uma necessidade especial humana em correspondência com o mundo.

Desde a década de 1970, a Teoria da Atividade tem sido redescoberta e relida, passando a ser usada em várias áreas do conhecimento, e novas diversidades de aplicações e interpretações têm surgido. Por exemplo, Lave e Wenger (1991) e Lave (1993), que estudam a aprendizagem no campo da Teoria da Prática e da Cognição Situada, realizam uma extensa atividade de pesquisa de caráter transdisciplinar sobre a aprendizagem; Davydov (1988) discute como a educação e o ensino determinam os processos do desenvolvimento mental dos alunos, incluindo a formação de capacidades ou qualidades mentais, denominadas “ensino

desenvolvimental”; Jim Wertsch (1991) vem introduzindo as ideias de Bakhtin sobre dialogicidade para expandir a estrutura vygotskyana. Wertsch (1991) defende que é por meio da ação mediada que a cultura se torna internalizada como um conjunto de processos reguladores; Carol Kramsch (1993) propôs o conceito de “Zona de contato” para descrever aprendizagem e desenvolvimento que ocorrem à medida que pessoas e ideias de culturas diferentes se encontram, colidem e se misturam. Todos esses estudos que se apoiam na TA têm suas origens no pensamento vygotskyano de mediação.

A partir do entendimento de mediação, artefatos deixaram de ser somente produtos (materiais ou não) e passaram a ser entendidos como meios culturais pelos quais indivíduos agem na estrutura social, material e psicológica. Assim, enquanto criam e utilizam suas atividades e os artefatos, seres humanos se desenvolvem, atuam na transformação de si mesmos: seres humanos são transformados pela transformação das atividades que, por sua vez, transformam-se com o desenvolvimento de novos artefatos (Deodato; Kawasaki, 2022 p. 15 - 16).

Na Educação Matemática essas ideias vygotskyanas também são abordadas, principalmente por sua profunda conexão aos debates sobre aprendizagem escolar, formação de professores e desenvolvimento profissional docente (e.g Kawasaki, 2008; Melillo, 2011). Além disso, há pesquisas que fazem uma releitura do conceito de mediação de Vygotsky considerando uma abordagem mais *fuzzy*²⁰ que permite compreender a antropomorfização das mídias na constituição de um sujeito epistêmico (Souto; Borba, 2018). As ideias discutidas nas pesquisas de Souto (2013), Galleguillos (2016) e Costa (2017) se fundamentam nessa última perspectiva, assim como também os conceitos centrais dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, que serão discutidos no desenvolvimento desse capítulo.

Conforme citado anteriormente, esses Miniciclones resultam também de outras contribuições de Engeström (1987) em relação à Teoria da Atividade e suas diferentes vertentes. Sendo assim, aprofundo mais esse pensamento teórico, nesta seção, apresentando como a Teoria da Atividade tem sido descrita em diferentes vertentes ou gerações.

Engeström e Sannino (2020) discutem a existência de quatro gerações teóricas na história da evolução da Teoria da Atividade, sendo: i) a primeira, centrada nas ideias de Vygotsky, especificamente, no conceito de mediação estabelecido nas relações entre humanos, sentidos, significados e de desenvolvimento; ii) a segunda geração, tem como principais representantes, Leontiev (1978), Luria (1981) e Engeström (1987) com o conceito coletivo de atividade, de ação e operação; iii) na terceira geração encontra-se as ideias de Engeström (1987) que faz uma expansão gráfica no modelo de Vygotsky. São explicitados novos componentes do

²⁰ Souto e Borba (2018) ao usar o termo *Fuzzy* fazem uma analogia à lógica *fuzzy*, conjuntos nebulosos. Ou seja, é algo misturado de tal forma que é impossível identificar os elementos de forma separada.

denominado Sistema de Atividade, que permitem dar maior visibilidade à natureza coletiva da atividade e explorar com mais detalhe as relações complexas que ocorrem entre os diversos componentes de um sistema de atividade; iv) centrada nas ideias de Sannino e Engeström (2018) e Engeström e Sannino (2020) procuram capturar novas formas de atividade, nas quais os desafios, limites, restrições e estruturas dos sistemas de atividade são indagados e reestruturados, se concentram em ciclos de coalizões de trabalho heterogêneos destinados a resolver problemas sociais críticos, ou objetos fugitivos, e criar alternativas sustentáveis ao capitalismo.

O Quadro 5 apresenta uma síntese das gerações discutidas por Engeström.

Quadro 5: Síntese das gerações da Teoria Atividade

	Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração	Quarta Geração
Objeto e problema	Desafio na aprendizagem ou ação individual	Ação coletiva, contradições exigindo uma solução expansiva	Contradições de desenvolvimento dentro e entre sistemas de atividades interconectadas	Um desafio ou crise social crítica que exige uma solução multinível e intersetorial
Unidade de análise	Ação mediada	Sistema de atividade coletiva	Dois ou mais sistemas de atividades interagindo com um objeto parcialmente compartilhado	Aglutinado de ciclos de aprendizagem expansiva em uma coalizão heterogênea de atividades que enfrentam um desafio social crítico
Conceito de aprendizagem	Internalização de determinadas habilidades e conhecimentos	Ciclo de aprendizagem gerando o que ainda não existe	Ciclo de aprendizagem expansivo envolvendo cruzamento de limites e aprendizado horizontal e lateral	Interação horizontal e vertical entre vários ciclos coalescentes de aprendizado expansivo
Conceito de agência	Agência como apreender a natureza historicamente evolutiva e as possibilidades emancipatórias de suas ações	Agência como movimento expansivo do indivíduo sujeitos e suas tarefas para sujeitos coletivos transformando suas atividades	Agência como reconhecimento e negociação de diferenças e complementaridades	Agência transformadora por dupla estimulação
Intervenção típica	Formação voltada para a compreensão emancipatória e o domínio das próprias ações	Processo longitudinal de análise coletiva, redesenho da atividade e surgimento da mudança do método de laboratório	Laboratório de Mudanças e Fronteiras, cruzando laboratório	Múltiplos interconectados Laboratórios de Mudança, do nível local ao municipal, regional, nacional e internacional – com acompanhamento longitudinal

Fonte: baseado em Engeström e Sannino (2020).

No Quadro 5, pode se observar o desenvolvimento da Teoria da Atividade. A construção de cada geração é fruto de estudos detalhados que contribuem para o que se pode chamar de uma expansão dessa teoria. Vale destacar que uma geração não suprime, extingue ou se

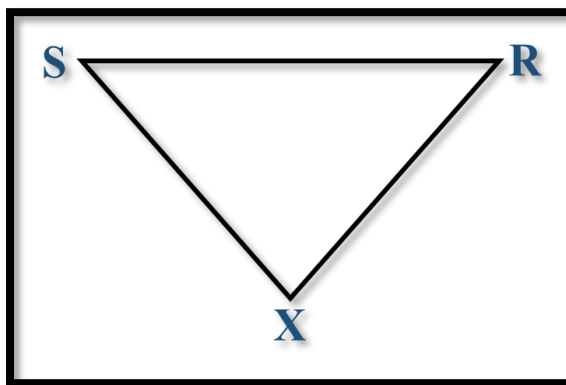
sobrepõe a outra. Elas foram propostas, fundamentalmente em atenção às demandas das relações de aprendizagem em situações da vida real, no mundo do trabalho, em diversos tipos de organizações, respeitando as necessidades sociais, históricas e culturais da época em que foram elaboradas.

As unidades de análise das três primeiras gerações descritas por Sannino e Engeström (2018) Engeström e Sannino (2020) são representadas por diagramas triangulares. Neles verifica-se que há uma ampliação, conforme pode ser observado na Figura 17, página 97. Podem ser interpretados como um processo expansivo de análise e desenho coletivo participativo na atividade. A seguir, apresento de forma sucinta as principais discussões de cada geração da TA.

3.1.1 A primeira geração da TA – Vygotsky e o conceito de mediação

A primeira geração envolve o conceito de atividade e mediação, centrando-se nos estudos de Vygotsky que revolucionou a psicologia ao afirmar que a atividade é mediada entre sujeito, objeto e instrumentos/artefatos mediadores. Pode ser representada no modelo triangular de um ato mediado (sujeito, objeto e artefatos), ou seja, as relações não são diretas, mas mediadas pelo uso de ferramentas e signos. Tal relação é representada na forma triangular da Figura 15 a partir de um elo entre os dois elementos iniciais ($S \rightarrow R$ – estímulo $\rightarrow$ resposta) – conexão direta entre estímulo e resposta – mediada por instrumentos e o uso de signos auxiliares, sendo esse o terceiro elemento do triângulo apresentado na Figura 15, representado pelo elemento (X), o qual significa uma expansão da relação proposta pelo esquema do postulado da resposta imediata (Souto, 2013).

Figura 15: Unidade de análise de Vygotsky



Fonte: elaborado pela autora, com base em Vygotsky (1978).

Para Vygotsky (1978), o conceito deve ser desenvolvido por meio dessas três conexões:

problema – finalidade – meios auxiliares, que corresponde: sujeito – objeto – instrumentos/artefatos mediadores. A atividade é, portanto, uma atividade instrumental que envolve instrumentos/artefatos e signos. O modelo triangular de Vygotsky representa como o sujeito transforma a realidade e a si mesmo por meio da produção e apropriação de artefatos culturais, relaciona dialeticamente à atividade interna psíquica do indivíduo com sua atividade externa, ou seja, os instrumentos medeiam (atividades com fluxo externo) a influência humana sobre o objeto da atividade. Enquanto os signos medeiam a atividade interna dirigindo-a para o controle do próprio indivíduo.

O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira parcialmente semelhante ao papel de um instrumento no trabalho, pois esse último é responsável por mediar atividades com fluxo externo, enquanto que com a mediação dos signos, o ser humano pode controlar voluntariamente sua capacidade psicológica (atividade interna) e ampliar sua capacidade de atenção, memória e acúmulo de informações, como, por exemplo, amarrar um barbante no dedo para não esquecer um encontro, escrever um diário para não esquecer detalhes vividos, etc. (Souto, 2013 p. 50).

Desse modo, o indivíduo passa a ser compreendido ao socializar o pensamento por meio da divisão das suas atividades com outro indivíduo e o meio; essa socialização será dirigida a um determinado objetivo. Em seus estudos, Leontiev (1978) explica que nessa representação triangular da Figura 15 havia uma exclusão do processo em que são feitas conexões reais do sujeito com o mundo dos objetos. Essa lacuna é superada na próxima geração.

3.1.2 A segunda geração da TA – Leontiev, Luria e Engeström, com o conceito coletivo de atividade, de ação e operação

Na segunda geração, a atividade humana (mesmo individual) não deve ser vista enquanto fenômeno isolado, mas sim sistêmico e situado no quadro mais alargado dos sistemas de relações sociais. Leontiev (1978), Luria (1981) e Engeström (1987) conseguiram mostrar como a divisão do trabalho historicamente evoluiu e apresentaram a diferença entre ação individual e a ação coletiva. Engeström (1987) propunha que para entender uma ação é preciso compreender o motivo por trás da atividade na qual está inserida, ou seja, é preciso compreender a atividade que a direciona.

Leontiev (1978) – um dos principais estudiosos dessa teoria – apoia suas ideias no modelo de mediação, proposto por Vygotsky (1978), principalmente no que se refere à noção de mediação no estudo da mente humana e do comportamento, a unidade de análise é focada nos indivíduos. Ele expande o modelo proposto por Vygotsky (1978) ao diferenciar a ação individual da atividade coletiva (inserindo o indivíduo dentro de uma comunidade). Tal

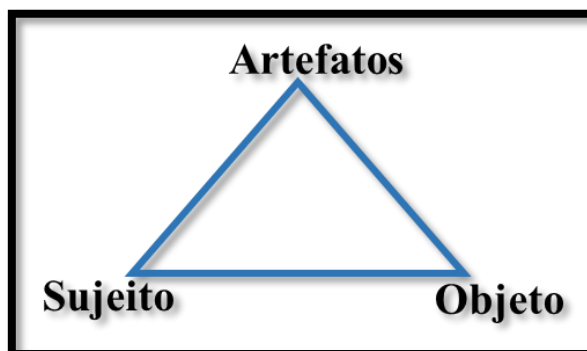
diferenciação é fruto da crescente divisão do trabalho e é regulamentada por meio de relações específicas para cada forma histórica de produção. Segundo Leontiev (1978), uma atividade consiste em um grupo de pessoas (sujeitos) engajadas em um mesmo propósito, com uma direção para o seu trabalho (objeto). O que distingue uma atividade de outra é seu objeto, uma vez que ele dá a cada atividade uma direção específica. A distinção entre ação e atividade é de crucial importância para compreender como uma ação emerge e em direção a que ela é dirigida (Engeström, 1987). O pressuposto básico é que uma atividade é sempre dirigida a um objeto – não há atividade sem objeto.

Leontiev sistematiza, organiza e modela a atividade em três níveis distintos, mas interdependentes: atividade, ação e operação. Toda atividade é coletiva e direcionada a um objeto, determinado pela necessidade ou motivo da atividade. Não existe uma atividade sem motivo, ou sem objeto. Assim, é o objeto que distingue uma atividade da outra; ou seja, objetos distintos determinam atividades distintas (Deodato; Kawasaki, 2022 p. 16).

Portanto, o estudo de uma atividade pressupõe a identificação do objeto que direciona as ações dos sujeitos. Ainda, segundo Leontiev (1978), a estrutura de toda atividade comporta três níveis hierárquicos: i) no primeiro nível está a própria atividade, direcionada a um motivo; ii) no segundo nível, tem-se as ações, direcionadas ao objeto; iii) no terceiro nível vêm as operações ou rotinas, que são os meios de concretização das ações, sendo este o nível de base.

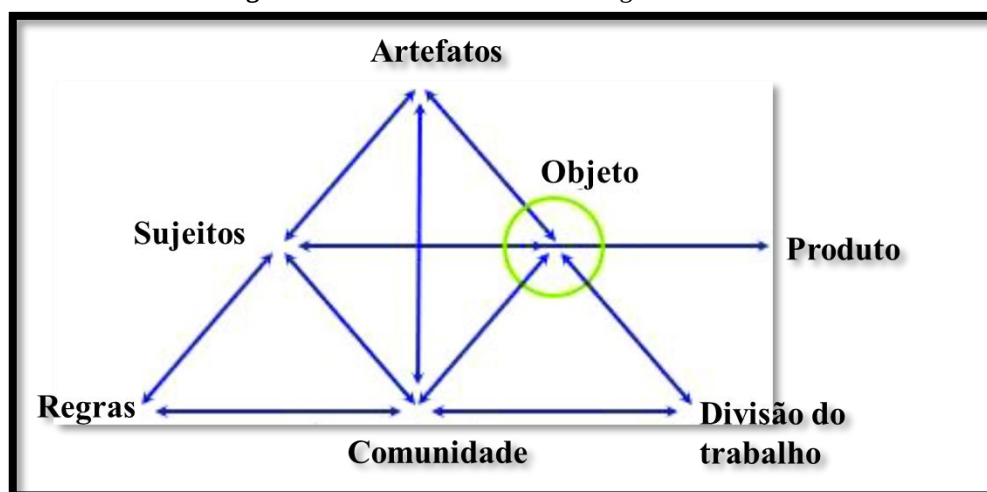
As ações dos sujeitos que se realizam na atividade são provocadas/desencadeadas pelo motivo da atividade e também são direcionadas ao seu objeto, de tal forma que, para Leontiev (1978), o objeto de uma atividade é seu verdadeiro motivo. Assim, ao se configurar como objeto de uma atividade humana, ele perde sua aparente neutralidade e surge como um objeto da experiência coletiva, social. Ao contrário do objetivo, que está ancorado a um determinado local e tempo, o objeto de uma atividade é mais sustentado e aberto, e está relacionado a uma necessidade humana.

As ações, por sua vez, determinam as operações a elas relacionadas, e estas são realizadas de acordo com as condições da atividade. A aprendizagem, nessa perspectiva, pode ser vista como uma mudança de nível, por exemplo, de uma rotina para uma ação mais refletida do sujeito no ambiente onde ela se desenvolve (Souto, 2013). As ideias e conceitos presentes na estrutura hierárquica da atividade se relacionam com os elementos da unidade de análise proposta por Leontiev (1978), que é representada por um diagrama triangular que contém um elemento em cada vértice, são eles: artefatos, sujeito e objeto, Figura 16.

Figura 16: Unidade de análise de Leontiev

Fonte: elaborado pela autora, com base em Leontiev (1978).

Na Figura 16, pode-se observar as influências das teorizações sobre mediação propostas por Vygotsky, em que a relação entre o sujeito e o objeto é mediada por artefatos culturais. Com o propósito de superar alguns desafios e limites dessa representação triangular da Teoria da Atividade, Engeström (1987) retoma e amplia essa unidade de análise e as ideias discutidas por Leontiev (1978) para representar um sistema de atividades coletivas. Ele acrescenta novos componentes a essa unidade e propõe um modelo triangular para representar todos os componentes do sistema composto por seis elementos, quais sejam: artefatos, sujeitos, regras, divisão do trabalho, comunidade e objeto.

Figura 17: Unidade de análise de Engeström

Fonte: elaborado pela autora, com base em Engeström (2001).

Na Figura 17, a unidade de análise, proposta por Engeström (1987) trata-se de uma organização sistêmica, denominada de sistema de atividade, devido à sua ampliação, à inclusão de novos elementos e às relações que podem ser estabelecidas entre eles. Em outras palavras, todos os seis elementos que formam a unidade se constituem de forma coletiva e são marcada por relações mediadas. Essa organização permite dar maior visibilidade à natureza coletiva da

atividade e explorar com mais detalhes as relações complexas que ocorrem entre os diversos componentes de um sistema de atividade. Souto e Araújo (2013) explicam:

Nessa representação, a relação entre sujeito e objeto é mediada, também, pela comunidade, ou seja, não apenas os artefatos medeiam essa relação. A mediação entre sujeito e objeto, pela comunidade, é representada pelo triângulo que une esses três elementos. A relação entre sujeito e comunidade, por sua vez, é mediada pelas regras e representada [...] pelo respectivo triângulo. Finalmente, a relação entre comunidade e objeto é mediada pela divisão do trabalho. O triângulo, que tem por vértices a comunidade, a divisão do trabalho e o objeto representa essa mediação. Como resultado o objeto, entendido como “a ‘matéria-prima’ ou ‘espaço-problema’ para qual a atividade é direcionada” (Engeström; Sannino, 2010, p. 6), é transformado no produto da atividade (Souto; Araújo, 2013, p. 76).

Conforme Souto e Araújo (2013), a organização sistêmica (Figura 17) se constitui nas inter-relações dos elementos que a compõem. Segundo Engeström (2001), “um sistema de atividade coletivo, mediado por artefatos e orientado para um objeto, considerado nas suas relações em rede com outros sistemas de atividade” (Engeström, 2001, p. 136).

Nesse modelo, de representar a estrutura de um sistema de atividade são, então, salientados vários aspetos. Por um lado, o sujeito pode ser um indivíduo ou grupo de pessoas engajadas em um único propósito que possui o poder de ação, cujas posições e pontos de vista são escolhidos como perspectiva de análise. Segundo Engeström (1987), para a compreensão do sujeito é preciso entender as relações sociais e o ambiente onde está inserido, pois o ser humano é constituído como resultado de experiências históricas, sociais e biológicas.

O objeto é o espaço problema na direção do qual a atividade se desenvolve, compreendido como o significado, o motivo e a finalidade de um sistema de atividade coletiva. O objeto é considerado por Engeström (1987) como “matéria-prima” para os sujeitos envolvidos em uma atividade, podendo ser um convite à interpretação, formação do sentido pessoal e transformação social. Essa matéria-prima, que contém um determinado conflito ou problema a ser resolvido, é vista como decorrente de constantes interpretações, reconstruções e modificações impelidas pela ação dos sujeitos, interessando revelar, portanto, o caráter contraditório e historicamente mutável dos sistemas envolvidos na produção da atividade.

Para Engeström (1987), o objeto de uma atividade está diretamente relacionado com a produção de um resultado, não sendo esse objeto necessariamente o seu motivo. Uma vez que em uma atividade coletiva não se pode deixar também de considerar as necessidades e os motivos individuais, isso nos permite fazer uma distinção entre o objeto da atividade coletiva e os motivos dos sujeitos.

Os indivíduos e subgrupos participantes de um sistema de atividade que têm um mesmo objeto constituem a comunidade, ou seja, a relação entre o sujeito e o objeto encontra-se mediada pela comunidade envolvida na atividade. A comunidade engloba todos os indivíduos

ou subgrupos que possuem o mesmo objeto da atividade em questão, mesmo não diretamente envolvidas nas ações dessa atividade, de alguma forma partilham o mesmo objeto.

Os artefatos são ferramentas e signos, compreendem todos os instrumentos mediadores da ação dos sujeitos para atingir seu resultado. Para Leontiev (1978), os artefatos podem ser entendidos como mediadores culturais pelos quais os indivíduos agem na estrutura social, material e psicológica. Na atividade, tais artefatos são usados pelo sujeito com a função de transformar o objeto em resultado, num enquadramento em que existem regras (explícitas ou implícitas) que regulam as ações e interações no sistema.

As regras se referem às normas, convenções e regulamentações explícitas e implícitas²¹ que regulam as ações e interações dentro do sistema de atividades. Essas regras ao serem reveladas poderão ser interpretadas como vantagens, possibilidades, virtudes, etc., bem como os impedimentos, obstáculos, empecilhos, barreiras e outros que condicionem e restrinjam as ações e interações dos sujeitos da atividade dentro do sistema de atividades a que estiverem submetidos. De acordo com Engeström e Sannino (2010), as regras medeiam a relação entre sujeitos e comunidade.

A divisão do trabalho diz respeito ao *status* e à divisão das tarefas entre os sujeitos da atividade, às relações hierárquicas existentes, às relações de poder e submissão pertinentes ao grupo. Devido à divisão do trabalho, as ações dos indivíduos passaram a não satisfazer diretamente suas próprias necessidades. A satisfação das necessidades é mediada através de um processo social de distribuição do objeto coletivo. Em outras palavras, a divisão do trabalho pode ser entendida como, a organização dos processos em relação ao objeto (Souto, 2013). No desenvolvimento dessa teoria de pensamento, tem existido algumas etapas marcantes sobre as quais vale a pena debruçarmo-nos, pois ajudam a compreender diversos aspectos que acabam por ser importante para o conceito de aprendizagem que propõem.

3.1.3 A terceira geração da TA – Engeström e a expansão gráfica no modelo de Vygotsky

Na terceira geração, Engeström (1987) destaca como os sistemas de atividades estão cada vez mais interconectados e interdependentes, com potencial para formar uma rede de sistemas com um objeto parcialmente compartilhado. A formação de redes de sistemas de

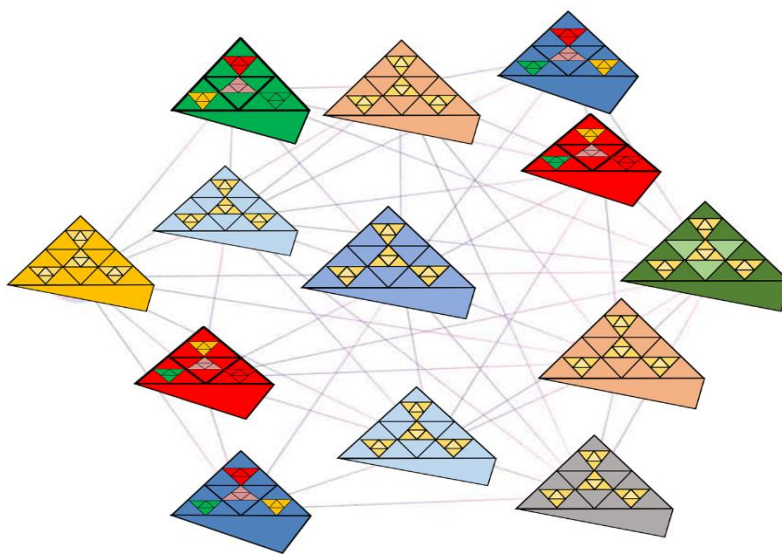
²¹ Por regras explícitas entende-se aquelas que são enunciadas e propostas para serem seguidas pelos sujeitos da atividade. As regras implícitas são as normas que os sujeitos seguem de maneira automática pelas suas experiências prévias com a comunidade (Engeström, 1987).

atividade conectados por um objeto parcialmente compartilhado pode ser considerada como a principal unidade de análise para a teoria da atividade dessa geração.

O sistema de atividade proposto por Engeström (1987) é por ele definido como qualquer interação humana orientada a um objeto, historicamente condicionada e dialeticamente estruturada e mediada por ferramentas. Engeström (1987) propõe a unidade mínima de análise (primeiro princípio), assinalando que não é mais apenas uma atividade inserida no seu contexto social, mas uma rede de duas ou mais atividades interagindo entre si. Segundo Engeström (1987), os sistemas de atividade estão incorporados à rede de sistemas de atividade interdependentes que produzem os elementos do sistema.

Souto (2013), em sua pesquisa, reafirma a discussão apresentada por Engeström (1987) sobre rede de sistemas de atividades no contexto da Educação Matemática. Na Figura 18, baseada em Souto (2013), dispomos uma forma de interpretar a constituição de uma rede de sistemas.

Figura 18: Representação da rede de sistemas de atividades



Fonte: elaborado pela autora, baseada em SOUTO (2013).

Souto (2013) reitera que é possível que o sistema de atividade faça parte de uma rede complexa composta por vários sistemas que se relacionam entre si. Ou seja, um sistema de atividade não se constitui de forma separada, ele tem influência de outros sistemas, como exemplificado na Figura 18. Além disso, cada sistema é formado por vários outros sistemas que se desenvolvem em curtos períodos de tempo, por exemplo, sistemas formados dentro dos grupos de produção de vídeos.

Além da unidade mínima de análise (sistema de atividade), Engeström (1987) salienta outros princípios na teoria da atividade, sendo: multivocalidade, historicidade, contradições internas e aprendizagem expansiva²².

A multivocalidade (segundo princípio) indica que uma atividade, por ser coletiva, é permeada por distintas vozes, diferentes pontos de vistas, interesses e tradições. Segundo Engeström (2021), “um sistema de atividade carrega múltiplas camadas e vertentes de história gravadas nos seus artefatos, regras e convenções” (Engeström, 2001, p. 137). Ou seja, o sistema de atividade é formado por uma comunidade que apresentam vivências distintas, na qual os sujeitos têm culturas, crenças e opiniões próprias mutuamente compartilhadas no sistema. A multiplicidade de vozes que está presente num sistema de atividade decorrentes, por exemplo, pelas diferentes posições que decorrem da divisão de trabalho.

Domingues (2020) ao pesquisar o *Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática* como uma rede de sistemas verificou que durante a produção de vídeos as múltiplas vozes dos sujeitos surgiram por meio das falas minuciosas dos envolvidos, contrastando as opiniões dos alunos com as de seus professores. A divisão do trabalho na produção dos vídeos criou posições diferentes para os participantes, nas quais eles e os artefatos empregados carregam a sua história, crenças, regras e convenções. Essas vozes múltiplas podem ser tanto uma fonte de problemas quanto uma fonte de inovação, exigindo ações de entendimento e negociação.

O terceiro princípio, o da historicidade, é o que destaca que todo o sistema de atividade deve ser analisado do ponto de vista de seu desenvolvimento ao longo do tempo (da história). Engeström (2001) argumenta que só por meio do estudo da história de um sistema de atividade se pode compreender não só os seus problemas como as potencialidades, pois, à medida que a atividade se vai desenvolvendo as fases anteriores da atividade não desaparecem, elas ficam embebidas e é sobre elas que as posteriores se constroem. Dessa forma, todos os problemas e as possibilidades, em conjunto com os demais princípios, podem ser compreendidos por meio dela. Na Teoria da Atividade, as atividades tomam forma e são transformadas em extensos períodos de tempo, dentro de uma cultura de forma irregular e descontínua. Para compreender o que ocorre no sistema de atividade, é necessário entendermos as mudanças ou evoluções ocorridas.

Costa (2017) ao pesquisar a produção de *cartoons* (vídeos) matemáticos constatou que para compreender a problemática e a complexidade que envolveram a construção da imagem da matemática é necessário observar historicamente como ela é construída de acordo com as

²² “Aprendizagem expansiva é movimento de ações para atividade” Engeström (2010, p. 76).

experiências e crenças vividas pelos alunos dentro do sistema de atividade. Para Souto (2013), “qualquer que seja o sistema de atividade, ele deve ser visto à luz da sua história, pois é construído e transformado de forma irregular ao longo do tempo” (Souto, 2013, p. 26).

O quarto princípio refere-se às contradições internas que devem ser entendidas como fontes de mudança e de desenvolvimento. As contradições, são “tensões estruturais acumuladas historicamente no interior e entre os sistemas de atividade” (Engeström, 2001, p. 137), elas não equivalem a problemas ou conflitos, mas a tensões locais ou estruturais historicamente construídas. Em parte, as contradições são fruto da multiplicidade de vozes, de histórias, de interesses e de artefatos, podendo manifestar-se quando, por exemplo, são inseridas novas tecnologias ou novos participantes nos sistemas.

Cunha (2018) conclui sua pesquisa relatando que as tecnologias digitais presentes na produção de *cartoons* (vídeos) e na proposta de ensino híbrido provocaram contradições internas nos sistemas que, por sua vez, ocasionaram a ruptura na encapsulação da formação continuada.

Para Engeström (1987), as contradições internas podem ser classificadas em quatro níveis. No nível um, a contradição primária ocorre no interior de cada elemento constituinte do sistema de atividade. Soares e Souto (2014) exemplificam essa contradição comentando o caso em que o cumprimento mecânico de tarefas substitui as regras de participação e envolvimento de cada elemento desse Sistema.

No nível dois, encontram-se as contradições secundárias que ocorrem quando um novo artefato, introduzido no sistema de atividade produzem resistência dos sujeitos por estarem eles acostumados ao uso de um antigo artefato. Nesse nível, a contradição começa a produzir desajustes e tensões entre os elementos do sistema de atividade sujeitos que participaram da atividade sentem que não é possível continuar a fazer as coisas da maneira atual, mas elas ainda não sabem o que deve ser feito para resolver os problemas (Engeström; Sannino, 2010). Para Domingues (2020), os vídeos podem serem considerados como esse elemento novo, uma vez que sua presença modifica algumas dinâmicas de uma sala de aula tradicional, ocasionando assim, algumas tensões.

A contradição terciária (ou de nível três) pode se estabelecer entre algo novo que rompe com o padrão dominante, ou seja, quando existe a introdução de um novo objeto ou de novos motivos. Domingues (2020) sugere uma contradição interna terciária, ao se produzir vídeos com conteúdo matemáticos, uma vez que ocorreu durante sua pesquisa uma resistência dos professores e licenciandos em aderir ao “novo” (não saindo do padrão dominante). Outro exemplo, encontrado na pesquisa de Domingues (2020) se deu no momento em que a avaliação

em forma de trabalho final de uma disciplina, usualmente realizada com as mídias lápis e papel ou como seminários, foi substituída pela produção de vídeos, ou seja, modificou-se o padrão dominante e estabeleceu-se relação com o objeto e os motivos, que consistiam em, além de produzir um vídeo como avaliação, fazê-lo de modo criativo, diferente da vídeoaula que reproduz uma aula tradicional.

Por fim, a contradição quaternária (ou de nível quatro) surge entre o sistema de atividade e outros sistemas interligados (atividade central e suas atividades vizinhas). Esse tipo de contradição pode ser verificado pela forma como quando um sistema interpõe-se a outro, ou seja, pela interferência de fatores externos à atividade (Soares; Souto, 2014). Domingues (2020) verificou que a mudança da atividade de sala de aula para uma atividade voltada ao I Festival, ou seja, a mudança de finalidade do produto final vídeo gerou tensões compreendidas como contradições internas quaternárias em relação às regras do I Festival. As contradições podem gerar distúrbios e conflitos, mas também podem ser um motor de transformação, tanto das atividades como dos indivíduos ou grupos. Para sistematizar os quatros níveis das contradições internas, apresento o Quadro 6.

Quadro 6: Síntese dos quatro níveis de contradições internas

Níveis das contradições internas	
Contradição primária	✓ ocorre no interior de cada elemento constituinte do sistema de atividade.
Contradições secundárias	✓ ocorrem quando um novo artefato, introduzido no sistema de atividade, produz resistência dos sujeitos por estarem acostumados com o uso de um antigo artefato.
Contradição terciária	✓ pode se estabelecer entre algo novo que rompe com o padrão dominante.
Contradição quaternária	✓ surge entre o sistema de atividade e outros sistemas interligados

Fonte: elaborado pela autora.

Esse quadro integra apresenta as principais ideias discutidas em cada nível do quarto princípio – contradições internas.

O quinto e último princípio é o que indica a ocorrência de transformações (ou aprendizagem) expansivas. Uma transformação expansiva ocorre quando há uma reconceitualização do objeto no sistema, ou seja, o objeto é modificado para envolver um campo de possibilidades mais vasto do que no modo anterior dela, superando contradições. Borba, Souto e Canedo (2022 p.75) afirmam que as transformações nas transformações expansivas “[...]são reconfigurações que acontecem nos sistemas de atividade no sentido de superar contradições e explorar novas possibilidades”. Ou seja, os sujeitos ou grupo em atividade se depara(m) com uma contradição e isso pode levá-los a questionar o sentido e o significado

daquele contexto no qual a atividade se desenvolve. Desse modo, o sujeito ou o grupo passará a se envolver num contexto de crítica em busca por soluções (Engeström, 1999).

As transformações expansivas estão associadas às percepções das contradições internas, na tentativa de resolvê-las. Observam-se em geral diversas mudanças no sistema de atividades, permeando os seus componentes. Essas mudanças podem ser maiores ou menores, restritas a poucos ou a diversos componentes do sistema e podem chegar até a uma mudança do objeto e, portanto, da própria atividade. Para Engeström (1987), as contradições são necessárias, mas não suficientes para impulsionar a aprendizagem expansiva, pois, nesta perspectiva, a aprendizagem é um processo de construção e solução de sucessivas contradições que se manifesta como uma mudança no objeto da atividade coletiva que pode não ocorrer no caso de as contradições não serem resolvidas.

3.1.4 A quarta geração da TA –Engeström e Sannino e os ciclos de coalizões de trabalho heterogêneos

A quarta geração da Teoria da Atividade tenta desenvolver esforços colaborativos para enfrentar as crises humanitárias e ambientais globais em curso e promover intervenções formativas durante tais crises. Ou seja, essa geração, proposta por Engeström e Sannino (2018; 2020), tem o intuito de ampliar a unidade de análise. Segundo os autores, à medida que o trabalho e as organizações estão operando cada vez mais em arranjos instáveis, fluídos e mal delimitados, uma abordagem intervencionista da Teoria da Atividade de terceira geração pode ter dificuldades para unir diferentes partes interessadas ou mesmo identificar e estabilizar um conjunto dos interessados, por exemplo, analisar situações mais amplas de Educação que envolvem problemas crônicos que demandam de políticas públicas, ou uma pandemia.

Para Sannino e Engeström (2018), as transformações que ocorrem dentro da terceira geração analisavam, em geral, transformações em sistemas de atividade bem especificados ou uma rede de sistemas. Porém, quando os problemas sociais enfrentados pela humanidade envolvem desafios e esses, por sua vez, precisam de diversas atividades para serem superados, é impossível dizer quais atividades estão envolvidas. O que se pode fazer é considerar que as transformações podem estar interconectadas e heterogêneas – observando a diversidade, pluralidade ou variedade das atividades.

Sannino e Engeström (2018) destacam que é muito difícil e prematuro uma possível conceitualização da quarta geração da Teoria da Atividade, mas consideram importantes dois aspectos. O primeiro diz respeito a aprender, pois particularmente o aprendizado expansivo

aborda problemas sociais agudos de nosso tempo, incluindo esses objetos fugitivos. O segundo se volta à necessidade de compreender a conexão entre aprendizagem expansiva e agência transformadora coletiva porque esses são problemas que exigem um compromisso cada vez mais concertado no nível da sociedade.

No Brasil, Souto e Borba (2016; 2018), preocupados com a forma que ocorre o processo de aprendizagem em sala de aula de matemática, propõem uma possível nova geração da Teoria da Atividade que possui especificidades. Já Sannino e Engeström (2020) ampliam o olhar para questões mais disruptivas e longitudinais que abarcam dimensões que interconectam o nível local ao municipal, regional e nacional, extrapolando as fronteiras do trabalho dos professores e suas possibilidades de mudanças. Segundo Borba, Souto, Cunha e Domingues (2023 p. 02) “[...] delineamos a ideia de uma possível quarta geração da teoria da atividade – ou uma ramificação da terceira – ao quebrarmos a rigidez dos triângulos e enxergarmos os artefatos como sujeitos ou comunidade [...]”²³. Souto e Borba (2016, 2018) se debruçam em processos que podem se desenvolver em uma temporalidade menor e disrupções locais que podem ser realizadas por coletivos de professores-alunos-e-tecnologias. No Quadro 7, sintetizo as principais ideias desses autores.

Quadro 7: Geração da TA - Souto e Borba (2016)

Borba e Souto	
Uma nova geração	
Objeto e problema	Coletivo e pode transformar-se com base nas contradições; reorganização do pensamento e moldagem recíproca
Unidade de análise	Coletivo de atores humanos e não humanos –SSHCM (sala de aula)
Conceito de aprendizagem	Miniciclones de Aprendizagem Expansiva - MAE
Conceito de agência	Agency delegada (Kappiterlini e Nardi, 2006)
Intervenção típica	Múltiplas interrelações com influências internas e/ou externas ao sistema

Fonte: elaborado pela autora (baseado em Souto, 2023).

²³ [...] we outline the idea of a possible fourth generation of activity theory – or a ramification of the third – as we break the rigidity of the triangles and see artifacts as subjects or communi [...].

Souto e Borba (2016) ressaltam que o objeto da atividade é construído coletivamente (humanos e não humanos) e se metamorfoseia com base nas contradições internas, processos de reorganizações do pensamento e moldagem recíproca.

Em relação à unidade de análise, a representação que adotei é a do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias a qual é discutida em maior profundidade na página 118 (Figura 23). No que diz respeito ao ciclo de aprendizagem expansiva, essa geração está apoiada nos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, que estão também discutidos em maior amplitude na seção 3.5, página 119. Todos esses conceitos diferem em algum grau ou visão epistemológica do que é proposto por Engeström (1987; 1991). Mas, talvez, a maior diferença esteja no conceito de *agency* que essa nova geração se apoia, em autores como Kaptelinin e Nardi (2006), para enfatizar a participação ativa de atores não humanos, como por exemplo as Tecnologias Digitais, no processo de aprendizagem. Segundo Borba, Souto e Canedo (2013), os autores Kaptelinin e Nardi (2006)

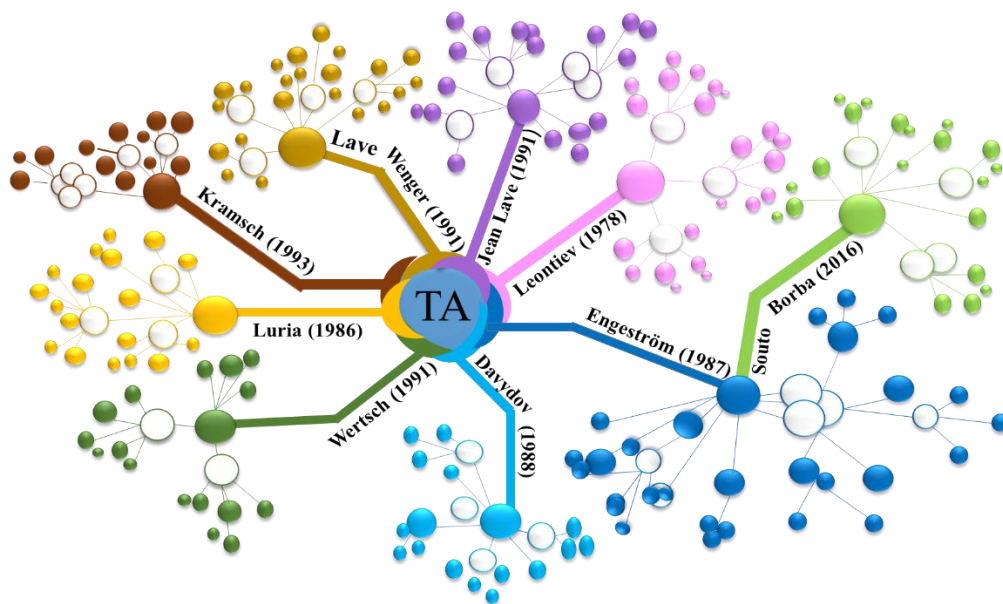
Analisaram a possibilidade de estender o poder de ação para agentes não-humanos. Para tanto, os autores fizeram um comparativo da capacidade de produzir efeitos, agir e realizar intenções de diferentes agentes: coisas naturais; coisas culturais; seres vivos não-humanos (naturais); seres vivos não-humanos (culturais); seres humanos; e entidades sociais (Borba; Souto; Canedo, 2013 p. 54).

Essa análise também é realizada em Borba e Villarreal (2005): o poder de ação das mídias na aprendizagem pode ser visto como uma posição igualitária com os atores humanos e não humanos. Por fim, as intervenções típicas dessa nova geração se apresentam em múltiplas interpelações que ocorrem por influências do próprio sistema ou externo a ele.

Ainda sobre os conceitos apresentados no Quadro 7, vale pontuar que são essas especificidades que formam as bases para o desenvolvimento dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva. Outro aspecto importante a se observar é que Souto e Borba (2016) já nomeavam essa geração como sendo uma possível quarta geração da Teoria da Atividade. No entanto, em 2020, conforme já destacado Engeström e Sannino (2020) também propõem uma quarta geração. Isso pode levar a um entendimento errôneo de que há uma “duplicidade” de quartas gerações. Para que isso não ocorra, parece-nos adequado propor uma espécie de “quebra” na proposta de descrição da Teoria da Atividade por gerações. A esse respeito, sugerimos a utilização da metáfora do rizoma: conceito filosófico que ilustra a estrutura do conhecimento como uma raiz que origina múltiplos ramos, sem respeitar uma subordinação hierárquica estrita.

Assim, as ideias de diferentes vertentes propostas por Engeström e Sannino (2020) estariam representadas em um dos ramos dessa raiz rizomática e, a partir desse ramo, nasce um novo em que se desenvolvem as ideias de Souto e Borba (2016). A Figura 19 elucida uma representação das ramificações da Teoria da Atividade.

Figura 19: Representação rizomática da Teoria da Atividade



Fonte: elaborado pela autora.

Em uma figura rizomática, como essa, devem-se expressar os agenciamentos que se produzem nos acontecimentos, ela não pode ter uma estrutura definida, pois assim aconteceria um aprisionamento. Ela se constitui de novas formas a todo instante, não é linear, escapando de configurações prévias, sofrendo influências externas e internas (Deleuze; Guattari, 2014). Essa generalização permite a comparação entre as diferentes ramificações e gerações da Teoria da Atividade. Na Figura 19, é possível ver que alguns autores partem das ideias centrais da Teoria da Atividade e vão construindo novas pesquisas (bolinhas brancas) e obtendo novos resultados (bolinhas de outras cores à exceção das brancas). Por outro lado, além das ramificações que partem do centro podem surgir novas pesquisas a partir dessas ramificações, como é o caso, das pesquisas de Souto e Borba (2016).

Enfim, a Teoria da Atividade dá “régua e compasso” para que tornar possível traçar os rumos por trilhas que são construídas ao se tomar consciência de que somos os sujeitos que manejamos os instrumentos e, ao fazê-lo, transformamos a nós e o mundo.

3.2 Um “olhar” para o conceito de aprendizagem expansiva

Nesta seção, abordo o conceito de Aprendizagem Expansiva de acordo com seus proponentes: Engeström (1987; 2016) e Engeström e Sannino (2010). Esses autores descrevem o processo de aprendizagem como um ciclo que se desenvolve em sete fases, que serão apresentadas no decorrer dessa seção. O intuito desse ciclo é fornecer uma possibilidade de análise e interpretação de estudos de larga-escala e em processos de longa duração no sistema de atividade já apresentado anteriormente.

O conceito de Aprendizagem Expansiva elaborado por Engeström (1987) é ancorado na Teoria da Atividade – que relaciona a compreensão do “homem” como ser histórico e social – ao mesmo tempo que ele é resultado, também é promotor da sua própria história por meio das interações sociais. A Aprendizagem Expansiva de Engeström (1987) envolve as ações da comunidade que possuem múltiplas vozes e historicidade e que estão sendo constantemente construídas e renovadas devido ao desenvolvimento de novas contradições. Além disso, para conceituar a Aprendizagem Expansiva Engeström (2001) se apoia nos estudos – na aprendizagem de nível III – de Bateson (1972), em que se discutem as categorias lógicas da aprendizagem e comunicação.

Para Bateson (1972), a aprendizagem de nível I refere-se ao condicionamento e à aquisição das respostas consideradas corretas num determinado contexto – por exemplo, o aprendizado das respostas corretas em uma sala de aula. Na aprendizagem de nível II, a aprendizagem ocorre quando uma pessoa adquire profundos padrões de regras e características comportamentais no contexto de seu cotidiano. Já a aprendizagem de nível III acontece quando uma pessoa ou um grupo começa a questionar radicalmente o sentido e o significado do contexto, a fim de construir um contexto alternativo mais amplo. Bateson (1972) caracteriza a Aprendizagem III como auto alteração consciente, como lançamento de “premissas abertas ao questionamento e mudanças”. Na teoria da Aprendizagem Expansiva, a noção de vínculo duplo de Bateson pode ser interpretada como um dilema social que não pode ser resolvido por ações individuais isoladas – mas em ações de cooperação conjuntas que possam forçar a emergência de uma forma de atividade historicamente nova (Engeström, 1987). Ou seja, quando uma pessoa ou grupo em uma atividade se deparam com um dilema (*double bind*) ou com uma contradição, isso pode levá-los a questionar o sentido e significado daquele contexto no qual a atividade se desenvolve.

Além de ter como base os estudos de Bateson (1972), Engeström (1987) se apoia, também nos estudos de Vygotsky (1978) sobre o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)

e na mediação da ação por meio de instrumentos e signos culturais. Entretanto, Engeström (1987) faz uma nova interpretação do sentido das ideias de Vygotsky (1978). O conceito sobre de Zona de Desenvolvimento Proximal, para Vygotsky (1984), é definido como “aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário” (Vygotsky, 1984 p. 97). Em outras palavras, a Zona de Desenvolvimento Proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real – que compreende o conjunto de atividade que a criança consegue resolver sozinha – que se costuma determinar através da solução independente de problema, e o nível de desenvolvimento potencial – conjunto de atividades que a criança (ainda) não consegue realizar sozinha mas que, com a ajuda de alguém que lhe dê algumas orientações adequadas (um adulto ou outra criança mais experiente), consegue realizar. Esse autor descreve o processo de desenvolvimento humano como fruto das interações sociais que permitem aos signos externos se transformarem em processos internos.

Na releitura desenvolvida por Engeström (1987), o autor propõe uma nova interpretação ao conceito de internalização e de externalização. Segundo Engeström (1987, p.174), a Aprendizagem Expansiva pode ser compreendida como uma jornada coletiva comparada à Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que define como: “a distância entre as ações cotidianas dos indivíduos e as formas historicamente novas da atividade social que podem ser coletivamente geradas”.

Ao ressignificar a ZDP, Engeström inclui a ideia de transformações [aprendizagem] expansivas, em que há uma ênfase nos processos de transformação social e na natureza conflituosa da prática social. Para ele, a internalização está ligada à reprodução da cultura e a externalização à criação de artefatos que possam ser usados para transformar a cultura. Ambos os processos estão intimamente ligados por relações não lineares de continuidade e mudança, reprodução e transformação, que devem ser analisadas em conjunto, à luz da historicidade (Souto, 2013 p. 61).

Segundo Souto (2013), para Engeström (1987), a internalização está relacionada com a reprodução da cultura, quando o ser humano internaliza conhecimentos, conceitos, valores e significados aplicando-os em suas relações sociais. E a externalização está ligada à capacidade criativa do ser humano, com a qual é possível transformar a realidade em que se vive.

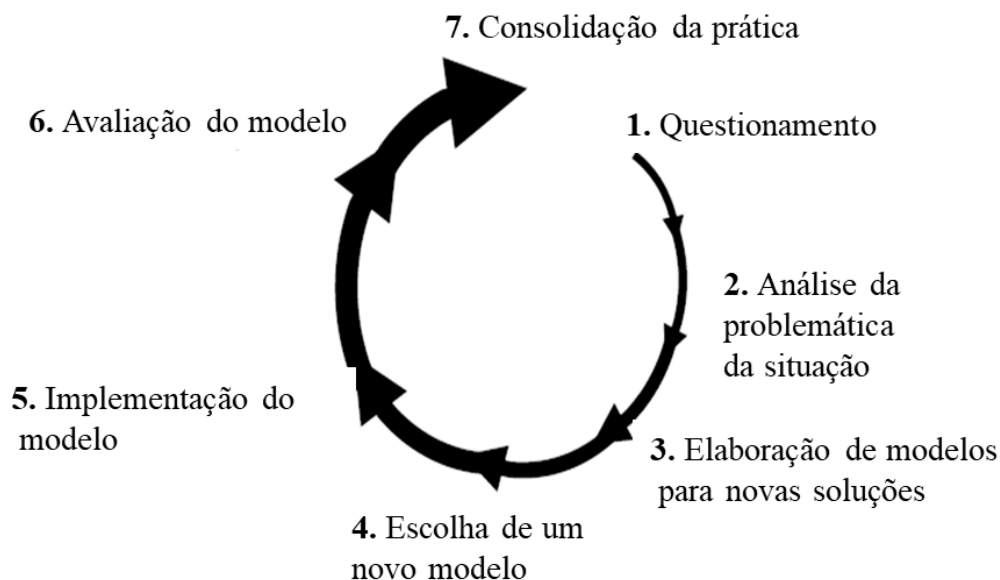
As principais diferenças entre as teses vygostkyanas e a proposta de Engeström foram destacadas por Souto (2013):

[...] a mudança do olhar sobre o processo como exclusivamente positivo, de domínio do sujeito sobre o meio ou sobre si, para também de negação, de destruição, de resistência, de confronto de culturas que se encontram, se chocam e não se reconhecem; o desenvolvimento não como uma transformação somente individual, mas enquanto transformação coletiva, um mudar-se a si com os outros; e, finalmente, o processo de desenvolvimento visto não como um movimento exclusivamente

vertical entre níveis, em que o mais experiente puxa para cima o menos experiente, mas como um movimento igualmente horizontal (Souto, 2013 p. 60).

Com essa compreensão, Engeström (1987) e Engeström e Sannino (2010) explicam que um ciclo de Aprendizagem Expansiva assume o desenvolvimento histórico de um Sistema de Atividade e pode ser analisado em sete fases, como mencionado anteriormente, qualitativamente diferentes que juntas configuram um ciclo de Aprendizagem Expansiva. Tais fases são movimentos contínuos de construção e resolução de tensões e contradições em um sistema que envolve objeto, artefatos e os motivos dos participantes envolvidos, conforme apresentado na Figura 20:

Figura 20: Ciclo de Aprendizagem Expansiva



Fonte: Engeström (1987).

Em cada fase, contradições internas impulsionam o desenvolvimento e as setas mais grossas indicam escopo expandido e participação nas ações de aprendizagem, como pode ser observado na figura anterior. Na sequência de ações do ciclo de Aprendizagem Expansiva, encontram-se as fases: a primeira ação é questionar, criticar ou rejeitar alguns aspectos da prática aceita e da sabedoria existente; a segunda ação é a de análise da problemática da situação que envolve a transformação mental, discursiva ou prática da situação para descobrir causas ou mecanismos explicativos; na terceira ação, tem-se a elaboração de modelos para novas soluções, o que significa construir um modelo explícito e simplificado da nova ideia que explique e ofereça uma solução para a situação problemática; a quarta ação é a de escolha de um modelo, em que são realizadas voltas, operações e experimentações sobre ele para apreender plenamente suas dinâmicas, potencialidades e limitações; a quinta ação é a de implementar o modelo por meio de aplicações práticas, enriquecimentos e extensão conceitual; a sexta e a

sétima ações são as de refletir e avaliar o processo e consolidar seus resultados em uma nova forma estável de prática (Engeström; Sannino, 2010).

Durante o Ciclo de Aprendizagem Expansiva, a criação de novos objetos inicia-se baseada em uma atividade já consolidada que começa a apresentar problemas em que os sujeitos da atividade começam a levantar questionamentos, críticas ou negações à prática corrente. Isso leva o grupo a construir contextos alternativos mais amplos para a atividade, criando novos padrões culturais de atividade, com ferramentas típicas e ações próprias, das quais a atividade em questão passa a fazer parte. Souto e Borba (2013) explicam que:

O ciclo começa a avançar quando são feitas análises da situação e das possíveis soluções, é quando se deve concentrar os esforços para a busca de um novo modelo ou uma nova ideia que explique e ofereça uma solução para o espaço-problema. Parte-se então para a experimentação deste modelo ou desta ideia, com o intuito de verificar suas potencialidades e limitações. Encontrado o melhor modelo, solução ou ideia, é hora de implementar por meio de aplicação prática. Segue-se então a reflexão avaliativa sobre nova representação, a partir da qual a nova prática se consolida (Souto; Borba, 2013 p.04).

Quando os coletivos aprendem de forma expansiva, eles também constroem uma nova visão e engajamento de longo prazo. A lógica de funcionamento desses ciclos expansivos é tal que um novo ciclo só começa quando um outro já alcançou um padrão de atividade relativamente estável e começou a ser questionado, ou seja, um ciclo termina quando um novo padrão da atividade torna-se conhecido e percebido como relativamente estável (Engeström; Sannino, 2010). As contradições são impulsionadoras de mudanças e de desenvolvimento da atividade humana que pode levar a uma transformação expansiva quando o seu objeto é modificado, superando as contradições. É necessário ainda lembrar que as contradições são necessárias, mas não suficientes para impulsionar a Aprendizagem Expansiva, pois, nesta perspectiva, aprendizagem é um processo de construção e solução de sucessivas contradições que se manifesta quando o seu objeto é modificado na atividade coletiva, que pode não ocorrer no caso de as contradições não serem resolvidas.

Engeström (1987) e Engeström e Sannino (2010) argumentam que todos os ciclos expansivos de ações de aprendizagem de larga-escala envolvem numerosos ciclos menores de ações de aprendizagem, miniciclos, que podem ser identificados em poucos dias ou em horas e que podem ser considerados como potencialmente expansivos. Essa possibilidade de análise de miniciclo foi a “alavanca” que motivou o desenvolvimento dos Miniciclones de Aprendizagens Expansivas, que serão discutidos na seção 3.5 no final deste capítulo. Antes, porém, é oportuno apresentar as ideias centrais do construto Seres-Humanos-Com-Mídias. Isso, porque tal sistema possui fundamentos que alicerçam os Miniciclones.

3.3 O Construto Seres-Humanos-Com-Mídias

O construto Seres-Humanos-Com-Mídias se apoia em uma visão epistemológica que foi desenvolvida ao longo de décadas e continua nos dias atuais, principalmente nas pesquisas desenvolvidas no GPIMEM. É possível inferir que tal construto foi inicialmente proposto por Borba (1993; 1999; 2002) e, mais tarde, sintetizado por Borba e Villarreal (2005), Borba (2021) e Borba *et al.* (2023).

Borba (1993) verificou, durante sua pesquisa, que alunos do Ensino Médio ao utilizarem Tecnologias Digitais – com o aplicativo denominado *Function Probe*, que envolve representações múltiplas para o estudo das funções – puderam experienciar várias situações, as quais foram criadas com o intuito de gerar uma dada construção de conhecimento matemático.

Com base nesse estudo, o autor verificou que o “computador é visto como algo que molda o ser humano e ao mesmo tempo é moldado por ele” (Borba, 1999 p. 288), sendo essa a noção da moldagem recíproca. Tal relação pode ser observada na forma como os alunos fazem uso de um determinado *software* ou aplicativo. Eles, muitas vezes, usam os *softwares* de maneira diferente daquela pensada pelos seus produtores. Em outras palavras, os alunos moldaram as possibilidades educacionais projetadas no *software* por seus idealizadores e, simultaneamente, os produtores procuram elaborar um design para seus *softwares*, levando em consideração a forma como os alunos os têm utilizado (Souto; Borba, 2016b). Assim, com base nesta pesquisa de 1993, Borba idealiza o primeiro conceito do que se tornaria o construto SHCM: a moldagem recíproca.

Sendo assim, Borba (1999) propõe, nesse construto, o conceito de moldagem recíproca, em que os *feedbacks* dados pelas mídias influenciam o raciocínio de quem interage com elas. Em outras palavras, as mídias moldam os seres humanos, mas, estes também as moldam à medida que as utilizam (Souto, 2014). Para Borba (1999) e Borba, Almeida e Gracias (2020), as mídias são protagonistas no processo de produção do conhecimento. Essa ideia é central e fundamenta o construto teórico Seres-Humanos-Com-Mídias, pois: a) realça a natureza coletiva da produção de conhecimento; b) sugere a participação de mídias distintas no processo de produção de diferentes conhecimentos; e c) atribui a elas (mídias) o papel de protagonistas (Souto, 2013, p.76).

Além de se apoiar na noção de moldagem recíproca, o construto SHCM tem influências de outras perspectivas teóricas, sendo, na filosofia das tecnologias da inteligência (Lévy, 1993), na reorganização do pensamento (Tikhomirov, 1981), na teoria da atividade (Engeström, 1987).

Da filosofia da técnica, traz a ideia do pensamento coletivo, da teoria da atividade a ideia de reorganizar o pensamento a partir da interação dos humanos com as tecnologias digitais, e da fenomenologia a ideia de que o mundo e os humanos fazem parte de um único todo. Duas transformações ocorreram nos últimos anos. Primeiro, uma revisitação da teoria da atividade, desta vez da terceira geração, nos levou a absorver os triângulos da escola de Helsinki, o que nos permite falar mais especificamente sobre aprendizagem²⁴. (Borba; Souto; Cunha; Domingues, 2023 p. 02)

As contribuições do psicólogo russo Oleg Tikhomirov (1981) que discute como os computadores afetam a cognição humana e, conseqüentemente, como os computadores podem mudar a educação, ou seja, o computador reorganiza o pensamento humano também são fundamentais. É importante destacar que Tikhomirov (1981), influenciado pela perspectiva vygotskyana de mediação, dedicou-se aos estudos sobre computadores e cognição. Para o autor, os computadores não substituem os humanos, nem são justapostos a eles. Eles interagem e são atores no conhecimento. Fazem parte de um coletivo que pensa e não são apenas ferramentas neutras ou com algum papel periférico na produção do conhecimento. Desse modo, pode-se dizer que o computador é protagonista no processo de reorganização do pensamento humano.

A outra base teórica para o construto Seres-Humanos-Com-Mídias foram os estudos sobre as tecnologias da inteligência – oralidade, escrita e informática – e de inteligência coletiva, do filósofo franco-tunisiano Lévy (1993). Para o autor, as tecnologias da inteligência acompanham o desenvolvimento da humanidade em sua historicidade, de maneira que a oralidade e a escrita podem ser vistas como marcos históricos similares ao que temos presenciado, nos últimos anos, com as tecnologias digitais.

Lévy (1993) explica que, no passado, aspectos sociais e culturais eram mantidos “vivos” por meio das histórias contadas e mitos, ou seja, a oralidade predominava. Mais tarde, com o surgimento da escrita, há mudanças nesse modo de comunicação e a necessidade de usar a memória diminui. Assim, o registro escrito pode ser considerado uma extensão da memória e a informática, conseqüentemente, como uma nova extensão da memória, permeando outras formas de pensamento, com novas formas de expressão nos âmbitos visual, auditivo e sensorial. Em seus estudos, o autor defende a constituição de um coletivo pensante, homem-coisas (Souto, 2013) e sustenta que a produção de conhecimentos é um processo coletivo, no qual a presença de diferentes tecnologias da inteligência configura distintas ecologias cognitivas habitadas por entes humanos e tecnológicos.

²⁴ *From the philosophy of technique, it brings the idea of the thinking collective, from activity theory the idea of reorganizing thinking from the interaction of humans with digital technologies, and from phenomenology the idea that the world and humans are part of a single whole. Two transformations have taken place in recent years. First, a revisiting of activity theory, this time of the third generation, has led us to absorb the triangles of the Helsinki school, which allows us to talk more specifically about learning.*

Com relação à Teoria da Atividade, (Engeström, 1987) forneceu suporte teórico para compreender um sistema de atividade em que as mídias podem desempenhar ou coparticipar de distintos papéis (artefato, sujeito, objeto, regras, comunidade, organização do trabalho) no sistema. Assim, foi quebrada a rigidez dos triângulos, possibilitando identificar motivos e compreender o impacto da transformação dos sistemas de atividade de alunos, professores e Tecnologias Digitais no processo de aprendizagem. Essas discussões serão exploradas com mais profundidade na seção seguinte.

A síntese das ideias do construto Seres-Humanos-Com-Mídias pode ser observada na Figura a seguir:

Figura 21: Bases teóricas do construto Seres-Humanos-Com-Mídias



Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 21 sintetiza as ideias e seus respectivos autores que serviram como base para Borba e Villarreal (2005) sistematizarem o construto Seres-Humanos-Com-Mídias.

Dentro dessa abordagem do construto Seres-Humanos-Com-Mídias, nas pesquisas recentes, os autores também dão enfoque para o poder de ação das mídias. Borba; Souto e Canedo (2022) sustentam “a ideia de que as mídias são mais do que mediadoras na produção de conhecimento e que elas têm poder de ação (*agency*). Desta forma, convém pensar que a unidade de análise para o agente que produz conhecimento advém de um coletivo: seres-humanos-com-mídias” (Borba; Souto; Canedo, 2022). Ou seja, as Tecnologias Digitais têm poder de ação, fazem parte do coletivo que pensam e modificam nossa sociedade e cultura. Domingues e Borba (2021) destacam que a internet, vídeos e *software* combinados são “Coisas” que têm agência e coparticipam na aprendizagem e no ensino da Matemática.

Borba, Almeida e Gracias (2020) evidenciam que esse referencial tem sido base para diversas pesquisas do GPIMEM (e.g. Souto, 2013; Chiari, 2015; Almeida, 2016, Oechsler, 2018). Ademais, consideram que professores, alunos e Tecnologias Digitais fazem parte de um sistema coletivo dinâmico e que a produção de conhecimento se dá por meio desse coletivo. Com relação aos vídeos, essa noção também vem sendo utilizada para analisar a produção do conhecimento matemático quando se produz e utilizam vídeos digitais.

Oechsler (2018) realça que as ideias do construto Seres-Humanos-Com-Mídias são vistas também na produção de vídeos digitais, nas relações construídas entre os seres humanos (professores e alunos) com as tecnologias digitais utilizadas na produção dos vídeos, em que os alunos escolhem as TD que consideram mais adequados para a produção de seus objetivos. Em contrapartida, novas TD (*software* e aplicativos) são criadas para a produção de diferentes tipos de vídeos digitais.

Nessa perspectiva, atores humanos e não humanos não são vistos como conjuntos distintos e cada ator não humano afeta na reorganização do pensamento dos atores humanos, que, por sua vez, afetam na moldagem dos atores não humanos e assim por diante (Oechsler, 2018). Essa construção foi se transformando ao longo dos anos, especialmente nos últimos anos, à medida que ficou claro que a transformação da sala de aula é irreversível: a sala de quatro paredes e um teto agora está combinada com o *YouTube* e dispositivos de comunicação instantânea conectados a telefones celulares têm um papel ativo na aprendizagem da matemática.

O fato é que o construto Seres-Humanos-Com-Mídias vem se constituindo e se transformando com as pesquisas realizadas dentro e fora do GPIMEM, buscando por compreender novas formas de estar no mundo. Autores como Borba, Souto, Cunha e Domingues (2023) e Canedo e Borba (2023) destacam que além das vertentes teóricas apresentadas anteriormente, outras têm dialogado com essa teoria. A exemplo da fenomenologia de Alfred Schutz e um possível diálogo com as ideias de Paulo Freire e Ubiratan D'Ambrósio²⁵.

3.4 O Sistema Seres- Humanos-Com-Mídias

O Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias foi proposto e discutido por Souto (2013, 2014), Souto e Araújo (2013), Souto e Borba (2013, 2016) e está baseado nos princípios da

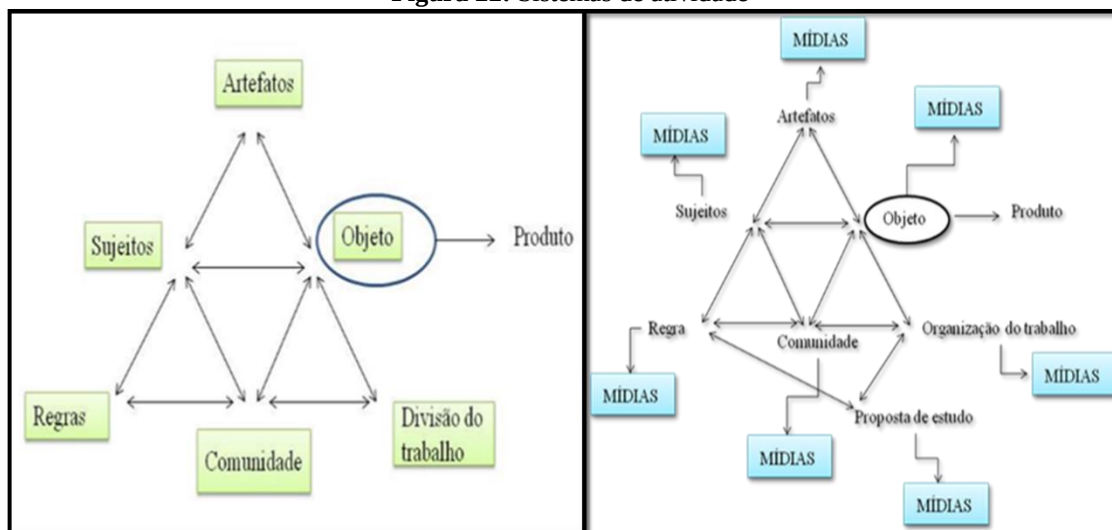
²⁵ Essas questões são apresentadas no livro BORBA, M. C.; XAVIER, J.F.; SCHUNEMANN, T. A. **Educação matemática: múltiplas visões sobre tecnologias digitais**. 1. ed. Livraria da Física, 2023. v. 1. 348p.

Teoria da Atividade, nas vertentes propostas por Engeström (1987), em conjunto com a perspectiva do Construto Seres-Humanos-Com-Mídias (Borba, 1993, 1999; Borba; Villarreal, 2005).

Em seu estudo, Souto (2013) discute o modo como os referenciais da Teoria da Atividade e do Construto Seres-Humanos-Com-Mídias harmonizam-se e se potencializam. Daí nasceram as primeiras ideias da perspectiva teórico-metodológica Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Souto e Borba (2013, p. 5) salientam o conceito central desse sistema. Para eles, “o conhecimento não é descoberto, nem transmitido e, sim, produzido nas inter-relações entre seres humanos e tecnologias”.

Ao verificar que as mídias podem desempenhar ou coparticipar de distintos papéis no Sistema de Atividade, possuem *agency*, Souto (2013) propõe algumas mudanças no sistema inicial idealizado por Engeström (1987). Do qual, as mídias ocupariam apenas a posição de artefatos, atuando como mediadoras da relação entre os sujeitos com o objeto da atividade. Souto (2013) destaca que uma mídia não desempenha apenas o papel de artefato, mas qualquer outro papel no sistema de atividade, de forma simultânea ou não, como pode ser verificada na Figura 22.

Figura 22: Sistemas de atividade



Fonte: elaborado pela autora.

Na Figura 22, é possível verificar a estrutura do sistema, originalmente proposto por Engeström (1987), com seis elementos (Figura 22, parte 1): artefatos, sujeitos, regras, comunidade, divisão do trabalho e objeto. Souto (2013) propõe duas mudanças no sistema (Figura 22, parte 2). A primeira refere-se à inserção de um novo elemento – a proposta de ensino,

[...] tendo em vista que o contexto que se deseja contemplar é a Educação Matemática, consideramos necessário incluir um novo elemento: a proposta de ensino. Isso porque

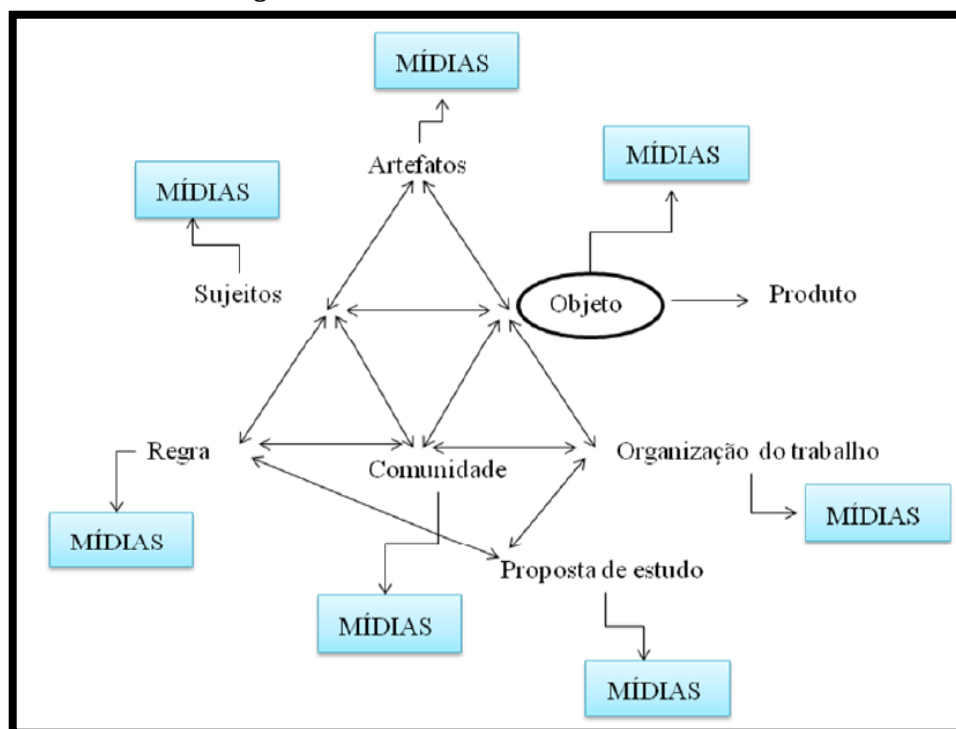
nas gerações anteriores da Teoria da Atividade, pensadas para situações de organização do trabalho, a proposta de ensino tinha que ser analisada de forma fragmentada e técnica (regras, organização do trabalho, artefatos), sem considerar os seus aspectos pedagógicos (Borba; Souto; Canedo, 2022 p. 77).

A segunda está relacionada à troca do termo “divisão do trabalho” (Engeström, 1987), por “organização do trabalho”, por considerar que este último representa, mais claramente, a forma colaborativa de trabalho na Educação Matemática. Além disso, para Engeström (1987), as mídias ocupariam apenas a posição de artefato, atuando como mediadoras da relação entre os sujeitos com o objeto da atividade. Já nos estudos desenvolvido por Souto (2013), as mídias podem desempenhar e coparticipar de distintos papéis no sistema de atividade. Ou seja, o conceito de poder de ação (*agency*) foi ampliado para a atuação também de atores não humanos.

Souto (2013), Galleguillos (2016) e Costa (2017), em suas pesquisas, discutem que uma mídia não desempenha apenas o papel de artefato, na área de Educação Matemática, mas, sim, qualquer outro papel no sistema de atividade de forma simultânea ou não.

Além disso, por meio do construto Seres-Humanos-Com-Mídias (Borba, Villarreal, 2005), Souto (2013) discute como ocorrem a noção de moldagem recíproca, as relações dialéticas – verificar se o objeto transforma o sistema e, ao mesmo tempo, é transformado por ele. Assim, a autora busca reaproximar a Teoria da Atividade do construto Seres-Humanos-Com-Mídias e, conseqüentemente, sistematizar as ideias do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Ela observou que a moldagem recíproca gera tensões que provocam movimentos no sistema, os quais permitem que as mídias desempenhem distintos papéis.

Souto (2013), ao analisar o sistema de atividade, observou que o elemento “proposta de estudo” estava fragmentado, aparecia em diferentes elementos do sistema, ficando em segundo plano. Ao considerar que a proposta de estudo é fundamental para o planejamento e desenvolvimento das aulas, a autora a considera imprescindível nos sistemas de atividades pensados para a sala de aula, não devendo ser dividida e nem aparecer em segundo plano. Baseando-se nisso, essa autora propõe a inserção de um novo elemento: a “proposta de estudo”. Para ilustrar, amplio a segunda parte da Figura 22:

Figura 23: Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias

Fonte: elaborado pela pesquisadora com base em Souto (2013, 2014).

Além da inserção do elemento “proposta de estudo” no sistema da atividade, Souto (2013, 2014) sugere a troca do termo “divisão do trabalho” (Engeström, 1987) por “organização do trabalho”. Isso porque, segundo Souto (2013), este representa, mais claramente, a forma de trabalho colaborativo no processo de ensino e aprendizagem, enquanto o primeiro poderia “remeter à ideia de algo fragmentado” (Souto, 2013, p. 123).

Ainda em relação ao diagrama presente na Figura 23, Souto (2013) sugere que, para a identificação do objeto em um sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, é necessário verificar-se, minimamente, duas partes.

A primeira pode ser identificada com o auxílio de, no mínimo, duas questões: o que se deseja trabalhar ou estudar? O que se está efetivamente trabalhando ou estudando? Enquanto a segunda parte se relaciona ao poder de mobilização, ou seja, é preciso entender, pelo menos, outras duas questões: como os sujeitos se mobilizam em busca de superações ou de caminhos alternativos nunca antes pensados por eles para solucionar determinada situação? Porque eles se mobilizaram? Em todas essas perguntas ficam implícitas questões que envolvem a negociação de objetivos. Além disso, o espaço-problema [objeto, segundo a Teoria da Atividade] se relaciona dialeticamente com outros elementos do sistema. Assim, outra forma que pode auxiliar em sua identificação é verificar se ele transforma o sistema de atividade e ao mesmo tempo é transformado (Souto, 2013, p. 239).

Entre os apontamentos da autora, estão as relações dialéticas – verificar se o objeto transforma o sistema e, ao mesmo tempo, é transformado por ele. Essas ideias se referem à noção de moldagem recíproca presente no construto Seres-Humanos-Com-Mídias. Desse modo, ao ser identificado o processo de moldagem recíproca, é importante investigar se nele há

indicativos de respostas às perguntas sugeridas por Souto (2013), pois, esse conjunto de informações/dados pode contribuir para a caracterização do objeto do sistema.

Assim, Souto (2013; 2014), Souto e Araújo (2013) e Souto e Borba (2016) buscam reaproximar a Teoria da Atividade do construto Seres-Humanos-Com-Mídias e sistematizar as ideias do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Tais autores observaram que a moldagem recíproca em conjunto com os processos de reorganização do pensamento pode gerar tensões no sistema de atividade ou fazer emergir tensões historicamente acumuladas, como por exemplo, a forma como se tem aprendido e ensinado a Matemática. Isso, na representação triangular da Figura 22 (página 118 desta tese), implica fundamentalmente no deslocamento das mídias entre os diferentes vértices para desempenhar distintos papéis de forma simultânea ou não. Por outro lado, essa movimentação baseada nesses tipos de tensões está imbricada com o processo de aprendizagem expansiva.

Entretanto, apenas esses conceitos e essa representação triangular não parecem ser suficientes para descrever em riqueza de detalhes os movimentos de tal processo. Para superar essa “fragilidade”, Souto e Borba (2016) propõem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, apresentados na próxima seção.

3.5 Os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva

Os Miniciclones de Aprendizagem Expansivas foram idealizados e elaborados por Souto (2013; 2014) e sistematizados por Souto e Borba (2016; 2018) e Borba *et al.* (2022). Em relação ao uso do termo “miniciclones”, foi uma metáfora utilizada para estabelecer uma relação com o fenômeno atmosférico ciclone, pois, assim foi possível substituir no lugar de etapas previstas nos ciclos expansivos, a ocorrência de movimentos inesperados como as quebras de *script*, em que os alunos, com base em seus motivos e interesses, acabam provocando reorganizações do planejamento do professor em curtos espaços de tempo.

Os autores citados no parágrafo anterior, baseiam-se nas ideias de reorganização do pensamento de Tikhomirov (1981) e moldagem recíproca de Borba (1993) e no ciclo de aprendizagem expansiva proposto por Engeström (1987) e Engeström e Sannino (2010) para compor essa proposta de análise do Sistema Seres-Humanos-Com-Mídias. Para esses autores, os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas auxiliam na compreensão dos movimentos de diversos atores (humanos e não humanos) em um sistema de atividade que objetiva a produção do conhecimento matemático. Nesse direcionamento, Borba, Souto e Canedo (2022) destacam que,

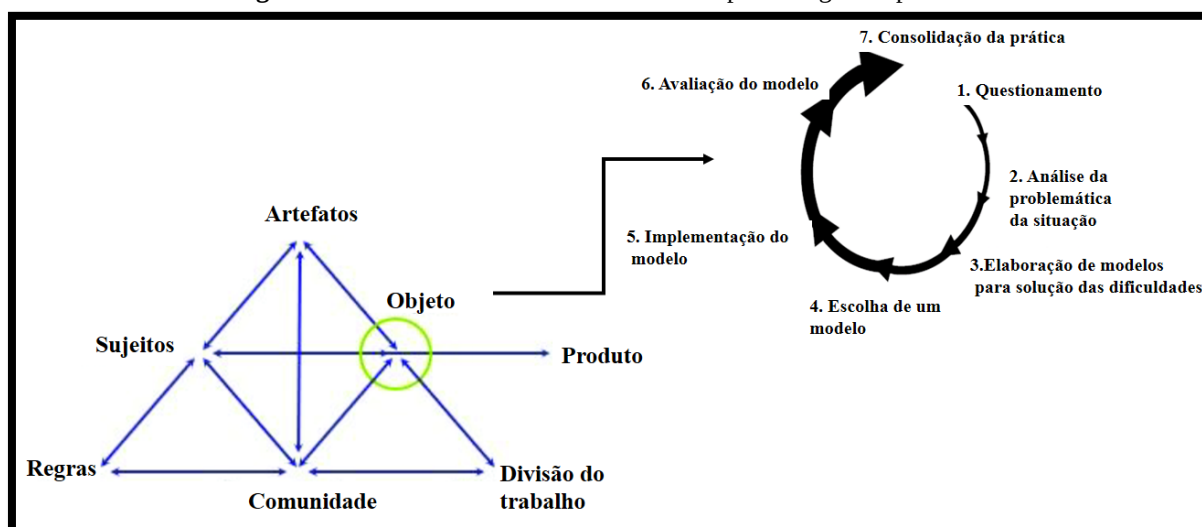
[...]. Sua gênese [dos M.A.E] está no conceito de ciclos de aprendizagem expansiva de Engeström (1999), nas teorizações que a Escola de Helsinque utilizava inicialmente para compreender as relações de trabalho e nas discussões de Borba (1993; 1999) sobre o modo como as mídias reorganizam nosso pensamento e nos permeiam assim como somos por elas permeados. Pode, portanto, ser considerado uma releitura híbrida dessas ideias para pesquisa em Educação Matemática (Borba; Souto; Canedo, 2022 p. 95).

Segundo os autores citados, os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva surgem das ligações entre a visão de conhecimento sustentada no construto Seres-Humanos-Com-Mídias e na proposta de uma releitura da ZDP feita nos ciclos de aprendizagem expansiva, com o intuito de favorecer a compreensão da aprendizagem (ou transformações) expansiva no Sistema de Atividade Seres-Humanos-Com-Mídias.

A perspectiva de análise do Ciclo de Aprendizagem Expansiva, desenvolvida por Engeström (1987), que tem inicialmente como finalidade analisar aprendizagem nas relações de trabalho – *home care* –, mais tarde também é utilizada para discutir, descrever e analisar situações que permeiam a aprendizagem escolar. Engeström e Sannino (2010) afirmam que essa ferramenta analítica contribui para a interpretação em estudos de larga escala e em processos de longa duração. Ou seja, um acontecimento de duração longa – pesquisas ambientais e sociais, por exemplo, complexos ambientes de trabalho, como hospitais e escolas (estruturas institucionais) – é capaz de gerar ações e outros acontecimentos e se desenvolve em um extenso período de tempo sócio histórico.

Com o intuito de favorecer a leitura da presente discussão, elaborei uma síntese, elucidada na Figura 24:

Figura 24: Sistema de atividade e o ciclo de aprendizagem expansiva



Fonte: elaborada pela autora com base em Engeström (1987).

Na Figura 24, tem-se o sistema de atividade proposto por Engeström (1987) e o ciclo de Aprendizagem Expansiva que é utilizado para explicar o desenvolvimento e a natureza coletiva de uma atividade (ou sistema de atividade).

Nesse sistema, os elementos presentes no artefato não mudam de lugar e a relação é dialética. Essas relações podem gerar contradições que são molas propulsoras para o ciclo de aprendizagem, por exemplo, “mudar as rotinas do trabalho que já estão consolidadas” pode alavancar o ciclo de aprendizagem. O processo de Aprendizagem Expansiva deve ser entendido como construção e resolução de contradições em evolução sucessiva. Segundo Engeström (1987), o ciclo de Aprendizagem Expansiva envolve a criação e/ou transformação do conhecimento, revelada na transformação qualitativa do próprio sistema de atividade e tem como foco a solução de problemas concretos (práticos) em ambientes organizacionais de trabalho. Tal ciclo permite que os participantes da atividade se tornem capazes de analisar, elaborar, testar e implementar uma solução em situações nunca antes previstas.

Para Engeström (1999), os ciclos de aprendizagem expansiva perpassam por sete estágios bem delimitados, como já apresentados anteriormente, quais sejam: (i) questionamento; (ii) análise da situação; (iii) modelagem da nova situação; (iv) escolha do melhor modelo; (v) implementação do melhor modelo; (vi) avaliação do modelo implementado; e (vii) consolidação da prática, como pode ser observado na Figura 20. Além disso, Engeström (1987) argumenta que todos os ciclos expansivos de ações de aprendizagem de larga-escala envolvem numerosos ciclos menores de ações de aprendizagem, miniciclos, que podem ser identificados em poucos dias ou em horas e que podem ser considerados como potencialmente expansivos.

Os resultados dos estudos de Souto (2013; 2014) indicaram que era necessário (re)interpretar os conceitos de ciclos de Aprendizagem Expansiva, para situações de sala de aula, desconsiderando alguns de seus aspectos intervencionistas e focando na análise de episódios que ocorrem em pequenos espaços de tempo. A autora interpreta os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva como movimentos mais disseminados, sem a rigidez dos estágios propostos por Engeström (1978). Esses conceitos foram observados durante a investigação de Souto (2013), em sua pesquisa em ambientes *online*. Ela verificou os duplos papéis que uma mídia pode desempenhar em um sistema de atividade e, com isso, abriu novas possibilidades para compreensão do objeto durante o desenvolvimento do Miniciclones de Aprendizagem Expansiva. Ou seja, Souto (2013) constatou que uma mídia molda as ações dos sujeitos e, desse modo, contribui para a transformação da produção Matemática, essa mídia pode ser entendida como componente do objeto em sistemas SHCM.

Para Souto (2013), os movimentos dos miniciclones podem ocorrer em curtos espaços de tempo, como uma aula, por exemplo, e sem a necessidade de uma consolidação da prática, mas com a necessidade de se considerar que as mídias (como os vídeos digitais) desempenham distintos papéis, como por exemplo o de artefatos e comunidade, com isso contribuem para os movimentos do próprio miniciclone, ou seja, para a aprendizagem expansiva.

Enquanto Souto (2013) apresenta a forma pela qual se constituíram os Miniciclones em ambientes *online* com professores em um curso de extensão, Costa (2017) indica que a noção de miniciclone também pode ser uma opção analítica para pesquisas com vídeos em sala de aulas presenciais. Isso porque, ao produzir *cartoons* (vídeos) com alunos do Ensino Médio, Costa (2017 p. 133) considerou que os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva permitiram compreender o modo como a “produção dos *cartoons* contribuiu para a mudança da ‘imagem encapsulada’ da Matemática, à medida que influenciaram reorganização do pensamento matemático”. Durante a produção dos *cartoons*, alunos que não gostavam de Matemática, por considerá-la descontextualizada, com muitas regras e códigos, algo totalmente isolado sem relações com a realidade vivida por eles, passaram a entender e construir conhecimentos matemáticos de uma maneira que jamais haviam imaginado.

As interações com as Tecnologias Digitais durante a produção dos *cartoons* indicou que as próprias TD protagonizaram o sistema desempenhando distintos papéis, atuando, principalmente, como agentes mobilizadores, pois suas “respostas” estimulavam processos de organização e reorganizações do pensamento dos alunos que, “pensando com” elas, experimentaram, simularam, testaram e analisaram conjecturas. Os movimentos no sistema de atividade, como verificado na pesquisa de Costa (2017), começaram quando surgiram as tensões que ocorreram, principalmente, pela inserção das Tecnologias Digitais (internet e *softwares*) no sistema, estimulando o rompimento do então padrão dominante, desestabilizando algumas crenças relativas a ele. Com isso, a “imagem encapsulada” da Matemática foi transformada.

Em contextos de aprendizagem, os Miniciclones “convidam” os alunos a olhar criticamente para os conteúdos e procedimentos envolvidos na atividade de que participam à luz de sua historicidade. Além disso, visam superar contradições internas que podem levar à atividade a uma situação de crise, estimulando ações e com isso desenvolver a aprendizagem.

Há diferenças entre os ciclos de Aprendizagem Expansiva e os Miniciclones, não apenas em relação ao espaço temporal que se desenvolve, mas também com relação aos elementos e movimentos/etapas que podem ocorrer em cada um. Enquanto os ciclos apresentados na Figura 24 possuem início, desenvolvimento e fim bem definidos, os Miniciclones podem ser

considerados conceitualmente mais dinâmicos. Isso porque, de acordo com Souto (2013), não há como prever com exatidão os movimentos de aprendizagem.

Entretanto, as pesquisas desenvolvidas por Souto (2013), Costa (2017) Santos (2022) indicaram que há padrões que podem se repetir com maior ou menor frequência. Um deles é o seu início que, em geral, é marcado pelo surgimento de dúvidas, perguntas, críticas, autorreflexões que indiquem o desejo de rompimento de padrões de produção matemática que estejam históricos e culturalmente arraigados.

Um miniciclo(ne) é marcado por dúvidas, questionamentos e autocríticas, referentes a um padrão de produção Matemática relativamente estável. O início de seu desenvolvimento ocorre por meio de uma tensão, que pode ser originada, por exemplo, pela inserção de uma mídia no sistema que estimule o rompimento de tal padrão ou pelo menos desestabilize as crenças relativas a ele. Além disso, as próprias mídias devem ser consideradas como protagonistas agentes mobilizadores na evolução do M.T.E. [Miniciclone de Transformação Expansiva], pois seus *feedbacks* provocam reorganizações no pensamento dos seres humanos que, "*pensando com*" elas, experimentam, simulam, testam e analisam conjecturas. Com isso, um movimento coletivo e colaborativo se organiza, no qual os conceitos Matemáticos podem ser reorganizados e (re)construídos [...] (Souto, 2013, p. 221).

Para Souto (2013), os miniciclones, geralmente iniciam quando os alunos, mesmo sem ter consciência, mobilizam-se para romper com o padrão dominante do ensino e da aprendizagem da Matemática. Ou seja, em uma situação considerada estável, a inserção de um elemento novo, como, por exemplo, uma mídia, pode estimular questionamentos, críticas, autocríticas e regar dúvidas que originam tensões no sistema, as quais podem ser consideradas como possibilidades expansivas. A busca pela superação das tensões pode gerar diferentes segmentos dentro do próprio miniciclone, por isso, não é possível prever com certeza o início de um miniciclone e nem a direção que ele vai tomar ou as tensões e/ou transformações que irão ocorrer. O que se pode afirmar é que ele não retorna ao lugar onde já esteve.

Por outro lado, as próprias mídias que constituem o sistema são protagonistas no desenvolvimento do miniciclone, elas atuam como agentes mobilizadores e, assim, passam a desempenhar distintos papéis (se movimentam), contribuindo também para a evolução do mesmo. Os seres-humanos “pensando com” elas, experimentam, simulam, analisam conjecturas, ou seja, forma-se uma unidade coletiva em que a relação de trocas recíprocas entre seus elementos permite que os conceitos matemáticos sejam reorganizados e (re)construídos.

Nos Miniciclones, parece ser mais recorrente a forma como ocorre o seu início – inquietação e busca por distintas formas de romper um padrão estável de produção matemática – e o seu final – elaboração de justificativas para uma dada solução produzida com conexões multimodais e intermídias que não haviam sido pensadas até então e que resultem em novas

formas de expressão do pensamento matemático (Borba; Souto; Canedo, 2022). Tal clareza de movimentos já não é observada de forma tão explícita ao longo do seu desenvolvimento, ou seja, nos movimentos de rotação e translação.

De acordo, com Souto (2013), um sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, qualquer que seja, realiza movimentos de rotação (movimenta-se em torno de si mesmo), mas também faz translações (movimenta-se em torno de outros sistemas) não sendo possível antecipar previsões em relação à direção que ele irá tomar, como um miniciclone.

Um miniciclone, a exemplo do fenômeno da natureza ciclone, pode ter movimentos de rotação – acontecimentos internos que ocorrem no âmbito do sistema analisado, ou seja, dentro de uma aula seja ela presencial ou online – e movimentos de translação – que também ocorrem no sistema, mas em virtude de influências externas de outros sistemas. Em outras palavras, são alavancadas por questões sociais, culturais, econômicas que muitas vezes estão historicamente estruturadas [...] (Borba; Souto; Canedo, 2022 p. 97).

As rotações, nos miniciclones, correspondem aos movimentos que ocorrem dentro do próprio sistema de atividade (historicidade local), como por exemplo, as quebras de *script*, experimentações, simulações, análise de conjecturas e moldagem recíproca. Ao analisá-las, é possível observar a moldagem recíproca que, por sua vez, pode ser um bom indicativo para a caracterização do objeto do sistema de atividade, conforme destacado anteriormente. Dito de outra forma, o modo como uma dada tecnologia exerce *agency* – influencia as ações dos atores humanos – e vice-versa, de modo a transformar qualitativamente o pensamento e, conseqüentemente, o processo de aprendizagem da Matemática pode dar pistas do objeto da atividade (aquele que transforma o sistema e ao mesmo tempo é transformado por ele).

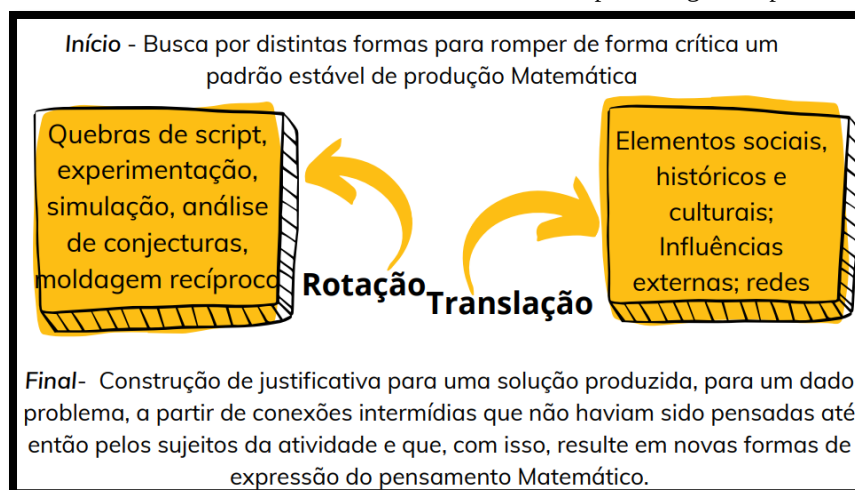
Nesses movimentos rotacionais é que tipicamente surgem as contradições internas do tipo um e dois, ou seja, dentro de cada vértice da representação triangular, entre os elementos de diferentes vértices ou com a inserção de novos elementos, como por exemplo uma nova tecnologia.

No que diz respeito às translações, Souto (2013) acentua que elas suprem a necessidade de observar influências externas que possam contribuir para o rompimento de padrões ou pelo menos à desestabilização de crenças reprodutivas ou práticas “encapsuladas” já arraigadas na produção de conhecimento matemático. Em geral, as translações são marcadas por contradições internas social e historicamente construídas – do tipo três e quatro – principalmente pela forma como se tem aprendido e ensinado e pelo acesso que se tem ou não a uma dada tecnologia. Movimentos de translações também podem contribuir para a análise das influências em redes de sistemas de atividade.

Um miniciclone pode ser considerado “finalizado” quando os aprendizes conseguem elaborar, discutir e justificar uma solução produzida (para um dado problema ou conceito) com base nas conexões intermédias que não haviam sido pensadas até então por eles, e que, com isso, resulte em mudanças qualitativas nas formas de expressão do pensamento matemático. Em outras palavras, um miniciclone chega ao seu final quando a aprendizagem expansiva ocorre, ou seja, quando movimentações em um sistema de atividade que almejam solucionar ou construir entendimentos sobre um dado problema ou conteúdo matemático de uma forma crítica, coletiva e colaborativa, que até então não havia sido imaginada dentro do próprio sistema se efetivam (Souto, 2014).

A Figura 25, a seguir, elaborada por Borba; Souto e Canedo (2022), apresenta os movimentos em um miniciclone de aprendizagem expansiva.

Figura 25: Síntese dos movimentos de um Miniciclone de Aprendizagem Expansiva



Fonte: Borba; Souto e Canedo (2022 p. 100).

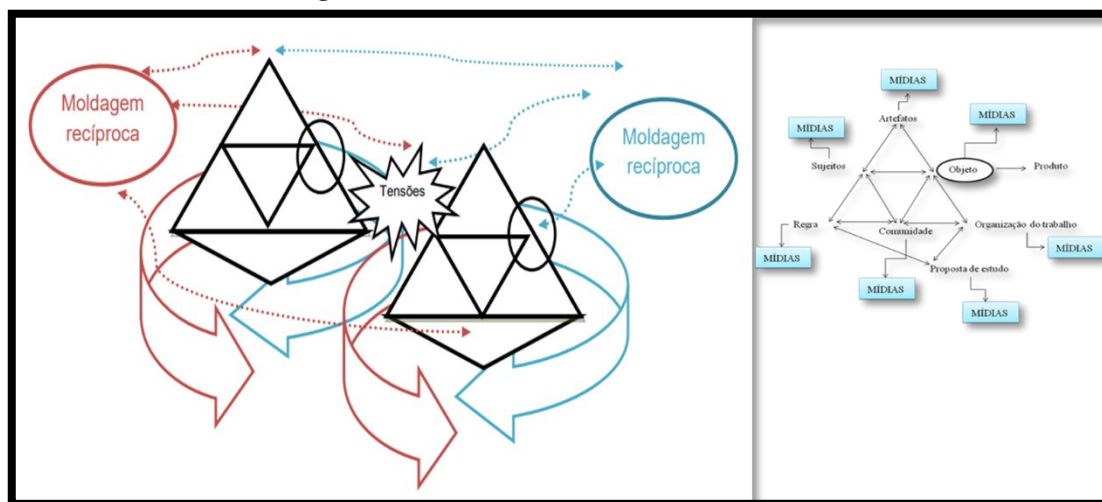
A Figura 25 apresenta os movimentos iniciais e finais que podem ocorrer em um Miniciclone de Aprendizagem Expansiva. Esses movimentos podem ser identificados quando comparados a rotações e translações. Para Borba, Souto e Canedo (2022), o início e fim

[...] possuem características que se repetem com maior frequência, podendo ser considerados como “padrões”, enquanto elas (rotações e translações) geralmente ocorrem de formas aleatórias e podem, até mesmo, ter algumas características muito específicas que são verificadas em um dado sistema, e em outro, não. (Borba; Souto; Canedo, 2022 p. 101)

Com o intuito de possibilitar a leitura visual do Miniciclone de Aprendizagem Expansiva, Souto (2013) apresenta uma possível representação gráfica, trata-se do deslocamento da mídia do papel de artefato para ocupar o lugar de comunidade. Esse novo papel da mídia implica em expansões dos motivos e, conseqüentemente, do objeto, fazendo emergir assim, outras transformações expansivas da atividade.

Na Figura 26, as tensões que surgem ao longo do processo de moldagem recíproca geram distintas necessidades no sistema e podem impulsionar uma determinada mídia para ocupar outras posições no sistema de atividade. Ou seja, o Miniciclone de Aprendizagem Expansiva pode ser utilizado para explicar o desenvolvimento e a natureza coletiva de uma transformação expansiva, uma vez que, nele é possível observar além dos movimentos expansivos, os movimentos de retração e estagnação²⁶.

Figura 26: Sistema de Atividade e os Miniciclones



Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 26 ilustra um sistema de atividade em que a mídia pode ocupar distintos papéis, e o Miniciclone de Aprendizagem Expansiva que é utilizado para explicar os desenvolvimentos de uma dada mídia em uma atividade coletiva. As setas azuis e vermelhas representam os movimentos dos Miniciclones – rotação e translação respectivamente. As representações triangulares que estão envolvidas por estas setas representam o sistema em análise que, nesse caso, está representado no canto superior direito da Figura 26. Assim, o que parecer ser uma duplicidade de sistemas, na verdade, foi uma forma encontrada por Souto (2013) para dar a ideia de movimento, ou seja, trata-se do deslocamento do mesmo sistema. Além disso, a figura em questão aponta.

[...] dois encaminhamentos expansivos distintos de um miniciclo(ne) que podem ocorrer em um mesmo sistema de atividade. Conforme o M.T.E. evolui, a experimentação e análise de conjecturas se fundem em movimentos de reorganização do pensamento (Tikhomirov, 1981; Borba, 1993;1999) que podem gerar novas tensões, e assim, alimentar o desenvolvimento do próprio sistema. Essas tensões podem ser consideradas como possibilidades expansivas, como, por exemplo, buscar com diferentes mídias distintas formas de representar um mesmo conceito matemático (Souto, 2013 p. 222).

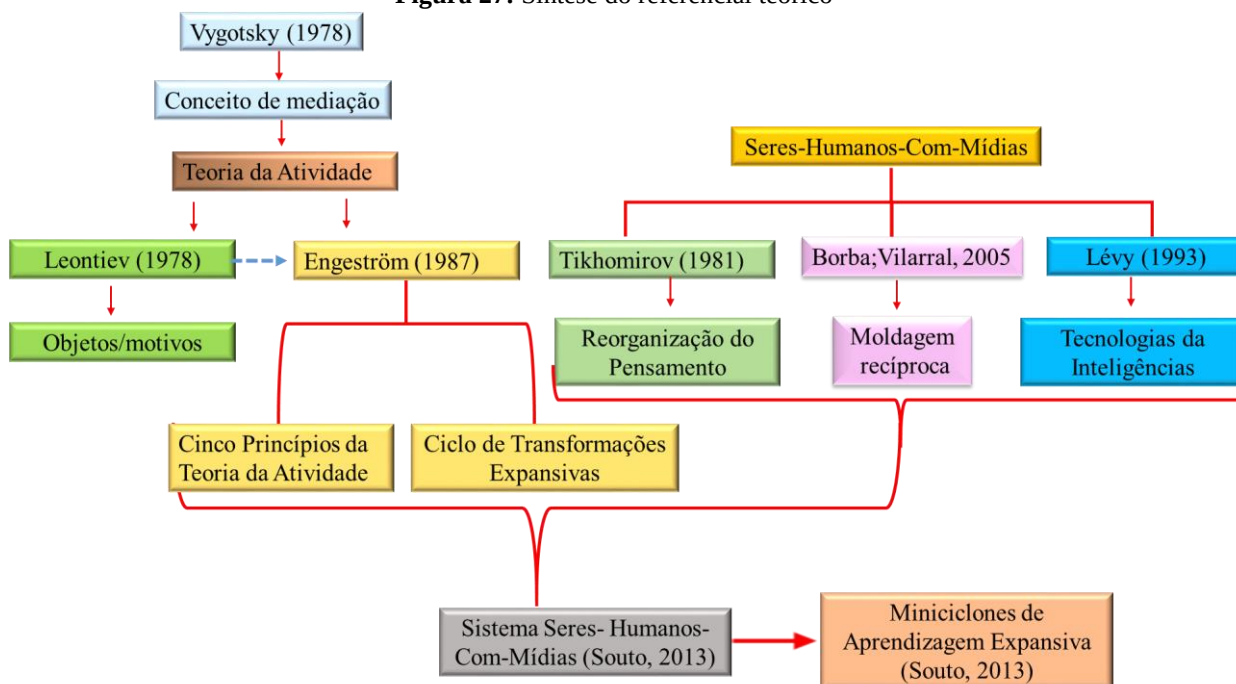
²⁶ Palavras empregadas para explicar os movimentos não expansivos no sistema de atividade, os quais tendem a voltar para uma condição anterior (retração) ou não flui e nem se movimenta, permanece sempre do mesmo jeito (estagnação).

Segundo Souto (2013), um miniciclone evolui, uma experimentação e análise de conjecturas se fundem em movimentos de reorganização do pensamento que podem gerar novas tensões e, assim, alimentar o desenvolvimento do próprio sistema. Essas tensões podem ser consideradas como possibilidades expansivas, por exemplo, buscar com as mídias utilizadas na produção de vídeos formas de representar um mesmo conceito ou ideias matemáticas.

Essa representação da Figura 26, de acordo com Souto e Borba (2016), não apresenta todos os movimentos e dinâmicas que ocorrem dentro do Miniciclone, por algumas limitações das tecnologias utilizadas. Ficando assim, um desafio: a construção ou ampliação de uma nova figura.

Por considerar a imagem uma forma natural de comunicação do ser humano, assim como a fala e a escrita, ela, portanto, permite transmitir e registrar ideias. Desse modo, elaborei a Figura 27, como uma síntese dos caminhos percorridos pelos autores para a construção das ideias apresentadas nos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva.

Figura 27: Síntese do referencial teórico



Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 27 apresenta o mapa conceitual dos autores e as ideias que serviram como base para Souto (2013) sistematizar o Miniciclone de Aprendizagem Expansiva. Na parte superior esquerda, ou poderia dizer-se no topo, uma vez que a ideia de mediação perpassa por diferentes autores do mapa, tem-se Vygotsky que propõe que as transformações ocorrem nas interações que se estabelecem entre o ser humano e o ambiente no desenvolvimento de atividades mediadas por artefatos. Seguindo as setas tem-se, Leontiev (1978), o qual ressalta que a

atividade é coletiva, o motivo da atividade a impulsiona e a direciona para a satisfação de uma determinada necessidade, o objeto. Engeström (1987), por sua vez, explica a Teoria da Atividade com o auxílio de cinco princípios: o primeiro envolve justamente a unidade de análise – que apresenta os elementos que fazem parte de atividade humana, e, como já mencionado, para ele a atividade é coletiva e cada um dos sujeitos podem fazer parte, ao mesmo tempo ou não, de uma rede de sistema de atividade.

Em outra perspectiva, tem-se Tikhomirov (1981) que considera na Teoria da Atividade a ideia de mediação, implícita no conceito de reorganização do pensamento e presente nos processos de interação humanos-computador. Ademais, Lévy (1993) que descreve as três tecnologias que estão associadas à memória e ao conhecimento: oralidade, escrita e informática, ambos autores são base para o construto Seres-Humanos-Com-Mídias. Em síntese, Souto (2013) perpassa pelas ideias e pesquisas desses autores para formular o M.A.E.

Sendo assim, para esta tese, entendo o mundo social em constante movimento e em contradições internas. Ademais, adotei uma perspectiva da ação e transformação associada à teoria da atividade. Ao tomar a produção de vídeo como um conjunto de sistemas de atividades coletivas como unidade de análise, o aluno e as TD assumem o papel de protagonistas na atividade de produzir vídeo. Isso leva os alunos a descreverem e analisarem junto com seus pares, as mídias e o professor, seu sistema de atividade, além de ampliar sua consciência em relação aos conteúdos matemáticos, com a possibilidade de ressignificar suas ações, ampliando as possibilidades de seu poder de ação.

No próximo capítulo, apresento aspectos relativos à metodologia desta pesquisa.

4 ESCOLHAS METODOLÓGICAS

4.1 *Metodologia da Pesquisa*

De quem são as “vozes” que sobressaem do capítulo de metodologia? Para Borba; Almeida; Gracias (2020, p. 84), “a escolha da metodologia de pesquisa traz a voz do autor dialogando com a voz teórica da abordagem determinada, que também é forte na justificativa dos procedimentos adotados”.

Neste capítulo, são apresentadas as escolhas metodológicas que guiaram a produção e a análise de dados. Para tal, discuto brevemente a abordagem da pesquisa qualitativa e a identificação do cenário de investigação e, em seguida, abordo os instrumentos de produção dos dados e uma das possibilidades da abordagem, da Teoria Enraizada, mais especificamente, delinheio uma das versões da TE, a que foi proposta por Strauss e Corbin (2008). Além disso, é realizada a exploração da proposta de ensino: como foram elaboradas e aplicadas as oficinas de produção dos vídeos e a apresentação dos vídeos produzidos.

4.1.1 *A pesquisa qualitativa*

Metodologicamente, adotei a pesquisa qualitativa (Creswell, 2014, Borba; Araújo, 2017, Borba; Almeida; Gracias, 2020, Creswell; David Creswell, 2021). A metodologia qualitativa, teoricamente, gera modelos com maior poder explanatório, não por ganhos em generalização no sentido positivista da inferência estatística, mas por serem capazes de capturar parte significativa dos dados, permitindo ao pesquisador uma maior dimensão da teoria substantiva proposta em relação ao tema investigado (Creswell; David Creswell, 2021).

De acordo com Creswell (2014), utiliza-se esse tipo de investigação quando um problema ou questão precisa ser explorado e necessita de uma compreensão detalhada. Esse autor relata a necessidade de que o objetivo, a pergunta e os métodos de pesquisa estejam todos interconectados de forma que cada elemento da pesquisa esteja em sintonia, em vez de cada um desses elementos constituírem-se como partes fragmentadas.

Borba, Almeida e Gracias (2020) compartilham das ideias discutidas por Creswell (2014). Para estes autores, em uma investigação qualitativa é importante que haja coerência e harmonia entre metodologia de pesquisa, enfoque pedagógico, referencial teórico e visão epistemológica do pesquisador. A exemplo, nesta investigação, uma abordagem metodológica qualitativa está repleta da visão do conhecimento da autora, assim como os procedimentos de

pesquisa. Portanto, aqui, na compilação bibliográfica e na organização da pesquisa, a pesquisadora e seu objeto de estudo interagem e esta interação é considerada um elemento do processo de formulação teórica.

Na pesquisa qualitativa, o pesquisador procura aprofundar-se na compreensão dos fenômenos que estuda – ações dos indivíduos, grupos ou organizações em seu ambiente e contexto social – compostas por pessoas que agem de acordo com seus valores, sentimentos e experiências, que estabelecem relações internas próprias, estão inseridas em um ambiente mutável, onde os aspectos culturais, econômicos, sociais e históricos não são passíveis de controle e sim de difícil interpretação, generalização e reprodução. Nesse viés, interpreta-se, segundo a perspectiva dos participantes da situação enfocada, sem se preocupar com representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito; estar em contato direto e prolongado com o campo, para captar os significados dos comportamentos observados, revelam-se como características da pesquisa qualitativa. (Creswell, 2014, Creswell; David Creswell, 2021)

Nesse sentido, a pesquisa qualitativa pode proporcionar uma melhor compreensão do processo de ensino e da aprendizagem de Matemática em um contexto escolar, descrições e análises das ações e falas dos envolvidos, tornando-se a maneira mais consistente para observar as manifestações de nosso fenômeno, a produção de vídeos. Sendo assim, a produção de dados foi realizada na Escola Estadual Oscar Soares, localizada no município de Juara, no estado do Mato Grosso. A escola atende a um público diversificado cultural, social e economicamente, sendo alunos das periferias, do centro da cidade, indígenas e da zona rural do município. Na sequência, elucido a localização da cidade mencionada.

Figura 28: Localização da escola pesquisada



Fonte: elaborado pela autora a partir de mapa do site br.freepik.com.

Os participantes desta pesquisa foram sessenta e dois alunos matriculados nas aulas da disciplina de Matemática dos 2º (de três turmas) e 3º (de uma turma) anos do Ensino Médio, sendo dois professores responsáveis pelas turmas. Vale ressaltar que, no ano de 2022, a escola atendeu onze turmas de 2º ano e sete turmas de 3º ano (em torno de 40 alunos por turma) nos diferentes turnos. Para a pesquisa, realizei convites nos diferentes períodos, uma vez que, encontrei características sociais, culturais e econômicas distintas. Sendo assim, considerei, a escola, local onde foram produzidos os dados, um ambiente natural da pesquisa. Segundo Creswell e David Creswell (2021), esse ambiente está impregnado de vínculos entre pesquisadores e pesquisados, representando, desta forma, relações sociais que são desenvolvidas, algumas vezes com mais clareza do que em outras, de tal maneira que transformam o modo de realização da pesquisa.

Para a produção dos vídeos, desenvolvi oficinas, as quais foram divididas em nove encontros presenciais (duração de quatro horas cada) entre os participantes e com algumas participações dos professores das turmas, sendo que, as oficinas ocorreram no contra turno das aulas. Vale destacar que devido à quantidade de alunos foram oferecidas três oficinas com os mesmos nove encontros. Também, foram criados Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), sendo, no *Google* sala de aula e grupo *WhatsApp* com intuito de compartilhar materiais e ideias para a produção dos vídeos. Além disso, esses ambientes favoreceram as interações entre os grupos e a pesquisadora, ficando disponível até a cerimônia do Festival de vídeos.

Os professores foram convidados a participar das oficinas, colaborando com a pesquisadora, podendo adentrar o campo da pesquisa e na proposta de ensino, desenvolvendo as ações de forma conjunta, sendo ambos ativos e reflexivos. Eles tomaram decisões junto com a pesquisadora tendo responsabilidades pelas ações desenvolvidas em conjunto (Borba; Almeida; Gracias, 2020).

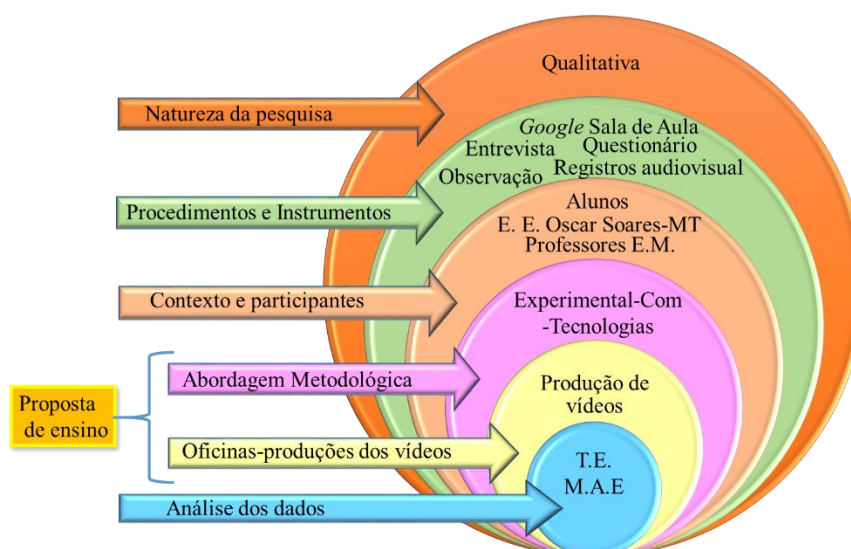
Os alunos foram orientados a formar grupos de no máximo quatro participantes para a produção dos vídeos, totalizando doze grupos. Essa organização, ao meu ver, possibilitaria uma melhor orientação e a participação efetiva de todos do grupo e também devido à estrutura física da escola e aos equipamentos disponíveis. Porém, essa organização não foi de forma rígida, uma vez que, dependendo do contexto do vídeo, teve-se a necessidade de inserção de mais participantes. Vale ressaltar que a seleção das turmas e dos alunos foi realizada pelas condições oferecidas pela escola e disponibilidades dos alunos. Por exemplo, as turmas foram selecionadas de acordo com o aceite do professor responsável em participar da pesquisa. Já para a seleção dos alunos, foram observados alguns critérios: voluntariedade e disponibilidade para

participar dos encontros no contra turno do horário de aula, observando a não coincidência com as possíveis aulas de apoio pedagógico presentes no calendário da escola.

A opção pelos 2º e 3º ano do Ensino Médio obedeceu aos seguintes critérios: elevado índice de reprovação nessas turmas; dificuldades dos professores em relacionar os conteúdos às aplicações práticas dos alunos e combinar a Matemática com outras áreas do conhecimento; observações do crescente desinteresse por parte dos alunos em aprender os conteúdos dessa disciplina; fase preparatória para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares. Vale ressaltar que não se quer resolver esses desafios observados com a produção de vídeos digitais, mas possibilitar propostas de ensino que colaborem para superá-los.

Considerando as escolhas metodológicas, apresento, na Figura 29, uma síntese.

Figura 29: Síntese das escolhas metodológicas



Fonte: elaborado pela autora.

Em um primeiro momento, focalizo a abordagem metodológica desta pesquisa. Em um segundo momento, descrevo os instrumentos de produção dos dados que foram utilizados, bem como a abordagem metodológica utilizada na produção dos vídeos, em nosso caso, a Experimental-Com-Tecnologias. Em um terceiro momento, dedico atenção ao contexto de produção dos dados, a escola, e os participantes, alunos do 2º e 3º ano. Em um quarto momento, apresento a proposta de ensino utilizada e os seus elementos constitutivos, utilizados nas oficinas para a produções dos vídeos. E, por fim, discorro sobre o procedimento de análise de dados, as definições das categorias e a apresentação dos vídeos produzidos.

4.1.2 Procedimentos Metodológicos – Instrumentos para a produção de dados

Para Creswell (2014), o pesquisador qualitativo pode reunir múltiplos métodos para a produção dos dados de sua pesquisa. Para reduzir bias (vieses) da pesquisa (Borba; Araújo, 2017), opto por diferentes fontes de produção de dados, sendo assim, como instrumentos para a produção dos dados foram utilizados: observação participante, com anotações em notas de campos; questionários com questões abertas e fechadas e entrevistas semiestruturadas, aplicados para os alunos participantes; Ambiente Virtual de Aprendizagem (*Google Sala de Aula*), verificando as interações; e, registro audiovisual dos momentos das produções e dos próprios vídeos. Segundo Creswell e David Creswell (2021) após a definição dos instrumentos para a produção dos dados é importante apresentar uma justificativa para o procedimento, argumentando sobre seus pontos fortes e fracos e como será aplicado.

A observação participante permite ao pesquisador analisar a realidade social que o rodeia, tentando captar possíveis conflitos, tensões e transformações e identificar grupos sociais que tenham em si sensibilidade e motivação às mudanças necessárias. A partir da observação participante, foi possível verificar como acontece a produção dos vídeos pelos alunos e pelas Tecnologias Digitais, possibilitando uma análise das influências dessas produções no ensino e na aprendizagem da Matemática, contribuindo para a identificação de momentos em que ocorrem transformações expansivas, além de proporcionar maior interação entre pesquisadora e pesquisado.

Bogdan e Taylor (1975) sugerem que a observação participante pode ser caracterizada como uma investigação marcada por interações entre o pesquisador e os sujeitos. Durante a produção dos vídeos, a pesquisadora realizou observações, registrando em notas de campo, algumas considerações sobre os acontecimentos. Sendo assim, as anotações foram realizadas de acordo com Bogdan e Biklen (1994), que destacam que podem se dividir em duas partes: *i. descritiva* – nesta, o pesquisador deve preocupar-se em captar as características das pessoas, ações e conversas observadas, de acordo com o local de estudo; *ii. reflexiva* – nesta, o registro é mais subjetivo, as anotações partem mais do ponto de vista do observador, suas ideias e preocupações. Creswell e David Creswell (2021) destacam que ao escrever essas notas reflexivas, o pesquisador precisa refletir sobre suas próprias experiências e considerar como suas experiências pessoais podem moldar sua interpretação dos resultados.

Além disso, foram utilizados questionários com questões abertas e fechadas. O pesquisador que se propõe a utilizar questionários deve ter em mente que “cada questão precisa estar relacionada aos objetivos de seu estudo. As questões foram enunciadas, de forma clara e objetiva, sem induzir e confundir, tentando abranger diferentes pontos de vista” (Goldenberg, 2011, p.86). O questionário foi elaborado de modo que as respostas proporcionem ao

pesquisador uma descrição do grupo investigado. O questionário aberto (ver no Apêndice E) forneceu respostas com maior profundidade, dando maior liberdade para os alunos responderem às questões, de acordo com seus conhecimentos. Já o questionário fechado (ver no Apêndice E) permitiu obter respostas mais rapidamente, em comparação ao questionário aberto, o que facilita a resposta do entrevistado, ademais, geram dados fáceis de serem tabulados, avaliados e comparados.

Quadro 8: Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de questionários

Questionário Aberto	
Vantagens	Desvantagens
-Preza o pensamento livre e a originalidade; -Surtem respostas mais variadas; -Respostas mais representativas e fiéis da opinião do participante; -O participante concentra-se mais sobre a questão; -Vantajoso para o investigador, pois permite-lhe recolher variada informação sobre o tema em questão.	-Dificuldade em organizar e categorizar as respostas; -Requer mais tempo para responder às questões; -Muitas vezes a caligrafia é ilegível; -O nível de instrução para os participantes, as respostas podem não representar a opinião real do próprio.
Questionário Fechado	
Vantagens	Desvantagens
-Rapidez e facilidade de resposta; -Maior uniformidade, rapidez e simplificação na análise das respostas; -Facilita a categorização das respostas para posterior análise; -Permite contextualizar melhor a questão.	-Dificuldade em elaborar as respostas possíveis a uma determinada questão; -Não estimula a originalidade e a variedade de resposta; -Não preza uma elevada concentração do inquirido sobre o assunto em questão; -O participante pode optar por uma resposta que se aproxima mais da sua opinião não sendo esta uma representação fiel da realidade.

Fonte: elaborado pela autora.

Para a organização e formulação dos questionários, foi realizado um teste “piloto”, com alunos do 1º ano Ensino Médio de uma escola pública de Rio Claro – SP, essa ação possibilitou uma visão para reformulação das questões. Já nesta pesquisa, os questionários foram aplicados em duas etapas, sendo, o primeiro questionário aplicado antes de iniciar a produção dos vídeos, com o intuito de identificar o “olhar” dos alunos para a Matemática, uso das Tecnologias Digitais e produção de vídeos. O segundo questionário foi aplicado após a produção dos vídeos, com o intuito de identificar as tensões que ocorreram durante a produção dos vídeos matemáticos, como comunicaram ideias matemáticas e as suas experiências na produção.

As aplicações desses questionários com questões abertas e fechadas ocorreram de acordo com o que relata Goldenberg (2011, p. 87): em uma investigação “O indivíduo

pesquisado precisa ser convencido da importância de sua resposta para o sucesso da pesquisa. É importante a garantia de anonimato: não se deve pedir nomes e fazer perguntas que facilitem a identificação”. Sendo assim, nesta pesquisa, a aplicação dos questionários teve como objetivo a obtenção de dados que possam passar despercebidos em outros momentos. Além disso, Goldenberg (2011) destaca que com a utilização do questionário os participantes se sentiram livres para expressarem suas opiniões, pontos de vista, crenças e contribuir com suas sugestões pelo fato de o questionário ser respondido sem suas identificações. A Figura 30 apresenta momentos da aplicação dos questionários.

Figura 30: Momentos da aplicação do questionário



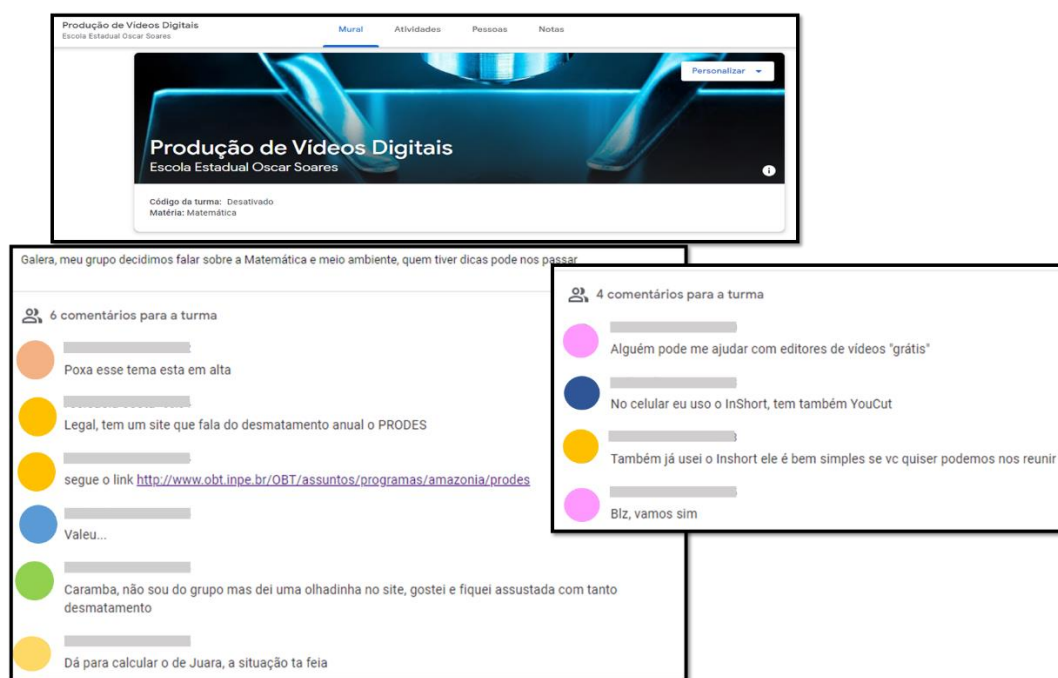
Fonte: elaborado pela autora baseado nos registros fotográficos dos participantes da pesquisa.

O uso de instrumentos pela internet e a sua administração *online* tem sido amplamente discutida na literatura, como um palco para as discussões das questões envolvidas na produção dos dados (Creswell; David Creswell, 2021). Sendo assim, utilizei o ambiente virtual de aprendizagem (*Google Sala de Aula*), trata-se de uma ferramenta simples e fácil que pode ajudar professores e pesquisadores a gerenciar atividades. Esse ambiente possibilita distribuir tarefas, enviar *feedbacks* e ver tudo a partir de um único lugar. Para ter acesso ao serviço do *Google Sala de Aula*, foi necessária a criação de e-mails (@gmail.com) para os alunos que não possuíam e cadastrá-los no banco de dados do *Google for Education*. Esse ambiente virtual de aprendizagem foi escolhido como plataforma de apoio, pois não necessita de instalação local e um servidor dedicado. A plataforma já se encontra *online* e hospedada facilitando a entrada (*login*) na plataforma e a integração de diversas ferramentas *online* disponibilizadas pelo *Google* como: *Gmail*, *Google Drive*, *Hangouts*, *Google Docs* e *Google Forms*. Além do uso em computadores, a plataforma ainda conta com a possibilidade de ser utilizada em *smartphones* e *tablets*, através de um aplicativo próprio disponível na *Google Play* e *Apple*

Store, possuindo portabilidade entre dispositivos e bastante ampla em relação às outras plataformas.

O uso desse Ambiente Virtual de Aprendizagem demandou uma postura mediadora da pesquisadora e do professor e uma postura ativa do aluno, proporcionando novas formas de interação entre os envolvidos. Com desse ambiente, os alunos tiveram a oportunidade de acessar recursos de apoio, conversar com a pesquisadora, professor e demais alunos, promovendo uma maior interação entre eles, além de tirar suas dúvidas e trocar experiências, promovendo o engajamento, envolvimento e a motivação dos participantes. Por meio dos fóruns e *chats*, tive acesso a relatos e experiências dos alunos e dos professores. Além disso, com as possibilidades do AVA as entrevistas, individuais e em grupos (após a produção dos vídeos) ocorreram nas modalidades presencial e *online*. A Figura 31 apresenta cenas das interações do *Google Sala de Aula*.

Figura 31: Parte das interações no *Google sala de aula*



Fonte: elaborado pela autora a partir de dados produzidos pelos participantes no *Google sala de aula*.

Segundo Lévy (2021, p. 148), “O mundo virtual funciona, então, como depósito de mensagens, contexto dinâmico acessível a todos e memória comunitária coletiva alimentada em tempo real”. Nesses espaços de troca de conhecimento, ocorre a participação ativa dos alunos envolvidos no processo, cujas características mais importantes são a autonomia do aluno, a interatividade e a aprendizagem colaborativa.

Outro instrumento de produção de dados utilizado foi o registro audiovisual, que forneceu maneiras de recolher, compartilhar, estudar, apresentar e arquivar casos detalhados de

uma pesquisa. Os dados produzidos por registros audiovisuais são cada vez mais utilizados por pesquisadores, pois essa ferramenta “[...] oferece um meio de documentação e observação de perto e apresenta inéditas possibilidades analíticas, colaborativas e de arquivo, bem como novos problemas de pesquisa” (Powell; Silva, 2015, p. 25).

Loizos (2008, p. 149) compatibiliza das ideias discutidas por Powell e Silva (2015), dispondo que o registro audiovisual torna-se necessário “sempre que algum conjunto de ações humanas é complexo e difícil de ser descrito compreensivamente por um único observador, enquanto este se desenrola”. O uso adequado da imagem em movimento, aliada ao áudio, permite capturar aspectos difíceis de serem captados com outros recursos, tais como expressões corporais, faciais e verbais utilizadas em situações cotidianas – no caso de uma observação, por exemplo – reações de diferentes sujeitos em face de uma atividade ou questão proposta pelo pesquisador – como visualização e interpretação de filme e/ou imagem.

Embora tenha havido triangulação com outros instrumentos, o registro audiovisual dessas oficinas foi um importante recurso de produção de dados, compondo um corpus de algumas horas de filmagens. Para tanto, nós (pesquisadora e participantes de pesquisa) utilizamos celular e tripé, escolhi os ângulos a partir dos quais obtive o melhor enquadramento que consideramos mais adequado, além do tempo de duração de cada gravação.

Já a entrevista semiestruturada, que também foi utilizada na pesquisa, é um procedimento de produção dos dados que permite produzir informações daqueles que têm dificuldades para se expressar por meio da escrita, proporcionando-lhe maior flexibilidade nas respostas e estabelecendo uma relação de confiança entre pesquisador e pesquisado (Goldenberg, 2011). As entrevistas podem gerar compreensões ricas das biografias, experiências, opiniões, valores, aspirações, atitudes e sentimentos dos participantes da pesquisa. Com dados produzidos em entrevistas, é possível compreender os diferentes pontos de vista e conhecer as opiniões dos alunos em relação às tecnologias digitais utilizadas na produção de vídeos matemáticos.

As entrevistas foram aplicadas para alunos integrantes do Programa Residência Pedagógica de Matemática do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – IBILCE/UNESP, como um teste piloto, essa ação foi importante para realizar ajustes necessários ao propósito desta pesquisa. A escolha por esses alunos se deu pelos seguintes motivos: i) possuírem disponibilidades e acesso a net para participarem de reuniões *online*; ii) já terem produzido vídeos com ideias matemáticas; iii) participado e conhecerem o festival de vídeos digitais.

Além de ouvir o que os entrevistados tinham a dizer sobre a produção dos vídeos, perscrutei por aspectos específicos que dialogavam com o objetivo da pesquisa. O roteiro da entrevista (ver apêndice D) foi organizado da seguinte maneira: i) sobre a produção do vídeo, busquei compreender alguns aspectos específicos de cada vídeo produzido com seus respectivos grupos e algumas questões gerais, como: o que influenciou na escolha do conteúdo, sobre as etapas de produção, se já tinham estudado o conteúdo escolhido pelo grupo de outra forma e o que mudou com a produção do vídeo, se usariam o vídeo produzido por eles em uma aula de matemática; ii) sobre a matemática, nessa parte da entrevista, visei aprofundar as discussões que entendo estarem relacionadas à maneira como os alunos comunicaram as ideias matemáticas, como: o que eles pensam sobre uma aula de matemática, onde pesquisaram sobre os conteúdos e como foi o processo de pesquisa, mudanças, oportunidades e as desvantagens da produção de vídeos digitais e o que aprenderam.

As entrevistas foram realizadas individualmente e com os grupos de cada vídeo, com o intuito de identificar como ocorreram as discussões de estratégias para resolver as questões ou as reflexões sobre o tema escolhido para o vídeo, a escolha do conteúdo ou temática, onde pesquisaram e o que aprenderam.

As entrevistas individuais possibilitaram explorar as respostas dos entrevistados em detalhes, isso porque permitiu-se um contato mais próximo dos sujeitos da pesquisa e isto possibilitou identificar dúvidas, ideias, opiniões e argumentações por eles demonstradas. Além disso, com as entrevistas individuais ampliaram as possibilidades de explorar em profundidade o contexto da vida dos participantes.

Já as entrevistas com os grupos promoveram uma discussão de pensamentos e ideais entre os participantes e entre os diferentes grupos. As interações entre os participantes, a forma como se expressaram, dialogaram, debateram, concordaram e discordaram entre si, a maneira com a qual argumentaram para defender suas ideias possibilitam uma aprendizagem construída pelo próprio sujeito. Os grupos permitiram novas instigações que surgiram durante a troca de ideias dos participantes, com isso. O surgimento de respostas mais completas propiciou verificar a lógica ou as representações que conduzem às respostas que, com outros meios, poderiam ser difíceis de captar. A Figura 32 expõe momentos da realização das entrevistas.

Figura 32: Momentos das entrevistas com os grupos

Fonte: elaborado pela autora baseado nos registros fotográficos dos participantes da pesquisa.

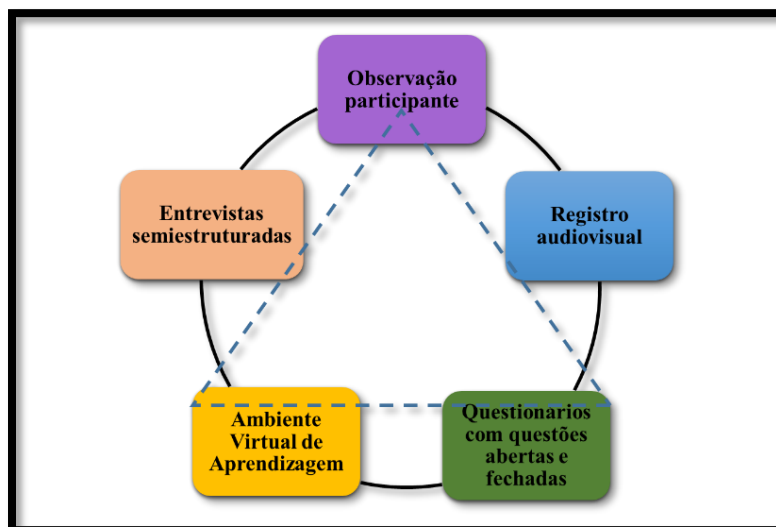
Segundo Gatti (2012, p. 25), ao se fazer uso de grupo, “há interesse não somente no que as pessoas pensam e expressam, mas também em como elas pensam e porque expressam”, os grupos focais permitiram capturar formas de linguagem, expressões e tipos de comentários de determinado segmento.

Para a sistematização dos dados produzidos, em um primeiro momento, depois de realizadas, ouvimos cada uma das entrevistas, anotei os aspectos que poderiam dar indicativos para o alcance do objetivo proposto. Posteriormente, transcrevi as falas dos momentos selecionados e descrevi os gestos e as situações ocorridas durante o trecho transcrito, eliminando gírias e repetições. De igual forma, procedi com as leituras das anotações das notas de campo e dos questionários, as interações no ambiente virtual e dos registros áudio visuais. Desse modo, com esses instrumentos de produção de dados, foi possível observar as tensões e as transformações expansivas durante a produção dos vídeos

O uso de diferentes procedimentos para a produção de dados é o que Goldenberg (2011) e Borba e Araújo (2017) entendem por triangulação. Cada pesquisador deve estabelecer os procedimentos de produção de dados que sejam mais adequados para o seu objetivo particular. “A combinação de metodologias diversas no estudo do mesmo fenômeno, conhecida como triangulação, tem como objetivo abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do objeto em estudo” (Goldenberg, 2011, p. 62-63). Para Goldenberg (2011). A triangulação aumenta a credibilidade da pesquisa, isso porque os dados obtidos em diferentes

fontes ampliam as possibilidades de descrições, explicações e compreensões do estudo. A Figura 33 sistematiza os instrumentos de produção de dados.

Figura 33: Os instrumentos utilizados na produção dos dados



Fonte: elaborado pela autora.

Na Figura 33, o círculo e o triângulo ligando os instrumentos de produção dos dados representam que a todo momento pode-se realizar a triangulação, possibilitando a compreensão do fenômeno proposto para investigação em suas múltiplas dimensões ou realidade, pois, de acordo com Goldenberg (2005, p.63) ela “tem por objetivo abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do objeto de estudo”.

Após apresentar os instrumentos da produção de dados, na próxima seção, dedico atenção ao processo utilizado para a análise dos dados, a Teoria Enraizada, descrevo a importância da teoria, os processos de codificação aberta, axial, seletiva e o refinamento das categorias para emergência da categoria central.

4.1.3 Teoria Enraizada – Grounded Theory

A pesquisa qualitativa é um campo de múltiplas práticas interpretativas, em que pesquisador se depara com diversas ações a serem realizadas. Nesta pesquisa, como já mencionado, a análise dos dados foi orientada pela Teoria Enraizada, nos estudos discutidos por Strauss e Corbin (2008) e pelos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva (Souto, 2013).

Nesta seção, discorro sobre a Teoria Enraizada, que foi inicialmente proposta por Glaser e Strauss (1967) com a intenção de prover um modelo de pesquisa que buscasse nos dados produzidos uma teorização acerca de determinados fenômenos, cujos primeiros passos foram dados na área das Ciências Biológicas. Mais tarde, Strauss e Corbin (2008) desenvolveram uma

descrição mais detalhada dessa metodologia, agora com aplicações também nas Ciências Sociais, além de fornecerem uma sistematização para a produção, a organização e a análise dos dados. Charmaz (2009, p. 15) destaca que “Os métodos da teoria fundamentada [Teoria Enraizada] favorecem a percepção dos dados a partir de uma nova perspectiva e a exploração das ideias sobre os dados por meio de uma redação analítica já na fase inicial”. A meu ver, não cabe aqui fazer uma revisão de suas origens e de seu desenvolvimento, tendo em vista que ela já foi realizada em pesquisas (e.g. Charmaz, 2009; Tarozzi, 2011).

Utilizei alguns métodos da Teoria Enraizada para análise dos dados, por considerar estar diretamente relacionada à característica da pesquisa aqui apresentada e seus objetivos. Para Charmaz (2009), a Teoria Enraizada adequa-se a duas finalidades: i) como uma forma de estudar e aprender sobre o mundo em que se vive; e ii) como um método para desenvolver teorias para compreendê-lo. Nesse sentido, entendo adequado reiterar que o objetivo desta pesquisa é compreender como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos digitais matemáticos, elaborados por alunos do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, em escolas da rede estadual do MT, implica ampliar uma teoria, ou, pelo menos, indicar um ponto de vista diferente sobre essa temática.

É oportuno destacar que nenhuma metodologia permitirá que se encontre uma verdade absoluta e incontestável. Qualquer que seja o método escolhido, os resultados serão apenas uma perspectiva entre as várias possibilidades possíveis. Com o intuito de abarcar maior credibilidade, as “vozes” da questão de pesquisa, a metodologia adotada e os objetivos devem estar fortemente integrados em uma forma coerente e dialética. A condução da análise dos dados abrangeu várias etapas, a fim de que se possa conferir significação aos dados produzidos.

Na GT [*Grounded Theory* – Teoria Enraizada] a análise é um processo complexo, mas estruturado, que se articula ao redor de três momentos de codificação conceitualmente progressivo e, a partir destes, integra as categorias emersas da codificação e as reflexões desencadeadas no decorrer de sua elaboração em uma teoria coerente (Tarozzi, 2011 p. 122).

O uso da Teoria Enraizada requer empregar um conjunto sistemático de codificação²⁷, ligada entre si e que possibilita explicar um fenômeno pesquisado. Para Creswell (2014), a análise envolve o trabalho com os dados produzidos, a sua organização, a divisão em unidades

²⁷ “Codificar significa associar marcadores a segmentos de dados que representam aquilo de que se trata cada um dos segmentos. A codificação refina os dados, classifica-os e nos fornece um instrumento para que assim possamos estabelecer comparações com outros segmentos de dados” (Charmaz, 2009 p. 16).

manipuláveis, a síntese, a procura de padrões, a descoberta dos aspectos importantes, o que deve ser apreendido e interpretado e a decisão sobre o que vai ser exposto e informado aos outros. Além disso, Strauss e Corbin (2008) destacam que um dos componentes importantes para a Teoria Enraizada é a criatividade e o pensamento crítico do pesquisador. Para os autores,

A criatividade se manifesta na capacidade dos pesquisadores de competentemente nomear categorias, fazer perguntas estimulantes, fazer comparações e extrair um esquema inovador, integrado e realista de massas de dados brutos desorganizados. Ao fazer pesquisa, lutamos por um equilíbrio entre ciência e criatividade (Strauss; Corbin, 2008, p. 25-26).

Segundo Strauss e Corbin (2008), é essencial que o pesquisador seja criativo, no momento de elaborar os questionamentos. O pensamento crítico do pesquisador colabora com esse processo de codificação dos dados brutos, uma vez que propicia a realização de comparações, além de estimular e organizar um esquema inovador. Outro componente importante destacado pelos autores é a flexibilidade na definição das categorias: “ser flexível e ativa, sem utilizar denominações que fecham e tornam objetos os fenômenos que exprimem, mas termos que sejam aderentes aos mesmos e que mantêm conformidade com a experiência”. (Tarozzi, 2011 p. 53).

Na Teoria Enraizada, o pesquisador focaliza um processo ou uma ação que tem passos ou fases distintas que ocorrem ao longo do tempo. Creswell (2014 p. 78) explica que essa teoria “possui movimento ou alguma ação que o pesquisador está tentando explicar”. Ela [a Teoria Enraizada] pode ser utilizada como um procedimento sistemático qualitativo em sua construção a fim de gerar uma teoria que possa explicar, em um nível conceitual, uma ação e uma interação que ofereça uma interpretação, novos pontos de vista e uma explicação sobre um fenômeno particular.

Leite, *et al.* (2011) apresentam algumas características do pesquisador que utiliza a Teoria Enraizada e delineiam reflexões sobre o desenvolvimento das características e aptidões do pesquisador, sendo:

i) atitude criativa, curiosidade e olhar estético – a produção de conhecimentos que se pretendam transformadores da realidade social é uma atividade criadora. Um horizonte criativo é capaz de descolar o pesquisador da mera reprodução do existente, daquilo que é imediato e o projeta para o futuro, para o que é emergente e quase sempre desconhecido. Um indivíduo criativo estabelece uma relação estética com a realidade, a partir da sensibilidade, ultrapassando a existência física e concreta do objeto.

ii) pensamento crítico, flexibilidade e abertura para intercâmbio – exige-se integralmente a capacidade de pensamento crítico sobre os dados. Ele deve encarar seus dados como preciosos materiais que lhe permitirão fazer comparações e descobrir propriedades e dimensões, pois é deles que emergirá a Teoria Enraizada. Ele precisa trabalhar intensamente e apreciar o que pode ser feito com os dados, a partir de sua interação no processo interpretativo. A flexibilidade e a abertura a críticas úteis são outras duas características importantes e muito enfatizadas nos seminários de treinamento para os pesquisadores que usam essa metodologia. Durante todas as etapas da pesquisa, a troca de ideias e o intercâmbio decorrente das discussões em grupo são atitudes muito benéficas para o aprendizado e desenvolvimento do pesquisador bem como para a qualidade da pesquisa (Strauss; Corbin, 2008).

iii) sensibilidade teórica e compromisso com os entrevistados e com a sociedade – sensibilidade teórica é requisito fundamental para reconhecer a relevância de certos conceitos, a importância de determinados fatos e o peso teórico obtido com os dados para o desenvolvimento da Teoria Enraizada. O trabalho de campo é essencial para fomentar a riqueza dos dados. Cada encontro com os sujeitos, para entrevistas ou para observação, constitui-se numa oportunidade para apreender a complexidade das significações e das ações construídas socialmente no cotidiano.

iv) Determinação – a produção dos dados é concomitante à análise, a exigência de descrição detalhada de todo o processo, dentre outros requisitos da pesquisa com Teoria Enraizada podem gerar no pesquisador sentimentos ambíguos de prazer ou desprazer, deleite ou repulsa, desejo de aproximação ou afastamento. A determinação é a capacidade de equilibrar essas ambiguidades e prosseguir em busca do alcance das metas, não cessar o trabalho reflexivo-crítico, superar os obstáculos do trabalho de campo, do processo analítico e dos prazos estabelecidos.

A principal característica da Teoria Enraizada é se fundamentar nos dados da pesquisa. Entretanto, a criatividade da pesquisadora também é fundamental na capacidade de nomear e identificar categorias, fazer perguntas estimulantes, fazer comparações e extrair um diagrama inovador ainda com os dados desorganizados. Após a organização dos dados, ou seja, as descrições dos acontecimentos e fatos, as análises precisam ser desenvolvidas no intuito de expor interpretações. Mesmo a descrição não sendo teoria, ela é fundamental para teorizar, momento em que é necessário indagar por que? Quando? Onde? Qual motivo? E a maneira como os fatos aconteceram.

Nesta pesquisa, optei por criar categorias substantivas, fundamentadas na Teoria Enraizada, que explica de modo completo e sistemático os fenômenos que aconteceram durante

a produção dos vídeos digitais e nos instrumentos de produção dos dados. A partir das narrativas construídas e analisadas, busquei fenômenos que poderiam responder o problema de pesquisa, o qual resgato: como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzirem vídeos digitais matemáticos?

Nesta pesquisa, não tenho a intenção de comprovar ou testar teorias, diferentemente disso, comparo conceitos e suas relações com os dados durante a pesquisa, para definir o quanto foram adequados para a investigação. Strauss e Corbin (2008) afirmam que teorizar não implica apenas conceber ideias, mas formular essas ideias em um esquema lógico, sistemático e explanatório, com categorias bem desenvolvidas, inter-relacionadas e que explique fenômenos sociais, psicológicos, educacionais e de outras áreas.

A Teoria Enraizada é constituída por várias etapas que não têm um fim em si mesmo, mas se inter-relacionam, podendo formar distintas categorias. Para a identificação das categorias, suas propriedades e dimensões, e realização dos processos de identificação de códigos, conceitualização e integração, que levam à construção ou ampliação de uma teoria, é realizada uma sequência de processos que Strauss e Corbin (2008) denominam de “codificação”.

A codificação, em particular, é aquele processo de análise que se coloca no cruzamento entre os dados coletados e a teoria produzida que dá conta daqueles dados. A codificação é o conjunto dos procedimentos e das técnicas para conceituar os dados. Codificar é um processo mais analítico que interpretativo, o qual elabora os dados empiricamente para consentir uma interpretação bem ancorada e enraizada nos dados (Tarozzi, 2011 p. 122).

Segundo o autor, a codificação ou análise é o procedimento que permite estabelecer uma relação entre os dados produzidos, por meio de uma conceitualização que tem como objetivos, construir a teoria, dar ao processo científico o rigor metodológico necessário, auxiliar o pesquisador a detectar os vieses, desenvolver o fundamento, a densidade, a sensibilidade e a integração necessária para gerar uma teoria (Strauss; Corbin, 2008). Uma característica a ser levada em consideração é a sensibilidade teórica, experiência profissional e a capacidade de entendimento do pesquisador que utiliza a TE que lhe dá a capacidade de ter o “*insight*” a respeito de um fenômeno estudado.

Em síntese, essa Teoria ressalta a utilização de alguns passos na análise dos dados e se baseia em alguns procedimentos e características importantes, apresentados por Corbin e Strauss (2008) que podem ser incorporadas a uma investigação, sendo eles: produção dos dados;

codificação Aberta; codificação Axial; codificação Seletiva; verificação das categorias ou teoria. Vale ressaltar que, esses estágios não são realizados separados, e nem são progressivas.

Como é evidenciado pelos autores Corbin e Strauss (2008), as práticas proporcionadas pela TE conduzem a transformação substantiva dos dados em estruturas teóricas explicativas, trazendo à tona o entendimento conceitual do objeto em estudo, ou ainda, a formulação de hipóteses teóricas a seu respeito. Por meio da TE é possível elaborar categorias que organizam e interpretam os eventos, explicam propriedades e frequentemente demonstram as origens e as condições sobre as quais as ações emergem, variam e conseqüentemente resultam. Neste sentido, cabe ao pesquisador compreender o significado que constitui essa ação, sendo esta compreensão, um processo intelectual pelo qual o pesquisador adquire conhecimento acerca do objeto (Strauss; Corbin, 2008).

Produção dos Dados – Na Teoria Enraizada, podem ser construídas com diversos tipos de dados, o tipo de dado depende do assunto e da acessibilidade, como já mencionado anteriormente para a produção dos dados foram utilizados observação, questionários, entrevistas semiestruturadas, Ambiente Virtual de Aprendizagem e registro audiovisual. Esses instrumentos possibilitaram à pesquisadora anotar ideias à medida que os dados foram produzidos e analisados, formular o processo e esquematizar as possíveis categorias.

Durante a produção dos dados, o pesquisador modela e remodela a sua coleta e, portanto, refina os dados coletados. Por sua natureza, exploratória, o processo de produção dos dados na Teoria Fundamentada faz com que o pesquisador seja receptivo às informações e aos dados, com uma postura flexível, criatividade que propiciam uma mudança na maneira de ver o cenário investigado, pois estimulam a reflexão e o questionamento.

Charmaz (2009 p.37) destaca que a produção dos dados consiste em um movimento de idas e vindas que, [...] permeia a forma como coletamos os dados e como moldamos o conteúdo dos nossos dados. Demostramos o nosso respeito ao realizar esforços em conjunto para aprender sobre a suas opiniões e ações, na tentativa de entender a vida dos participantes a partir de suas perspectivas. No momento de coletar os dados, deve-se tentar olhar o mundo no qual os participantes estão inseridos, olhar sobre a lente de seus olhos, oferecendo aos participantes o respeito e a compreensão com toda a sensibilidade e habilidade possível.

Para Tarozzi (2011), a produção de dados não se constitui apenas num ambiente selecionado para a investigação, mas sim num cenário onde as relações humanas exigirão muito mais que técnicas de pesquisa. Merecem destaque as relações entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa que são construídas durante o desenvolvimento do estudo. São essas relações estabelecidas na produção de dados que irão garantir o sucesso da pesquisa de campo. Isso

exige do pesquisador sensibilidade para promover o diálogo e a receptividade no cenário de estudo.

Codificação Aberta – trata-se do primeiro passo analítico para o tratamento dos dados produzidos, por meio dela começo a compreender os nossos dados. Tem por objetivo fazer com que surja dos dados o maior número possível de categorias e conceitos, para isso, eles são codificados, comparados em busca de similaridades e diferenças com outros dados e designados em categorias. Para Tarozzi (2011), a codificação aberta,

[...] enquanto definida “aberta” uma codificação, comporta dois significados: por um lado é aberta porque o (a) pesquisador (a) se mantém aberto (a) aos dados, pronto (a) a acolher as solicitações que provêm dos mesmos; por outro lado, é aberta no sentido de que esse tipo de codificação visa abrir (*open up*) os dados, a explorar (explicitar) fragmentos de texto para fazer emergir todos os significados possíveis que o texto é capaz de gerar (Tarozzi, 2011 p. 125).

A codificação aberta é uma atividade criativa da pesquisadora, que, de acordo com seu conhecimento e experiência, procura defini-la da forma que melhor representa o tema de pesquisa. Esse processo é auxiliado pela sensibilidade teórica, que representa a criatividade do pesquisador na identificação, construção e mediação dos conceitos que compõem a categoria. Durante a codificação “A atenção cuidadosa com a codificação contribuirá para as nossas tentativas de entender as atitudes e os relatos, os cenários e as emoções, as histórias e os silêncios a partir da perspectiva dos nossos participantes de pesquisa” (Charmaz, 2009 p. 72).

Nessa fase, os dados são analisados detalhadamente, linha por linha, palavra por palavra, nesse sentido, os códigos emergem diretamente dos dados produzidos. Neste processo de codificação, linha por linha, palavra por palavra, o pesquisador deve acompanhar as imagens e os significados, observando a estrutura e o fluxo das palavras, e a forma como elas afetam a sua compreensão. Com relação aos códigos, eles procedem das linguagens, dos significados e das perspectivas pelas quais são acessados conhecimentos do mundo empírico, dos participantes e do pesquisador, os códigos podem ser representado por palavras que reflitam ação. Sendo assim, os dados são decompostos em partes; cuidadosamente examinados, comparados por semelhança e diferenças e são elaboradas questões sobre o fenômeno e seu reflexo nos dados (Charmaz, 2009).

Assim, conceituar os dados é o primeiro passo na análise, que se processa através da comparação constante evitando que fenômenos semelhantes sejam codificados com o mesmo código, de forma que na finalização se tenha uma quantidade de códigos definida que permita sua agregação. Sendo assim, nessa fase de codificação, várias categorias emergem dos dados e

se tornarão subcategorias da próxima fase de codificação, que é denominada de codificação axial.

Codificação Axial – “os objetivos são classificar, sintetizar e organizar grandes montantes de dados e reagrupá-los de novas formas após a codificação aberta” (Charmaz, 2009 p. 91). Isso permite ao pesquisador selecionar as categorias que julgue mais relevantes, buscando relações entre elas e suas subcategorias, nela se inicia o processo de reagrupamento dos dados, divididos durante a codificação aberta. Ou seja, o objetivo é aprimorar e diferenciar as subcategorias resultantes da Codificação Aberta.

A codificação axial é um conjunto de procedimentos após a codificação aberta em que os dados são colocados em uma nova forma, por meio das relações entre as categorias. Isto é realizado com o paradigma de codificação que envolve condições, contexto, estratégias de ação/interação e suas consequências (Strauss, Corbin, 1990, p. 96).

Nessa etapa, o pesquisador seleciona os fenômenos centrais para estabelecer as relações entre os códigos e as subcategorias, com o intuito de formar as categorias Axiais. Sendo assim, após identificar um fenômeno particular nos dados, começa-se a agrupar os códigos e as subcategorias em categorias. Charmaz (2009) destaca como os autores Strauss e Corbin (2008) aplicam um conjunto de termos para tornar visíveis as conexões entre os códigos, as subcategorias e as categorias.

Nesse esquema de organização, Strauss e Corbin incluem: 1) *condições*, as circunstâncias ou situações as quais determinam a estrutura dos fenômenos estudados; 2) *ações/interações*, a rotina dos participantes ou suas respostas estratégicas a questões, eventos ou problemas; e 3) *consequências*, efeitos das ações/interações (Charmaz, 2009 p. 91).

Strauss e Corbin (2008 p. 128) utilizam as “condições para responder às questões do tipo, por que, onde, como e quando”. As ações/interações solucionam perguntas do tipo por quem e como. Por sua vez, as consequências respondem às perguntas que questionam, o que ocorre por causa dessas ações/interações. A comparação e os questionamentos são dois procedimentos analíticos básicos que propiciam precisão e especificidade, características fundamentais aos conceitos.

Codificação Seletiva – possibilita ao pesquisador integrar e refinar categorias em um nível mais abstrato. Nessa etapa de codificação, o objetivo é desenvolver uma categoria central, onde as demais possam ser integradas (Strauss; Corbin, 2008).

A categoria central tem as seguintes características básicas: é recorrente, ou seja, está presente frequentemente nos dados e reúne as categorias e as subcategorias ao redor delas. Em outras palavras, a categoria central emerge no final da análise e forma a base ou o principal tema ao redor dos dados e perpassa pelas demais categorias. Nesse exercício reflexivo, o

pesquisador envolve-se na busca de respostas para os questionamentos suscitados levando a um aprofundamento da análise em torno das categorias em estudo, identificando suas características, ou seja, as diferentes formas que o fenômeno pode ser apresentado.

Há alguns passos a serem tomados, com o objetivo de integrar e refinar categorias, como: relacionar as categorias formuladas nas etapas anteriores em torno da categoria central, validar essas relações com os modelos e finalmente complementar com dados adicionais as categorias que necessitem de refinamento e/ou desenvolvimento. Esses passos não são, entretanto, lineares, segundo Tarozzi (2011, p. 78), “é uma fase extremamente complexa, não linear, feita de intuições, de fugas para frente e de retornos aos dados”.

Visualização das categorias ou teoria – A redução das categorias é o meio de se delimitar a categoria emergente. Nesse momento, é necessário estabelecer nexos entre as categorias e os temas que surgiram, tornando tudo isso um (único) modelo que explique todo o processo teórico que os conecta. Assim como em outras fases da categorização, ocorrem movimentos para frente e para trás, que atuam ora indutiva ou dedutivamente, ora analisando, ora sintetizando.

Nessa etapa final da categorização, ocorrem momentos em que o pesquisador pode descobrir consistências no grupo original de categorias ou suas propriedades e pode, então, formular a categoria com um grupo pequeno de conceitos de alta abstração, delimitando a terminologia e texto. Nesse momento, acontece o que chama-se de saturação, ou seja, as categorias encontram-se tão desenvolvidas teoricamente que não trazem informações novas.

Em suma, essa teoria ocorre simultaneamente em diferentes fases, permitindo ao pesquisador fazer modificações necessárias no transcorrer da análise dos dados.

4.1.4 Teoria Enraizada e os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva

A relação entre as duas abordagens de análise está no fato de ambas se relacionarem ao estudo dos aspectos experienciais do comportamento humano, ou seja, a maneira como as pessoas definem os eventos ou a realidade e como agem em relação a suas crenças.

Ao utilizar essas abordagens – a Teoria Enraizada e os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva – procurei nas ideias e conceitos discutidos pelos teóricos organizadores relações que pudessem favorecer a utilização. Enquanto metodologia de análise, as duas perspectivas apresentam-se como inovadoras e a exploração das ideias sobre os dados por meio de uma redação analítica desde o início da pesquisa, que permitem, sobretudo, conduzir, controlar e organizar a coleta de dados bem como, construir uma análise.

Outros pesquisadores vêm utilizando a Teoria Enraizada junto com outras abordagens de análise, como por exemplo, Seaman (2008) e Chiari, Borba e Souto (2019). Para Seaman (2008), a Teoria Enraizada pode ser integrada de forma flexível com as teorias existentes. O autor revisa como recente transformação da Teoria Enraizada, engaja-se no projeto de reposicioná-la como abordagem usando a Teoria da Atividade como um caso de teste e descreve vários métodos práticos implicados pelo uso conjunto das teorias. Segundo Seaman (2008), a abordagem de teoria fundamentada para a pesquisa da teoria da atividade, o pesquisador é capaz de se colocar em relação dialética com os dados, bem como com um ponto de vista teórico que oferece suas próprias diretrizes metodológicas e suposições.

Chiari, Borba e Souto (2019) discutem sobre o modo como a linguagem matemática formal, as Tecnologias Digitais, a internet, os ambientes virtuais de aprendizagem e a interação entre participantes podem influenciar e transformar a produção de conhecimento. Os autores argumentam sobre a contribuição mútua do uso da Teoria Enraizada e da Teoria da Atividade para a pesquisa.

Se, por um lado, a Teoria da Atividade evoca e destaca aspectos como unidade de análise, multivocalidade, historicidade e contradições internas, dando suporte para compreender as transformações que ocorrem a partir das interações que se estabelecem entre os seres humanos e o ambiente durante o desenvolvimento de atividades, a Teoria Enraizada sugere ferramentas analíticas que permitem materializar teorizações fundamentalmente emergentes dos dados (Chiari; Borba; Souto, 2019 p. 1261).

De acordo com esses autores, a Teoria da Atividade contribui com a ênfase histórica e cultural, enquanto a Teoria Enraizada sugere procedimentos analíticos detalhados, ambas interessadas em processos de mudança sociais. Para Chiari, Borba e Souto (2019), se, por um lado, os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva favorecem a compreensão do ensino e da aprendizagem, quando ocorrem interações que se estabelecem entre os seres humanos e as Tecnologias Digitais durante o desenvolvimento de atividades e destacam aspectos como unidade de análise, multivocalidade historicidade e contradições internas. Por outro lado, a Teoria Enraizada sugere ferramentas analíticas que permitem materializar teorizações fundamentalmente emergentes dos dados.

As possíveis tensões que envolvem as teorias podem ser relevantes para os teóricos fundamentados que podem recorrer cada vez mais às teorias existentes para ajudá-los a entender as multifaces das situações sociais que pesquisam.

4.2 Contexto e etapas do trabalho de campo

Concordo com os autores que dão sustentação metodológica para esta pesquisa, Creswell (2014), Borba, Araújo (2017), Borba, Almeida e Gracias (2020), Creswell e David Creswell (2021) quanto ao destaque que dão à necessidade de coerência e sintonia entre todas as partes que compõem a pesquisa, ou seja, que as vozes presentes na literatura, na metodologia de pesquisa, na proposta de ensino, no referencial teórico e na visão epistemológica do pesquisador estejam em harmonia com as demais vozes da pesquisa. Nessa ótica, busco por uma abordagem que favoreça o entendimento das inter-relações entre humanos e as distintas Tecnologias Digitais na construção do conhecimento matemático.

Assim, considerando o objetivo desta pesquisa, já mencionado, esta proposta de ensino visou ofertar aos alunos e professores palestra e oficinas de produção de vídeos digitais com vistas no ensino e na aprendizagem da Matemática e a participação no Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática.

A proposta de ensino da pesquisa está baseada na abordagem Experimental-Com-Tecnologias (Borba; Villarreal, 2005). Nela, o problema ou desafios matemáticos devem propiciar a possibilidade de se gerar conjecturas e realizar procedimentos de tentativa e erro para que se possam construir argumentações e, assim, aceitar ou refutar as hipóteses inicialmente formuladas. Borba e Villarreal (2005 p. 88) documentaram muitos casos que descrevem as ações dos alunos em uma abordagem experimental,

Nesta abordagem experimental, os alunos com calculadoras gráficas podem conjecturar e rejeitar proposições com base em uma combinação de experimentação e argumentos lógicos e desafiar as proposições de outros alunos depois de ganharem confiança em relação a alguns fatos e conjecturas. Refutações e demonstrações surgem frequentemente quando o professor sistematiza as diferentes investigações que foram realizadas por diferentes grupos (Borba; Villarreal, 2005 p. 88, tradução nossa)²⁸

A abordagem Experimental-Com-Tecnologias possibilita “navegar” em distintas metodologias e contribui para o ensino e a aprendizagem da Matemática sem a necessidade de memorização de fórmulas, regras, algoritmos e a utilização de estratégias rigorosamente elaboradas ou técnicas de resolução analítica. Essa proposta de ensino está de acordo com os referenciais teóricos desta pesquisa, pois o *feedback* dado pelas Tecnologias Digitais durante

²⁸ *In this experimental approach, students with graphing calculators may conjecture and reject propositions based on a combination of experimentation and logical arguments, and they challenge other students' propositions after they have gained confidence regarding some facts and conjectures. Refutations and demonstrations often arise when the teacher systematizes the different investigations that have been carried out by different groups* (Borba; Villarreal, 2005 p. 88)

uma experimentação pode gerar debates, discussões, questionamentos, ideias e diferentes possibilidades para a solução do problema em questão (Souto, 2013).

Pesquisas têm discutido (e.g Borba; Villarreal, 2005; Engelbrecht; Llinares; Borba, 2020; Borba, 2021) que a produção do conhecimento pode ser baseada na abordagem Experimental-Com-Tecnologias e que a internet tem transformado a sala de aula de matemática, as interações sociais, produção do conhecimento, e a formação de professores de matemática em que um problema matemático deve possibilitar a geração de conjecturas e argumentações de forma criativa e crítica.

Dessa maneira, a produção dos vídeos na produção de conhecimento matemático pode formar coletivos pensantes que possibilitam quebrar as paredes da sala de aula “cúbica” regular que está associada ao ensino tradicional, no sentido de identificar que matemática os alunos aprendem ao produzirem vídeos e ideias se manifestam quando eles estão presentes, e que tipos de problemas emergem (Borba, 2021). Essas concepções são ressonantes com o entendimento de que os vídeos produzidos e submetidos ao Festival carregam as intenções, as concepções de Matemática e de Educação Matemática, além dos modos de comunicação naturais ao contexto cultural em que foram idealizados e produzidos.

4.2.1 *Oficinas para a produção dos vídeos*

Para alcançar o objetivo desta pesquisa, foram elaboradas oficinas com o objetivo de apresentar algumas possibilidades de produção de vídeos digitais para o ensino e aprendizagem da Matemática. Nessas oficinas, a produção de vídeos foi abordada como forma de instigar a pesquisa, gerar interações e interatividade e construir conhecimentos matemáticos, além de proporcionar habilidades técnicas para que os alunos consigam fazer uso dos recursos das Tecnologias Digitais disponíveis para produções de vídeos.

As oficinas foram organizadas em nove encontros que apresentam etapas para produção de vídeos, como elaboração de roteiro, detalhes de pré-produção, gravação e *softwares* para edição de vídeos. Na Figura 34, na sequência, podem ser vistos os passos realizados durante as oficinas:

Figura 34: Passos das oficinas para a produção dos vídeos

Fonte: elaborado pela autora.

No primeiro encontro, foram desenvolvidos os passos 1 e 2 apresentados na Figura 34. Em que ocorreu a apresentação do seminário, um momento de bate-papo e troca de ideias sobre as potencialidades do uso das Tecnologias Digitais e, em especial, dos vídeos digitais para o ensino e a aprendizagem da Matemática. Nesse encontro, também ocorreu uma conversa com os professores e alunos sobre a participação no VI Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, no qual a pesquisadora apresentou-lhes alguns vídeos das edições anteriores. Esse encontro também foi destinado à organização dos grupos, foi observado, a experiência do trabalho coletivo, como os alunos respeitam as opiniões e aprendem a gerenciar conflitos.

No segundo encontro, passos 3 e 4, foi criado um grupo no *Google Sala de Aula*, um ambiente *online* onde a pesquisadora, professores e alunos compartilharam ideias e dúvidas, e a pesquisadora acompanhou as interações entre os grupos, professores e mídias, observando as tensões e as possíveis transformações. Além disso, os alunos tiveram a opção de escolher um conteúdo ou mais da disciplina de Matemática, presente no currículo do 2º e do 3º ano do Ensino Médio e foi aplicado o primeiro questionário. Os alunos realizaram, pesquisas sobre os conceitos matemáticos, a utilização desses conceitos na prática e a relação com outras áreas do conhecimento. Para isso, os participantes utilizaram, além do livro didático, o laboratório de informática da escola com acesso à internet e celulares.

Figura 35: Cenas dos grupos produzindo vídeos

Fonte: elaborado pela autora baseado nos registros fotográficos dos participantes da pesquisa.

Na Figura 35, os alunos e a pesquisadora estão usando máscara, devido às exigências da escola, com o intuito de evitar a transmissão do coronavírus, porém, em algumas imagens foram retiradas as máscaras, somente, no momento da foto. Vale ressaltar que a produção dos dados foi realizada no momento de transição do retorno das aulas presenciais, com algumas flexibilidades.

A apresentação e seleção de alguns *softwares* para a produção, edição, gravação, além daqueles que podem auxiliar no conteúdo e edição de áudio e animação foi realizada no terceiro encontro (passos 5 e 6 da Figura 34). Tais como, *Paint*, *Power Point* e *Windows Movie Maker*, *InShot*, *YouCut*, a pesquisadora deixou livre o uso de outros *softwares*, dos quais os alunos possuíam melhores experiências. O *Paint* e o *Power Point* permitiram o uso de texto, imagens, música e animações, e possibilitaram aos alunos construções e representações criativas dos conceitos matemáticos e a elaboração e transmissão de ideias para o vídeo. Já os *softwares* de produção e edição de vídeos foram o *Windows Movie Maker*, *InShot* e o *YouCut*, que proporcionaram a criação de efeitos nos seus vídeos, como a inserção de músicas, títulos, subtítulos, cortá-los, ordená-los, acrescentar legendas, transições, dentre outros efeitos e técnicas visuais, disponíveis nos *softwares*.

Também, foi apresentado e disponibilizado no *Google Sala de Aula* o guia Luz, Câmera: Educação Matemática em Animação do projeto “Matemática e *Cartoons* na Educação Básica e Superior de Mato Grosso” (M@ttoon) (Souza; Souto, 2018). Esse encontro também foi destinado a discussões sobre alguns procedimentos para a produção de um vídeo, tais como,

definição do tipo de vídeo (*cartoons, screencasts*). Esse terceiro encontro, também foi destinado para discutir sobre os modos de elaboração de um roteiro.

No quarto encontro, passo 7 da Figura 34, foi disponibilizado um tempo para que os alunos, em grupos, escrevessem o roteiro de acordo com os personagens e conteúdo definido. Nesse momento, os grupos trocaram ideias e discutiram os conceitos matemáticos e suas possíveis aplicações, relacionando-os ao seu dia a dia.

Devido à importância da escrita do roteiro na organização e planejamento do vídeo, sobrelevo que o uso dele como um instrumento auxiliar pode facilitar a produção e deixar o conteúdo mais atrativo e efetivo, culminando em resultados promissores. Foram realizadas orientações e disponibilizados materiais quanto à elaboração do roteiro, entre eles, uma apostila criada por Fontes (2019) que contém sites para a criação de vídeos de animação, apresentação de *softwares* para edição de vídeos, modelo de roteiro e o documento no qual explicava a proposta e a dinâmica da escrita do roteiro. Alguns detalhes podem ser vistos no Quadro 9.

Quadro 9: Algumas dicas para a escrita do roteiro

APRESENTAÇÃO	Parte do texto em que são apresentados alguns personagens e expostas algumas circunstâncias da história, como o momento e o lugar em que a ação se desenvolverá.
PROBLEMATIZAÇÃO	Parte do enredo em que as ações e os conflitos são desenvolvidos, conduzindo o enredo ao clímax.
ÁPICE	Ponto em que a ação atinge seu momento crítico, momento de maior tensão, tornando o desfecho inevitável.
DESFECHO	Uma possível solução do conflito produzido pelas ações dos personagens.

Fonte: elaborado pela autora.

No roteiro, foram descritas todas as informações técnicas para a filmagem, falas, depoimentos, indicação de trilhas e instruções para edição ou no caso de uma animação e a descrição das telas. Outros detalhes e informações da produção dos vídeos também foram discutidos nesse momento, como: público alvo, tema, conteúdo, sinopse, objetivo, relevância do tema, fontes, formato, material e descrição das cenas.

Os dois encontros seguintes (quinto e sexto – passos 8 e 9 da Figura 34), foram voltados a gravações e edições dos vídeos. Vale destacar que os alunos ficaram livres para a escolha dos personagens e modos da abordagem, podendo executar essa tarefa da maneira que julgarem mais adequada ou interessante.

Os sétimo e oitavo encontros foram dedicados às apresentações dos vídeos para a pesquisadora e professores, juntamente com o grupo de alunos (passos 10, 11 e 12 da Figura 34). O objetivo dessas etapas foi realizar uma avaliação/socialização e troca de informações sobre os conceitos matemáticos exibidos/explorados nos vídeos, a fim de propor correções e reformulações (se necessárias) ou acrescentar novas ideias.

O nono e último encontro foi destinado à apresentação das versões finais dos vídeos produzidos para os colegas, professores participantes da pesquisa e equipe gestora da escola, com o intuito de proporcionar aos demais alunos que visualizem o trabalho de todos os grupos. Além disso, realizei as submissões dos vídeos no VI festival. Com relação à participação no Festival, dos doze vídeos produzidos, oito foram submetidos no festival, sendo, quatro aceitos e um recebeu menção honrosa.

Figura 36: Momentos das apresentações dos vídeos



Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 36 apresenta momentos das exibições dos vídeos para os demais grupos, professores e equipe gestora. Cabe destacar que foi um grande desafio envolver os alunos na proposta de ensino, ou seja, que eles participassem efetivamente das oficinas. Isso porque as oficinas foram realizadas nos meses de fevereiro e março de 2022, momento em que os alunos estavam voltando às aulas presenciais. Para sistematizar as ações realizadas nas oficinas elaborei o Quadro 10:

Quadro 10: Cronograma das oficinas

Cronograma das oficinas		
Encontros/ passos	Datas	Ações
1º 1-Trocas e geração de ideias; 2-Organização das equipes.	09/02/2022 10/02/2022 11/02/2022	-Seminário com bate papo e trocas de ideias sobre limites e possibilidades do uso das TD e vídeos; -Aplicação do primeiro questionário, sendo individuais pois se tratava de perguntas pessoais (Apêndice E); -Proposta para a participação no VI Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática; -Organização dos grupos.

2º 3-Escolha do tema/conteúdo; 4-Google Sala de Aula.	14/02/2022 15/02/2022 16/02/2022	-Criação dos ambientes virtuais (<i>Google sala de aula/WhatsApp</i>), as interações nos ambientes virtuais ocorreram em todo o período da produção dos dados para troca de ideias, textos e aplicativos; -Escolha dos temas ou conteúdos matemáticos.
3º 5-Apresentação de <i>softwares</i> ; 6- Resumo do roteiro.	17/02/2022 18/02/2022 21/02/2022	-Apresentação e seleção de alguns <i>softwares</i> ; -Escrita do resumo do roteiro.
4º 7-Roteiro.	22/02/2022 23/02/2022 24/02/2022	-Escrita do roteiro, com detalhes sobre os personagens, som, imagens, etc....
5º e 6º 8 e 9- Gravação dos vídeos.	25/02 a 14/02/2022	-Gravação e edição dos vídeos.
7º e 8º 10-Exibição dos vídeos para os grupos; 11-Trocas de ideias; 12-Reformulação.	15/03	-Exibição dos vídeos para os grupos, momento para trocar ideias e reformulação dos vídeos; -Aplicação do segundo questionário, sendo esse em grupo pois se tratava da produção do vídeo.
9º 13-Exibição final;14-Submissão para o VI festival	17/03/2022 18/03/2022	-Apresentação final; -Realização das entrevistas (Apêndice D)

Fonte: elaborado pela autora.

No Quadro 10, é possível identificar quais foram os passos realizados em cada encontro e as datas, assim como as ações desenvolvidas. Vale ressaltar que devido ao número de alunos foi necessário dividi-los em grupos e realizar três oficinas com os mesmos passos, isso possibilitou melhor acompanhamento pela pesquisadora. Ainda no Quadro 10, pode ser visto os momentos em que ocorreram as entrevistas e as aplicações dos questionários, sendo que as observações foram realizadas durante toda a produção de dados.

Se, por um lado, foi difícil de repente estarem todos em casa e se adequar ao ensino remoto. Por outro, mudar a rotina novamente e se ausentar da segurança que o lar representa, pode também gerar alguns impactos. O cenário da sala de aula, remetia ao do ensino remoto, como se os alunos ainda estivessem “com as câmeras desligadas” sem ânimo e motivação para participar da proposta. Foi necessário criar meios de instigar, sensibilizar e motivar os alunos para a produção de vídeo, provocar entre eles, o interesse, a percepção, o desejo, a autoconfiança, a autoestima e a persistência, ou seja, desenvolver ações socioemocionais para minimizar os efeitos causados tanto pelo isolamento social quanto pelo distanciamento escolar.

5 AS CATEGORIAS EM “CENAS”

A apresentação dos resultados da pesquisa é o momento de organizar os dados. É hora de juntar todo o material que foi gravado e anotado em notas, transcrevê-los e organizá-los, descartar o que não contribui para o alcance do objetivo da pesquisa. Borba, Almeida e Gracias (2019 p. 84) destacam que “a voz predominante é a voz dos dados que, inicialmente, tem uma força muito grande. Aparecem aí as vozes dos sujeitos da pesquisa e, implícita ou explícita, outras vozes, como as das mídias utilizadas”. Além disso, para esses autores, os dados são construídos pelas inquietações do pesquisador que vai tecendo um diálogo com as vozes dos sujeitos da pesquisa, com a literatura e sob as lentes teóricas, ou seja, é o momento de entrelaçar todas as vozes da pesquisa. Vale destacar que as inquietações têm relação direta com a pergunta desta pesquisa, aqui, reiterada: **como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzirem vídeos matemáticos?**

Neste capítulo, abordo como foram realizadas algumas das etapas de análise dos dados, por meio da Teoria Enraizada, que consiste em uma série de procedimentos – detalhados e sistematizados de comparação – realizados em três fases: a primeira entre os dados; a segunda entre as categorias; e a terceira entre os fenômenos descobertos.

Cabe ressaltar que não utilizo todas as etapas e procedimentos propostos por Strauss e Corbin (2008). Busquei nos dados elementos para realizar a Codificação Aberta, ou seja, para fazer emergir dos dados os códigos, com isso, procurei similaridades e diferenças e denominei as subcategorias. Realizei também a Codificação Axial que consiste no desenvolvimento das categorias produzidas na Codificação Aberta em termos de propriedades e dimensões. E, por fim, desenvolvi a Codificação Seletiva, último nível, no qual busquei as categorias centrais nas quais todas estão relacionadas com os demais procedimentos realizados, ou seja, a categoria central integrou todas as outras e expressa a essência do fenômeno pesquisado.

Organizei os procedimentos de codificação nas seguintes etapas: a primeira destaca como realizei a organização dos dados produzidos para iniciar as codificações; a segunda contempla a apresentação dos vídeos produzidos; a terceira aborda a Codificação Aberta; a quarta, a Codificação Axial; e quinta, a Codificação Seletiva. Pontuo a presença do olhar da pesquisadora à luz dos referenciais teóricos no intuito de expor os questionamentos e interpretações da pesquisa.

5.1 Apresentação dos vídeos

Quanto à proposta de produção de vídeo, os alunos ficaram livres para a escolha do tema ou conteúdo, podendo ou não estar relacionado com o currículo do 2º e 3º ano do Ensino Médio. A nuvem de palavras, na sequência, apresenta de forma resumida os conteúdos matemáticos mais comuns escolhidos pelos alunos.

Figura 37: Nuvem de palavras com os conteúdos matemáticos dos vídeos



29

Fonte: elaborado pela autora.

Como pode ser observado, na Figura 37, os conteúdos com mais incidência foram regra de três e porcentagem, o que pode estar relacionado à prática histórica de abordagem de problemas que envolvem proporcionalidade atrelada com explicações cotidianas do aluno.

Foram produzidos doze vídeos, com duração máxima de seis minutos cada e suas características são apresentadas no quadro intitulado ficha técnica, sendo elas: título, tema e conteúdo matemático explorado; recursos; observações da pesquisadora; endereço para visualização completa do vídeo; e o cantinho do prazer³⁰. A intenção é que a descrição do vídeo permita que alguém que não tenha visto o vídeo possa estar ciente e “uma ideia objetiva do conteúdo” (Powell; Francisco; Maher, 2004, p. 20).

O Quadro 11 apresenta imagens estáticas dos 12 vídeos, além do título, tema/conteúdo, recursos tecnológicos utilizados, números de alunos que participaram da produção do vídeo e o cantinho do prazer da pesquisadora em cada vídeo.

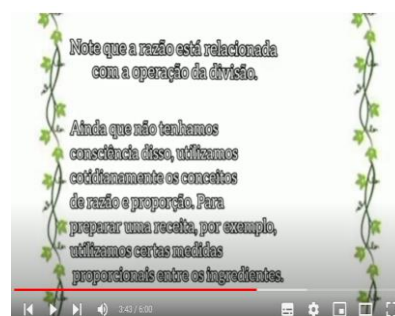
²⁹ Site utilizado para a produção da nuvem de palavras, <https://wordart.com/create>

³⁰ Trata-se de uma metáfora para relacionar a parte do vídeo que mais chamou a atenção da pesquisadora, prática utilizada nas aulas do professor Dr. Marcelo de Carvalho Borba.

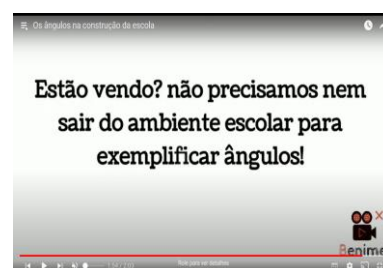
Quadro 11: Ficha técnica dos vídeos

Título	A matemática e a desigualdade social.	Cantinho do prazer
Tema/Conteúdo	Questões sociais, como o aumento do gás e LGBTQIA+, entre outras - regra de três e porcentagem.	
Recursos/ Número de alunos - quatro	<i>Softwares</i> como <i>power point</i> para desenhar os frames e editar o vídeo, utilizaram imagens da internet e seus próprios celulares para as gravações dos áudios.	tempo: 3:12/4:48
Observações	Os produtores fazem parte da população que sofre com a desigualdade social. No atual contexto vivido pelos alunos, eles procuraram entender como o aumento do gás atinge principalmente essa parte da população, nas palavras de um dos alunos “lá em casa está muito difícil”.	
Endereço	https://youtu.be/t5KENdppJzw	
Título	Desmatamento e a Matemática	
Tema/Conteúdo	O Desmatamento da região/Regra de três.	tempo: 00:45/00:54
Recursos/ Número de alunos - sete	Videoscribe – criador de vídeo que permite fazer animações no estilo mão desenhando e escrevendo no quadro branco de forma simples e prática, direto do seu celular. Além de utilizaram imagens da internet e seus próprios celulares para as gravações dos áudios.	
Observações	Em suas pesquisas, os alunos foram surpreendidos com a descoberta de que sua região era uma das mais desmatadas nos últimos anos. No vídeo apresentam um contexto geral e realizam os cálculos do crescimento do desmatamento do município, apresentando questionamentos no final do vídeo.	
Endereço	https://youtu.be/LCY8_nJSXHI	
Título	Fatorial	
Tema/Conteúdo	Fatorial.	tempo 3:17/4:24
Recursos/ Número de alunos - oito	Os alunos utilizaram o próprio celular para gravar as imagens. Para a elaboração das camadas explicativas utilizaram o <i>power point</i> e na edição o <i>CapCut</i> .	
Observações	As gravações foram realizadas na sala de informática da escola. O conteúdo escolhido pelos alunos foi Fatorial, pois esse seria ministrado no próximo bimestre. Entre as tensões para entender a linguagem da Matemática, os alunos se divertiram muito na produção do vídeo.	
Endereço	https://youtu.be/nmmJOM91ab4	
Título	Pitágoras e a matemática da música	
Tema/Conteúdo	A história da Matemática relacionada com a música.	tempo: 4:11/5:00
Recursos/ Número de alunos - cinco	<i>Videoscribe</i>	
Observações	Os alunos procuraram relacionar a Matemática com algo que eles gostavam muito, a música. O vídeo apresenta as descobertas de Pitágoras para a construção das notas musicais.	
Endereço	https://youtu.be/VTwdC42RCew	

Título	Matemática Básica
Tema/Conteúdo	Progressão Aritmética; Operações com frações; Razões e Proporções; Porcentagem; Jogo de sinais.
Recursos/ Número de alunos - cinco	<i>Softwares</i> como <i>power point</i> para fazer a apresentações dos <i>frames</i> , celular para gravar os áudios
Observações	Durante as pesquisas para decidirem o que iriam apresentar no vídeo, os alunos relataram suas dificuldades com a Matemática. E como certos conteúdos eram importantes como base para outros. Então decidiram produzir um vídeo que apresentasse uma revisão dos conteúdos relatados.
Endereço	https://youtu.be/DcGX-UCeAc
Título	Os ângulos na construção da escola
Tema/Conteúdo	Ângulos
Recursos/ Número de alunos - dois	Editor Benime - Permite adicionar músicas, narrações e sons, possui animações de quadro branco com elementos integrados.
Observações	As alunas buscaram na própria arquitetura da escola formas que representassem ângulos. Isso porque, elas queriam observar a Matemática aplicada em algo que pudessem ver.
Endereço	https://youtu.be/KgxwC46p3VY
Título	Como calcular a área e o perímetro do círculo.
Tema/Conteúdo	Área e perímetro do círculo/regra de três
Recursos/ Número de alunos - seis	Celular para gravar imagens e som e o aplicativo <i>inshot</i> para editar o vídeo.
Observações	Os alunos apresentam os elementos do círculo e da circunferência e os cálculos da área e perímetro. Para exemplificar utilizam a compra de pizzas P, M e GG e utilizando o cálculo da área e utilizando regra de três demonstram qual a melhor opção.
Endereço	https://youtu.be/3aASZr3T3Mg
Título	Matrizes no dia a dia
Tema/Conteúdo	Matriz.
Recursos/ Número de alunos - dois	Vivavideo.
Observações	As alunas relacionam o uso das Matrizes com outras áreas do conhecimento e sua aplicação na prática. Apresentam a lei de formação da matriz e apesar de apresentar a adição e subtração de matrizes não explicam como realizar essas Operações.
Endereço	https://youtu.be/RFSqDizogss
Título	Juros
Tema/Conteúdo	Juros simples
Recursos/ Número de alunos - sete	Celular para gravar as imagens e <i>inshot</i> para editar o vídeo.
Observações	Os alunos procuram por um conteúdo matemático que de alguma maneira se relacionava com o dia a dia deles. As gravações



tempo 3:31/3:48



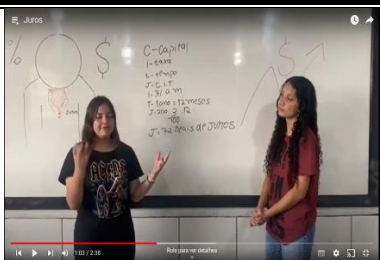
tempo 1:59



tempo 2:32



tempo 00:45/1:10

Endereço	foram realizadas em uma sala de aula https://youtu.be/TW2uXR8UnDQ	 tempo 2:01/2:30
Título	A história da Matemática	
Tema/Conteúdo	História da Matemática/mulheres em cena.	
Recursos/ Número de alunos - seis	Celular e editor <i>movie maker</i>	
Observações	Durante as pesquisas sobre a história da Matemática, os alunos levantaram um questionamento “porque sempre escutamos o nome dos grandes matemáticos? Cadê as mulheres”, sendo assim, eles contaram um pouco da história da Matemática e em seguida apresentaram o nome de grandes mulheres que contribuíram para essa ciência destacando a necessidade do reconhecimento e a valorização delas.	 tempo 3:49/4:09
Endereço	https://youtu.be/YCXaro-NPT0	
Título	Geometria analítica e o plano cartesiano	
Tema/Conteúdo	Plano cartesiano/cálculo da distância entre dois pontos	
Recursos/ Número de alunos - cinco	Celular e editor <i>movie maker</i>	
Observações	O vídeo apresenta o contexto histórico do plano cartesiano trazendo as contribuições do matemático Rene Descartes. Os alunos desenvolvem a operação da distância entre dois pontos. A escolha desse conteúdo se deu pelo fato dos alunos estarem estudando-o no momento da proposta de produção do vídeo.	
Endereço	https://youtu.be/2vqPMbkDs-E	
Título	Plano cartesiano: Manda a localização	
Tema/Conteúdo	Coordenadas geográficas e o plano cartesiano.	
Recursos/ Número de alunos - cinco	Celular e editor <i>CapCut</i> .	
Observações	Os alunos estavam estudando Geometria analítica e queriam relacionar com o cotidiano. Em suas pesquisas descobriram que os Gps utilizam coordenadas cartesianas, sendo assim, apresentam a história e construção do Gps e sua aplicação.	
Endereço	https://youtu.be/Bc0wby-pNgM	 tempo 00:20/00:37

Fonte: elaborado pela autora.

Esses vídeos estão hospedados no canal do GPIMEM³¹ e podem ser assistidos pelos *links* disponíveis no Quadro 11 ou acessando diretamente o canal. Além disso, alguns vídeos podem ser encontrados no *site* do festival³².

Como já destacado por Borba, Souto e Canedo (2022) os vídeos são impregnados de humanidade, de intencionalidade, de múltiplas vozes, que relacionam o conhecimento matemático com outras áreas do conhecimento, além de explorarem questões sociais, históricas e culturais. Diante disso, a análise realizada nos vídeos levou em consideração esses aspectos discutidos pelos autores, ou seja, para além de características técnicas, o sentido dos discursos, narrativas, imagens, ações, sons, músicas, comportamentos, representações, símbolos, metáforas.

Entre as características na produção dos vídeos, observo a preocupação de relacionar os conteúdos matemáticos com aplicações do dia a dia. Ao assistir os vídeos, pode-se observar as vozes dos alunos na escolha dos temas/conteúdo e na busca de informações na internet para elaborar a linguagem e as imagens matemática, assim como, para relacionar variáveis com o uso de modelos matemáticos. Ou seja, eles mudaram a forma utilizada para explicar o conteúdo do vídeo, ao recorrerem a outros modos, de explicar a matemática da sala de aula.

Na sequência, destaco como foram organizados os dados da pesquisa e sua categorização.

5.2 Organização dos dados

Após finalizar a produção dos dados, iniciei o processo de leitura e transcrição das partes relevantes das entrevistas, dos questionários, das observações – feitas em notas de campo – e dos registros audiovisuais, além dos diálogos realizados no *Google* sala de aula e nos vídeos produzidos pelos alunos. Em seguida, assisti todos os vídeos produzidos pelos alunos, realizei as fichas técnicas dos vídeos, transcrevi as informações e organizei as imagens (fotos, vídeos e imagens dos vídeos) obtidas nos vídeos e durante a produção.

Vale ressaltar que as análises na TE iniciam durante a produção dos dados, em que os pensamentos, as interpretações, as questões e direcionamentos do pesquisador estão presentes em todos os momentos da produção de dados. Strauss e Corbin (2008), afirmam que a organização dos dados representa um momento importante para o desenvolvimento das categorias, em que conceitos e novas relações são descobertos. No entanto, não se pode fazer a

³¹ <https://www.youtube.com/gpimem>

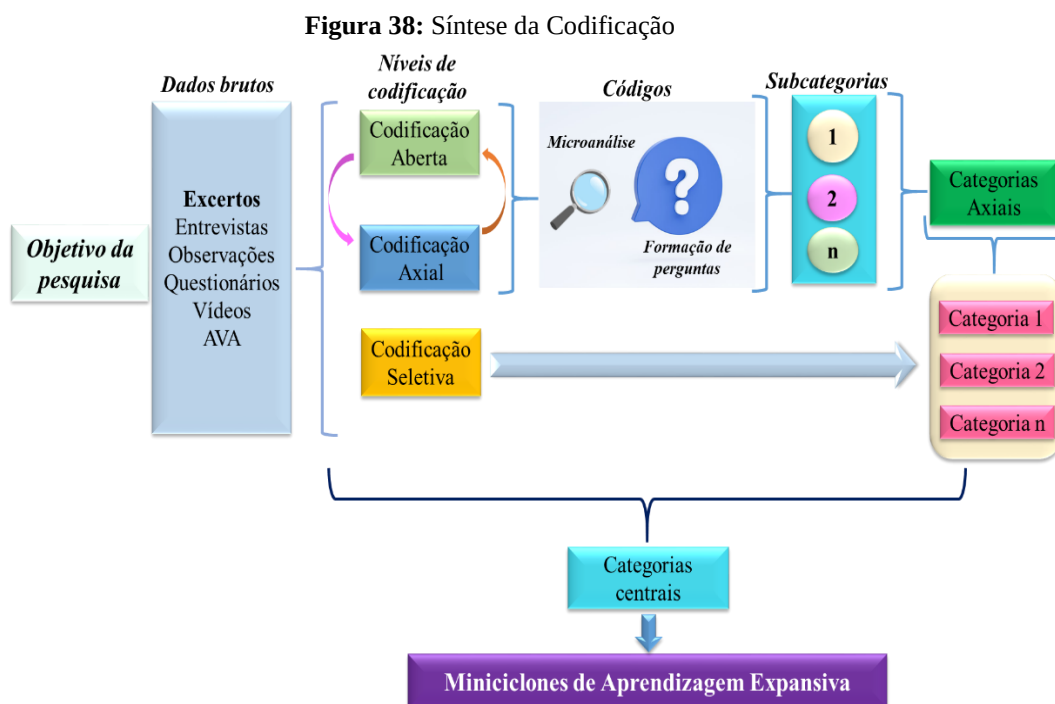
³² <https://www.festivalvideomat.com/>

organização e análise dos dados sem entender algumas técnicas e procedimentos específicos que podem ser usados para abrir o texto e descobrir seus significados e variações.

Para facilitar a visualização dos processos de análise dos dados, organizei todo o material produzido em arquivos e documentos de texto (*word*), identificando os procedimentos, sua fonte e origem. Além disso, com o intuito de facilitar e não perder “detalhes” presentes nos dados, utilizei o *atlasti.com*, o qual possibilitou refinar e estruturar os dados, por meio, de códigos para marcar *insights* qualitativos e adotar a codificação automática. Essas técnicas (*word* e *atlasti.com*) permitiram que o trabalho de análise e codificação fluísse mais facilmente, pois os dados estavam organizados conforme seu formato.

Ao construir os arquivos – em notas de análise – foi possível anotar as percepções, os resultados das comparações, ou seja, registrar o caminho seguido pelas interpretações e integração entre os dados. Esses arquivos serviram como um roteiro utilizado na produção dos vídeos, esquematizando graficamente a ordem em que as principais notas foram criadas.

A figura, a seguir, apresenta as etapas de codificações realizadas, cuja compreensão é necessária para o entendimento dos relatórios gerados.



Fonte: elaborado pela autora (baseado em Silva, 2018).

A Figura 38 representa uma síntese dos processos da Teoria Enraizada que foram utilizados nesta pesquisa. Para desenvolver os processos de codificação, iniciei pela transcrição dos dados e organizando-os em excertos, identifiquei nos excertos incidências para formular os códigos e as subcategorias. Com intuito de chegar às categorias, formulei questionamentos e comparações teóricas, em um movimento de ida e volta nos dados. Essas ações, permitiram-me

identificar variações nos padrões dos dados que ainda não estavam bem claras (Strauss; Corbin, 2008).

Dando prosseguimento, com as Categorias Axiais, por meio, dos conceitos, propriedades e dimensões, foram realizados os agrupamentos em categorias maiores e, em nível conceitual, mais globalizadores e, por fim, o desenvolvimento desses processos culminou no surgimento das categorias centrais. Os Miniciclones foram utilizados para analisar os movimentos que ocorreram nos sistemas de atividade que se desenvolveram por meio dos dados de cada categoria central.

5.3 Codificação Aberta: a “voz” dos dados

Após discutir sobre as formas de desenvolvimento das etapas de Codificação Aberta, Axial e Seletiva (seção 4.1.3), agora, chega o momento de iniciar a atividade e colocar em prática as ideias e discussões. Desse modo, iniciei o primeiro passo na análise dos dados que é a **Codificação Aberta**, a qual é definida por Strauss e Corbin (2008, p. 103) como “processo analítico por meio do qual os conceitos são identificados, e, suas propriedades e dimensões são descobertas nos dados”. Isto é, para revelar, nomear e desenvolver categorias deve-se abrir os textos transcritos dos dados e expor pensamentos, ideias e significados que eles contêm. Nessa etapa, são discutidos os procedimentos e as técnicas de análise.

Vale, aqui, destacar que quando os autores Strauss e Corbin (2008) e Tarozzi (2011) utilizam o termo “dados” referem-se aos relatos das entrevistas, às ações reais lembradas e às observações. Esse conjunto é reunido pela pesquisadora, a qual desenvolve as interpretações de observadores desses fatos, acontecimentos e ações que fazem interações entre esses dados e a pesquisadora.

No caso desta pesquisa, ainda saliento as narrativas e imagens dos vídeos produzidos, nos quais, verifiquei as estratégias narrativas adotadas pelos autores dessas produções com vistas a expressar suas ideias matemáticas e atingir um público, observando os detalhes dos movimentos corporais, os ruídos e outros tipos de sons que podem ser classificados como expressões.

Com os dados já organizados (*word e atlasti.com*), como apresentado na seção 5.2, iniciei o processo de codificação, no qual procurei identificar alguns aspectos que surgiram durante a produção dos vídeos, tais como encontros de ideias, elementos e características que pudessem ser agrupados, em códigos e/ou palavras.

Como exemplo para situar o leitor, apresento, a seguir, exemplos de um processo de codificação, ou seja, a nomeação de conceitos em um dos relatos dos alunos durante as discussões que foram realizadas nas entrevistas, questionários e nos diálogos do *Google* sala de aula. Como mostra o Quadro 12, iniciei o processo de Codificação Aberta utilizado para o surgimento dos códigos.

Quadro 12: Formando os códigos

Dados produzidos nas entrevistas e nos questionários	Códigos abertos
Muitas vezes ficamos tão preso à Matemática dos livros e da sala de aula que não conseguimos ver a simplicidade dela. Eu gosto quando a matemática explica e não complica. Quando tem um monte de conta que não mostra nada. Assim, só chega em um número [que não traz uma explicação do contexto]. Mamão. Gostar de mamão? Não gosto! Mas como tenho problemas de intestino preso ele me faz bem. Gostar da Matemática? Não gosto! Mas preciso dela para chegar aos meus objetivos. Limão, é uma fruta azeda e com um gosto desagradável na primeira interação. Mas caso você saiba fazer suco ou outras receitas ele nunca será a mesma fruta. Muitas coisas, a matemática ajuda na nossa vida, tipo nas compras, na hora de dividir um espaço, medir o tempo e realizar cálculos. Olha tem horas que [o professor] inventa umas contas com tantas letras e dificuldades que a gente se perde e fica sem saber o que fazer. No nosso vídeo tudo pareceu simples.	-Imagem da Matemática -Importância da Matemática -Desafios e rejeições da Matemática -Resistência e temor
Nosso objetivo de primeiro foi buscar um tema, tipo, algo que estivesse relacionado ao nosso contexto [questões relacionadas aos problemas do Brasil], somente depois trazer a Matemática para explicar essas questões [sociais]. Olha a melhor vantagem foi a oportunidade das nossas escolhas dos temas. Não escolhemos um conteúdo, falamos da relação de Pitágoras com a música e a matemática. Por ser algo muito presente no nosso dia a dia e mostrar como a matemática está presente em tudo. Se pensar que a matemática não é só conta, podemos dizer que aprendemos sua construção e o reconhecimento das mulheres nesse cenário tão machista. Queríamos algo para retratar uma realidade no Brasil e a Matemática foi a base para deixar claro, por exemplo o desmatamento no nosso município. A produção do vídeo foi além da matemática apresentada, olhamos também para a questão ambiental.	-Matemática no dia a dia -Construção da cidadania -O “fazer” matemática -Comunicando e socializando experiências -Pensamento crítico -Competências emocionais e sociais
Todos realizaram pesquisas em diversos sites sobre o tema, fizemos um grupo [WhatsApp] para compartilhar as informações, depois nos reunimos para escrever o roteiro. As pesquisas foram realizadas na internet, foi fácil, tem muito reportagem, documentários e site que tratava do nosso tema.	-Pesquisas na internet e no Google -Produções coletivas -Tomada de decisões.
As possibilidades de realizar pesquisas na internet sobre o assunto foram muito grandes, aí entramos em uma discussão sobre a melhor maneira de apresentar. Cada um com uma ideia diferente e só tínhamos 6 minutos. Aprendemos a usar novos programas [de edição] que ainda não havia usado. Realizamos várias pesquisas sobre o conteúdo, assistimos vídeos aulas e trabalhamos em grupos. Uso o celular para fazer contas ou procurar resposta de algum assunto	-Poder de ação da mídia -Desenvolvendo a argumentação -As possibilidades das TD

As pesquisas foram realizadas na internet, foi fácil, tem muito reportagem, documentários e site que tratava do nosso tema. Você escolhe o que quer fazer, pesquisa, grava e edita, na sala você escuta a explicação e resolve os exercícios. Todos realizaram pesquisas em diversos site sobre o tema, fizemos um grupo [WhatsApp] para compartilhar as informações, depois nos reunimos para escrever o roteiro. O uso de vídeos na aprendizagem torna o ensino muito mais dinâmico.	
[...] achei massa as discussões para chegar nos resultados e as pesquisas que realizamos. [...] precisa trabalhar em grupo, compartilhar ideias e escrever o roteiro com detalhe para facilitar na hora da gravação O conteúdo “fez” mais sentido quando a gente mesmo constrói a ideia. Sim, é uma forma de aprendizado por conta própria e é muito interessante debater e trabalhar coletivamente nesse assunto [história da matemática – mulheres em cena]. Uns dois maiores desafios encontrados foi entrarmos em um consenso pois tínhamos diversas opiniões. Nunca [tinha estudado o conteúdo escolhido para o vídeo desta forma]. Sempre foi a professora de matemática que ensinava. O que mudou? Foi por que a gente mesmo pesquisou sobre o conteúdo.	-Geração de ideias -Espaços colaborativos -Poder de negociação -Alunos proativos e protagonismo
Eu me senti mais ativo. Eu gostei da oportunidade de não ter que ser o conteúdo do livro didático. Eu tive que me preparar [aprender] para ensinar meus colegas e foi legal quando eles falaram que gostaram. Busquei ajuda no site e com o professor. Sempre foi a professora de matemática que ensinava. O que mudou? Foi por que a gente mesmo pesquisou sobre o conteúdo. Bem mais legal produzir o vídeo do que ficar sentado só ouvindo. A oportunidade foi estudar do nosso jeito. Sem precisar de professor ou ficar na sala. Tivemos que planejar, definir nosso tema, dividir as atividades e ainda organizar nosso trabalho. Bem diferente do que estamos acostumados em sala de aula. Que além de nós mesmas, precisamos dos colegas para conseguirmos fazer um vídeo.	-Autonomia -Construção da própria aprendizagem -Criatividade -Trabalho em grupo
Sim, me sinto preparada para iniciar o próximo conteúdo. Todos os nós [alunos] gostamos de vídeos, o desafio foi usar para aprender um conteúdo Matemático. Gostei mais de aprender a matemática quando fez essa mistura de tecnologia e ensino. Ver que a Matemática pode estar relacionada no desenvolvimento de muitos aparelhos [como o GPS]. Com a produção do vídeo o conteúdo sobre os ângulos ficou mais na nossa cabeça. Entendemos um pouco sobre fatorial, foi descoberto formas de resolver um fatorial, sim mudou um pouco. Facilita a explicação e a aprendizagem e é muito mais eficiente.	-Aprendizagem da Matemática -Interpretando e assimilando os conteúdos - Lógica e argumentação

Fonte: elaborado pela autora com base nos dados obtidos.

Com base na Codificação Aberta, foi possível identificar alguns códigos e examiná-los por meio de comparações e questionamentos, no intuito de observar as similaridades e diferenças que podem existir entre eles. Dessa forma, essa etapa foi realizada com todos os dados de maneira dinâmica e flexível, permitindo-me voltar aos dados tantas vezes quanto fosse necessário para apreender os significados dos códigos.

Para isso, realizei uma leitura criteriosa do tipo “linha a linha”, codificando cada palavra ou sentença ou, ainda, parágrafo, destacando (em negrito) algumas propriedades que se encaixam, funcionam e são relevantes para a integração de possíveis categorias, ou seja, dos códigos que nos possibilitaram a identificação de conceitos para formar as subcategorias que serviram de base para a construção das categorias.

Para não perder o foco entre os dados brutos, busquei guiar-me pela pergunta de pesquisa, “como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzirem vídeos matemáticos”? O “olhar” para a pergunta permitiu manter o foco, evitando assim, “perde-se” em meio à grande quantidade de dados e às várias direções que eles apontavam. Para os autores Strauss e Corbin (2008), o problema não é ter dados insuficientes, mas, excesso de dados, pois a quantidade de dados produzidos às vezes pode ser muito grande, dificultando ou adiando a formação de categorias.

Vale ressaltar que os dados gerados produzidos pelas observações, entrevistas, questionários, e análise dos vídeos produzidos pelos alunos, resultaram em um grande volume de dados. Diante disso, por uma questão de espaço, foram selecionados alguns trechos das descrições, sendo que outros serão apresentados no capítulo seguinte, no qual, retomo as categorias centrais e destaco os movimentos de aprendizagem expansiva que ocorreram durante a produção dos vídeos.

Assim, conceituar os dados foi o primeiro passo realizado na análise, que se processa por meio da comparação constante, evitando que fenômenos semelhantes sejam codificados com o mesmo nome, de forma que na finalização se tenha uma quantidade de códigos definida, permitindo sua agregação. Os temas e conteúdos apresentados nos vídeos produzidos pelos alunos intercalam com suas “falas” e relatos, sobre a Matemática.

Sendo assim, também foi realizada análise nos doze vídeos produzidos. Essa análise se pautou em observar as linguagens, a arte, os conteúdos matemáticos, apresentados nos vídeos. Além da captura de nuances das ações dos participantes, que possibilitou o registro e o resgate das situações, de modo que se torna possível elaborar um relato minucioso dos acontecimentos.

Nos vídeos, os elementos não verbais desempenham então um papel imprescindível na apreensão do que está sendo dito. A entonação da voz, a velocidade da fala, os gestos, as expressões faciais, entre outros elementos, compõem o ato de expressar um pensamento e se relacionam de várias maneiras com o enunciado verbal, enriquecendo o nível de detalhamento na análise. Para exemplificar como foi realizada a codificação dos vídeos, apresento um modelo (Figura 39). Para isso, selecionei o vídeo intitulado “Pitágoras e a matemática da música”

Figura 39: Cenas do vídeo Pitágoras e a matemática da música



Fonte: Dados da pesquisa (<https://youtu.be/VTwdC42RCew>).

O vídeo “Pitágoras e a matemática da música” relaciona a Matemática e a música. Os autores dessa produção relatam a importância de ouvir música para se divertir e relaxar, principalmente em tempos de pandemia. Ademais, apresentam um contexto histórico para esse “casamento” entre a Matemática e a música, destacando como Pitágoras por meio de suas experiências com sons do monocórdio efetuou as primeiras descobertas, do que ele chamou, o quarto ramo da Matemática, que trata das descobertas e construções das escalas musicais, por meio das explicações com números do universo.

Na análise do vídeo, foi necessário observar as sutilezas exploradas neles, os propósitos dos alunos em oferecer ao espectador a possibilidade de apreender detalhes sobre uma determinada produção, corpus, temas, gêneros, cenários, personagens, autores, entre outros. Ao assistir os vídeos, ouvindo e pausando repetidas vezes foi possível ampliar meu conhecimento sobre os dados e me familiarizar com as ideias matemáticas presentes no vídeo. Além de observar as manifestações e expressões por meio da arte, como os produtores dos vídeos refletem as suas experiências de mundo apoiados nas suas próprias vivências, ideias e paixões.

Após essa codificação inicial, busquei um agrupamento dos códigos com propriedades e dimensões semelhantes, partindo assim, para a formação de subcategorias que caracterizem o mesmo fenômeno observado.

Nessa etapa, os códigos são agrupados e reformulados a partir da identificação de seus componentes (Strauss; Corbin, 2008). O Quadro 13 exemplifica os procedimentos de codificação realizados.

Quadro 13: Formando as categorias a partir dos códigos

Códigos abertos	Subcategorias
-Aprendizagem da Matemática -Imagem da Matemática -Matemática no contexto	- Despertar a curiosidade e instigar a capacidade de generalizar, pesquisar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico.
-Construção da cidadania	- Perceber o papel da Matemática de mediar e construir as relações humanas nos vários contextos, social, cultural e econômico particulares das experiências diárias.
-Produções coletivas -Importância da Matemática	- A importância das pesquisas na construção do conhecimento matemático. - O reconhecimento de que a matemática está relacionada à formação e ao cotidiano.
-Pesquisas na internet e Google -Poder de ação da mídia -Tomada de decisões -Desenvolvendo a argumentação	- Criar relações colaborativas na produção de conhecimento matemático crítico. -Interações de seres humanos com mídias.
-Autonomia -Construção da própria aprendizagem -Trabalho em grupo	- Desenvolver compromisso e responsabilidade na condução social. - Estabelecer objetivos para a construção da empatia e socialização.
-Comunicando e socializando experiências -Espaços colaborativos -As possibilidades das TD	- Compartilhar outras maneiras de pensar, possibilitando a expansão do próprio conhecimento.
-O “fazer” matemática -Geração de ideias -Criatividade -Pensamento crítico -Alunos proativos e protagonista	- Permitir aos grupos de alunos que compartilhem, negociem e refinem modelos e ideias Matemática. - Práticas transformadoras do ensino da matemática - Usar Tecnologias Digitais na sala de aula.
-Dificuldades, desafios e rejeições -Resistência e temor -Competências emocionais e sociais -Poder de negociação -Interpretando e assimilando os conteúdos	- Produzir vídeos para discutir questões sociais, tendo a Matemática como lente para analisar e interpretar tais situações.

Fonte: elaborado pela autora.

O processo de agrupamento dos códigos permitiu associar códigos semelhantes, formando assim as categorias iniciais ou subcategorias. No agrupamento dos códigos, procurei nomear as categorias de forma que a denominação representasse o fenômeno observado, como no quadro anterior. Esse processo da organização das subcategorias, segundo Strauss e Corbin (2008), é uma atividade criativa do pesquisador que, de acordo com seus conhecimentos e experiências, procura defini-las da forma que melhor representem o fenômeno. Desse modo, utilizei a sensibilidade teórica, conhecimento científico e as experiências para dar significados aos dados.

Feito o agrupamento dos códigos e respectiva reformulação a partir da identificação de seus componentes e a organização em subcategorias, vem o outro passo, chamado codificação

Axial, que é o processo de relacionar categorias às suas subcategorias para gerar explicações mais precisas e completas sobre os fenômenos analisados. Tal passo recebe foco, na sequência.

5.4 Codificação Axial: Desenvolvendo as categorias

Com a formação das subcategorias e de acordo com a metodologia da TE, após a Codificação Aberta, vem o procedimento seguinte, a **Codificação Axial**, o qual recebe esse nome (axial) porque ocorre em torno do eixo de uma subcategoria, associando categorias ao nível de propriedades e dimensões.

Nessa etapa, podem surgir categorias conceituais. Aqui, a codificação é gerada usando os dados como referência. O investigador tenta descobrir o principal problema na cena social investigada, do ponto de vista dos atores ou sujeitos participantes do estudo e como eles lidam com o problema. Strauss e Corbin (2008) ressaltam que durante a constituição dessa codificação, os pesquisadores procuram relações entre as categorias no intuito de responder questões do tipo: *por que* ou *de que maneira*, *onde*, *como*, *quando* e *com que resultados*, objetivando ajudar a contextualizar os fenômenos.

Para que as Categorias Axiais possam emergir dos dados e então eu possa nomeá-las, comecei a realizar uma série de novos questionamentos em relação às informações produzidas durante a produção dos vídeos. Tais questionamentos são utilizados não para produzir dados, mas para “gerar ideias ou formas de olhar para os dados” (Strauss; Corbin, 2008, p. 93). Inicialmente, comecei a questionar de que maneira as Tecnologias Digitais utilizadas na produção dos vídeos podem influenciar na aprendizagem? Os temas escolhidos fazem relação com a vida cotidiana do aluno? Qual o tipo de relação construída durante a produção? Esses e outros questionamentos foram realizados revisitando os dados e as subcategorias da Codificação Aberta. Nessa etapa, as subcategorias foram agrupadas de tal forma que se façam conexões entre as categorias, permitindo assim identificar categorias mais abrangentes com a finalidade de estruturar os conceitos.

Desse modo, por meio de comparação constante, observações e entendimentos, foi possível identificar semelhanças e diferenças que ocorrem nas situações, ações, aspectos e características que formaram as subcategorias, conferindo nova forma e fazendo conexões entre as categorias e subcategorias, como pode ser observado no quadro, a seguir:

Quadro 14: Formando as categorias a partir das subcategorias

Subcategorias	Categorias Axiais
-Perceber o papel da Matemática de mediar e construir as relações humanas nos vários contextos, social, cultural e econômico particulares das experiências diárias. -Desenvolver compromisso e responsabilidade na condução social. -A produção de vídeos para discutir questões sociais, tendo a Matemática como lente para analisar e interpretar tais situações. -Estabelecer objetivos para a construção da empatia e socialização.	<i>Reflexões sobre a prática social</i>
-Despertar a curiosidade e instigar a capacidade de generalizar, pesquisar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico. -Interações de seres humanos com as mídias. -Permitir aos grupos de alunos que compartilhem, negociem e refinem modelos e ideias Matemática.	<i>O Poder de Ação das Mídias</i>
-Reconhecer que a matemática está relacionada à formação e ao cotidiano. -Criar relações colaborativas na produção de conhecimento matemático crítico.	<i>Contextualização da Matemática</i>
-Compartilhar outras maneiras de pensar, possibilitando a expansão dos próprios conhecimentos.	<i>Desenvolvimento do raciocínio lógico na resolução de problemas</i>
-Conferir importância às pesquisas na construção do conhecimento matemático. -Usar Tecnologias Digitais na sala de aula. -Práticas transformadoras do ensino da matemática.	<i>Prática de Ensino e Aprendizagem</i>

Fonte: elaborado pela autora.

Com as categorias integradas, mesmo provisoriamente, o passo seguinte foi retornar aos dados e procurar por evidências, incidentes e eventos que apoiam ou refutam as hipóteses levantadas.

A primeira categoria Axial – ***Reflexões sobre a prática social*** – por entender que existe uma preocupação dos alunos em retratar os problemas sociais, principalmente aqueles vividos por eles, por meio da linguagem Matemática. Ou seja, o papel da Matemática de mediar e construir as relações humanas nos vários contextos, social, cultural e econômico particulares das experiências diárias. Verifiquei que os alunos estão sempre procurando inserir a Matemática em um processo histórico e social, trazendo para o vídeo seu contexto no qual estão inseridos.

Relatos como “*Nosso objetivo de primeiro foi buscar um tema, tipo, algo que estivesse relacionado ao nosso contexto [questões relacionado aos problemas do Brasil], somente depois trazer a Matemática para explicar essas questões [sociais]*”. Isso indica que os alunos debateram sobre questões sociais, tendo a Matemática como base para analisar, quantificar, interpretar e explicar tais situações.

A segunda categoria Axial, que emergiu a partir dos dados apresentados pelos participantes, nomeei – ***O Poder de Ação das Mídias*** – as interações com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos podem ter despertado a curiosidade e instigado a

capacidade de generalizar, pesquisar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico.

A seguir algumas das falas dos alunos que contribuíram para vir à tona esta categoria. *“Nós adoramos, pois com esse método aprendemos mais sobre o conteúdo. Com a utilização do computador, celular para fazer [produzir] o vídeo percebemos a importância de saber essa matéria no dia a dia de uma maneira mais divertida e prática [...]. Sinceramente, aprovamos esse jeito [método] e gostaríamos que continuássemos usando dele nos próximos conteúdos”*. Ao meu ver, a produção dos vídeos permitiu que os grupos compartilhassem conhecimentos matemáticos, negociassem e refinassem modelos e ideias matemáticas.

Em relação à terceira categoria Axial – **Contextualização da Matemática** –, entendo que para o ensino e aprendizagem da Matemática, não bastam apenas abstrações, é necessário procurar situações do cotidiano, aproximando os conhecimentos adquiridos com criatividade e relacionando-os a um contexto. No relato *“Não escolhemos um conteúdo, falamos da relação de Pitágoras com a música e a matemática. Por ser algo muito presente no nosso dia a dia e mostrar como a matemática está presente em tudo”* percebe a preocupação em trazer a Matemática para um contexto em que envolva atividades do dia a dia, como música, por exemplo.

Entendo que contextualização da Matemática pode possibilitar o protagonismo do aluno, sendo vistos como sujeitos capazes de interagir com conhecimentos numa perspectiva mais ativa, como agentes de transformação do ensino, diferentemente de como costumavam ser encarados pela abordagem mais voltada para a tendência tradicional.

Na quarta categoria Axial – **Desenvolvimento do raciocínio lógico na resolução de problemas** –, a produção dos vídeos pode ter permitido que os alunos resolvessem problemas, refletissem e tomassem melhores decisões de como representar as ideias matemática no vídeo. A resolução de um problema matemático significa procurar soluções alternativas, além da natural, e desenvolvê-lo a partir de diferentes pontos de vista matemáticos, ou seja, compartilhar outras maneiras de pensar, possibilitando a expansão dos próprios conhecimentos.

Ao relatar *“o conteúdo ‘fez’ mais sentido quando a gente mesmo constrói a ideia”*, ao que parece a produção dos vídeos possibilitou uma socialização das ideias tornando essa proposta em um espaço colaborativo. A necessidade de se compreender as aplicações no mundo ao seu redor e enfrentar os problemas matemáticos com confiança, faz com que os alunos desenvolvam a capacidade de questionar, analisar e aplicar seus conhecimentos na tomada de decisões.

Quinta categoria Axial – **Prática de Ensino e Aprendizagem** – entendo que existem desafios em práticas de ensino e aprendizagem no que diz respeito ao uso das Tecnologias Digitais em sala de aula. O ensino e a aprendizagem da Matemática devem propiciar ao aluno sentido, ou seja, que a Matemática ensinada na sala de aula estabeleça relação entre a teoria e a prática, de maneira que ele seja capaz de estabelecer relações, justificar, analisar, discutir e criar. A produção dos vídeos pode representar mudanças relevantes e efetivas que podem impulsionar os procedimentos que o professor utiliza em sala de aula.

Nos relatos dos alunos, por exemplo, *“Você fica com vontade de aprender e aprende bem mais, pois, conforme você vai tentando fazer o vídeo, você acaba aprendendo de uma maneira que parece bem mais fácil [...]”* e *“A aula foi muito interessante, com a ajuda da tecnologia proporcionou um melhor entendimento da matéria”*, entendo que a produção dos vídeos pode transformar a realidade da aula tradicional, dinamizar o espaço de ensino e de aprendizagem, onde, anteriormente, predominava a lousa, o giz, o livro e a voz do professor.

Ressalto que a produção do conhecimento matemático ocorre de forma diferente quando esses alunos estão produzindo o vídeo com conteúdo matemático em relação ao conhecimento que é produzido caso esses alunos estejam utilizando lápis e papel ou quadro e giz (Costa; Souto, 2020). Ou seja, durante a produção de um vídeo com conteúdo matemático, a prática de ensino e aprendizagem pode ser desenvolvida de maneira distinta da atuação em sala de aula.

A sistematização das subcategorias e das categorias tornou-se possível por meio das relações e com a utilização dos termos: condições causais; fenômeno; contexto; condições intermediárias; estratégias de ações e interações; e, consequências.

Figura 40: Sistematização das Categorias Axiais



Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 40 trata-se de uma síntese de quais categorias axiais foram agrupadas para a formação das categorias centrais.

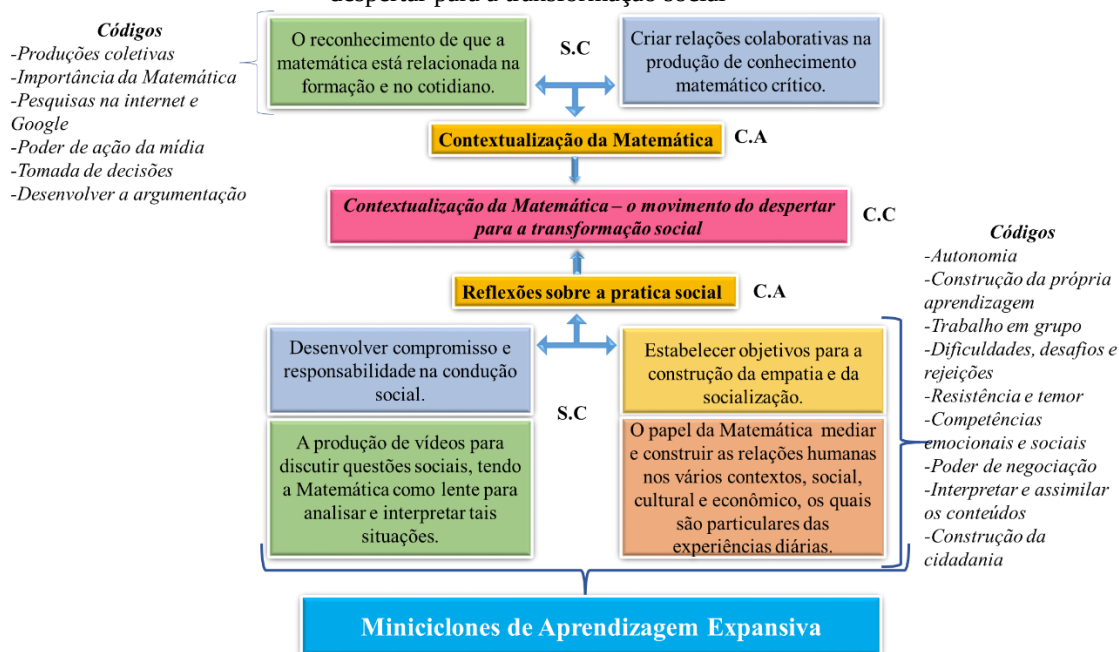
Observar a categoria se desenvolvendo foi uma experiência fantástica, acredito que isso se efetiva para qualquer pesquisador qualitativo. Claro que, como já comentado, não é um processo que ocorre da “noite para o dia”. Ao contrário, é um processo incessante de ir e vir aos dados, dialogando com eles.

5.5 Codificação Seletiva: O diálogo entre as categorias

A terceira e última etapa de codificação realizada foi a **Codificação Seletiva**. Meu objetivo foi integrar e refinar as Categorias Axiais em nível mais abstrato, em torno da qual as outras categorias desenvolvidas nas etapas anteriores foram sendo revisitadas e integradas às Categorias Centrais. De acordo com Strauss e Corbin (2008, p. 146), a categoria central tem a “capacidade de reunir outras categorias para formar um todo explanatório”, para esses autores, as categorias centrais devem surgir nos dados e podem ser geradas da reunião das categorias anteriores.

Para tanto, formulei um panorama geral dos dados, como uma “linha da história”, observando as características presentes nas codificações anteriores, avaliando como chegar a uma categoria central com possibilidades de englobar todas as outras descritas. Nesse exercício reflexivo, busquei respostas para os questionamentos, identificando suas características, formulando códigos, subcategorias e categorias. A Figura 41 apresenta uma síntese das etapas e procedimentos realizados para chegar à categoria central.

Figura 41: Desenvolvimento da categoria central – Contextualização da Matemática – o movimento do despertar para a transformação social



Fonte: elaborado pela autora.

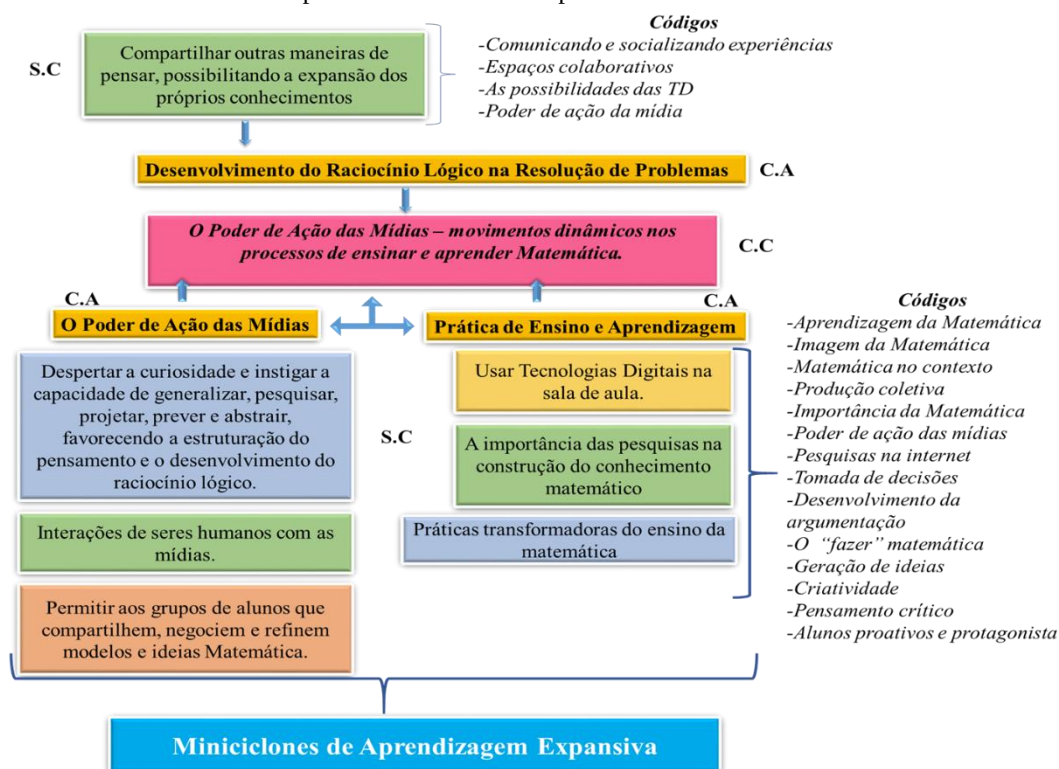
A primeira categoria central surge da junção de duas categorias axiais, sendo: *Contextualização da Matemática*; e *Reflexões sobre a prática social*. Nomeei essa categoria central como ***Contextualização da Matemática – o movimento do despertar para a transformação social*** – por considerar que a produção dos vídeos possibilitou abordar os conteúdos matemáticos de maneira contextualizada, que significa, utilizar, ao máximo, todas as relações que existem entre a matemática e o meio sociocultural no qual os alunos estão inseridos.

Souto (2010, p. 801) afirma que “o ensino da matemática deve ser articulado com várias práticas e necessidades sociais, por meio de inter-relações com outras áreas do conhecimento”. Sendo assim, a contextualização da Matemática buscar romper com os isolamentos e a fragmentação dos conteúdos, que existem pela falta de uma relação mais acentuada entre o conhecimento teórico e as relações humanas.

Além disso, a contextualização da Matemática, pode minimizar a distância entre os conteúdos matemáticos e os conhecimentos das mais diversas realidades socioculturais existentes, que se fazem presentes numa sociedade cada vez mais globalizada.

De forma semelhante, a segunda categoria central reuniu as categorias Axiais: *O Poder de Ação das Mídias*; *Prática de Ensino e Aprendizagem*; e, *Desenvolvimento do raciocínio lógico na resolução de problemas*. As etapas e procedimentos realizados para chegar na categoria central estão sistematizados na Figura 42.

Figura 42: Desenvolvimento da categoria central – Poder de ação das Mídias – movimentos dinâmicos nos processos de ensinar e aprender Matemática



Fonte: elaborado pela autora.

Compreendo que a integração das categorias que emergiram, acrescentada às reflexões e questionamentos, contribuiu para eu nomear uma categoria central que responde, de forma isolada, a todos os fenômenos discutidos nas categorias manifestadas no processo de Codificação Aberta e Axial. Essa categoria central nomeei: ***O Poder de Ação das Mídias – movimentos dinâmicos nos processos de ensinar e aprender Matemática.***

Desde a década de 1990, pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de discutir o poder das mídias na Educação Matemática. Borba (1993, 1999) e Borba e Villarreal (2005) em suas pesquisas desenvolveram as noções de coletivos pensantes, reorganização do pensamento e poder de ação das mídias por meio de exemplos de abordagens que permitiam a criação de conjecturas matemáticas, o pensar-com-tecnologias e a construção do conhecimento matemático (Domingues, 2020).

Souto (2013) e Souto e Borba (2016), baseando-se nas ideias e discussões de Borba e Villarreal (2005), apresentam noções centrais na forma de uma representação sistêmica à medida que avança em questões sobre o papel das mídias nos diferentes elementos de um Sistema de Atividade, o poder de ação das mídias em dada atividade, bem como o duplo papel dessas mídias nos Sistemas. Outros autores também verificaram o poder de ação das mídias, por exemplo, Souto (2013), Galleguillos (2016), Costa (2017), Domingues (2020).

Em pesquisa mais recente, Cunha (2023) ao realizar sua investigação com vídeos digitais na licenciatura híbrida em Matemática, destaca que o poder de ação humano se manifesta em coparticipação com o poder de ação das coisas. Com isso, conduziram a uma agência em um nível sistêmico, com potencial de provocar movimentos nos sistemas de atividade. Além disso, o autor pontua que a possibilidade de *feedback* imediato propiciada pelos vídeos despertou nos alunos o sentimento de pertencimento a uma comunidade.

Ao analisar os dados, guiada pela Teoria Enraizada, durante os processos de codificações, observei indicativos do poder de ação dos vídeos durante a produção. Isso ocorreu porque, após identificar alguns conceitos, foi possível examiná-los por meio de comparações e questionamentos. Strauss e Corbin (2008) evidenciam que os questionamentos podem estimular o pesquisador a olhar para os dados e observar que pode existir “algo mais” a ser conhecido.

Com base nisso, formulei as seguintes perguntas: **As Tecnologias Digitais utilizadas na produção dos vídeos, assim como os próprios vídeos, têm poder de ação? O poder de ação dos vídeos pode movimentar os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva?** Observei que esses questionamentos me direcionaram para a pergunta central desta pesquisa: *como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzirem vídeos digitais matemáticos?*

No próximo capítulo, apresento as análises das categorias centrais, observando como ocorrem os movimentos com os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva.

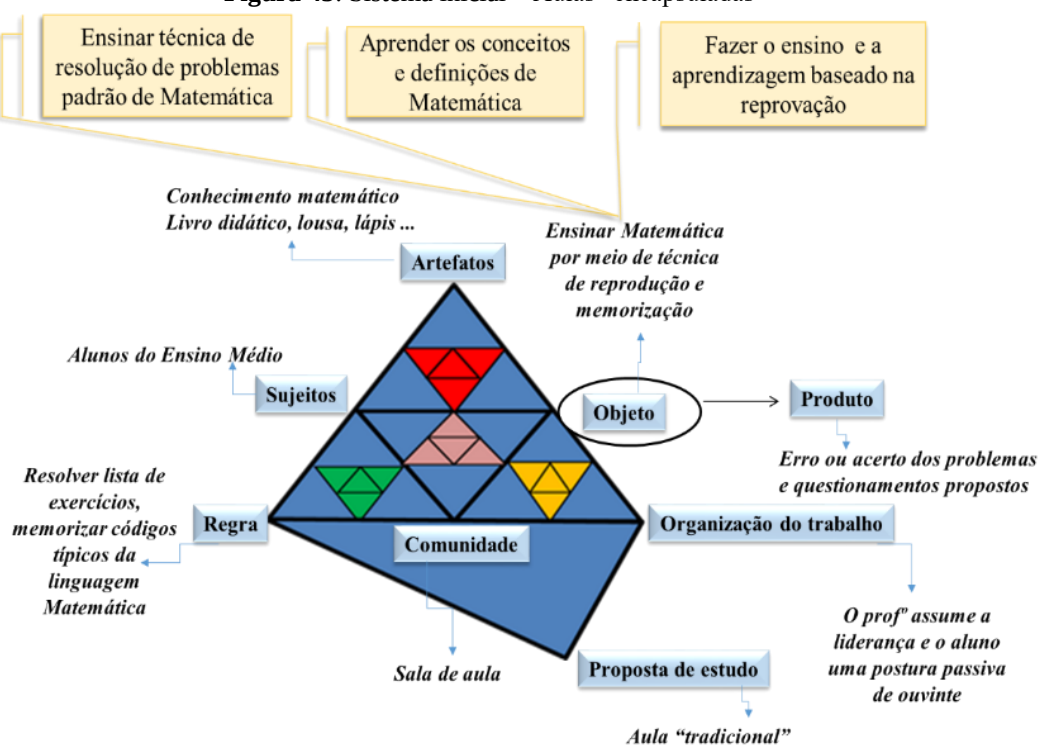
6 MOVIMENTOS EXPANSIVOS

A realização da análise dos dados de uma pesquisa é o momento da “voz dos dados”, revelada junto com a voz da pesquisadora, fundamentada em sua visão de conhecimento, mantendo viva a voz teórica da literatura apresentada. Borba, Almeida e Gracias (2020 p. 85) destacam que “o importante é que na análise apareça a criatividade e a voz do autor que estará dialogando com as lentes da voz teórica e com a literatura analisada”.

Após essa demarcação inicial, acentuo que busquei, neste capítulo, analisar as categorias centrais pelas “lentes” dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva que, como já mencionado em outro momento no presente texto, constituem-se como uma opção analítica para pesquisas sobre vídeos. A partir desses miniciclones, é possível observar os movimentos que ocorrem no sistema de atividade provocado pela multivocalidade, historicidade e contradições internas, por meio das interações que se estabelecem entre os seres humanos e as Tecnologias Digitais. Assim, eles conferem suporte para compreender as transformações expansivas.

Com base nesse viés, analiso a produção de vídeos, como uma unidade de análise, ou seja, uma “macro” organização sistêmica que é constituída e influenciada por vários sistemas de atividades “menores” (Souto, 2013; Domingues, 2020). Ressalto que na análise, aqui empreendida, faço uma triangulação, entrelaçando os dados produzidos, por meio de: entrevistas; questionários; vídeos produzidos; registros audiovisuais – voz dos participantes; e observações em notas de campo – voz da pesquisadora (Borba; Araújo, 2017). Além disso, utilizo as gravações das interações durante a produção dos vídeos e nos ambientes virtuais (*Google Sala de Aula* e *WhatsApp*) – voz dos participantes e pesquisadora (Borba; Almeida; Gracias, 2019). De forma análoga a um Miniciclone, essa triangulação permitiu imitar movimentos de rotação entre as vozes da pesquisadora, dos participantes e das mídias – vozes internas que ocorreram durante a produção dos dados – concomitantemente com o movimento de translação das vozes teóricas e da literatura analisada – vozes externas.

Antes de iniciar a análise dos movimentos que ocorreram nos sistemas de atividades durante a produção de vídeo, entendo ser fundamental elucidar o sistema inicial, que estava constituído antes do desenvolvimento da proposta de produção dos vídeos. Tal intento é efetivado por meio da seguinte figura:

Figura 43: Sistema inicial – Aulas “encapsuladas”³³

Fonte: elaborado com base em Costa (2017).

O diagrama da Figura 43 representa o sistema Seres-Humanos-Com-Mídias que se constituiu no instante em que realizei as primeiras observações e questionamentos para o início das oficinas de produção de vídeo. Nesse momento, a proposta de ensino que os alunos estavam historicamente acostumados, era organizada de uma forma dita como tradicional, conforme destaca a Aluna K [...] *estamos de boa só assistindo aula, copiando e resolvendo nossos exercícios*. Nesse mesmo excerto, fica implícito que os artefatos resumiam-se ao conhecimento matemático, a livros didáticos, ao lápis, à lousa e às habilidades desenvolvidas pelo próprio aluno.

Os sujeitos desta pesquisa são alunos do Ensino Médio da disciplina de Matemática participantes da produção de vídeos. A comunidade é constituída pela sala de aula, professor e demais alunos, como pode ser observado no excerto da Aluna AC: [...] *veja bem professora [pesquisadora] quando você chega na sala o professor já tem tudo preparado, aí ele explica e a gente resolve os exercícios, certo!* Nessa fala, verifico a indicação de como as regras e a organização do trabalho são propostas. Complemento tais indicações, a fim de descrever o sistema de atividade: nas regras – está prevista a resolução de lista de exercícios e, além disso,

³³Nesta pesquisa, quanto me refiro a “aulas encapsuladas” denominadas como um paradigma do exercício, em que as aulas se dividem em duas partes: na primeira, o professor apresenta o conteúdo matemático e, na segunda, passa uma lista de exercícios para os alunos (Skovsmose, 2008).

a memorização de códigos típicos da linguagem Matemática. Essas ações contam com a liderança do professor e a postura passiva do aluno ouvinte – na organização do trabalho.

As características das regras e da organização do trabalho sugerem que a proposta de ensino pode ser considerada encapsulada. De acordo com Soares e Souto (2014), esse tipo de proposta carrega traços do dito “ensino tradicional” (Freire, 2020). Com base nessa constatação, é possível descrever uma aproximação do objeto, elemento mais difícil de ser identificado no sistema de atividade. Isso porque autores como Engeström (2001), Kawasaki (2008), Souto (2023) e Soares e Souto (2014) indicam as características do objeto quando esse tipo de proposta de ensino é desenvolvida. Desse modo, naquele instante, é possível inferir que o objeto era: ensinar Matemática por meio de técnica de reprodução e memorização, o objeto, em geral, é compartilhado por todos os sujeitos, e refere-se à matéria-prima ou espaço problema para o qual a atividade é dirigida. Ou seja, o objeto está inserido no próprio contexto escolar, o que significa ensinar Matemática por meio de técnicas de reprodução sugeridas nos livros didáticos.

Para descrever o produto do sistema inicial – erro ou acerto dos problemas e questionamentos propostos –, pautei-me nas observações que realizei no período em que estive em sala de aula, trabalhando com a disciplina de Matemática. Assinalo que o produto do sistema seriam os erros e acertos dos problemas e questionamentos propostos, observáveis nas respostas dos alunos aos problemas e perguntas formulados pelos professores.

No sistema de atividade inicial, os alunos reproduziram o padrão de Matemática que era usual para eles, mas aos poucos houve mudanças. Ou seja, foi possível verificar o início do miniciclone que sugere um processo de internalização, o qual é rompido com questionamentos pautados no uso da Tecnologias Digitais na produção dos vídeos, que serão apresentadas nas seções seguintes.

6.1 O Poder de Ação das Mídias – movimentos dinâmicos nos processos de ensinar e aprender Matemática

Pode parecer estranho atribuir às mídias o poder de ação, visto que ainda há certa “resistência” em considerar isso possível para atores não humanos. Porém, na literatura da área em pauta já há muitos avanços que permitem esse tipo de discussão (e.g. Domingues, 2020; Borba, 2021; Cunha, Borba, Souto, 2022; Cunha, 2023). A própria visão teórica desta pesquisa subverte esse tipo de pensamento, ou seja, defende que as mídias não são apenas artefatos; elas têm poder de ação e de participar ou coparticipar como outros elementos nos sistemas de

atividade, tornando-se agente no processo de produção do conhecimento matemático (Costa, 2017; Borba, 2021, Cunha, 2023).

Além disso, o próprio objetivo desta tese se propõe a contribuir para tecer compreensões a este respeito. Entretanto, é importante destacar que apesar de esta categoria centrar no “poder de ação das mídias” existe a necessidade de se aplicar um “Zoom” – no sentido de focar as lentes nas discussões teóricas sobre as mídias. Vale destacar que não se pode considerar que estão isoladas, pois fazem parte de um coletivo que inclui atores humanos. Assim, o poder de ação de uma mídia pressupõe, também, a participação de um agente humano, ou seja, quando as coisas (mídias) ou alguém age ao identificar interesses que são atribuídas por alguém ou outra coisa (mídias).

Outro ponto que precisa ser posto em evidência antes de iniciar a análise é que o ambiente colaborativo proporcionado pela produção dos vídeos, desde a motivação para investigar a temática, a delimitação do conteúdo, bem como os processos necessários para a escrita do roteiro, produção e edição dos vídeos, está associado às interações concretizadas pelos elementos do sistema de atividade, pelos papéis que os sujeitos e mídias assumem nesse sistema, pela multivocalidade e historicidade³⁴ dos alunos participantes da pesquisa.

Esses elementos se diluem na análise dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva. A multivocalidade, por exemplo, é identificada nos excertos das falas dos alunos, pois, de acordo com Engeström (2001), em um sistema de atividade, não é possível reduzir-se a uma única perspectiva, a um único sujeito, pois as atividades são formações coletivas. Sendo assim, o sistema, aqui em análise, pautou-se nas diversas visões e perspectivas dos alunos participantes. A historicidade pode ser observada no espaço temporal em que a proposta de produção de vídeo se desenvolveu. Além da própria construção histórica e ponto de vista, em relação ao modo como a Matemática foi construída na vida dos alunos.

No início do desenvolvimento da proposta de produção de vídeo, a Aluna L sugere uma participação da atriz internet – que ao meu ver, já provoca movimentos: o sistema inicial (Figura 43). A participação dessa atriz marca uma mudança na aula tradicional, em que o professor fala e o aluno escuta e faz os exercícios em sala de aula. Com isso, pode ter influenciado no trabalho desenvolvido, gerando ações no sistema de atividade. O excerto, na sequência, elucida o exposto:

³⁴ A multivocalidade se apresenta nos múltiplos pontos de vista, nas tradições culturais e interesses dos alunos no sistema. Já a historicidade no sistema assume forma e são transformados em longos períodos de tempo, os problemas e potenciais só podem ser compreendidos com base em sua própria história.

Aluna L – Tivemos que pesquisar [internet] planejar, definir nosso tema, dividir as atividades e ainda organizar nosso trabalho. Bem diferente do que estamos acostumados em sala de aula (entrevista 18/03/2022).

A forma como a professora (pesquisadora) planejou a proposta de produção do vídeo, incluindo a internet no sistema de atividade inicial, possibilitou autonomia, organização do trabalho coletivo e colaborativo – *planejar, definir nosso tema, dividir as atividades e ainda organizar nosso trabalho* – o que resultou na movimentação do sistema. Isso fez com que a internet atrizes, assumisse papel na organização e no desenvolvimento no processo de produção de vídeo – regras.

As Tecnologias Digitais utilizadas abriram espaço para um maior protagonismo dos alunos-com-mídias. A ação proporcionada pela internet moldou não apenas as práticas que eram usuais em sala, elas, ao mesmo tempo, moldaram o “fazer” matemática desses alunos. Isso porque as trocas de ideias, os compartilhamentos de soluções, exposições do raciocínio, o diálogo e a interação são partes do “fazer” matemática e, portanto, são fatores determinantes no que diz respeito à qualidade da aprendizagem. Tem-se, aqui, o ensino baseado na produção coletiva e colaborativa com atores humanos e não humanos (Souto, 2013).

Vale destacar, mais uma vez que, a todo momento, a participação dos alunos, dos professores e das TD, na produção do vídeo, é coesa, uma vez que os alunos têm a liberdade para selecionar um tema ou conteúdo, decidirem que tecnologias usar, compartilhar ideias com o professor, com a pesquisadora e demais alunos. Com isso, pode ser observado um movimento do sistema em que os alunos passaram a exercer um protagonismo na sala de aula e consequentemente partilham a responsabilidade pelos seus processos de aprendizagem. Borba e Villarreal (2005) afirmam que os seres humanos, ao interagirem com tecnologias, reorganizam o pensamento de acordo com as possibilidades ou restrições³⁵ que elas oferecem. Assim, a presença ou a ausência delas influenciam na aprendizagem – pensamento coletivo de seres humanos com tecnologias. Foi o que aconteceu e está destacado no excerto da Aluna K:

Aluna K – A produção dos vídeos tirou a gente da tranquilidade, estamos de boa só assistindo aula, copiando e resolvendo nossos exercícios. Com o vídeo foi diferente não dá para copiar, tivemos que pesquisar [na internet] escolher um conteúdo, escrever um roteiro, dividir os trabalhos, gravar os áudios e editar (entrevista 18/03/2022).

Nesse caso, é possível verificar que a presença da internet influenciou na aprendizagem à medida que provocou mudanças nas regras da sala de aula e na organização do trabalho. Vale destacar que além da presença da internet, as intervenções da pesquisadora e as discussões em grupo, também, influenciaram nas regras e na organização do trabalho.

³⁵ Essas restrições serão discutidas na seção *Making of* – movimentos não expansivos (estagnados).

Na primeira parte do excerto da aluna K – *A produção dos vídeos tirou a gente da tranquilidade, estamos de boa só assistindo aula, copiando e resolvendo nossos exercícios* – retrata como ocorrem tais mudanças. Tal excerto indicia que as regras da aula consistiam em resolver listas de exercícios e memorizar códigos típicos da linguagem Matemática. Convém assinalar que as ações realizadas pelos alunos foram direcionadas a partir da proposta de produção dos vídeos que possibilitou a observação dos movimentos e dos papéis desempenhados no sistema de atividade.

Além das regras, a produção do vídeo modificou a organização do trabalho, o que pode ser observado na segunda parte do excerto da aluna K, *com o vídeo foi diferente não dá para copiar, tivemos que pesquisar [na internet] escolher um conteúdo, escrever um roteiro, dividir os trabalhos, gravar os áudios e editar*. É possível perceber que a organização, agora, passou a ocorrer de forma coletiva e colaborativa com realização de pesquisas na internet. Isso está de acordo com as ideias apresentadas por Borba e Villarreal (2005), os quais enfatizam que o conhecimento é produzido por um coletivo de humanos e coisas. Nessa perspectiva, as tecnologias são vistas como agentes mobilizadores e influenciadores do pensamento humano.

A meu ver, essas mudanças podem trazer novas contribuições para as ideias discutidas por Souto e Borba (2016b) em relação ao surgimento de um Miniciclone. Esses autores afirmam que, em geral, ele inicia com o surgimento de questionamentos, dúvidas e críticas – tensões. Nesse caso, compreendo que o tensionamento para o início do Miniciclone estava dentro do planejamento da proposta de produção do vídeo. O recorte da Aluna K, *a produção dos vídeos tirou a gente da tranquilidade*, sugere que o rompimento de práticas usuais gerou choque na forma de aprender matemática – que pode ser considerada uma contradição, mas não uma tensão – o que resultou na mobilização dos alunos para aprender de uma forma nunca antes experimentada por eles, caracterizando assim o início do Miniciclone, que é reforçado pela fala da Aluna AC ao ser questionada se já havia estudado dessa forma:

Aluna AC- Não, veja bem professora [pesquisadora] quando você chega na sala o professor já tem tudo preparado, aí ele explica e a gente resolve os exercícios, certo! Quando fomos produzir o vídeo a gente que teve que preparar tudo, decidir os conteúdos, pesquisar, escrever o roteiro e resolver exemplos e gravar os áudios (entrevista 18/03/2022).

A aluna AC relata que esse tipo de proposta não era usual, ao destacar em sua fala que, *quando fomos produzir o vídeo a gente que teve que preparar tudo, decidir os conteúdos, pesquisar, escrever o roteiro e resolver exemplos e gravar os áudios*. Esse é um reforço do indicativo de que o miniciclone teve início. Isso porque torna-se possível observar algumas mudanças e uma certa mobilidade de determinados componentes da atividade, bem como

identificar momentos de intensa colaboração que culminam em potenciais expansões das aprendizagens dos sujeitos.

Nesse início, observo, em certa medida, uma subversão da ideia de quebra de *script* discutida por Borba, Souto e Canedo (2022):

Geralmente [a quebra de *script*], são propostas e lideradas pelo aprendiz, que assumem com autonomia os processos de ensino e aprendizagem ao se deparar com novas regras, novas formas de organização do trabalho ou até mesmo ao interagir com tecnologias que não lhes são usuais (Borba, Souto; Canedo, 2022 p. 98).

Para esses autores, as quebras de *script* são movimentos dos alunos em virtude de suas interações com diferentes tecnologias, inserção de novas regras e organização do trabalho e da proposta de trabalho que deixou de ser pautada no ensino tradicional para uma ação dialógica em sala de aula (Freire, 2020; Oliveira, 2018), que não é previamente planejada ou prevista pelos professores. No caso do sistema de atividade em análise, o planejamento da proposta de produção de vídeo deixou clara a intencionalidade de desenvolvimento de uma liderança compartilhada aluno-professor-tecnologias. A proposta de estudo – produção de vídeos – propiciou que os alunos assumissem o protagonismo – quebra de *script* – de sua aprendizagem, pois eles tiveram que organizar coletivamente todas as etapas da produção do vídeo, como pode ser observado nos excertos, a seguir:

Aluna R - Pesquisando sobre Geometria analítica e onde ela é utilizada, encontramos no GPS, aprendemos muitas coisas que nem imaginava, já na sala de aula é todo dia igual [explicação do professor e resolução de exercícios] (entrevista 18/03/2022).

Aluna VG- Gostei mais de aprender a Matemática quando fez essa mistura de tecnologia e ensino. Ver que a Matemática pode estar relacionada no desenvolvimento de muitos aparelhos [como o GPS] (questionário 15/03/2022).

Aluno WF - As questões apresentadas no vídeo podem nos levar a uma leitura crítica do mundo com relação a Matemática. Provocou nossa criatividade, criou expectativas e despertou nosso interesse com relação ao tema (questionário 15/03/2022).

Os excertos anteriores revelaram um “terreno fértil” para o surgimento de mudanças, à medida que as questões usualmente apresentadas na sala de aula começaram a ser transformadas. Como, na última parte da fala do Aluno WF, *provocou nossa criatividade, criou expectativas e despertou nosso interesse com relação ao tema*. Mesmo não ocorrendo as contradições (tensões) discutidas por Engeström (2015), onde pode ocorrer “pressão” urgente de mudança, produzir desajustes e tensões entre os elementos do sistema de atividade os alunos começaram a discutir e a desafiar o propósito da sua atividade. Isso indica que à medida que as contradições – mesmo sem “pressão” – se intensificam no sistema de atividade, alguns participantes começam a questionar e romper as normas estabelecidas, isso pode evoluir para um esforço coletivo e, por conseguinte, provocar mudança.

A partir do momento que a internet entrou na sala de aula, ela modificou o ambiente de ensino e aprendizagem. Os alunos e as mídias se tornaram protagonistas na produção do conhecimento sobre a temática escolhida. Em minha ótica, os excertos anteriores são indicativos de que a produção dos vídeos gerou movimentos expansivos – rotação. Isso porque, à medida que se acentuam as manifestações dessas mudanças, os alunos começam a questionar as normas – *aprendemos muitas coisas que nem imaginava, já na sala de aula é todo dia igual [explicação do professor e resolução de exercícios]* – e os padrões preestabelecidos nas aulas – *As questões apresentadas no vídeo podem nos levar a uma leitura crítica do mundo com relação a Matemática* – supostamente “aula tradicional”,³⁶ para o cumprimento delas, o que pode ter ampliado as possibilidades de mudança coletiva. Essas mudanças podem provocar ajustes nos elementos do sistema de atividade, quando uma nova tecnologia – internet possibilita maneiras de fazer algo.

A partir deste início, entendo que a proposta foi desenvolvida à medida em que o poder de ação das Tecnologias Digitais – internet – foi ganhando maior destaque, dando pistas de que o Miniciclone de Aprendizagem Expansiva está em movimento.

Aluno R – Todos realizaram pesquisas em diversos site sobre o tema, fizemos um grupo [WhatsApp] para compartilhar as informações, depois nos reunimos para escrever o roteiro (entrevista 18/03/2022).

Aluna P - As possibilidades de realizar pesquisas na internet sobre o assunto foram muito grandes, aí entramos em uma discussão sobre a melhor maneira de apresentar. Cada um com uma ideia diferente e só tínhamos 6 minutos [tempo destinado para o vídeo] (entrevista 18/03/2022).

Nesses excertos, é possível verificar que os alunos realizaram pesquisas na internet para ter conhecimento sobre o tema/assunto a ser tratado no vídeo, além disso, usaram a internet – grupo WhatsApp – para socializar as ideias e informações encontradas. Em meio a esses movimentos, observei o processo de moldagem recíproca entre atores humanos e não humanos. Ao relatarem: *todos realizaram pesquisas em diversos site sobre o tema [...] compartilhar as informações* – Aluna R; *as possibilidades de realizar pesquisas na internet sobre o assunto [...] entramos em uma discussão sobre a melhor maneira de apresentar* – Aluna P. é possível indicar que o poder de ação das mídias se destacou no momento em que a internet assumiu o papel de instrumento de busca, passando a ser comunidade.

De acordo com o defendido por Souto e Borba (2016a), as mídias podem assumir vários papéis em um dado sistema de atividade. Isso se efetiva porque as interações oferecidas pelas

³⁶ Nesta pesquisa, quando me refiro à “aula tradicional” é com base em como Freire (2020) a define, em que o professor, tido como portador do saber, transmite aos alunos informações prontas e acabadas, sem integrá-los no processo de formação do conhecimento ou dar espaço para questionamentos.

Tecnologias Digitais transformaram os elementos do sistema contribuindo para o seu desenvolvimento. Desse modo, observar que as Tecnologias Digitais desempenharam um papel nesse novo sistema, implica em considerar o papel da comunidade, uma vez que elas são fruto de aspectos sociais e culturais que são historicamente construídos pela própria comunidade (Souto, 2013). Ainda sobre os excertos anteriores, o poder de ação dado pelas Tecnologias Digitais – internet – ao proporcionar discussões sobre o tema ou conteúdo a ser apresentado no vídeo, contribui para a reorganização do pensamento e com isso, a transformação da produção matemática.

Segundo Borba (1999), os *feedbacks* dados pelas mídias influenciam o raciocínio de quem interage com elas e assumem juntas o protagonismo no processo de produção do conhecimento. Além disso, essas interações são entendidas, aqui, como inter-relação entre mídias e humanos, com os elementos – sujeito, objeto, artefatos, regras, organização do trabalho, comunidade – do sistema de uma atividade.

Ao que parece, o poder de ação das mídias, moldagem recíproca e a reorganização do pensamento podem ser concomitantes ou estarem imbricados. É possível que o poder de ação das mídias esteja relacionado a essas interações – moldagem e reorganização – que ocorreram durante a produção dos vídeos, entre alunos e mídias, em um sistema de atividades (Costa, 2017; Domingues, 2020). Para Cunha (2023), o poder de ação do coletivo humanos-com-vídeos pode ocorrer em mais de um elemento no sistema de atividade ou coparticipar ao mesmo tempo de distintos elementos. Assim, o poder de ação não é considerado como uma ação intrinsecamente humana, ou uma ação das coisas, ela emerge das interações entre ambas.

O poder de ação das mídias pode ser observado no momento em que os alunos tiveram que realizar pesquisas na internet para produzir os vídeos. Essas interações possibilitaram a tomada de decisão sobre o conteúdo, ou seja, propiciou uma ação no desenvolvimento da aprendizagem da Matemática, ou contribuiu na mudança do tema escolhido devido à ausência de informações disponíveis acerca do tema escolhido ou por falta de conhecimento de como encontrá-las. Quanto a isso, Galleguillos (2016) destaca que, em sua pesquisa, as ações disponibilizadas pela internet correspondem a *feedbacks* que influenciam as decisões dos participantes e os resultados de cada grupo, atuando mais como parceira com poder de ação.

Entendo que o poder de ação das mídias, nesse caso, está relacionado às oportunidades conferidas pela internet para realizar pesquisas, organizar e compartilhar informações. Essas ações proporcionadas pelas mídias impulsionaram os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, isso porque, a produção dos vídeos proporcionou as seguintes características registradas em notas de campo durante a observação participante: organização; críticas à

atividade; interpretação de novas possibilidades ou potenciais para a atividade; novos padrões e modelos; compromisso efetivo com a mudança.

A meu ver, essas ações, oferecidas pela proposta de produção de vídeo, com destaque para a internet, podem ter ocasionado mudanças na forma de como os alunos produziam conhecimentos Matemáticos – *Todos realizaram pesquisas; compartilhar as informações; discussão sobre a melhor maneira de apresentar*. Parece que isso tudo gerou movimentos que podem também ter influenciado a comunidade do SSHCM em análise. Neste caso, é possível conjecturar que as Tecnologias Digitais, utilizadas na produção dos vídeos, podem ter desempenhado o papel de comunidade, haja vista que foram utilizadas na atividade: a internet, o vídeo em si, a sala de aula, *software* de edição, alunos, celulares para gravação, computador, compondo todos os envolvidos na atividade. Segundo Souto (2013), o papel da comunidade é situar o sistema dentro do contexto sociocultural daqueles que compartilham o mesmo objeto. Ou seja, no papel da comunidade no sistema inicial era a própria sala de aula, com a proposta de produção de vídeo, as Tecnologias Digitais passaram a desempenhar esse papel também, mediando os sujeitos com o objeto.

Outros movimentos podem ser observados, ainda nos excertos anteriores – regras e organização do trabalho. Isso porque o fato de os alunos realizarem pesquisas na internet e obterem um grande número de respostas ou resultados os levaram a realizar alguns questionamentos, por exemplo, como e qual é a melhor forma de apresentar o tema no vídeo? Outro fato pode ser observado na fala da Aluna P relacionada às regras do festival – *cada um com uma ideia diferente e só tínhamos 6 minutos [tempo destinado para o vídeo]* – constituindo múltiplos pontos de vistas, crenças, tradições, histórias e interesses.

Esses questionamentos e regras do Festival podem ter oportunizado aos alunos a realização de discussões, questionamentos, críticas, argumentações e a busca de diferentes possibilidades para a produção dos vídeos durante a quebra de *script*, ou seja, pode ter ampliado os espaços de produção de conhecimento e, com isso, gerado movimentos rotacionais no Miniciclone, observado quando, depois de pesquisarem o tema e defini-lo, retomaram o roteiro para que o vídeo fosse adaptado ao regulamento do Festival de vídeo que estabelece critérios predefinidos quanto às ideias e natureza da matemática, criatividade e imaginação, qualidade artístico-tecnológica³⁷, além, do tempo de seis minutos. Esses movimentos rotacionais, também foram observados no processo de reorganizar as ideias expressas no vídeo produzido por cada

³⁷ Link do Festival – <https://www.festivalvideomat.com/>

grupo, em que cada aluno mostrava o vídeo à pesquisadora, a qual indicava elementos para readequação e correção, e os grupos readequavam.

Esses movimentos de rotações foram impulsionados pela inserção da internet – um novo instrumento – que pode ter causado uma contradição secundária. Soares e Souto (2014, p. 54) exemplificam que “como as atividades são sistemas abertos, a introdução de um novo elemento, como por exemplo, um novo instrumento, pode provocar contradições no sistema, que, por sua vez, podem impulsionar o sistema para uma mudança”. Essa contradição talvez tenha contribuído para impulsionar o deslocamento da internet na condição de artefato (instrumento) para a condição de sujeito – proporcionado pelo poder de ação das mídias. Ao mesmo tempo, pode ter provocado movimento nas regras e na organização do trabalho que, neste caso, pode ter gerado contradições terciárias – entre os elementos dos polos do sistema.

Outras contradições podem ser observadas mediante certas adaptações para atender o regulamento do Festival. Essas adaptações são provenientes de tensões – novo elemento, o regulamento – que gera contradições capazes de paralisar ou de instigar os alunos a contornarem essas situações. Desse modo, essa nova dinâmica de trabalho – proposta de produção de vídeo – em sala de aula pode gerar tensões estruturais e provocar o rompimento de padrões que ocorrem quando um novo artefato – Tecnologias Digitais –, introduzido no sistema de atividade, produz mudanças dos sujeitos, ao promover a produção de produzir conhecimento de maneira distinta, por estarem acostumados ao uso de um antigo artefato.

É possível indiciar que ocorreu um movimento de rotação, o qual, segundo Souto (2013), acontece quando se tem, por exemplo, experimentações e análise de conjecturas que permitem que os alunos despertem sua curiosidade e criatividade na busca por solucionar as contradições. Isso se deu devido à proposta de produção de vídeos romper com encapsulação da aprendizagem em relação ao que era usual aos alunos, nesse processo de rompimento dessa encapsulação, contradições internas surgiram e podem ter gerado movimentos expansivos de aprendizagem.

Identificar essas rupturas ou mudanças no sistema de atividade Seres-Humanos-Com-Mídias, ocasionadas pela proposta de produção do vídeo – do Festival, da internet, da presença do diálogo na sala de aula – pode contribuir na identificação do objeto da atividade, pois os alunos captam o que estão trabalhando e têm motivação para o agir, o objeto da atividade está sempre em movimento no sistema (Engeström, 2015). O poder de ação das mídias provocou o deslocamento das mídias do papel de artefato para compartilhar o lugar do sujeito, com isso, a produção do vídeo transformou a forma como os alunos comunicam suas ideias matemáticas.

Para Domingues (2020), os *feedbacks* fornecidos na produção de vídeos podem ser compreendidos como o poder de ação, ou seja, a mobilização dada pela mídia pode modificar a maneira como os alunos aprendem os conteúdos matemáticos. O deslocamento da mídia na condição de artefato para a condição de sujeito pode ter provocado movimentos/mudanças nos papéis das regras e organização do trabalho, ao que parece, as mídias compartilharam distintos papéis no sistema de atividade.

As diferentes formas de produzir conhecimentos matemáticos, proporcionados pela proposta de ensino – pesquisa na internet, a definição do roteiro, o festival – levaram os alunos a realizarem experimentação e análise das possibilidades dadas pelas Tecnologias Digitais. Em minha percepção, essas diferentes formas podem se constituir em movimentos de reorganização do pensamento (Tikhomirov, 1981), visto que, durante a proposta, os alunos acessaram a internet para pesquisar sobre matemática e consideram-na como ela está apresentada nos textos dos sites sobre as temáticas escolhidas. Também, a matemática deixa de ser pautada em definições e exercícios e passa a ter sentido em situações reais e práticas da vida do aluno. Além disso, uma reorganização do pensamento se faz presente, porque ao estudar um livro, ou ao ver, o conteúdo da aula, o processo de acesso ao conhecimento difere do pensamento de acessar um texto midiático, em que as informações são sintetizadas por meio de hipertexto e multimodalidade (Neves, 2020). O processo de edição do vídeo também demanda uma determinada organização da mensagem e do tempo dela. Ou seja, os alunos, ao interagirem com Tecnologias Digitais, de acordo com as possibilidades ou restrições que elas oferecem, reorganizam o pensamento (Borba; Villarreal, 2005). Assim, a presença delas (TD) influencia o tipo de conhecimento que é produzido. Como pode ser observado na Figura 44:

Figura 44: Excerto e imagem da calculadora *online*

Aluna AC – achamos até uma calculadora *online* que resolve tudo. Aí a gente fazia no caderno e conferia na calculadora. Quando não dava certo [o resultado do caderno com a calculadora], a gente refazia tudo de novo (questionário 15/03/2022).

Calculadora de Regra de Três Simples
 A calculadora de regra de três simples permite descobrir um número em proporção a outros dois que são conhecidos.

Opções:

A ESTÁ PARA B

ASSIM COMO

C ESTÁ PARA X

PUBLICIDADE

38

Fonte: dados da autora.

A Figura 44 destaca uma fala da Aluna AC que explica como a internet possibilitou o uso de uma calculadora *online* para realizar as operações de regra de três e apresenta um *print* da página do *site* utilizado. Em minhas observações, durante as visitas no *site*, os alunos observaram que era necessário saber se os problemas envolviam grandezas direta ou inversamente proporcionais. Isso fez com que eles, antes de usarem a calculadora, realizassem pesquisas sobre esse conteúdo, só após essa ação começaram a utilizar a calculadora.

Apesar da calculadora *online* resolver todas as operações de regra de três, o que dá a ideia de que os alunos não precisavam pensar, na sequência, como pode ser observado na fala da Aluna AC, *aí a gente fazia no caderno e conferia na calculadora. Quando não dava certo, a gente refazia tudo de novo.* Observo que os alunos apenas conferiam o resultado feito com lápis e papel na calculadora, porém quando o resultado “não batia” refaziam tudo de novo porque a calculadora, assim como qualquer Tecnologia Digital tem possibilidades e restrições – ou porque eles acreditavam que a calculadora estava correta e não eles. Nesse caso, a possibilidade, o resultado correto e a restrição não são explicados pela aluna, em especial, sobre como fazer os processos dos cálculos. Assim, quando a aluna resolvia com lápis e papel e não encontrava o mesmo resultado em comparação com o uso da calculadora, seu pensamento era reorganizado e esses *feedbacks* – poder de ação – a mobilizavam para refazer novos cálculos. Essas ações estão de acordo com as ideias de Souto e Borba (2013) de que seres humanos e

³⁸ Site da calculadora - https://www.4devs.com.br/calculadora_regra_tres_simples

Tecnologias Digitais devem ser vistos como um coletivo que forma uma unidade que produz conhecimento em conjunto.

Nessa análise, ainda posso destacar que dois tipos de tecnologias estão presentes: calculadora *online* e lápis e papel, as quais, nesse caso, complementaram-se. Isso vai ao encontro do que afirma Lévy (1993), que a sucessão de diferentes ecologias cognitivas não se dá por simples substituição e, sim, por complexificação. Assim, é possível interpretar que o uso de uma determinada mídia não irá substituir outra, mas, diferentemente disso, possibilitará a articulação entre diferentes tipos de conhecimento. Isso porque as práticas usuais dos alunos – lápis e papel – não foram substituídas pelas Tecnologias Digitais, ao invés disso se complementaram contribuindo para redefinir a organização da atividade.

O trabalho coletivo do lápis e papel, dos alunos e das Tecnologias Digitais fez com que eles encontrassem outras possibilidades para compreender os conteúdos matemáticos que, até então, não eram usuais para eles. Isso porque o coletivo, composto por lápis e papel, alunos e Tecnologias Digitais reorganizou o raciocínio dos alunos, quando propiciaram distintas formas de pensar durante a investigação mediados pela calculadora *online*, de modo que os alunos desenvolveram diferentes formas para solucionar o problema matemático encontrado por eles.

Nesse momento da atividade, podem ter ocorrido movimentos expansivos suaves – em que não chegam a caracterizar um novo objeto na atividade, mas que possibilitam movimentos dentro do sistema de atividade. Segundo Borba, Souto e Canedo (2022),

Em Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, a experimentação e a análise de conjecturas se fundem em movimentos de reorganização do pensamento (Tikhomirov, 1981; Borba, 1993; 1999) que podem gerar novas tensões e, assim, alimentar o desenvolvimento do próprio sistema. Essas tensões podem ser consideradas como possibilidades expansivas, como buscar com diferentes mídias distintas formas de representar e/ou construir e/ou reconstruir um conceito matemático (Borba; Souto; Canedo, 2022 p. 96-97).

Na experimentação com a calculadora, lápis e papel houve o movimento de reorganização do pensamento, porém isso não gerou tensões, como as descritas por Engeström (1987), não provocou oposição ou resistência. Mesmo quando os resultados encontrados eram distintos, os alunos não tiveram dificuldades em utilizar o lápis e papel e as Tecnologias Digitais para buscar uma possível solução. Isso pode ser uma estagnação, um movimento expansivo suave ou simplesmente o poder de ação das mídias. Sendo assim, essas interações não foram suficientes para movimentar o miniciclone. De outro ângulo, a proposta de produção do vídeo, a qual demanda a utilização das Tecnologias Digitais modifica o desenvolvimento da atividade dos alunos. Eles buscaram, de forma crítica, uma maneira para resolver os problemas que envolviam regra de três distintas de outras situações, pensado por eles.

Entretanto, em outros momentos do desenvolvimento da proposta foi possível identificar tais movimentos. As etapas da produção do vídeo permitiram observar e compreender como essa proposta de produção de vídeo contribuiu tanto para a organização da aprendizagem e transformação e movimentos das relações entre professor, alunos e Tecnologias Digitais. Para levar em consideração a historicidade e as múltiplas vozes do sistema, entendendo importante apresentar, na Figura 45, alguns dos detalhes da produção dos vídeos e do processo de transformação que pode ter ocorrido, gerando tensões que vão se apresentando por meio da análise das falas e ações, que podem moldar a atividade.

Figura 45: Etapas da produção dos vídeos



Fonte: dados da autora.

Na Figura 45 (1), constam momentos da interação e da discussão do grupo para a escolha do tema ou conteúdo, planejamento das ações e início da escrita do roteiro. Na Figura 45 (2), o foco está no momento de realização de pesquisas na internet, experimentar *software*, usar o quadro e pincel para testar os resultados encontrados. Na Figura 45 (3), é destacado o momento da escrita do roteiro com todos os detalhes, para o início das gravações, nessa fase os alunos discutiram sobre como expressar no vídeo a linguagem matemática – gestual, escrita, simbólica. Por fim, na Figura 45 (4), tem-se o momento da apresentação dos vídeos para os demais grupos, em que os alunos relatam como foi a experiência de produzir um vídeo com ideias ou conteúdos matemáticos. Segundo Engeström (2001), momentos de interações como esses explicitados na Figura 45 permitem ouvir as múltiplas vozes, assim como entender a organização do trabalho e sua historicidade – alunos, pesquisadora e mídias – presentes nos sistemas de atividade em estudo.

Um sistema atividade é sempre uma comunidade de múltiplos pontos de vista, tradições e interesses. A divisão do trabalho na atividade cria diferentes posições para os participantes, os participantes carregam suas diversas histórias, e o sistema de atividade carrega em si múltiplas camadas e vertentes da história impressa em seus

artefatos, regras e convenções. As múltiplas vozes se multiplicam em redes de sistemas de atividade que interagem (Engeström, 2001, p. 136, tradução própria).

Os momentos apresentados na Figura 45 dão indícios de transformações da sala de aula, isso porque as múltiplas vozes são ouvidas, inclusive as vozes das mídias, possibilitando que contradições sejam evidenciadas e soluções sejam propostas, experimentadas e avaliadas coletivamente, o que pode conduzir a movimentos expansivos no sistema de atividade em análise.

Com relação à proposta de produção do vídeo, pude observar, a partir desses momentos expostos na Figura 45, que algumas regras, que são usuais em uma sala de aula “tradicional”, como respeitar a vez de cada um falar, prestar atenção na explicação do professor e resolver lista de exercícios proposta pelos livros didáticos, são transformadas nas interações, por exemplo, as geradas entre aluno, calculadora *online*, lápis e papel que permitiram que os alunos conferissem na calculadora *online* os cálculos feitos a mão, os quais ocorrem durante a produção dos vídeos. Nesse sentido, é possível perceber que, mais uma vez, a organização do trabalho começou a ser desenhada dentro do miniciclone, de acordo com as regras estabelecidas durante a produção do vídeo.

Ao atentar para as etapas de produção dos vídeos, na Figura 45, há indícios de um reforço à ideia de que o trabalho é coletivo, dialógico e colaborativo (Borba, Almeida; Gracias, 2020). Isso porque os alunos realizaram pesquisas, discussões, testes, simulações, experimentos com *softwares* como a calculadora *online* e o de edição, na tentativa de buscar possíveis soluções e entendimentos para o tema apresentado no vídeo.

Desse modo, no sistema inicial, para identificar o objeto que se constituía, verifiquei nas vozes (multivocalidade) dos alunos como eles costumavam realizar os trabalhos escolares (estudar), o que eles diziam sobre o modo como costumavam se organizar e o que os mobilizava para a realização dos seus estudos contrastando, mais tarde, com a produção de vídeos. Uma aproximação do objeto no momento inicial da análise era *aprender matemática por meio de técnica de reprodução e memorização*, baseado em aulas encapsuladas (Costa, Souto, 2020).

Como o objeto de um sistema é definido também com base nos motivos, por meio dos dados analisados até aqui – por exemplo, *todos realizaram pesquisas na internet; discussões sobre a melhor maneira de apresentar no vídeo; realizamos o trabalho em grupo; tivemos que organizar nosso trabalho; gostei de aprender a Matemática quando fez essa mistura de tecnologia e ensino* – e enfatizando todas as etapas de produção da Figura 45, é possível defini-los como: produzir vídeos para expressar ideias matemáticas; ter autonomia; usar Tecnologias Digitais no processo de produção; e aprender Matemática de forma coletiva e colaborativa.

Sendo assim, é possível refinar o objeto dessa atividade dos alunos, sendo, expressar ideias matemáticas, de forma coletiva, por meio da produção de vídeos digitais com autores humanos e não humanos.

Prosseguindo, verifiquei que o miniciclone iniciado com a proposta provocada pela utilização da mídia internet no papel inicial de artefato, expandiu-se durante o processo de reorganização do pensamento e na moldagem recíproca, para sujeito, comunidade, dentre outros. Tais descolamentos dessa mídia da condição de artefato para objeto da atividade significam que o miniciclone está em movimento, haja vista que os alunos conseguem expressar uma mesma ideia matemática de diferentes formas – lápis, papel e Tecnologias Digitais – e relacioná-la com situações reais do seu dia a dia, como apresentados nos excertos anteriores, por exemplos – Aluna R, *pesquisando sobre Geometria analítica e onde ela é utilizada, encontramos no GPS, aprendemos muitas coisas que nem imaginava*; Aluno WF, *as questões apresentadas no vídeo podem nos levar a uma leitura crítica do mundo com relação a Matemática*.

Essas mudanças que caracterizam o objeto, também podem ser observadas nas falas dos alunos e nas imagens da Figura 46, a seguir.

Figura 46: Excertos dos alunos e imagens dos momentos da produção do vídeo

Aluna L – Tivemos que planejar, definir nosso tema, dividir as atividades e ainda organizar nosso trabalho. Bem diferente do que estamos acostumados em sala de aula (entrevista 18/03/2022).

Aluno WF– Bem legal fazer o vídeo. Uma atividade diferente que exige muito do aluno, precisa trabalhar em grupo, compartilhar ideias sobre o tema escolhido e escrever o roteiro com detalhe para facilitar na hora da gravação. Conhecer todos os detalhes que vai apresentar (entrevista 18/03/2022).



The image is a composite. The top half contains two photographs: on the left, a group of students sitting at desks in a classroom, some wearing masks; on the right, a group of students sitting around a table, also wearing masks. The bottom half is a screenshot of a video frame. It is divided into two sections. The left section shows mathematical calculations: $22.666 \times 100 = 2.266.600$, $12.741,5 \times x = 2.266.600$, $x = 1.274.150$, $x = 56,21\%$, and $100\% - 56,21\% = 43,79\%$, concluding with $43,79\%$ área desmatada. The right section has the text 'O que podemos fazer para diminuir esses desmatamentos' with a large red question mark below it.

Fonte: dados da autora.

Nesses recortes e nas falas dos alunos, é possível verificar que a proposta de produção de vídeo não visa simplesmente construir ou ampliar o conhecimento matemático, mas desenvolver uma forma particular de pensar e agir: produzir conhecimento, reunir abstrações e

formalizações, interligadas a fenômenos e processos empíricos considerados como situações problemáticas. Ao relatar que – *é bem legal fazer o vídeo* – ao que parece, o aluno muda a percepção da sala de aula, isso não quer dizer que produzir vídeo é fácil – *uma atividade diferente que exige muito do aluno* – mas a atividade se tornou prazerosa.

Os Alunos L e WF afirmam: [...] *planejar, definir nosso tema, dividir as atividades e ainda organizar nosso trabalho e trabalhar em grupo; compartilhar ideias sobre o tema escolhido e escrever o roteiro com detalhe para facilitar na hora da gravação*. Isso pode ser interpretado como uma intenção de ir além e superar uma situação que estava estabelecida na sala de aula encapsulada. Além disso, de acordo com a Teoria da Atividade, um tipo de tensão (gerada pela produção de vídeo) pode ocorrer quando existe a introdução de algo novo (Engeström, 2001). Nesse caso, a produção de um vídeo com ideias matemáticas foi introduzido e entrou em choque com o que era, até então, o padrão dominante “na sala de aula”. É possível observar, até aqui, como as mídias desempenharam agenciamentos quanto à transformação da sala de aula, tanto pedagógica – atrelada aos motivos alterados pela presença das mídias – quanto dinâmica da sala de aula, bem como, rompimentos dos espaços de aprendizagem – envolvendo laboratório de informática, casa (Borba, 2021) e deslocamento dos espaços de aprendizagem. Segundo Cunha (2023) esse agenciamento das mídias, podem ser manifestações simultaneamente em vários vértices do triângulo que representa o sistema de atividade.

Apesar dos encontros para a produção do vídeo serem realizados no contra turno das aulas dos alunos, o ambiente físico é o mesmo, porém, para eles, a organização torna-se diferente, como relatado no excerto da aluna L, *bem diferente do que estamos acostumados em sala de aula*³⁹. Essa percepção pode estar relacionada à produção do vídeo, pois introduziu procedimentos que não faziam parte das estratégias usuais dos alunos. É possível verificar que essas mudanças ocorreram no sistema de atividade do grupo.

Essa percepção pode ser decorrente da dinâmica do processo de produção do vídeo, sem a forma rígida presente na sala de aula, mas com interações com as Tecnologias Digitais e socialização entre e com os colegas. Costa e Souto (2016) destacam que as Tecnologias Digitais influenciam a maneira como ensinamos e aprendemos, podendo alterar a dinâmica da sala de aula.

Ainda na fala do Aluno WF, *compartilhar ideias sobre o tema escolhido*, e com base em minhas anotações, observei como os alunos traziam conhecimentos – de aulas ou de pesquisas anteriores sobre o tema escolhido – e socializavam com os colegas. Ao meu ver, a

³⁹ A aluna se refere ao contexto da sala, antes do processo de produção de vídeos.

produção dos vídeos valorizou a diversidade de conhecimento de cada aluno, utilizando as potencialidades das Tecnologias Digitais para compartilhar saberes de forma colaborativa, possibilitando o fortalecimento da própria produção da aprendizagem. Na Figura 46, é possível perceber que além das interações com os colegas há, também, interações com celulares e computadores. Em conformidade com a visão epistemológica do construto Seres-Humanos-Com-Mídias, as pessoas estão sempre aprendendo a partir da interação com outras pessoas e com as mídias, em um processo de moldagem recíproca.

Reforçando essa ideia, Souto (2016) relata que a mediação é entendida como uma interação mútua, em que as mídias permeiam o humano da mesma forma que elas (mídias) são compreendidas como impregnadas por humanidade. Ou seja, é incoerente separar sujeitos e tecnologias no processo de produção de conhecimento, uma vez que se relacionam de modo recíproco, um dependente do outro, formando um polo único que se constitui pelo processo histórico-social.

A Figura 47 apresenta cenas do vídeo Fatorial, produzido por um grupo de alunos do 2º ano, no qual os alunos utilizaram *Power Point*, celular para gravação, *InShot* para edição. Além disso, cabe pontuar que realizaram pesquisas na internet, interações virtuais e presenciais para compartilhar as ideias e organizar os trabalhos. A proposta de produção do vídeo propiciou um ambiente de produção coletiva e colaborativa, a qual proporciona compartilhar ideias, dinâmica essa que pode ter permitido a reorganização do pensamento.

Figura 47: Cenas do vídeo “Fatorial”



Fonte: dados da autora.

Para a produção desse vídeo, os alunos procuraram pelo conteúdo que seria ministrado no próximo bimestre, de acordo com o plano anual disponibilizado pelo professor, segundo eles, isso adianta os estudos dos próximos bimestres. Aqui, é possível perceber que a escolha do conteúdo para a produção do vídeo foi feita pelos próprios alunos, o que impulsiona a atividade e a direciona para a satisfação de uma determinada necessidade que pode caracterizar um novo motivo – aprender o conteúdo de fatorial que seria ministrado no próximo bimestre. Uma atividade só se constitui como tal se partir de uma necessidade – motivos –, estimular e configurar o objeto da atividade. O objeto e os motivos vão desenvolvendo de forma gradual, se ajustando na medida em que o sistema de atividade se desenvolve e contribui para compreender como ocorrem os movimentos expansivos desses elementos em um sistema de atividade (Souto, 2013). Aqui, ao que parece, esse motivo foi prazeroso, instigante e harmonioso indo ao encontro do que os alunos queriam, não ocorreram tensões, mais configura o objeto da atividade – produzir um vídeo com o conteúdo de fatorial.

No excerto da Aluna P – *perguntamos para o professor qual seria o próximo conteúdo, o do segundo bimestre, ele falou – Análise Combinatória. Daí decidimos nos preparar e pesquisamos - o que precisamos saber para aprender Análise Combinatória? – Apareceu Fatorial* – Embora a atividade não tenha provocado tensões, ocorreram movimentos expansivos, em que o objeto e o motivo da atividade foram reconceitualizados para abarcar um horizonte radicalmente mais amplo de possibilidades do que no modo anterior da atividade – ensinar Matemática por meio de técnica de reprodução e memorização (Souto, 2013).

Ainda sobre os excertos, ao que parece, os alunos começam a questionar e a se desviar das normas estabelecidas, em que é o professor quem explica o conteúdo e evoluíram para uma colaboração e um esforço coletivo que demandou mudanças. É importante ressaltar que esses movimentos expansivos podem levar à aprendizagem que é observada nas transformações do objeto da atividade, isso quando os motivos são redefinidos. Por exemplo, os alunos desejaram antecipar um conteúdo matemático previsto no currículo que seria estudado no próximo semestre, para isso, alguns questionamentos podem ter surgido, por exemplo, qual conhecimento é necessário para aprender análise combinatória? Onde quero chegar? O que vou obter? Como posso fazer? Como posso construir ou desconstruir? A partir disso, o sujeito pode criar, modificar, expandir o objeto de acordo com as condições e as circunstâncias que lhe são dadas para a realização da atividade (Engeström, 1987).

Nesse mesmo grupo que produziu o vídeo Fatorial, os integrantes relataram que tiveram dificuldades com relação à linguagem matemática devido à falta de compreensão da relação “1!

=0! =1”, o que impactava na expressão do aluno no vídeo. Em seguida, os alunos afirmam que com as buscas na internet, atriz coparticipante na produção de conhecimento (Souto, 2013), agenciam esclarecimentos sobre o assunto e com as trocas de ideias e discussões sobre os esclarecimentos obtidos pela internet – multivocalidade – a voz da internet e dos participantes –, a dificuldade citada foi superada. Isso é evidenciado nos seguintes excertos:

Aluno ME – Eu percebi que só dá para explicar quando você entende o que vai falar. Você viu né, toda vez que eu ia falar – fatorial de zero é igual a 1 e fatorial de 1 é igual a 1, eu falava errado, trocava tudo, por que eu não entendia essa relação (entrevista 18/03/2022).

Aluna P – Regravamos várias vezes até ficar bom (entrevista 18/03/2022).

Aluno M – Eu fui pesquisar [na internet] com o aluno ME. Foi quando entendemos direitinho, conseguimos falar sem travar e ainda, explicamos para os colegas (entrevista 18/03/2022).

Nos excertos desses alunos, percebi algumas ações elaboradas na intenção de compreender e expressar o Fatorial. Essas ações foram: realizar buscas na internet (diferentes sites); gravar sua imagem e voz; assistir e ouvir suas explicações; regravar quando não ficava compreensivo, como é complementado no excerto da Aluna P – *Regravamos várias vezes até ficar bom*.

O fato de o Aluno ME e do Aluno M verem e ouvirem o que eles tinham produzido os deixou instigados a realizar um autoquestionamento sobre suas próprias afirmações e aprendizados. Assim, estimulados pela influência da mídia – moldagem – questionaram-se como expressar a linguagem matemática e formularam uma maneira que eles próprios pudessem entender e, assim, possibilitar que outras pessoas que assistissem o vídeo também entendessem o que estavam sendo apresentado no vídeo. Essa situação elucida uma maneira diferente de aprender que não preza simplesmente pela reprodução de dados e conceitos, ou seja, não apenas, recebendo passivamente as informações, como pode acontecer em aulas ditas como “tradicionais”. Gravar sua imagem e voz em vídeo, depois ver e ouvir e corrigir, quando percebem, o que estava errado, foi uma forma de aprender o conteúdo.

Isso contribui para movimentos expansivos – realizar autocrítica quanto ao domínio do conceito do Fatorial, recorrer à internet para esclarecer suas dúvidas –, porque permite uma ação crítica e reflexiva do aluno de como apresentar a linguagem matemática no vídeo, o que levou a recorrer à internet. Nesse escopo, convém assinalar que o conhecimento é pensado como sendo a produção de humanos, mas também por tecnologias historicamente constituídas (Souto; Borba 2013).

Ao meu ver, os alunos buscaram caminhos alternativos, nunca antes pensados por eles para representar a linguagem e resolver os problemas de Fatorial. As Tecnologias Digitais, usadas na produção dos vídeos, proporcionaram, mais uma vez, conforme aqui demonstrado, a reorganização do pensamento – retomar seus conhecimentos para esclarecer as dúvidas que impediam ele comunicar sobre Fatorial através do simbolismo matemático. Isso conduziu os alunos a perceberem as distintas aplicações do conteúdo de Matemática e as suas linguagens – oralidade e simbolismo matemático. Ou seja, o diálogo entre o aluno ME e a aluna M mostra que eles procuraram tirar suas dúvidas por meio de questionamentos sobre o conteúdo, em conjunto com a internet, reforçando a ideia de que a Tecnologia Digital contribuiu para mostrar que a produção de conhecimento é coletiva (Borba; Villarreal, 2005).

Borba (2021) destaca que os vídeos podem ser produzidos coletivamente, com a participação da família, amigos e diferentes mídias. Essas integrações permitem que professores e alunos criem experiências de aprendizagem de forma ativa e significativa para a aprendizagem da Matemática, em outros ambientes que extrapolam a sala de aula.

Isso mostra que a proposta de produção de vídeo possibilita diferentes formas de aprender, ou seja a forma de aprender não precisa ser a forma como está enraizada na cultura escolar tradicional, que muitas vezes se restringe a registrar o conhecimento matemático com lápis em papel e/ou com a oralidade centrada no professor. Parece que a oralidade discutida por Levy (1993), que era típico das culturas ancestrais, circula, em volta da fogueira, como forma de transmissão do conhecimento para os mais jovens, a qual ganhou com as tecnologias, mais tarde, com as Tecnologias Digitais, novos entornos. Esse desenvolvimento deixou de ser um processo de transmissão vertical, do que sabe mais para o que sabe menos, para um processo mais horizontal e compartilhado pela relação professor-aluno-Tecnologias Digitais. A oralidade deixou de ser somente centrada no professor e passou a ser, também, dos alunos com Tecnologias Digitais.

Com o desenvolvimento da produção do vídeo, novos movimentos ocorreram entre os elementos do sistema de atividade (Figura 43), que passaram a desempenhar novos papéis (comunidade, regras, organização do trabalho). Quando há um deslocamento de papéis no sistema de atividade que vem sendo analisado, é possível que haja movimentos no Miniciclone – rotação e translação (Souto, 2013), sendo que pode ocorrer movimento de rotação e translação ao mesmo tempo no sistema de atividade. O de rotação, ou seja, dentro do sistema, instaura-se porque o não entendimento do conceito de fatorial, pelos alunos M e ME surgiu dentro do próprio sistema com a necessidades de eles retomarem os conceitos – acontecimentos internos que ocorrem no contexto do sistema que está sendo analisado. Assim, a produção do vídeo

provoca uma ruptura na forma de aprender a linguagem matemática. Já o movimento de translação se efetiva porque o movimento de rotação levou os alunos à pesquisa na internet, ou seja, a influência de outros sistemas de atividade – “que possam ter contribuído para o rompimento de padrões ou pelo menos à desestabilização de crenças reprodutivas ou práticas “encapsuladas” já arraigadas” (Souto; Borba; Canedo, 2022 p. 99).

Como destacado anteriormente, um miniciclone pode começar com dúvidas e questionamentos decorrentes de uma tensão causada por uma necessidade de abordar uma situação nunca antes encontrada, ou pelo desejo - talvez inconsciente - de quebrar um padrão matemático já existente de resolução de um determinado problema. Seu desenvolvimento se dá a partir da reorganização do pensamento provocada pelas respostas das mídias envolvidas nas ações dos aprendizes (Souto, Borba, 2018 p. 10).

A forma como os alunos produziram conhecimento foram moldadas pelo *feedback* que receberam da internet e a reorganização do pensamento aconteceu a cada nova simulação, por exemplo, quando os alunos gravaram e se perceberam equivocados no momento que eles falavam sobre a propriedade “ $0! = 1! = 1$ ” do Fatorial. Movimentos expansivos ocorreram a partir da reorganização do pensamento provocada pelas respostas das mídias envolvidas nas ações dos alunos que estavam sujeitos aos recursos oferecidos pela internet e os *softwares* de edição do vídeo.

Observei que, em determinado momento, o grupo que produziu o vídeo Fatorial mostrou uma certa dificuldade nas argumentações e explicações sobre o conteúdo escolhido e sobre a linguagem matemática. Isso pode ser observado nos seguintes trechos:

Aluno ME – Mano se a gente não conseguir explicar isso [os conceitos de Fatorial] vamos ter que mudar de conteúdo. Porque não consigo falar corretamente (entrevista 18/03/2022).

Aluna H – Gente que coisa complicada [a linguagem matemática]. Ainda bem que temos o Google para ajudar (entrevista 18/03/2022).

Essa suposta dificuldade, diante do desafio de entender a linguagem matemática para poder se expressar no vídeo, poderia ter estagnado o Miniciclone. Entretanto, a participação da internet trouxe movimento a essa situação que considero desafiadora, foi superada com o poder de ação das mídias, mediante as respostas dadas pelos sites (internet) consultados pelos alunos. Após esse retorno, os alunos podem ter reorganizado o pensamento, o que, por conseguinte, pode ter os conduzido a outras ações. Ou seja, quando os alunos produziam vídeos, eles buscaram outras maneiras para representar e comunicar ideias matemáticas, bem como resolver os problemas propostos, o que fez com que o sistema se movimentasse.

O fato de os alunos terem pensado em desistir do conteúdo pode ter sido uma tensão (contradição secundária) que ocorreu com a introdução de algo novo: produzir um vídeo com

conteúdo e utilizar linguagem matemática nessa produção. Isso pode ir de encontro com um elemento antigo, como por exemplo, o professor explicando o conteúdo. Porém, essa tensão foi superada com a participação da internet.

Nos excertos, a seguir, na fala dos alunos, ao que parece, a proposta de estudo estava em harmonia com os motivos dos alunos:

Aluno JP – Aprendemos a usar novos programas [de edição] que ainda não havíamos usado. Realizamos várias pesquisas sobre o conteúdo, assistimos vídeos aulas e trabalhamos em grupos (questionário 15/03/2022).

Aluna A – Eu e o aluno JP, após as pesquisas, debatemos muito sobre de que maneira iríamos apresentar o conteúdo. E qual os programas [de edição] utilizar, já que ele tinha mais facilidade em um e eu em outro (entrevista 18/03/2022).

Pesquisadora – Como decidiram? (entrevista 18/03/2022).

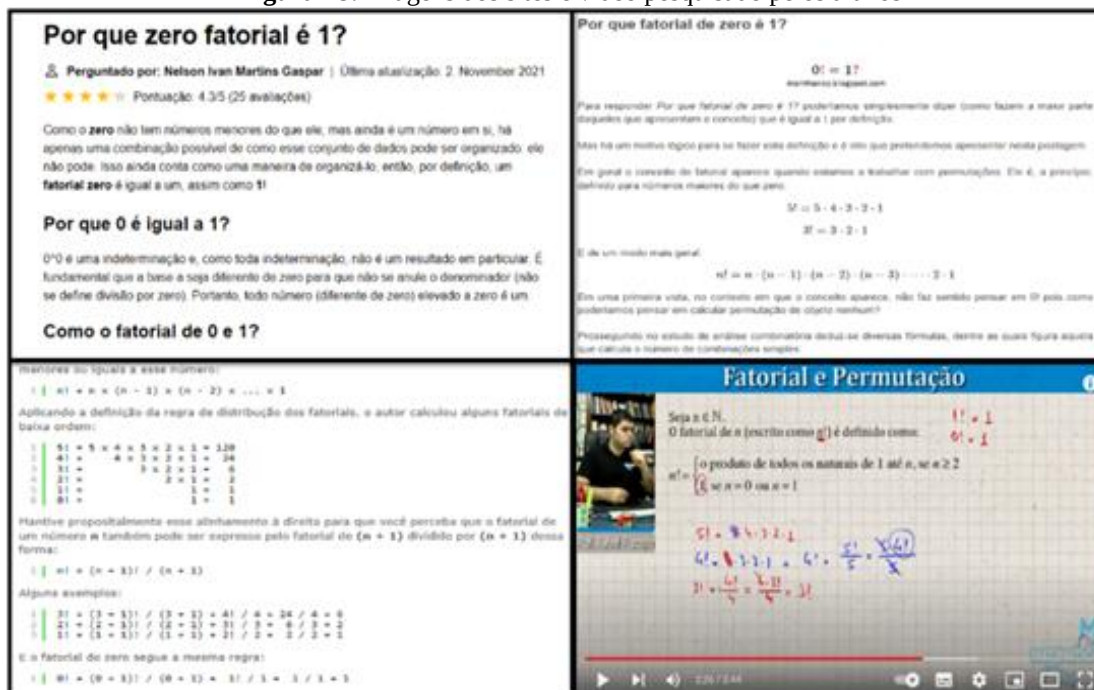
Aluna A – Pela melhor linguagem, aquela mais simples. E o editor aquele que possuía mais funções de edição, para colocar as continhas (entrevista 18/03/2022).

No caso em discussão, o poder de ação das mídias está implícito no diálogo entre a pesquisadora e os alunos JP e A, que explicam o que aprenderam quanto à potencialidade das mídias, como realizaram buscas sobre o tema ou conteúdo e o uso dos *softwares* e como entraram em acordo sobre suas escolhas na produção do vídeo. Essas ações foram realizadas coletivamente, humanos e Tecnologias Digitais, de uma forma harmônica com os motivos dos alunos. Compreendo que essa harmonia reforça o sinal de mudança no sistema de atividade, porque aponta uma mudança no objeto da atividade, que pode ser pesquisar e aprender de forma coletiva, com as Tecnologias Digitais usadas na produção de vídeos. Tal compreensão está atrelada ao *feedback* dado pelas mídias durante a produção dos vídeos, o qual pode ter gerado momentos de debates, discussões, questionamentos, ideias e diferentes possibilidades para a solução do problema em questão.

No seguinte excerto da fala da Aluna A [...] *após as pesquisas, debatemos muito sobre de que maneira iríamos apresentar o conteúdo*, há indícios de que a produção do vídeo provocou mudanças na atividade, oportunizou um debate em que os alunos puderam expressar suas opiniões, analisá-las questionar para encontrar caminhos alternativos para solucionar problemas encontrados. Essas pesquisas na internet podem ter desencadeado uma movimentação no sistema durante o processo de produção de conhecimento do ator humano com a interação com as Tecnologias Digitais, uma vez que o sujeito do conhecimento é fruto de trocas recíprocas e reúne as potencialidades de humanos e mídias (Souto; Borba, 2016a).

Nesse sentido, para fins de elucidação, a Figura 48 expõe páginas de sites visitados pelos alunos e trechos de vídeos do *YouTube*, que eles utilizaram para tirarem dúvidas sobre o conteúdo escolhido:

Figura 48: Imagens dos sites e vídeo pesquisado pelos alunos



40

Fonte: dados da autora.

Na Figura 48, é possível observar imagens dos sites visitados pelos alunos com o intuito de compreender e aprender a linguagem matemática. Além disso, atentando para o último quadrante da figura em questão, é possível observar que os alunos assistiram videoaulas com explicações sobre Fatorial e Permutação. É importante ressaltar que a mídia internet possibilitou diversas linguagens e maneiras distintas para explicar um mesmo conteúdo. Isso, por sua vez, favoreceu o trabalho discente coletivo, focalizando como utilizar e o que utilizar, linguagem apresentada nos sites e vídeos pesquisados. Mais uma vez, entendo que houve, nesse momento, relativa desestabilização do sistema de atividade, pois esses movimentos – pesquisar na internet, compreender e aprender a linguagem matemática, assistir e editar vídeos – favorecem o processo de reorganização do pensamento (Souto; Borba, 2016b).

Essas integrações alunos-mídias, a maneira voltada a como comunicam suas ideias, como obtêm informações e como se engajam na produção de vídeo sugerem que as Tecnologias Digitais podem estar cada vez mais presentes na escola, moldando a experiência em sala de aula.

⁴⁰ Sites visitados pelos alunos, <https://bauparalelo.wordpress.com/>; <https://treinamento24.com/>; <http://manthanos.blogspot.com/> e o vídeo, https://youtu.be/_SYi-0bLroA.

Na Figura 49, segundo a fala do Aluno ME, as mídias tiveram o poder de ação de reorganizar a maneira e a dinâmica de como as aulas vinham acontecendo, isso porque moldaram as percepções, atitudes e comportamentos dos alunos.

Figura 49: Excertos das falas dos alunos e imagens das referências utilizadas

Aluno ME – Eu acho legal a aula da professora [aula expositiva e dialogada]. Mas quando acessamos a internet tivemos tantas coisas, sobre o tema e foi muito mais divertidas e dinâmicas comparar os conteúdos apresentados no site, e organizar tudo no nosso roteiro (questionário 15/03/2022).

<https://www.todamateria.com.br/historia-da-matematica/#~:text=A%20Matem%C3%A1tica%2C%20como%20a%20conhecemos,em%20medir%20e%20contar%20objetos.>

Etimologia Origem do Conceito; etimologia.com.br/matematica/.

História da Matemática - InfoEscola <https://www.infoescola.com/matematica/historia-da-matematica/>

Onde nasceu a Matemática? | Mwana África Oficina Cultural: <https://www.youtube.com/watch?v=GdwE2JZBUxk&list=PLq3GpIk5926yhTmUh8IVc7EJh2UmHB463>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%A1tia>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%A1tia>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Maria_Laura_Moura_Mouzinho_Leite_Lopes

<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2021/02/katherine-johnson-conheca-historia-da-matematica-da-nasa-em-6-imagens.html>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Katherine_Johnson

Referências bibliográficas:

BOYER, Carl B. *História da Matemática*. São Paulo: Blucher, 2012.

ROQUE, Tatiana. *História da Matemática – Uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas*. São Paulo: Zahar, 2012.

ROONEY, Anne. *A História da Matemática*. São Paulo: M. Books do Brasil Editora, 2012.

Fonte: dados da autora.

No excerto relatado na Figura 49, embora o aluno expresse o seu gosto pela aula expositiva e dialogada da professora, ele e seu grupo, ao produzirem o vídeo, divertiram-se e acharam mais agradável e dinâmico comparar e organizar os conteúdos no roteiro do vídeo, os quais foram recuperados na internet. As pesquisas realizadas em sites foram *divertidas e dinâmicas*, isso indica, mais uma vez, que os movimentos no miniciclone não ocorreram por tensões, como descrito por Engeström (1978) com relação ao ciclo de aprendizagem expansiva.

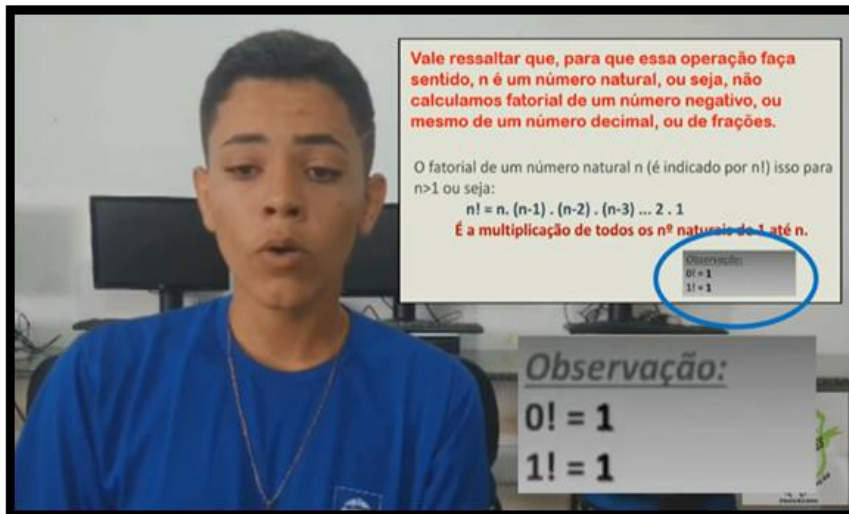
Para esse autor, o desenvolvimento de uma atividade ocorre em um ciclo contínuo em que ocorrem expansão e consolidação, em que cada fase é caracterizada por tensões que podem impulsionar o movimento no ciclo. Essas tensões podem ser causadas por fatores como conflitos, mudanças no ambiente de trabalho ou até mesmo pela necessidade de lidar com novas tarefas ou desafios. Ademais, criam uma necessidade de mudança e de encontrar soluções inovadoras para superar o problema. Porém, no excerto do aluno ME, ao que parece, explorar novas ideias, organizar, experimentar produzir conhecimento com a internet e refletir sobre as experiências para desenvolver o roteiro sobre o tema escolhido movimentou o miniciclone de

maneira diferente da proposta dos ciclos de Engeström (1978): não apenas com tensões, mas sim, por movimentos prazerosos. Ou seja, os dados revelam que as tensões podem ser agradáveis, dinâmicas, harmônicas e divertidas. Domingues (2020 p. 126) pontua que vídeos integram humor na perspectiva da aprendizagem, uma vez que os alunos ao produzirem vídeos “visam fazer algo criativo, extrovertido, dinâmico, com humor e com linguagem acessível para que pessoas de outras áreas ou idades pudessem entender o conteúdo matemático explicitado”.

A busca por diversos sites para compreender e comparar as linguagens matemáticas, para escrever o roteiro, movimentou o sistema de atividade. Essas interações moldaram o raciocínio dos alunos, pois propiciam distintas reorganizações no pensamento para que uma mesma ideia Matemática possa ser compreendida em vários contextos e expressa de diferentes formas (Borba; Villarreal, 2005), como já mencionado anteriormente.

Além disso, ao meu ver, a mídia – internet – potencializou a atividade de produção do vídeo, desempenhando o papel de comunidade. Tal percepção está atrelada à proposta que levou os alunos a abordarem hipóteses capazes de serem testadas, comprovadas e confrontadas na resolução de problemas, com as mídias, como pode ser observado na Figura 50.

Figura 50: Captura de tela da cena em que o aluno ME expõe *print* de um dos sites que pesquisou



Fonte: dados da autora.

A Figura 50 expõe o momento em que o aluno ME explica que o fatorial do 1 é 1 e o fatorial do 0 também é 1. Ao se depararem com essa definição, os alunos ficaram com dúvidas e levantaram questionamentos, o que os mobilizou a realizar mais pesquisas na internet.

Ao utilizar seus conhecimentos matemáticos para refletir sobre uma situação e testar seus raciocínios, o aluno formula e apresenta suas estratégias para resolver problemas, estratégias que, quando apreciadas, justificadas e aceitas, poderão compor o conjunto de novos conceitos para resolver novas situações problemas (movimentos expansivos). Nesse processo,

podem ser identificados momentos de intensa colaboração ou resolução de problemas que resultam, mais uma vez, em movimentos expansivos.

Com relação à produção do vídeo, retomei a questão da presença da multivocalidade e da historicidade, conceitos importantes nesse contexto, pois ajudam a entender a complexidade e a diversidade das perspectivas e experiências que podem estar presentes em um vídeo. A multivocalidade se refere à presença de múltiplas vozes: da internet, da pesquisadora, dos alunos. Isso significa que diferentes vozes – dos alunos – podem ser ouvidas e representadas, cada uma com sua própria história, experiência e conhecimento, o que pode enriquecer a produção do vídeo, ao trazer diferentes perspectivas e ideias deles. A historicidade, por sua vez, refere-se ao fato de que tudo o que é produzido é influenciado pelo contexto histórico e cultural em que os estudantes estão inseridos. Isso significa que a produção de um vídeo é influenciada por questões como o momento histórico, a cultura, a política, as Tecnologias Digitais disponíveis, dentre outros.

Juntas, a multivocalidade e a historicidade podem ser vistas como duas lentes através das quais é possível analisar e entender o contexto da produção dos vídeos, no qual esse sistema de atividade se desenvolveu. Convém assinalar que a produção dos vídeos proporcionou que os alunos inserissem seus pontos de vista, seus interesses e suas crenças, no sistema de atividade – aula encapsulada –, o qual se transformou ao longo da proposta de produção dos vídeos, conforme relatado no diálogo seguinte:

Aluno E – Nunca [tinha estudado o conteúdo escolhido para o vídeo desta forma]. Sempre foi a professora de matemática que ensinava. O que mudou? Foi porque a gente mesmo pesquisou sobre o conteúdo (entrevista 18/03/2022).

Aluno ME – Não [aprendeu] a matemática que estava no livro [didático] (entrevista 18/03/2022).

Pesquisadora – Como é a matemática do livro didático? (entrevista 18/03/2022).

Aluno E – Mais difícil ... [áudio ruim] tem muita conta sem noção [sem aplicação] (entrevista 18/03/2022).

Aluno ME – Olha tem horas que [o professor] inventa umas contas com tanta letras e dificuldades que a gente se perde e fica sem saber o que fazer. No nosso vídeo tudo pareceu simples (entrevista 18/03/2022).

Nesse diálogo entre a pesquisadora e os alunos, identifico a presença dos conceitos de multivocalidade e historicidade. Aquela pode ser observada nas falas dos alunos, pois representam perspectivas e experiências diferentes em relação ao ensino da Matemática. O aluno E, por exemplo, assinala que nunca havia estudado o conteúdo daquela forma antes e que a mudança se deu por conta da pesquisa que eles realizaram. Já o aluno ME salienta a

difficuldade que, muitas vezes, encontra nas aulas de Matemática, com a utilização de contas complexas e sem aplicação prática.

Já a historicidade aparece na comparação entre o ensino da matemática realizado pela professora e o aprendizado proporcionado pelo vídeo produzido pelos alunos. Ou seja, a historicidade se manifesta a partir do momento que os alunos comparam a imagem negativa que tiveram anteriormente da Matemática, com aquela imagem modificada e transformada pela produção de vídeo. Certamente, esta constatação demonstra que a produção de vídeo favoreceu a construção de uma imagem pública e positiva da Matemática, a qual propiciou melhorias no processo de aprendizagem. Dessa forma, os dois conceitos em cena podem ajudar a valorizar e respeitar as vozes e experiências dos alunos, bem como a compreender o contexto histórico e cultural em que ocorre o ensino e a aprendizagem.

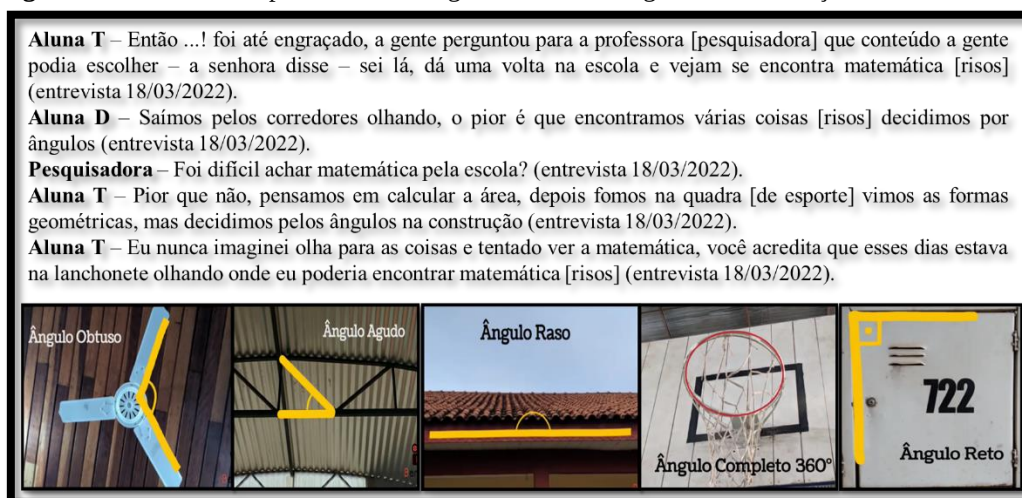
A proposta de produção dos vídeos pode ter proporcionado um ambiente mais livre e com possibilidades de novas configurações a cada etapa de produção. Essas possibilidades fizeram com que os alunos articulassem novas ações para ressignificar o objeto da atividade, deixando, dessa maneira, de serem passivos no processo de aprendizagem para se tornarem protagonistas da sua aprendizagem, Aluno E – *Foi porque a gente mesmo pesquisou sobre o conteúdo.*

Além disso, é possível perceber que a proposta de produção do vídeo privilegia o trabalho coletivo, colaborativo e dialógico, o qual está condicionado às potencialidades das Tecnologias Digitais utilizadas, de modo particular, ao grau de interação propiciado aos participantes.

No excerto do Aluno E, por exemplo, “*Nunca [tinha estudado o conteúdo escolhido para o vídeo desta forma]. Sempre foi a professora de matemática que ensinava. O que mudou? Foi porque a gente mesmo pesquisou sobre o conteúdo*”, houve uma mudança na configuração da sala de aula e na maneira de desenvolver a atividade. Isso pode ter provocado uma diversidade de interesses, que frequentemente gerava conflitos e tensões, mas, ao mesmo tempo, a produção dos vídeos pode representar a fonte de desafios e motivação para a criação e recriação da própria atividade.

Dando prosseguimento, agora, o olhar se volta para onde os alunos podem encontrar a matemática, como pode ser observado a seguir:

Figura 51: Excertos dos produtores e imagem do vídeo e ângulos na construção da escola



Fonte: dados da autora.

Nesse diálogo entre as alunas e a pesquisadora, a escolha do conteúdo/tema para o vídeo produzido pelas alunas pode ter gerado conflitos e tensões – curiosidade em saber onde encontrar a matemática no espaço escolar movimentou o sistema –, já que elas precisaram explorar a escola em busca de elementos relacionados à Matemática. Essa busca pode ter gerado um conflito em relação às expectativas prévias das alunas em relação ao ensino de matemática, que geralmente se restringe à sala de aula.

A aluna T ressalta que nunca havia imaginado olhar para as coisas e tentar ver a Matemática, evidenciando uma mudança em sua forma de pensar e aprender – movimento expansivo. Quando a pesquisadora pergunta – *Foi difícil achar matemática pela escola* – as alunas respondem que não, e ao contrário, encontraram muitas coisas relacionadas à Matemática, ou seja, as tensões – não saber qual conteúdo escolher para produzir o vídeo – foram superadas pelo fato – *de encontramos várias coisas [risos] decidimos por ângulos*. Ao que parece a curiosidade e a tranquilidade foram forças motrizes para atingir o objeto do sistema de atividade em análise, isso porque as alunas se propuseram a fazer algo diferente do usual, de forma divertida para aprender a Matemática.

Os excertos, na Figura 51 dão indícios de que o movimento gerado pela produção de vídeo provocou bem-estar nas alunas com relação à aprendizagem da Matemática. Isso tem relação com desconstrução da imagem que tinham da matemática. Domingues (2020) sinaliza que essa mudança de papel pode ser compreendida como a transformação das aulas tradicionais,

[...] para vídeos criativos que desenvolvem conteúdos matemáticos e aplicações matemáticas, ao mesmo tempo que os provam visualmente. Essa nova linguagem utilizada para se expressar matematicamente por meio dessa mídia multimodal, gera transformações qualitativas na produção do conhecimento matemático (Domingues, 2020 p. 232).

Com relação à imagem da matemática no desenvolvimento do sistema de atividade, ela era vista como fria, absoluta, verdadeira, não-humana, difícil, dentre outras qualidades negativas. No entanto, ao longo das movimentações, a maioria dos alunos reconheceu que a matemática está inserida em suas vidas, entretanto, revelam sinais de que podem não perceber que suas aplicações podem envolver grandes decisões e mover a sociedade de forma implícita, em várias direções (D’Ambrósio, 2002).

Nesse sentido, com intuito de observar as diferentes concepções que os alunos têm formuladas sobre a matemática, uma das perguntas do Questionário 1 (respondido antes da produção do vídeo) foi: “Se você pudesse escolher uma fruta para representar a matemática, qual escolheria? Por quê”? Dentre as diversas respostas, a fruta que mais se destacou foi o limão, pelo seu sabor azedo, como pode ser observado na nuvem de palavras, na figura a seguir.

Figura 52: Nuvem de palavras das frutas que representam a matemática



Fonte: elaborado pela autora com o uso do wordart.com/create.

Além do limão, as outras frutas também, de alguma forma, estavam relacionadas ao contexto de ser dura, azeda, ter espinhos ou pelo fato de não gostar da fruta. Esse “gosto” ou a imagem pela matemática pode estar relacionada a forma descontextualizada como é ensinada, a falta de relação entre essa e as outras áreas do conhecimento, e a falsa compreensão desta como a ciência da verdade, sempre confiável. Isso nos mostra que as imagens que os alunos têm em relação à matemática são comumente associadas a uma ciência exata – Ideologia da Certeza (Borba, 1992; Borba, Skovsmose, 2004) –, que não admite erros. Muitas vezes, apresentada em uma caixa/capsulada, rainha da ciência, sem ligação com outras áreas do conhecimento, nem com a realidade vivida pelos alunos, basta-se em si mesma.

Tais imagens são advindas de acordo com a experiência social de cada pessoa, que abrangem sua formação inicial ou acadêmica, influência dos pais ou responsáveis, seus pares,

a mídia ou seu contato com a matemática ao longo de sua experiência de vida (Gregorutti; Scucuglia, 2017).

Mesmo com a imagem de ciência exata da matemática que os alunos construíram ao longo de sua educação, eles reconhecem sua importância para sua formação, bem como a maneira como ela é ensinada, uma vez que pode contribuir para desconstruir essa estampa. Continuando essa discussão, na sequência, resgato algumas respostas ao questionário:

Questionário 1 – Eu escolheria a amora, pois está fruta é azeda antes de amadurecer, depois se torna doce. Como a matemática, antes de aprender determinado conteúdo é um inferno, mas depois é de boa (10/02/2022).

Questionário 1 – Mamão. Gostar de mamão? Não gosto! Mas como tenho problemas de intestino preso ele me faz bem. Gostar da Matemática? Não gosto! Mas preciso dela para chegar aos meus objetivos (09/02/2022).

No excerto anterior, é possível perceber que o aluno ou aluna reconhece a importância da matemática para chegar aos seus objetivos e que aprender matemática pode ser “doce”, isso quando entendem e aprendem – antes de aprender determinado conteúdo “é um inferno”, mas depois é de bom. Esses excertos elucidam que essas percepções estão marcadas pela vivência de cada um, por exemplo, o mamão dista das demais frutas porque ele é (bem) doce, mas o aluno associa à questão de gosto e de necessidade. Ademais, reforça as bases freirianas: a aprendizagem parte da realidade do aluno, das suas experiências.

Gadanidis e Scucuglia (2010) destacam que as Tecnologias Digitais, por exemplo, podem contribuir para que alunos comecem a desenvolver atividades nas quais a Matemática pode ser vista como uma experiência humana, prazerosa e estética. Na fala do aluno relatado no questionário, a imagem da matemática está vinculada ao processo da aprendizagem, no entanto essa visão da matemática, trazida por ele pode ser desconstruída a partir do momento que ele compreende o conceito, tornando a experiência prazerosa.

Ainda sobre o questionário em questão, é possível observar que a imagem da matemática está vinculada à perspectiva de futuro/profissional do aluno. Isso foi explicitado no trecho – *Mas preciso dela para chegar aos meus objetivos*. Ao meu ver, na percepção do aluno, a imagem da matemática depende da aprendizagem e do quanto ela participa do projeto de futuro do aluno. Desse modo, devido a essa imagem que os alunos construíram ao longo da vida – historicidade – existe uma tensão que pode movimentar ou estagnar o miniciclone.

Contudo, com a produção de vídeo, em meu ponto de vista, tal imagem também pode ser desconstruída. Isso porque, talvez, seja necessário considerar, ainda, que, muitas vezes, para construir algo é também preciso desconstruir alguma “coisa” ou visão, conforme ilustram os

depoimentos subsequentes. Para a aluna obter seus objetivos, ela precisa desconstruir /desconsiderar a sua visão em relação à matemática.

Aluno WF- Bem legal fazer o vídeo. Uma atividade diferente que exige muito do aluno, precisa trabalhar em grupo, compartilhar ideias e escrever o roteiro com detalhe para facilitar na hora da gravação. Conhecer todos os detalhes que vai apresentar (questionário 15/03/2022).

Aluna L- Eu gosto de mexer com vídeos, então ficou fácil produzir e aprender Matemática. Com as pesquisas na internet identificamos algumas coisas legais para colocar no vídeo (questionário 15/03/2022).

A proposta de produção dos vídeos, na visão dos alunos, é uma experiência humana, como afirmam Gadanidis e Scucuglia (2010), pelo fato de possibilitar trabalhar em grupo e compartilhar ideias. Isso mostra que a relação Seres-Humanos-Com-Vídeos humaniza, promovendo integração e diálogo de modo prazeroso.

Na fala da Aluna L, em complementação ao aluno WF, que sinaliza a exigência e a construção de conhecimentos outros além da matemática, quais sejam, trabalho em grupo e produção de texto, em meu olhar, ao produzir vídeo é possível aprender matemática, como elucida o seguinte depoimento da Aluna L: *Eu gosto de mexer com vídeos, então ficou fácil produzir e aprender Matemática*. É possível notar, aqui, o poder de ação do vídeo na aprendizagem, além do papel da internet como atriz no processo de produção do vídeo, para além dos conceitos matemáticos (Aluna L): *Com as pesquisas na internet identificamos algumas coisas legais para colocar no vídeo*. Com a produção do vídeo, a aprendizagem foi tranquila e agradável.

Nos excertos, mais uma vez, é possível verificar o processo de negociação realizado entre os alunos por meio das regras, tendo como produto do sistema a transformação na forma de ver e produzir ideias matemáticas. As maneiras de se expressar, conhecer e apresentar ajudam a construir reflexões acerca da visão da matemática dos alunos. Com base na discussão tecida até o presente momento, entendo que o poder de ação das mídias movimentou o sistema de atividade e esses movimentos possibilitaram que os alunos desconstruíssem uma imagem “ruim” da matemática. Desse modo, na sequência, focalizo o poder de ação das mídias sinteticamente.

6.1.1 ***Uma síntese da categoria – Poder de Ação das Mídias***

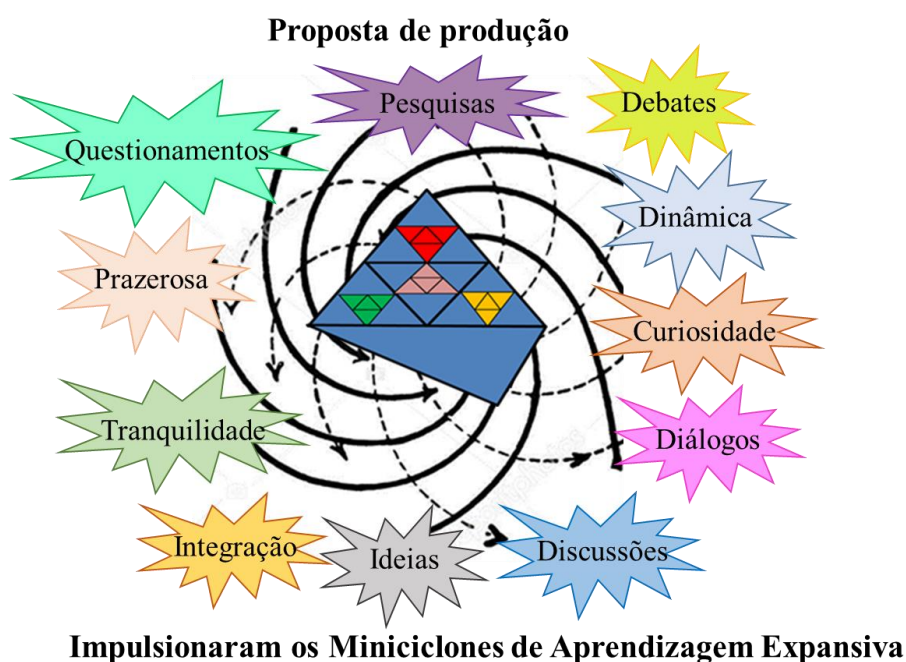
De acordo com os dados apreciados analiticamente até aqui, é possível expor que inicialmente, a internet desempenhou o papel de artefato, influenciando a relação do sujeito

com o objeto. Além disso, a internet como plataforma de pesquisa, molda o pensamento dos alunos, posto que há uma relação mediada por esse meio em que diversas reorganizações do pensamento expressam a mesma ideia matemática, porém de formas distintas. A internet utilizada na produção do vídeo desestabilizou e gerou mudanças nas regras, na organização do trabalho, além de desempenhar o papel de comunidade no processo de produção do conhecimento.

Com base nas análises dos dados produzidos, é possível perceber que o poder de ação das mídias movimentou o Miniciclone de uma maneira distinta da observada na pesquisa de Souto (2013) e Souto e Borba (2016). No caso em questão, o Miniciclone se desenvolveu em um ambiente virtual de aprendizagem, iniciado com dúvidas e questionamentos decorrentes das tensões, dos desejos ou uma necessidade de solucionar uma situação nunca antes prevista.

Na categoria poder de ação das mídias, a produção dos vídeos gerou tensões distintas daquelas discutidas por Engeström (1987). Havia conflitos e tensões nas formas usuais, que geraram ideias da imagem da matemática, como uma disciplina “difícil” com uma metodologia de ensino baseada na memorização e reprodução de fórmulas. Mas, a proposta de produção dos vídeos possibilitou ações – contradições – de forma harmoniosa com que se desejava produzir. Essas distintas contradições estão apresentadas a seguir na Figura 53.

Figura 53: Distintas contradições que ocorreram no sistema de atividade



Fonte: elaborado pela autora.

Na Figura 53, consta a sistematização de algumas contradições observadas nos dados da categoria “Poder de ação das mídias – *movimentos dinâmicos nos processos de ensinar e*

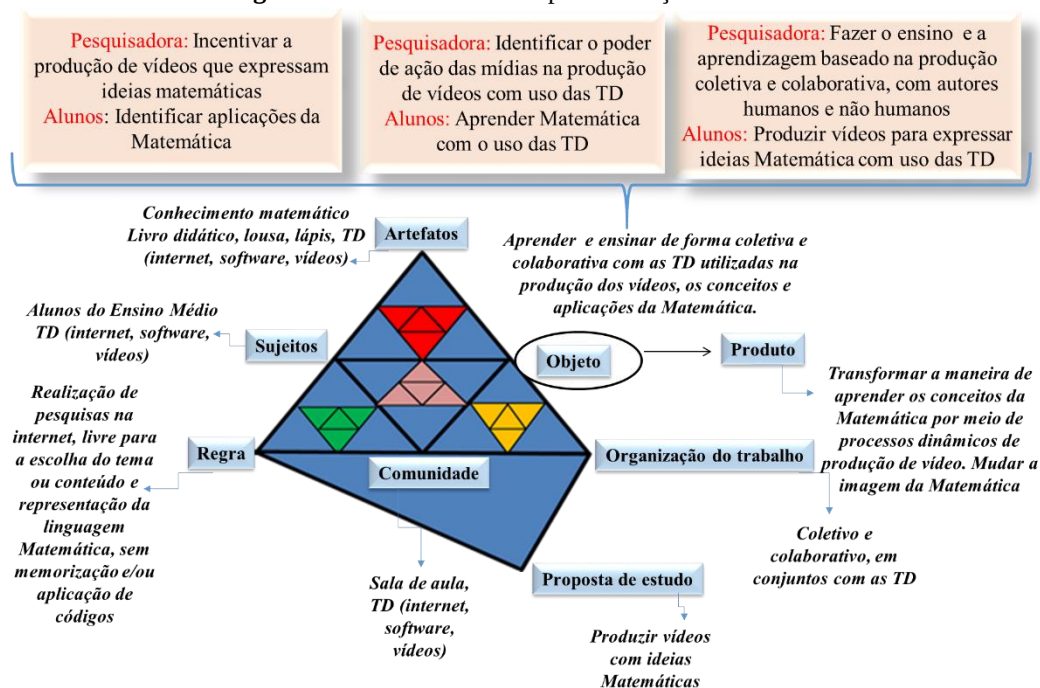
aprender Matemática”. Os movimentos expansivos tiveram início com a compreensão da manifestação de problemas existentes, os quais percorreram um processo de análise das contradições que dão origem aos distúrbios e, progressivamente, os alunos avançam em busca de soluções para reprojeter as atividades, de modo a equacionar as contradições encontradas.

Os Miniciclones começam sua evolução a partir da proposta de produção de vídeos (estudo) que possibilitou o uso das Tecnologias Digitais gerando momentos de debates, discussões, questionamentos, ideias e diferentes possibilidades para a solução do problema em questão. Esses momentos apresentam-se por meio da multivocalidade no discurso dos alunos que se manifestam por meio da fala, da escrita ou de gestos – enfim, as múltiplas vozes que utilizam para expressar seus pensamentos e as ideias matemáticas. A historicidade contribui para os movimentos que ocorreram no miniciclone e para a compreensão de seu desenvolvimento, segundo Souto (2013), uma forma de entender esses movimentos e as transformações do sistema de atividade é por meio da análise à luz da história nele envolvida.

O sistema de atividade transformou-se ao longo da proposta de produção dos vídeos e as possibilidades de ação dadas pelas mídias impulsionaram os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva. Isso pode também ter provocado uma expansão na produção do conhecimento matemático, as quais foram desenhadas pela dinâmica da proposta de estudo que mudou o sistema. Movimentos de reorganização se intensificam nos testes, experimentações e simulações de conjecturas com as pesquisas realizadas na internet. Ou seja, reorganização do pensamento provocada pelas respostas da internet às ações de pesquisas sobre os temas.

Entendo que essa harmonia entre a proposta de estudo e os motivos dos alunos reforça o sinal de mudança no sistema de atividade, porque aponta uma mudança no objeto da atividade. Ou seja, os movimentos nos Miniciclones podem se desenvolver sem tensões, isso ocorre quando os objetos/motivos da atividade dos alunos estão em harmonia com a proposta de estudo. Além disso, os alunos ao realizar pesquisas na internet, definir o tema, decidir os conteúdos, escrever o roteiro, gravar áudios, dividir as atividades e, ainda, organizar o trabalho, provocaram uma quebra de *script*, de modo que pode ter ocorrido um movimento de rotação no sistema de atividade. Ainda, no início da atividade, as mídias desempenhavam o papel de artefato. O poder de ação dado pelas mídias provocou movimentos das regras, da organização do trabalho e da comunidade, podendo ter transformado a produção Matemática.

Para sistematizar essa análise, considero importante apresentar o diagrama da representação final do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias – O poder de ação das mídias – para discutir como se desenvolveram os Miniciclones com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos digitais matemáticos. Na figura, a seguir, consta tal diagrama.

Figura 54: Sistema final – O poder de ação das mídias

Fonte: elaborado pela autora.

No início do capítulo, foi apresentada a Figura 43 – sistema inicial de atividade – agora apresento a Figura 54 com os movimentos que ocorreram no sistema de atividade provocados pela proposta de ensino – produção de vídeos. Meu primeiro destaque vai para as mudanças nos motivos e no objeto. Lembrando que esses motivos do sistema inicial foram caracterizados de acordo com relatos dos alunos e professores e pelas minhas observações, sendo eles: ensinar técnica de resolução de problemas padrão de Matemática; aprender os conceitos e definições de Matemática; fazer o ensino e a aprendizagem baseados na reprovação. Por meio desses motivos, entre outros aspectos, discutidos anteriormente, teve-se uma contribuição para a caracterização do objeto do sistema inicial, qual seja, ensinar Matemática por meio de técnica de reprodução e memorização.

No entanto, como discutido por Souto (2014), os motivos vão se constituindo e se transformando ao longo do desenvolvimento de um sistema de atividade e contribuem para a caracterização do próprio objeto, ou seja, o objeto e os motivos vão, de forma gradativa, se reorganizando à medida que o sistema de atividade se desenvolve. Desse modo, foi possível verificar, nos dados analisados, esses movimentos de organização e reorganização que impulsionaram o desenvolvimento do sistema inicial e contribuíram para a realização de mudanças, as quais estão apresentadas no diagrama da Figura 54. Na parte superior dessa figura, na cor rosa, constam os motivos da proposta de estudo da pesquisadora e dos alunos. Com base nos motivos apresentados e nos movimentos discutidos ao longo da análise dessa categoria, fiz

uma aproximação do que pode ser considerado como o objeto no sistema final de atividade: aprender de forma coletiva e colaborativa com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção dos vídeos, os conceitos e aplicações da Matemática.

Essas mudanças estão relacionadas ao poder da proposta de estudo de transformar a atividade, que motivou os alunos e promoveu a aprendizagem da matemática, bem como possibilitou uma formação crítica, pautada em diálogos, debates, conhecimentos científicos, culturais, sociais e políticos. É oportuno destacar que, ao longo do desenvolvimento do sistema, as mídias movimentaram e desempenharam diferentes ou duplos papéis dentre seus elementos.

Ainda na Figura 54, destaco que cada elemento do sistema – artefato, objeto, sujeito, comunidade, regras e organização do trabalho – evidencia quais atores (humanos ou não humanos) passaram a desempenhar esses papéis. No sistema inicial, o papel do artefato era desempenhado pelos conhecimentos matemáticos, livro didático, lousa e lápis, com o desenvolvimento da atividade e a introdução da proposta de produção dos vídeos, esse papel passou a ser protagonizado também pelas Tecnologias Digitais.

Para produzir os vídeos, os alunos deveriam desenvolver algumas ações, tais como, escolher um tema/conteúdo, realizar pesquisas, escrever o roteiro, gravar e editar e ainda se pautarem no regulamento do Festival de Vídeos e Educação Matemática. Essas ações ressaltam as mudanças ocorridas tanto nas regras, na organização do trabalho e na comunidade.

São as regras que regulam as relações dentro do sistema e é por meio delas que os sujeitos organizam o trabalho. No sistema o poder de ação das mídias, os alunos realizaram pesquisas na internet, utilizaram *softwares* e aplicativos, ficaram livres para realizar a escolha da temática e da representação da linguagem matemática, sem o uso de códigos e memorizações que lhes eram habituais, além de passarem a organizar seus trabalhos de forma colaborativa e coletiva, em grupo. Desse modo, é possível dizer que a inserção das Tecnologias Digitais no sistema de atividade “mexeu” com as regras estabelecidas e, conseqüentemente, com a organização do trabalho. Já no papel de comunidade, o que antes era restrito à sala de aula, passou a ser desempenhado, também, pelas Tecnologias Digitais.

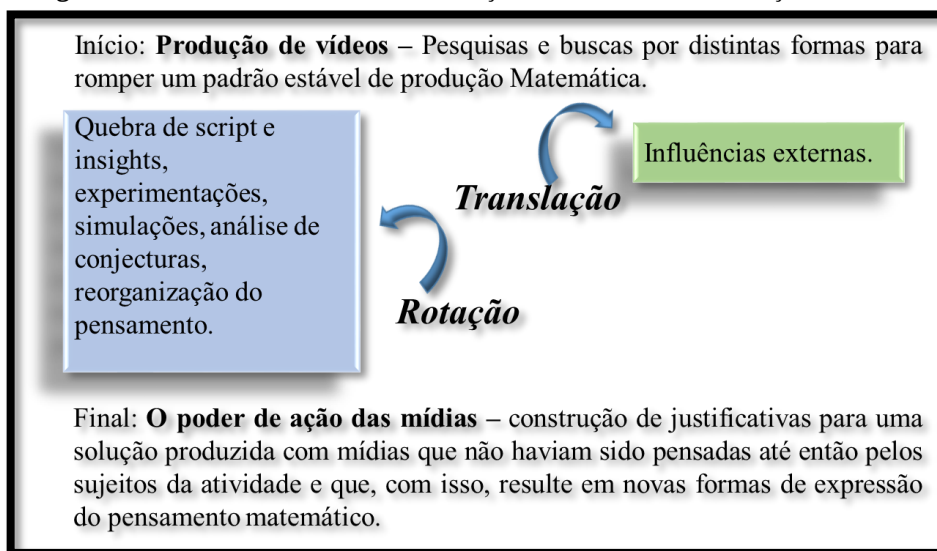
Outra comparação entre as Figuras 43 e 54 refere-se ao papel do sujeito. No início da atividade, o papel do sujeito era desempenhado apenas pelos alunos do Ensino Médio. Durante o desenvolvimento da atividade, esse papel passou a ser desempenhado também pelas Tecnologias Digitais, o que alavancou o poder de ação das mídias no sistema de atividade.

Por fim, a última consideração a ser feita refere-se às transformações do produto. No sistema inicial, esse elemento pressupunha duas possibilidades: os erros ou os acertos dos problemas e questionamentos propostos. No entanto, por meio da análise dos dados é possível

indicar que com o desenvolvimento do sistema e o movimento das Tecnologias Digitais desempenhando múltiplos papéis, o produto também foi transformado, passando a ser: transformar a maneira de aprender os conceitos da Matemática por meio de processos dinâmicos de produção de vídeo e mudar a imagem da Matemática.

A seguir, a Figura 55 apresenta uma síntese dos movimentos realizados no Miniciclone de Aprendizagem Expansiva.

Figura 55: Uma síntese do Sistema Produção de Vídeo – Poder de Ação das Mídias



Fonte: elaborado com base em (Borba, Souto e Canedo, 2022).

A Figura 55 apresenta os movimentos iniciais e finais dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva. O início do movimento é marcado com a proposta de produção de vídeo que levou os alunos a realizarem pesquisas e buscas por distintas formas para romper um padrão estável de produção Matemática. Como discutido por Borba, Souto e Canedo (2022 p. 100), um Miniciclone finaliza quando “os sujeitos conseguem elaborar, discutir e justificar uma solução produzida para um dado problema a partir de conexões multimodais e intermídias que não haviam sido pensadas até então pelos sujeitos da atividade [...]”. Sendo assim, o movimento final do Miniciclone foi a construção de justificativas para uma solução produzida com mídias que não haviam sido pensadas até então pelos sujeitos da atividade e que, com isso, resulte em novas formas de expressão do pensamento matemático.

O movimento de rotação ocorreu no processo de formação de um coletivo pensante de atores humanos com Tecnologias Digitais para a produção dos vídeos. As Tecnologias se movimentaram, participando e coparticipando de diferentes papéis no sistema de atividade, e com isso, o sistema analisado avançou. Isso se efetivou porque as *quebras de script e insights, experimentações, simulações, análise de conjecturas, reorganização do pensamento*

possibilitaram aos alunos expressar ideias matemáticas de múltiplas formas, de modo a relacionar diferentes tipos de representações. Já o movimento de translação foi marcado pelas *influências externas* que contribuíram para o rompimento de padrões ou pelo menos à desestabilização de crenças reprodutivas ou práticas “encapsuladas” já arraigadas.

Em síntese, no sistema de atividade Seres-Humanos-Com-Mídias “o poder de ação das mídias” a unidade de análise é coletiva (Cunha, 2023). As interações são entendidas como inter-relação entre os elementos (artefatos, sujeitos, comunidade, regras, organização do trabalho e objeto, proposta de estudo): Multivocalidade (diferentes sujeitos carregam consigo diferentes posições devido à história construída, suas tradições e culturas, pontos de vista e interesses); Historicidade (a análise de um sistema de atividade deve considerar a história vivida ao longo do tempo); Contradição (são tensões que provocam mudanças e desenvolvimento); e a Transformação Expansiva (superação de contradições). Contudo, as manifestações das mudanças ocorridas entre os elementos do sistema de atividade possibilitaram novas discussões e negociações entre seus membros. As mudanças combinadas pelo coletivo permitiram a compreensão do resultado, aprendizagens expansivas por estar baseadas nos contextos da descoberta, da aplicação prática e da crítica.

6.2 Contextualização da Matemática – o movimento do despertar para a transformação social

Aluna A – Não consigo relacionar a Matemática que estudamos em sala de aula com aplicações do nosso dia a dia, pelo menos, quase nunca é mostrado. Isso torna quase que impossível gostar de uma coisa que você não vê sua aplicação. A sensação que temos é que quando saímos da escola nunca mais vamos usá-la para nada (questionário 09/02/2022).

Início a abordagem dessa categoria com um excerto que considero importante para destacar a visão que os alunos têm da matemática, descontextualizada e com pouca ou nenhuma utilidade para a vida (Costa, 2017). Assim, a descontextualização da Matemática e outros desafios podem contribuir para a construção de uma imagem “encapsulada da matemática” (Souto, 2014). Desse modo, em minhas observações, notei que os alunos estavam sempre preocupados em encontrar determinado conteúdo matemático que de alguma forma fizesse relação direta com seu cotidiano, até mesmo, que esse conteúdo tivesse uma aplicação no dia a dia, com o propósito de melhor compreender, permitir explorar significados e estabelecer utilidade aos conceitos matemáticos.

Tufano (2001, p.40) expressa uma definição: contextualizar é o “ato de colocar no contexto, [...]. Colocar alguém a par de alguma coisa; uma ação premeditada para situar um indivíduo em lugar no tempo e no espaço desejado, encadear ideias em um escrito, constituir o texto no seu todo, argumentar”. A contextualização pode também ser entendida como uma espécie de argumentação ou uma forma de encadear concepções.

Já Tomaz e David (2013 p. 19) entendem a contextualização como

[...] um processo sociocultural que consiste em compreendê-la, tal como todo conhecimento cotidiano, científico ou tecnológico, como resultado de uma construção humana, inserida em um processo histórico e social. Portanto não se restringe a meras aplicações do conhecimento escolar em situações cotidianas nem somente às aplicações da Matemática em outros campos científicos.

Diante do exposto, para esta pesquisa a contextualização da Matemática pode ser entendida como a reunião de várias práticas e necessidades sociais, por meio de inter-relações com outras áreas do conhecimento. Em outras palavras, o aluno pode ser motivado por questões e interesses que interferem diretamente na sua vida, devido a isso, ele correlaciona os saberes matemáticos com situações que vivencia, sejam pessoais, escolares ou profissionais, ou até mesmo com outras áreas da ciência. Essa inter-relação coloca o coletivo aluno-mídia como protagonista da aprendizagem, contribuindo no seu desenvolvimento crítico, retirando-o da condição de espectador passivo.

Em uma discussão mais ampla, o ensino e a aprendizagem da matemática, há tempos, vêm sendo considerados um processo de transmissão de símbolos e códigos matemáticos, propriedades e técnicas, fórmulas e demonstrações de teoremas. Nessa perspectiva, predominavam as estratégias de desenvolver listas de exercícios e problemas típicos da Matemática, tornando o aluno um depósito de informações e reproduzidor delas. Essa encapsulação do ensino e da aprendizagem nas aulas de Matemática pode ser compreendida por meio do sistema inicial apresentado na Figura 43, na página 178.

Autores como Santana (2018), Costa e Souto (2019) e Rocha (2020) discutem a importância da contextualização da Matemática para a construção sociocultural, crítica e criativa, que possibilita o coletivo sair da passividade e assumir uma postura mais ativa, em interação com os outros coletivos. Nesse viés, Costa e Souto (2019) acrescentam que essa interação também pode ocorrer com as mídias, em relação ao coletivo pensante.

Observei que a produção de vídeos envolve os alunos em uma atividade democrática e respeitosa, em que eles desenvolvem uma atividade coletiva, em posição de igualdade, de participação, coparticipação e colaboração, em torno de um objeto comum: produzir vídeos matemáticos. Nesse sentido, a atividade é dialógica, fruto do processo de construção do

conhecimento pelos próprios alunos com as Tecnologias Digitais. Essa produção se manifesta pela capacidade de resolver os problemas que surgem no dia-a-dia, a qual pode ocorrer de diferentes maneiras, podendo ser mobilizada a partir de desafios, contradições e desequilíbrios. Nesse processo, o papel do professor, ao que parece, pode ser considerado como aquele que cria as condições favoráveis à produção de conhecimento pelos alunos.

Na perspectiva da contextualização, os desafios, contradições e desequilíbrios podem estar relacionados a um sistema de atividade que se desenvolveu com a produção dos vídeos, frente a temáticas que os alunos estabeleceram como relevantes considerando seu cotidiano. Esse sistema – *Contextualização da Matemática* – visa entender os conflitos da prática social, de modo a transformar a realidade social na atividade analisada (Engeström, 1987).

Se olhar para a sala de aula com “olhar” dos estudos, ideias e perspectivas do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, é possível verificar uma rede de sistemas proveniente de cada aluno e do professor, talvez impossível de ser analisado em sua totalidade. Domingues (2020) analisou o sistema de atividade do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática como uma rede de sistemas SHCM, portanto, o sistema de atividade aqui analisado poderia ser visto como uma rede de sistemas de atividades de contextualização de cada grupo que produziu vídeo. No entanto, isso também demandaria um novo estudo. Essa estruturação poderia ser feita, pois cada sistema, gerado em cada grupo, carrega sua historicidade, compõe-se por múltiplas vozes, contradições e está em constante movimento, envolvendo crise, transformação e inovação.

De acordo com Borba, Souto e Canedo (2022), um sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, qualquer que seja, realiza movimentos de rotação – acontecimentos internos que ocorrem no sistema que está sendo analisado, ou seja, por exemplo, dentro de uma aula, seja ela presencial ou *online* e na produção de vídeos. E também, o sistema de atividade realiza movimentos de translação – que ocorrem no sistema analisado, mas por consequências de influências externas de outros sistemas.

Enquanto se constituía o sistema de atividade “Produção de vídeo – Contextualização da Matemática”, atuando como observadora, narrando as experiências de convivência, além dos dados, das entrevistas e questionários, verifiquei que as interações e dinâmicas no momento das escolhas dos temas e conteúdos apresentados nos vídeos pode ter gerado movimentações – entre os elementos – no sistema de atividade: Miniciclones.

Ao que parece, o Miniciclone começa a se movimentar no momento em que os alunos escolhem um tema e o conteúdo para ser apresentado no vídeo, o que os leva a realizar alguns

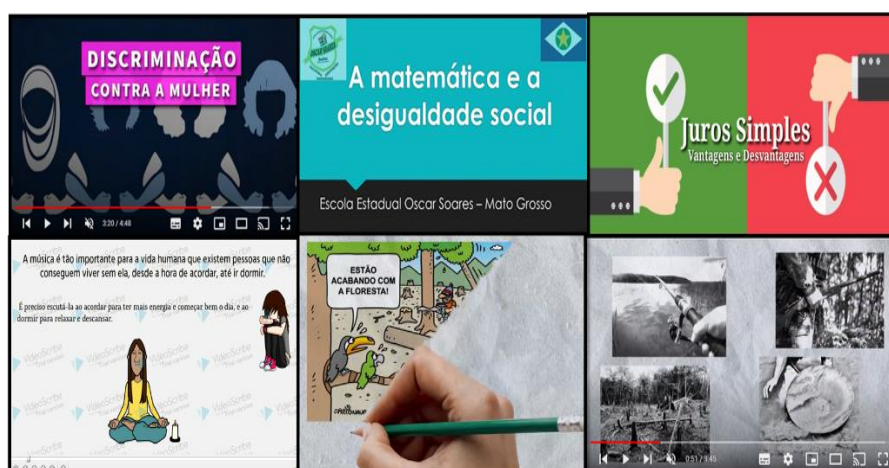
questionamentos do tipo “onde a matemática é aplicada”? Ou “como a matemática pode explicar ou quantificar esse tema”? Como pode ser observado nos excertos, a seguir:

Aluno G – Queríamos um tema para apresentar a Matemática que usamos de alguma forma, sem ser só contar. Para isso primeiro pesquisamos algumas aplicações da Matemática e como poderíamos apresentar o tema escolhido no vídeo de uma maneira simples (questionário 15/03/2022).

Aluna L- Trazer a matemática para resolver um problema do dia a dia, descomplica a matemática e relacionar os dois [matemática com dia a dia] aumenta as possibilidades de entender os conteúdos (entrevista 18/03/2022).

Ao que parece, os alunos estão sempre buscando uma aplicação para a Matemática, relacionando-a com suas práticas diárias. Nos excertos em questão, é possível observar que o Aluno G e a Aluna L buscam por temas para apresentar a Matemática de uma forma diferente da usualmente dita tradicional, que não seria a resolução de lista de exercícios sem aplicação no contexto do aluno, eles pesquisaram aplicações da Matemática e procuram maneiras simples de apresentar o tema escolhido no vídeo. A Aluna L destacou a importância de relacionar a Matemática com o dia a dia para descomplicar a disciplina e possibilitar a capacidade de compreensão dos conteúdos. Assis, Henrique e Bairral (2018) sugerem que as tomadas de decisões pedagógicas devem ser baseadas na aprendizagem real de alunos, de acordo com seu ambiente em que socializam suas perspectivas de vida. Em alguns vídeos, os alunos procuraram retratar questões vividas por eles ou problemas presentes na sociedade, como pode ser observado na figura a seguir.

Figura 56: Cenas com os temas de alguns vídeos



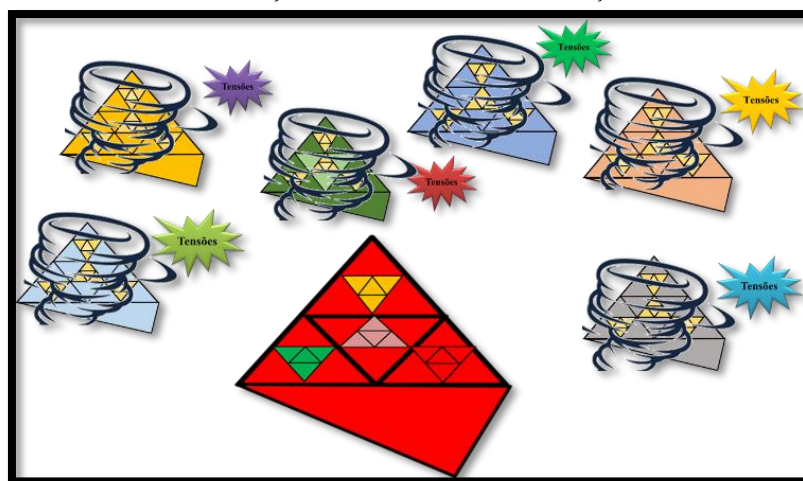
Fonte: compilado pela autora.

Essas ações de trazer para o vídeo problemas relacionados com suas vidas, como apresentado na Figura 56, podem ter gerado conflitos ou tensões que modificam algo estrutural, tido como padrão dominante, as aulas descontextualizadas e, com isso, geram tentativas de

mudar a atividade. Segundo Souto (2013, p. 59), “as contradições internas (tensões) são consideradas molas propulsoras potenciais, as quais fazem com que novos estágios qualitativos e formas de atividades possam emergir como soluções”. Esses conflitos ou tensões podem ter contribuído para movimentar o miniciclone. A saber: o contraste entre a aula pautada no conteúdo – aula encapsulada – e a aula direcionada pelo interesse do aluno – aula contextualizada.

Em consonância com Borba, Souto e Canedo (2022, p. 98), “o início de um miniciclone, em geral, pode ser identificado quando surgem dúvidas, questionamentos, críticas, autocríticas que coloquem em xeque um padrão de produção matemática relativamente estável”. Isso indica que o sistema começa a realizar movimentos de rotação – movimenta-se em torno de si mesmo –, exemplificado pelo contraste entre a aula pautada no conteúdo e ao contexto dos alunos, conforme a seguinte figura elucida:

Figura 57: Movimento de rotação no sistema “Contextualização da Matemática”



Fonte: elaborado pela autora.

A ilustração da Figura 57 corresponde aos movimentos ocorridos no sistema Seres-Humanos-Com-Mídias, utilizada para dar ênfase aos movimentos observados nos dados. Ao centro, na cor vermelha está representado o sistema identificado inicialmente com padrão de produção Matemática estável – como sempre vem sendo tradicionalmente realizada –, que sugeria o ensino centrado na figura do professor e baseado em técnicas de resolução de problemas padronizados que aceitavam apenas duas respostas (certa ou errada) e que estimulavam a memorização e a reprodução de códigos e fórmulas. No entanto, com a proposta de produção de vídeo ocorre o desencadeamento do desenvolvimento do sistema analisado quando começaram a surgir as tensões, que aconteceram, principalmente, pela inserção das

Tecnologias Digitais (internet e *softwares*), especificamente o fazer ser humano-com-vídeo-internet, estimulando o rompimento do então padrão dominante.

Na busca por contextualizar a Matemática e relacioná-la com questões sociais, há indícios de que isso pode ter movimentado o sistema, porque tal relação pode ter gerado tensões: produzir vídeo com o que faz sentido na vida do aluno, sejam elas sociais ou culturais. Para sistematizar essa análise, a produção de vídeos em que a movimentação dessa mídia, considerando os diferentes papéis que ocupa, é relacionada ao desenvolvimento do miniciclone, envolvendo rotação e translação que pode resultar em transformações expansivas no sistema de atividade.

Aluno B - Às vezes, pensamos que a Matemática que é ensinada em sala não é usada no nosso dia a dia, mas quando pesquisamos vimos, por exemplo que ela pode nos ajudar a tomar uma decisão, como no caso das pizzas. Conseguimos ver sua aplicação em coisa bem simples.

O excerto do Aluno B é oriundo do “Como calcular a área e o perímetro de um círculo” em que os alunos levantam o seguinte questionamento, o que é mais vantajoso comprar a pizza média ou a grande? Tendo o diâmetro e o preço da pizza. Ao relatar – mas quando pesquisamos vimos, por exemplo que ela pode nos ajudar a tomar uma decisão; conseguimos ver sua aplicação. Este excerto ilustra então o movimento de contextualização, o movimento de translação na transformação expansiva.

Os excertos, na sequência, podem contribuir na compreensão da forma como a interação, a socialização e as pesquisas na internet realizadas pelos alunos operam na escolha do tema.

Aluna C- Nosso objetivo de primeiro foi buscar um tema, tipo, algo que estivesse relacionado ao nosso contexto [questões relacionadas aos problemas do Brasil], somente depois trazer a Matemática para explicar essas questões (entrevista 18/03/2022).

Aluno D – A gente não escolheu o conteúdo logo de cara. Primeiro conversamos sobre a temática do vídeo, foram muitas coisas, tipo: corona vírus, alagamento, enchentes e desmatamento (questionário 15/03/2022).

Aluno CG- A escolha do conteúdo se deu pelo fato de estarmos aprendendo em sala, só que queríamos contextualizá-la para o nosso dia a dia, aí começamos a pesquisar [na internet] vimos que tinha bastante aplicação. Aí foi uma confusão para escolher a melhor maneira para produzir o roteiro (entrevista 18/03/2022).

Com o intuito de contextualizar e tentar aproximar a matemática da sala de aula à matemática fora da escola, os alunos foram levados a deixar a passividade e assumir uma postura mais ativa, em interação com os colegas e com as TD. Ou seja, suas posturas como protagonistas do conhecimento produzido no vídeo, estimuladas pelo uso das TD, podem despertar o interesse, a curiosidade pelo novo e a criatividade, bem como estimular e ou desenvolver diversas habilidades (Santana, 2018).

Em minhas anotações, em complementação com os excertos dos alunos, observei que eles têm se preocupado com questões que extrapolam sua realidade mais próxima. Os contextos sociais que afetam os problemas macro do país se mostram objeto do seu interesse.

Nessa perspectiva, a fala do Aluno D, *Primeiro conversamos sobre a temática do vídeo, foram muitas coisas, tipo: coronavírus, alagamento, enchentes e desmatamento* mostra que a tematização motivou os alunos a realizarem investigações, procurar conhecer o que não se sabe. Desse modo, eles foram levados a explorar, formular questões, fazer conjecturas, testar e reformular questões do seu interesse, como discutido por Tomaz e David (2013). A proposta de produção de vídeo levou os alunos a participarem de uma atividade interdisciplinar, uma vez que a matemática é utilizada para propor soluções alternativas, criar argumentos, desenvolver métodos, enfim, ampliar significados.

Tais excertos dão indicativos de que a produção dos vídeos pode ter provocado desestabilizações – crítica ao modelo empregado nas aulas de matemática, pautado em aulas encapsuladas – no sistema e propiciado o movimento (rotação) no Miniciclone, em que,

Um miniciclo(ne) é marcado por dúvidas, questionamentos e autocríticas, referentes a um padrão de produção Matemática relativamente estável. O início de seu desenvolvimento ocorre por meio de uma tensão, que pode ser originada, por exemplo, pela inserção de uma mídia no sistema que estimule o rompimento de tal padrão ou pelo menos desestabilize as crenças relativas a ele (Souto, 2013 p. 221).

A tensão, nesse caso, concentrou-se em como contextualizar a matemática que pode ter sido gerada com a inserção de uma mídia, os vídeos que estavam na proposta de estudo. Esses movimentos podem ser observados quando a Aluna C relata, *algo que estivesse relacionado ao nosso contexto* e o Aluno CG menciona, *A escolha do conteúdo se deu pelo fato de estarmos aprendendo em sala, só que queríamos contextualizar para o nosso dia a dia*, ainda na declaração do Aluno CG, *conversamos sobre a temática do vídeo*. A contextualização da Matemática desencadeou questionamentos, estimulou a iniciativa, a curiosidade e a criatividade, incitou a pesquisa, o trabalho em equipe e a capacidade de resolver problemas – matemáticos ou não –, além de outras habilidades.

Ainda, no excerto do Aluno CG, ao relatar que, *aí foi uma confusão para escolher a melhor maneira para produzir o roteiro*, tal percepção evidenciada nesse trecho pode ter gerado conflitos que, aqui, podem ser consideradas a postura ativa, o despertar, o interesse, a curiosidade e a criatividade. Dentro da Teoria da Atividade, a tensão pode ser compreendida como divergência, desequilíbrio, resistência ou ruptura de ideias, opiniões e padrões, lidar com determinada dificuldade, buscar solucionar algum conflito, ou seja, uma tensão pode se transformar em conflito (Engeström; Sannino, 2010).

Outras tensões podem ter contribuído para movimentar o sistema, por meio desses relatos, é possível perceber que ao realizar o exercício de contextualizar a Matemática, os alunos realizaram pesquisas na internet, em que a mídia desempenhou o papel natural, o de artefato.

Aluno D – As pesquisas foram realizadas na internet, foi fácil, tem muito reportagem, documentários e *site* que tratava do nosso tema [desmatamento do município de Juara – MT] (entrevista 18/03/2022).

Aluna RV – No *Google*, em *sites* de estudo e vídeos do *Youtube*, foi um processo cauteloso e escolhido minuciosamente. O desafio foi a veracidade, tem tanta *Fake News* que ficamos com medo! (entrevista 18/03/2022).

Nessas buscas por contextualizar a matemática, os alunos pesquisaram por temáticas dentro de um contexto vivido por eles, o desmatamento. Em vista disso, mobilizam, visando superar ou encontrar caminhos alternativos nunca antes pensados por eles. Tais ações podem ter transformado o objeto do sistema de atividade em análise para aprender matemática com vídeos, isso porque o objeto da atividade é um alvo móvel – tensões e mudança de interesse podem modificá-lo ao longo do Sistema de Atividade. Ao que parece, o objeto passa a ser utilizar os conceitos da regra de três – observação participante – para compreender o crescimento do desmatamento no estado do Mato Grosso, esse objeto está em conformidade com a proposta de estudo.

Ainda no excerto da Aluna RV: *o desafio foi a veracidade, tem tanta Fake News que ficamos com medo!*, o modo como ela e seu grupo lida com essa situação das *Fake News* reforça que ao desempenhar o papel de artefato pode ter sido gerada uma tensão.

Diante disso, é possível expor que as Tecnologias Digitais podem transmitir crenças e valores (bons ou maus) para o sistema, o que permite compreender como ela é dependente dos sistemas sócio-políticos e dos valores e das ideologias da cultura em que se insere. É com esse entendimento que a aluna passa a perceber as interferências que, nesse caso, a internet tem em sua vida e como ela pode interferir nessa atividade.

É interessante dizer que os alunos com senso crítico identificaram as *Fake News*, sendo assim elas não influenciaram nos movimentos do sistema, ou seja, isso não o estagnou ou o retraiu, ao contrário do que aconteceu na pesquisa de Souto e Borba (2016). Esses autores relatam que, em sua pesquisa, no estudo das Cônicas, os professores participantes produziam, inicialmente, soluções dinâmicas, procurando explorar ao máximo as potencialidades do *software* e buscando compreensões sobre o conteúdo que estava em discussão na internet. As informações encontradas pelos professores participantes da pesquisa transmitiram ao sistema algumas normas sociais historicamente construídas, as quais preconizam uma matemática exata, abstrata, rígida e linear. Isso interferiu nos movimentos do Miniciclone de

Transformações Expansivas, o qual teve seu desenvolvimento retraído. Vale destacar que diante dos excertos apresentados, Aluno D e Aluna RV, é oportuno destacar a necessidade de estimular o desenvolvimento de uma visão crítica em relação às informações reproduzidas na internet, inclusive as ideias matemáticas disponibilizadas *online*.

Por outro lado, como apresentado por Costa (2017), as mídias podem desempenhar ou coparticipar de distintos papéis em sistemas de atividade, ao desempenhar novos papéis, isso pode ser uma pista de que o miniciclone está em movimento. O exposto pode ser percebido, também nos comentários da Aluna M:

Figura 58: Dados e imagem do vídeo “Desmatamento e a Matemática”



Fonte: dados da pesquisa.

A Figura 58 apresenta uma fala da Aluna M explicando como seu grupo utilizou o site para obter informações sobre a temática do vídeo, o desmatamento. Além disso, apresenta imagem do *site* do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) e o *link* de acesso. Para Santos, Costa, Ferreira e Piasson (2019), a produção de vídeos possibilita ao aluno o desenvolvimento de uma postura independente e criativa, a qual abrange ou aumenta a compreensão dos conceitos matemáticos, mediados pelas tecnologias. Além disso, dessa maneira, os alunos aprenderam muito mais sobre os *softwares* envolvidos, bem como trabalhar em grupo, utilizar a internet como fonte de pesquisa, e a aperfeiçoar o uso de sua criatividade.

Convém pontuar que a internet foi utilizada inicialmente como artefato na medida que os alunos realizavam as buscas por informações e realizavam cálculos para identificar o desmatamento de diversas cidades do Mato Grosso. Por outro lado, essas interações podem movimentar o sistema em que a internet se desloca e se torna também comunidade, como defendido por Souto e Borba (2016a), a atriz internet não troca de papel, ao se deslocar, compartilha distintos papéis, sugerindo que há uma mudança de regras sobre os aspectos da

produção matemática com os atores tecnológicos, ou seja, ela é artefato e comunidade simultaneamente.

As pesquisas realizadas na internet fizeram com que os alunos encontrassem outras possibilidades para compreender os conteúdos matemáticos que, até então, não eram usuais para eles. Ademais, contribuíram para promover a discussão de questões relacionadas ao meio ambiente. Além disso, no momento em que a internet desempenhou o papel de comunidade no sistema, foi possível verificar uma amplificação ou transformação da multivocalidade do sistema. Isso porque as pesquisas realizadas com ela transmitiram normas sociais, culturais e crenças de quem as construiu (Costa, 2017).

A proposta de produção do vídeo levou os alunos para além do objetivo do vídeo, conforme elucida o trecho seguinte: *Ficamos calculando o desmatamento de vários municípios do Mato Grosso*. Em minhas observações, constatei que tal proposta ainda disponibilizou uma reflexão crítica sobre questões relacionadas às políticas ambientais do estado e também às *Fake News*. Desse modo, é possível expor que a produção do vídeo estimulou o rompimento, supostamente em uma aula, de padrões ou pelo menos desestabilizou o sistema de atividade.

Nesse momento da análise, é possível verificar que o artefato internet passa também a ser comunidade. Isso implica a ocorrência do movimento de rotação dentro do miniciclone causado pelas tensões quando os alunos fazem escolha do tema e das *Fake News*, ambas verificadas com o uso da internet. Vale destacar que para Engeström e Sannino (2010), a relação entre sujeito e objeto é mediada, também, pela comunidade, ou seja, não apenas os artefatos medeiam essa relação. A mediação entre sujeito e objeto, pela comunidade, é representada pelo triângulo que une esses três elementos no sistema de atividade, conforme visto na Figura 43.

Nessa direção, é possível notar que a produção dos vídeos pode transformar o tradicionalismo no método de ensino e da aprendizagem. Isso porque, a forma contextualizada – em que os problemas apresentados abranjam situações que façam parte do contexto social e que sejam vivenciados pelos alunos – mudou o contexto da sala de aula: os alunos passaram a enxergar os problemas de maneira mais crítica, sendo instigados a buscar soluções para eles.

Nesse mesmo instante do Miniciclone, é possível observar, nos excertos dos alunos, outros papéis, regras e organização do trabalho, desempenhados pelas mídias no sistema de atividade: Aluno D – *as pesquisas foram realizadas na internet*; Aluna M – *visitamos o site a PRODES nele temos todas as informações atualizadas*; e Aluna RV – *No Google, em sites de estudo e vídeos do Youtube*. Isso porque as regras que, no início da atividade, baseavam-se em resolver listas de exercícios, e memorizar códigos típicos da linguagem Matemática transformaram-se com o uso da Tecnologias Digitais e, com isso, modificaram o modo como

os alunos costumavam estudar Matemática. Ao mesmo tempo, elas influenciaram a organização do trabalho, visto que as regras podem ser consideradas uma referência para a forma como os alunos organizam seu trabalho.

Em outras palavras, o que antes se dava de forma “individual”, por meio de lista de exercícios e aplicações de fórmulas, agora passou a ocorrer coletiva e colaborativamente, propiciando a criatividade, a liberdade de escolha e o trabalho em grupo, além de configurar uma mudança nas regras e na organização do trabalho. Ainda, as Tecnologias Digitais possibilitaram a investigação e uma contextualização dessa disciplina, gerando, também, movimentos que podem ter influenciado a comunidade do SSHCM em análise. Quando a mídia desempenha diferentes papéis no sistema de atividade, ela pode provocar movimentos de rotação e, com isso, possibilitar a Aprendizagem Expansiva.

Outra questão levantada pelos alunos sobre contextualização da matemática está relacionada a questões sociais, à escolha do tema do vídeo – A matemática e a desigualdade social –, o qual levou os alunos a divergências de interesses, pois cada um queria apresentar, no vídeo, questões que de uma maneira ou de outra acabavam afetando suas vidas ou trazendo indignação quanto às injustiças. Isso pode fornecer pista do objeto da atividade na produção deste vídeo. Além disso, observei que o sistema está carregado da historicidade e das múltiplas vozes dos sujeitos, pois cada aluno traz consigo crenças e valores do meio em que vive e as compartilha no sistema que está se constituindo. Ou seja, o sistema atividade é constituído por distintos pontos de vistas, tradições, crenças e interesses múltiplos (Costa, 2017). Nesse sentido, na figura subsequente, resgato um recorte de cenas de um vídeo e relatos do Aluno G.

Figura 59: Dados e imagem do vídeo “A matemática e a desigualdade social”



Fonte: dados da pesquisa.

Na Figura 59, consta a captura de duas cenas. A localizada à esquerda aborda o preço do gás e no topo consta o relato do aluno – *eu queria falar do aumento do gás por que lá em casa está muito difícil* – tema escolhido pelo Aluno G. Por meio dessas imagens e excerto, caracterizo um possível motivo para o Aluno G: analisar e discutir o impacto do aumento do preço do gás na renda familiar. Segundo Kawasaki (2008) toda atividade é movida por uma necessidade, orientada a um objeto (o objeto da mudança) – entendido como o motivo pelo qual sujeitos nela se engajam.

Já a imagem situada à direita apresenta cenas do tema escolhido pelo Aluno E e no excerto do Aluno G – *meu amigo (Aluno E) queria falar sobre as questões LGBTQIA+*, caracteriza o motivo do Aluno E: discutir os preconceitos enfrentados pelo grupo de LGBTQIA+. Segundo Souto (2014), os motivos vão se constituindo e se transformando ao longo do desenvolvimento de um sistema de atividade e contribuem para a caracterização do próprio objeto, ou seja, o objeto e os motivos vão, de forma gradativa, reorganizando-se à medida que o sistema de atividade se desenvolve.

A escolha por qual tema a ser apresentado no vídeo gerou um conflito. Para resolvê-lo, os alunos entraram em um processo de negociação dos motivos, como pode ser observado na Figura 59 na fala do Aluno G: *eu queria falar do aumento do gás por que lá em casa está muito difícil e meu amigo queria falar sobre as questões LGBTQIA+ então decidimos envolver os dois temas ficando desigualdade social*. Assim, com base nos motivos apresentados e nos movimentos de conflitos discutidos, é possível fazer uma aproximação do que pode ser a construção de seu objeto de atividade: usar os conceitos de regra de três e porcentagem para compreender questões relativas à desigualdade social – financeiro e de gênero.

Além de reconceituar o objeto, os motivos dos alunos, ao que parece, podem ter ocasionado uma contradição terciária, a qual ocorre quando se estabelece entre algo novo que é proposto e que rompe com o que é considerado padrão dominante. Ou seja, quando existe a introdução de um novo objeto ou de novos motivos, ou, quando novos procedimentos podem ser formalmente implementados, mas existe uma resistência dos participantes (Soares; Souto, 2014).

Os movimentos no sistema de atividade em análise, além dos motivos, objeto e contradições, as transformações também foram influenciadas pela multivocalidade e a historicidade. Isso porque, em um sistema de atividade, os sujeitos têm suas próprias visões e opiniões em forma de múltiplas vozes, entendidas por meio de sua própria análise histórica (Souto, 2013). Com relação à multivocalidade, cada aluno traz consigo crenças e valores advindos do meio em que vive e as compartilha no sistema que está se constituindo. Que são

constantemente construídas e renovadas em consequência do desenvolvimento de novas contradições. Tais contradições são tensões estruturais que envolvem historicidade, conflitos e o contexto social e cultural (Daniels, 2013).

Engeström (2001) argumenta que qualquer atividade é sempre heterogênea e apresenta múltiplas vozes e, por isso, não pode reduzir uma atividade a uma única perspectiva, a um único sujeito. Tal afirmação é dada porque as atividades são formações coletivas, e isso significa que nenhum indivíduo, nenhum participante ou sujeito compartilham exatamente a mesma visão, a mesma perspectiva, os mesmos interesses com os outros. Ou seja, o sistema atividade é constituído por distintos pontos de vistas, tradições, crenças e interesses múltiplos (Costa, 2017), conforme aconteceu com o aluno G.

Um sistema de atividade deve ser analisado baseando-se, também, na historicidade que cada sujeito traz consigo. Nessa perspectiva, para Souto (2013, p. 60) “qualquer que seja o sistema de atividade deve ser visto à luz de sua história, pois é construído e transformado de forma irregular ao longo do tempo”.

Nesse sentido, dentre os doze vídeos produzidos, três buscaram apresentar temas relacionados a questões ambientais, sociais e culturais, sendo esses vídeos intitulados: *A matemática e a desigualdade social*; *Desmatamento e a Matemática*; e *Matemática – Mulheres em cena*. Os vídeos mostram os motivos dos alunos em trazer a Matemática seus contextos de vida existencial, pois, dessa maneira, podem obter por meio da escola o conhecimento necessário para compreender e interpretar a realidade e sua vida cotidiana. Os excertos subsequentes elucidam essa percepção:

Aluno H – Queríamos algo para retratar uma realidade no Brasil [contexto amplo] e a Matemática foi a base para deixar claro, por exemplo o desmatamento no nosso município [contexto específico em que estão inseridos] (entrevista 18/03/2022).

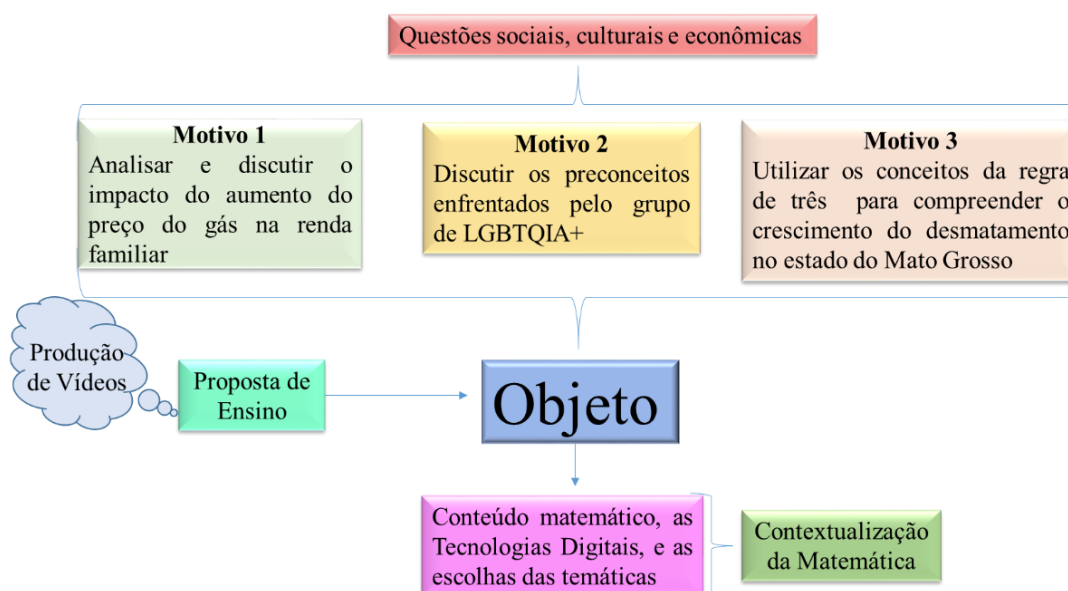
Aluno E – Eu achei nosso tema muito bom [desigualdade social]. Daria para produzir vários vídeos sobre preconceito, violência contra a mulher, fome e outros temas, junto com a Matemática, tipo um *playlist* (entrevista 18/03/2022).

Embora o Aluno H e o Aluno E participassem de grupos distintos, o objeto de ambos os grupos é composto por três elementos: o conteúdo matemático, as Tecnologias Digitais utilizadas e a temática escolhida. Historicamente, a atividade humana desenvolve-se a partir de elementos que passam a mediar tal atividade, com isso, reorganizam-se, transformam-se, de acordo com as regras e desenvolvimento de sua própria história e cultura (Kawasaki, 2008). Vale destacar que na Teoria da Atividade, tanto os motivos como as ações são socializados e dirigidos a um determinado objeto, um sujeito encontra-se em atividade quando o objetivo de

sua ação coincide com o motivo de sua atividade. Para Engeström (1987), a atividade envolve a elaboração das noções de objeto e os motivos, sendo de importância fundamental o objeto para uma análise da motivação.

Nesse momento, as Tecnologias Digitas – com destaque para a internet – forneceram dicas (aos alunos) sobre os temas escolhidos para a produção do vídeo. Como verificado por Costa e Souto (2020), é possível perceber que as Tecnologias Digitais proporcionam flexibilidade para realização de pesquisas e possibilitam que os alunos definam seus próprios caminhos e contextualizem a Matemática, de acordo com sua cultura. Nesse sentido, a Figura 60 expõe uma síntese de como se constituiu a construção do objeto, nesses vídeos:

Figura 60: Constituição do objeto no sistema de atividade



Fonte: sistematizado pela autora.

Na Figura 60, é possível observar que, apesar de se tratar de vídeos distintos, *A matemática e a desigualdade social*; *Desmatamento e a Matemática*, os motivos dos alunos envolvidos estão relacionados às questões sociais, culturais e econômicas e os anseios, desejos, estímulos, enfim, oportunidades de aprendizagem que eles não haviam vislumbrado antes. Ademais, analisando os sistemas que se formam, durante a produção dos vídeos, verifico indícios da influência de distintos sistemas – família, sociedade, a própria escola, etc.

Com base nos motivos elencados, é possível inferir que para os alunos, a temática apresentada nos vídeos contribui de certa maneira para sua formação como cidadãos capazes de fazer uma “leitura” crítica do mundo (Freire, 2020). Ainda, na Figura 60, a proposta de estudo foi importante para caracterizar o objeto, uma vez que proporcionou um interesse pela disciplina, pelo trabalho em grupo, pela liberdade de escolha, pela oportunidade de pesquisa e

pela possibilidade de contextualização do conteúdo matemático, sobretudo, pela possibilidade de discutir temas que interceptam suas vidas. Essas mudanças foram possíveis devido à abordagem experimental-com-tecnologias, adotada na proposta de estudo.

À medida que o conhecimento matemático se estrutura a partir de modelos baseados na realidade cotidiana, tem-se espaço para propiciar a formação crítica do aluno e sua superação da manipulação social, evidenciado nos excertos anteriores quando os números do desmatamento são conhecidos e que existem mais *Fake News* do que eles poderiam imaginar. A busca por explicar questões, que de alguma forma, relacionam-se com o contexto no qual o aluno está inserido pode ter provocado contradições internas no sistema de atividade.

Além disso, no sistema em análise, está inserida a historicidade e a multivocalidade que também, de alguma forma, contribuíram para o surgimento das tensões. A Figura 61 apresenta momentos (espaços) da produção do vídeo em que a multivocalidade e a historicidade podem ser analisadas.

Figura 61: Cenas capturadas no momento da produção dos vídeos



Fonte: dados da pesquisa.

Na Figura 61(1), a ênfase é voltada aos momentos em que os alunos respondem ao questionário sobre o uso das Tecnologias Digitais e produção de vídeos no ensino e na aprendizagem da Matemática. Na parte 2, o foco é voltado a momentos das interações dos alunos nas discussões para a escolha do tema e/ou conteúdo a serem explorados no vídeo. Nesse momento, em minhas observações, notei que a grande preocupação dos alunos concentrava-se em contextualizar a Matemática e relacioná-la com questões sociais. Já na parte 3 da Figura 61,

a atenção se volta aos momentos da escrita do roteiro, em que todos participaram na construção do enredo, colocando ali seu ponto de vista com relação ao tema. E, por fim, na parte 4 da Figura 61, constam imagens dos rascunhos dos roteiros. Quanto a essa última parte, cabe assinalar que durante a escrita do roteiro é possível perceber os inúmeros detalhes pensados pelos alunos, por exemplo, a quantidade de diálogos, reflexões e decisões para que chegassem a um texto final.

A historicidade do sistema de atividade em análise pode ser entendida nas etapas da produção do vídeo, em que é possível observar as transformações em âmbito geral da contemporaneidade, na qual a sala de aula se modifica. Ou seja, a historicidade nas etapas de produção de vídeo, mudam e transformam o sistema de atividade inicialmente analisado, que só pode ser compreendido com base em sua própria história, no local da atividade e de seus objetos. Nele, também é possível destacar as múltiplas vozes em uma comunidade com divisão de trabalhos distintos, as quais criam posições, pontos de vistas, interesses diferentes, exigindo ações de tradução e negociação entre seus participantes.

A proposta de estudo, dando autonomia aos alunos de escolha do tema ou conteúdo, ocasionou vários momentos de tensões decorrentes da incorporação de novos artefatos (TD), exigindo estudo, negociação e modificação de práticas. Apesar de categorias distintas, uma pode interferir na outra, por exemplo, o poder de ação das Tecnologias Digitais pode ter despertado e motivado os alunos, possibilitando-lhes o desenvolvimento de uma postura autônoma, reflexiva, crítica e criativa nessa categoria (Costa; Souto, 2016). Paulo Freire, em seu livro *Extensão ou Comunicação*, faz uma afirmação sobre os objetivos da educação,

A educação que, para ser verdadeiramente humanista, tem que ser libertadora, não pode, portanto, caminhar neste sentido. Uma de suas preocupações básicas, pelo contrário, deve ser o aprofundamento da tomada de consciência que se opera nos homens enquanto agem, enquanto trabalham (Freire, 1983, p. 44).

Ao que parece, a produção do vídeo pode levar o aluno ao processo emancipatório do cidadão crítico discutido por Freire (1983). Segundo o educador, o aluno matematicamente alfabetizado pode alcançar esse *status* a partir da sua formação de consciência política e da compreensão das relações matemáticas e sua contextualização, proporcionando a ligação entre o conhecimento que a educação matemática propicia mediante a criticidade social e política necessária para compreender sua posição como oprimido (Freire, 2020) e ter condições de libertar-se dela. Essa tomada de consciência, se assim pode ser chamada, pode ser observada nos seguintes excertos e imagens:

Figura 62: Excertos e capturas de imagens do vídeo “A matemática e a desigualdade social”



Fonte: dados da pesquisa.

Nos excertos, o Aluno G expressou sua preocupação em relação à utilização da matemática para quantificar situações. É possível entender duas questões, a primeira se refere ao poder da matemática em quantificar determinadas situações, esquecendo de qualificar quem são essas pessoas e o que isso representa num país dito democrático onde todas as pessoas são iguais, com direito a vida e a escolhas. A segunda diz respeito ao impacto do resultado do uso da matemática para investigar a situação, como por exemplo, o que pode mostrar o quanto o percentual do aumento do gás impactou a renda família.

Diante da situação explicitada anteriormente, é possível ver que o depoimento do aluno se encontra impregnado de uma ideologia da certeza discutido por Skovsmose e Borba (2004), os quais propõem uma reflexão sobre essa certeza imposta aos argumentos matemáticos e à própria ciência, de modo geral. A matemática possui suas potencialidades na intervenção para a solução de problemas e, sobretudo, também possui suas limitações. Nesse caso, os Alunos G e E usam a matemática para discutir problemas que, de certa maneira, afetam sua organização familiar.

Enquanto isso, o Aluno E mencionou que decidiram discutir sobre o aumento do preço do gás, devido às dificuldades financeiras em sua casa. Eles usaram a regra de três para calcular a porcentagem do preço do gás em relação ao salário. Nesse contexto, o conhecimento matemático estrutura-se a partir de um modelo baseado na realidade cotidiana. Tal ação, quando refletida no contexto familiar dando significação ao número favorece a formação crítica do sujeito e sua superação da manipulação social.

Na Figura 63, a seguir, no Trecho (3:00 – 3:11), encontrei indícios de uma postura crítica, observada do vídeo *Desigualdade Social*, em que o aluno propõe sugestões de mudanças frente às questões abordadas no vídeo.

Figura 63: Cena do vídeo com trecho da fala do aluno



Fonte: dados da autora.

Em complementação à situação explicitada na Figura 63, trago os excertos, a seguir, que sugerem outros aspectos das reflexões que os alunos fizeram sobre os temas escolhidos e a Matemática. Tais como: a contribuição das mulheres na matemática e questões ambientais.

Aluna NV – Também buscamos destacar as grandes mulheres que contribuíram para a Matemática (entrevista 18/03/2022).

Aluna N – A produção do vídeo foi além da Matemática apresentada, olhamos também para a questão ambiental (questionário 15/03/2022).

Aluno E – Trazer temas diversos e relacionar com a Matemática (questionário 15/03/2022).

Aluna NV – Se pensar que a Matemática não é só conta, podemos dizer que aprendemos sua construção e o reconhecimento das mulheres nesse cenário tão machista (questionário 15/03/2022).

Tais excertos revelam que os alunos entendem que para o ensino e a aprendizagem da Matemática não basta somente aplicar fórmulas e regras na resolução de problemas, mas relacioná-la com questões sociais e culturais, em especial aquelas que fazem parte das suas realidades. Não se pode ignorar o fato de que nossos alunos vivem em uma sociedade que a todo instante, de algum modo, compara-os, classifica-os, quantifica-os, generaliza-os e os avalia.

Possibilitar que os alunos utilizem e construam – com a Matemática – maneiras para expressar suas manifestações sociais e culturais, auxilia-os a pensar e criar um senso crítico, além de promover o trabalho com o raciocínio diante das tarefas que são encontradas diariamente. Merece destaque, ainda, que esse caminho, é importante na formação do indivíduo,

visto que envolve questões de justiça, política, autonomia, respeito e outros valores. Dentro desse contexto, cabe então que não nos limitemos a desenvolver habilidades isoladas de se trabalhar com números e operações, mas que também nos preocupemos em como essas habilidades matemáticas podem contribuir para que as pessoas entendam e transformem sua sociedade (Skovsmose, 2001).

No sistema em análise, na fala do Aluno E – *trazer temas diversos e relacionar com a Matemática* e da Aluna N *a produção do vídeo foi além da Matemática apresentada, olhamos também para a questão ambiental* mostra a preocupação dos alunos trazer a matemática para responder diversos temas, como por exemplos questões ambientais. Os alunos interagiram com Tecnologias Digitais buscando relacionar diferentes temáticas com a Matemática, ou seja, as investigações foram além dos conteúdos matemáticos. Eles construíram o conhecimento com base nas relações com o contexto em que viviam e com outras áreas, com a realidade e com sua cultura.

Em minhas observações, constatei que os alunos entraram em um debate sobre por que nomes de mulheres matemáticas não aparecem com destaque na própria história da Matemática, como pode ser observado também no trecho da fala da Aluna NV – *reconhecimento das mulheres nesse cenário tão machista*. Para superar/resolver essa questão, os alunos realizaram pesquisas na internet, ou seja, compartilharam o mesmo contexto sociocultural e, ao que parece, simultaneamente a internet desempenhava os papéis das regras, da organização do trabalho e da comunidade. Além disso, pode ter ocorrido uma contradição terciária, visto que a Tecnologia Digital (internet) estimulou o rompimento de padrões que eram dominantes – machismo na sociedade e na Matemática – até então, ou seja, ela propiciou a introdução de novos procedimentos ao sistema. Para Engeström e Sannino (2010), contradições são oportunidades de desenvolvimento do sistema, ou seja, o processo de aprendizagem expansiva deve ser entendido como construção e resolução de contradições em evolução sucessiva. Na sequência, resgato mais dois excertos:

Aluno GM – [...]. Eu peguei outros exemplos [em diferentes sites] para explicar a comparação entre duas grandezas e o professor ajudou também (entrevista 18/03/2022).

Aluno R – Hein! Eu tive uma oportunidade [risos]. Quando tive que explicar as continhas não sabia resolver a tal propriedade distributiva, a professora [pesquisadora] deu a dica e eu fui pesquisar na internet, achei bastante coisas que me ajudaram (entrevista 18/03/2022).

No excerto do aluno GM – *eu peguei outros exemplos [em diferentes sites] para explicar a comparação entre duas grandezas e o professor ajudou também*, é possível perceber que as

Tecnologias Digitais utilizadas na produção do vídeo promovem a comunicação e a socialização de conhecimentos e informações entre eles.

Nesse momento, podem ter ocorrido movimentos de rotação – ao contextualizar o conhecimento, outros prévios acerca da matemática foram acessados na internet – e translação simultâneos – porque algo de fora veio para o sistema (internet), em decorrência do não entendimento do conceito matemático. Esse fato é muito semelhante ao que ocorreu na outra categoria de análise – O poder de ação das mídias.

Outra observação se volta às buscas realizadas na internet, as quais podem gerar diferentes segmentos dentro do próprio miniciclone, com movimentos de rotação, como a quebra de *script*, na qual os alunos assumiram o papel de liderança e redirecionaram a proposta de estudo. Isso ocorreu quando o aluno não conseguiu resolver a propriedade distributiva, como pode ser observado na fala do Aluno R – *quando tive que explicar as continhas não sabia resolver a tal propriedade distributiva, a professora [pesquisadora] deu a dica e eu fui pesquisar na internet, achei bastante coisas que me ajudaram*. Isso difere das situações (mais) comuns, em que o professor responde às inquietações dos alunos, por meio de pesquisas que oportunizaram a aprendizagem de uma maneira que eles não haviam vislumbrado inicialmente.

Nesse prisma, de acordo com Borba (2021, p. 09), “a Internet se tornou uma comunidade, um agente e um artefato. Vídeos produzidos e compartilhados por alunos com Tecnologia Digital logo se tornam parte de novos coletivos de humanos e mídias envolvidos na produção de conhecimento”.⁴¹

Além disso, a escolha do tema pode ter provocado um movimento de translação no miniciclone, haja vista que a escolha do tema está relacionada à historicidade e a múltiplas vozes dos alunos, ou seja, por questões vividas por eles, como por exemplo o aumento do gás. Isso pode ser observado no excerto, a seguir:

Aluno E- Decidimos produzir nosso vídeo com duas temáticas, falar do aumento do preço do gás e as injustiças que sofrem as pessoas LGBTQIA+. Com esse preço e sem aumentar o salário fica difícil. Usamos a Matemática para entender como isso afeta nossas vidas (questionário 15/03/2022).

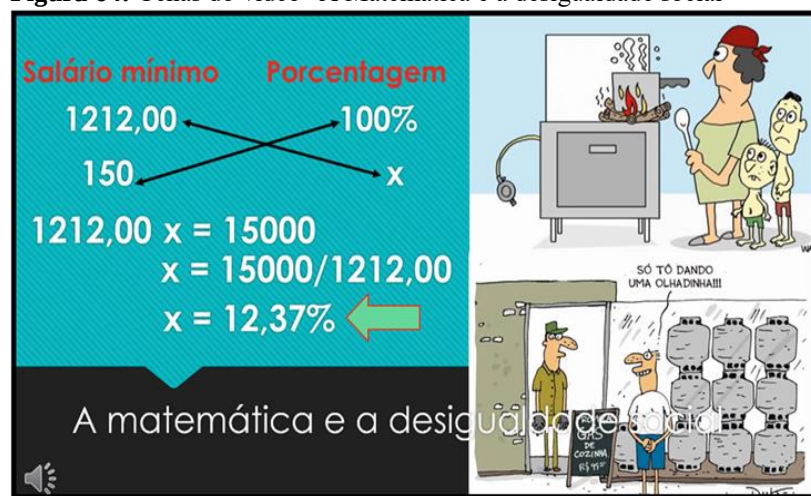
Isso significa dizer que diante dos vários pontos de vistas que passíveis de observação em uma situação social, o ensino deve permitir também que seja possível olhar para ela a partir da lente da Matemática, de forma que auxilie no seu entendimento e faça contribuições para sua análise, discussão e transformação.

⁴¹ *The Internet has become a community, an agent, and an artifact. Videos that are produced and shared by students with digital technology soon themselves become a part of new collectives of humans and media that are involved in producing knowledge.*

O depoimento do aluno E não é algo isolado em uma escola pública, sendo assim, considero importante que se tenha sensibilidade sobre os diversos compromissos sociais que podem ser firmados no ensino da Matemática. Outrossim, que o currículo e a proposta de ensino sejam sensíveis aos compromissos sociais que podem ser firmados na Matemática. Nesse viés, Borba (2021) discorre que o papel da Educação Matemática é de lembrar a todos sobre a desigualdade social e a luta contra a visão de que a matemática é um ramo da ciência separado das questões sociais, culturais e políticas.

Tais compromissos não são neutros, provocam ações e resultados e podem partir do bom aprendizado dos números, teoremas e operações, passar por uma Matemática que contribua na compreensão dos problemas do mundo, na formação de valores, e ir muito além disso. Assim, essa visão do ensino de Matemática envolve uma compreensão crítica, na qual se tem como resultado uma ação também crítica. Nesse momento, convém mencionar Freire (2019, p.14), o qual defende que “Toda compreensão de algo corresponde, cedo ou tarde, a uma ação [...] Se a compreensão é crítica ou preponderantemente crítica, a ação também será”.

Figura 64: Cenas do vídeo “A Matemática e a desigualdade social”

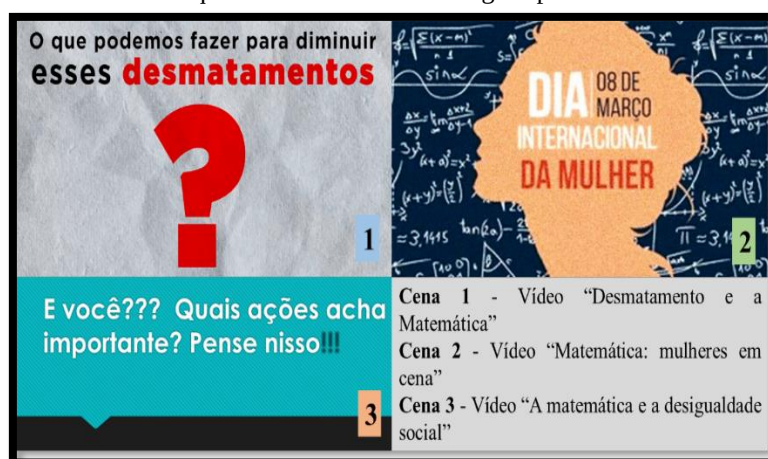


Fonte: elaborado pela autora.

Nas cenas do vídeo da Figura 64, é ilustrada uma maneira do “pensar a Matemática criticamente”, na qual os alunos buscaram na matemática uma maneira de expressar sua indignação e preocupação com a situação vivida. Nesse caso, a regra de três deixou de ser somente um procedimento apenas mecânico e aplicável na resolução de qualquer tipo de problema, envolvendo raciocínio proporcional e, passando, a responder problemas abordados pelos alunos. Ao meu ver, a produção dos vídeos oportunizou acesso a informações e conhecimentos que possibilitam refletir criticamente frente ao papel de cidadão – a Matemática resultante da leitura de mundo (Freire, 2011).

Percebo a aprendizagem expansiva que ocorre em curtos espaços de tempo, relacionada às formas de resolver um problema quando situações do cotidiano dos alunos são introduzidas por meio de um artefato cultural, por exemplo, os vídeos. Além disso, os dados evidenciam que, para o ensino e a aprendizagem da Matemática de forma contextualizada, os alunos buscaram: dados históricos sobre sua (da Matemática) concepção enquanto conhecimento humano; perceber os motivos que possibilitaram sua construção; resgatar o valor social desse conhecimento; e experimentar os caminhos possíveis de solução, uma Matemática que permita compreender certas relações sociais. Segundo Freire (2011), os elementos que os seres humanos usam para validar suas ideias não existem independentes do seu agir, querer, pensar e estar no mundo, trata-se de uma aprendizagem que compreenda os problemas que a humanidade está enfrentando. Na Figura 65, constam cenas dos vídeos com algumas inquietações levantadas pelos alunos, que podem proporcionar descobertas incríveis, possibilitando modificações no modo de agir, de ser e de viver em sociedade.

Figura 65: Cenas dos questionamentos e homenagens presentes nos vídeos



Fonte: dados da autora.

No final de cada um dos seguintes vídeos: *A matemática e a desigualdade social*; *Desmatamento e a Matemática*; *Matemática – Mulheres em cena*, os alunos levantaram questionamentos, com o intuito de fazer com que as pessoas que assistiram aos vídeos refletissem sobre o tema abordado.

Em meu ponto de vista, os alunos, após escolherem os temas para a produção dos vídeos, passaram a integrar nas atividades a cultura da sociedade em geral e, ainda, a ter ciência de que os conhecimentos científicos modificam o meio cultural, possibilitando o desenvolvimento de novos conhecimentos científicos. Isso significa atentar para uma relação dialética entre o homem e a sociedade e, principalmente, situar a necessidade de emergência de novas reflexões a respeito do ensino e da aprendizagem da Matemática. Segundo Domingues e Borba (2018b),

O ensino com base no diálogo crítico, frente a problemas reais, não transformará de forma rápida o país, visto que o caminho para uma sociedade igualitária perpassa por diversas e complexas questões, porém contribui de forma significativa para isso, ao formar cidadãos capazes de analisar criticamente e desenvolver soluções para questões sociais (Domingues; Borba, 2018b p. 3).

Para os autores citados, ações educacionais com viés colaborativo e crítico podem promover uma mudança na sociedade, incentivando o diálogo e o posicionamento crítico na aprendizagem. O vídeo “A história da Matemática: mulheres em cenas” trata da importância de se conhecer a história da Matemática para compreender melhor o seu desenvolvimento e proporcionar habilidades e experiências práticas sobre os conceitos matemáticos. Nesse direcionamento, Machado e Mendes (2013) discutem que ao conhecer a história da Matemática, tem-se a possibilidade de buscar outra forma de ver e entender essa disciplina, o seu desenvolvimento conceitual de modo a torná-la mais contextualizada. Ou, ainda, ir além da contextualização, mais integrada com as outras áreas do conhecimento e, consequentemente, mais agradável, contribuindo para mudar a imagem da Matemática.

Ao realizar pesquisas sobre a história da Matemática, para a produção do vídeo, os alunos desenvolveram a capacidade de investigação, assim como, suas habilidades e estruturas mentais como o pensamento lógico e crítico, e o raciocínio. Além disso, conhecer a história da Matemática por meio da biografia de seus mais importantes criadores, levou os alunos a questionamentos, sobre a participação das mulheres nesse cenário.

A história é uma fonte de informação para o ensino e aprendizagem da Matemática. Muitos professores já admitem que o conhecimento histórico-epistemológico pode despertar o interesse do aluno pelo conteúdo que está sendo ensinado, principalmente se forem criadas condições desafiadoras da capacidade investigatória inerente a criatividade humana (Machado; Mendes, 2013).

Com base no exposto, entendo que o aluno ao pesquisar sobre a história da Matemática para produzir o vídeo pode construir uma nova imagem da Matemática, fornecendo uma interatividade entre o sujeito e o seu objeto de conhecimento, sempre em uma perspectiva contextualizada. Por meio da história da Matemática, é possível considerar que os alunos podem experimentar o conteúdo matemático como uma atividade construída por seres humanos. A produção de vídeos no contexto do ensino possibilita ao aluno o desenvolvimento de hipóteses, criatividade, estratégias para determinados temas abordados e, até mesmo, o estabelecimento de relações entre teoria e prática. O vídeo “A história da Matemática: mulheres em cenas” também apresenta uma discussão sobre o papel das mulheres no desenvolvimento da história da Matemática.

Mais uma vez, notei que os alunos trazem para o sistema sua historicidade e as múltiplas vozes. Segundo Souto e Borba (2016), o movimento de translação é alavancado por questões sociais, culturais, econômicas que muitas vezes estão historicamente estruturadas. Desse modo, todas as interações e transformações que ocorrem no Sistema de Atividade podem fazer com que o objeto se transforme em produto do Sistema (Domingues, 2020). Para fins de ilustração do movimento de translação, na sequência, consta a Figura 66:

Figura 66: Movimento de translação



Fonte: elaborado pela autora.

Na Figura 66, a representação triangular de distintas cores corresponde aos sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias que podem se constituírem da atividade. A ilustração de um miniclone é utilizado para dar ênfase aos movimentos coletivos e colaborativos entre atores humanos e não humanos – ao mesmo tempo, para fazer uma analogia às discussões realizadas por Souto (2013, 2014) – por exemplo, a internet, os grupos e os *softwares* de edições de vídeos – observados nos dados. Segundo Borba, Souto e Canedo (2022, p. 100),

Para identificar a finalização de um Miniclone, é necessário verificar se os sujeitos conseguem elaborar, discutir e justificar uma solução produzida para um dado problema a partir de conexões multimodais e intermídias que não haviam sido pensadas até então pelos sujeitos da atividade e que, com isso, resulte em novas formas qualitativas de expressão do pensamento matemático (Borba; Souto; Canedo, 2022 p.100).

A análise dos dados indicou que as próprias Tecnologias Digitais protagonizaram o sistema, desempenhando distintos papéis, atuando, principalmente, como agentes mobilizadores, pois suas “respostas” estimulavam processos de organização e reorganização do pensamento dos alunos que, “pensando com” elas, experimentaram, simularam, testaram e analisaram conjecturas. Assim, findo a discussão sobre esta categoria e passo à apresentação de uma síntese das ideias essenciais discutidas até aqui.

6.2.1 Uma síntese da categoria –Contextualização da Matemática

A categoria *Contextualização da Matemática* movimentou o Miniciclone. Isso ocorreu porque o desenvolvimento das atividades (do modo como foram realizadas) possibilitou a produção do conhecimento como um processo constituído em um contexto sócio-histórico e cultural baseado em inter-relações entre alunos, professores e Tecnologias Digitais que buscam e fundem informações e, com isso, expandem e modificam conhecimentos anteriores gerando-se “novos” conhecimentos.

Nessa segunda categoria, o desenvolvimento do sistema analisado ocorreu quando começaram a surgir as tensões que, a exemplo da discussão realizada por Souto (2013), ocorreram, principalmente, pela inserção das Tecnologias Digitais (internet, *softwares* e aplicativos) no sistema, estimulando o rompimento do então padrão dominante, desestabilizando algumas crenças relativas a ele. Essas tensões geraram contradições, as quais evidencio na figura subsequente:

Figura 67: Contradições que ocorreram no sistema de atividade

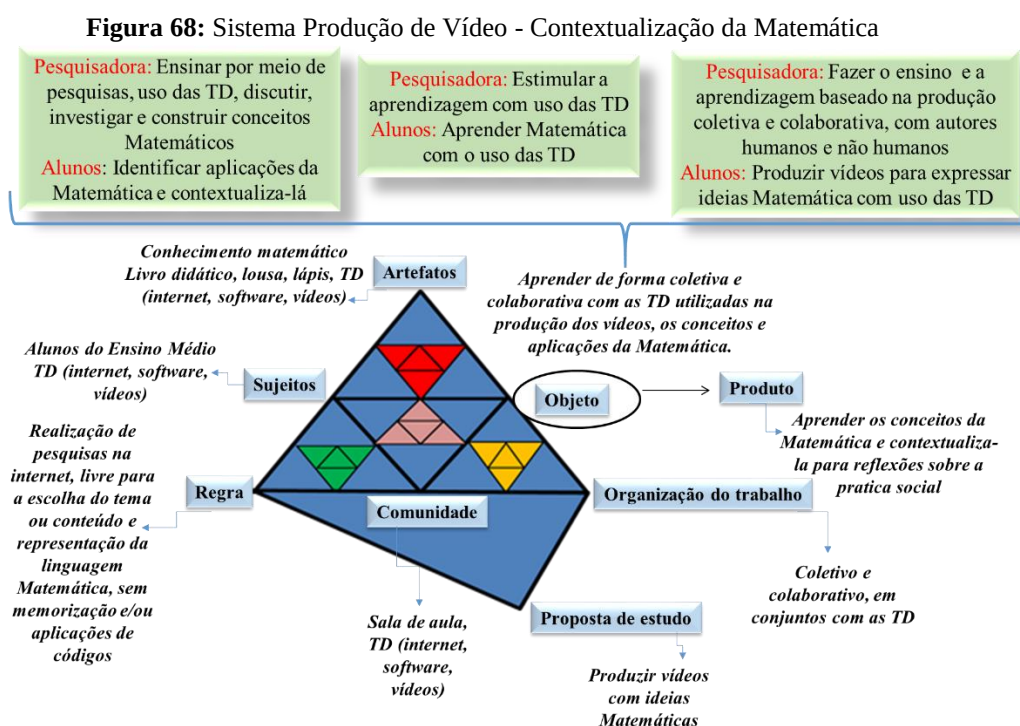


Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 67 sistematiza algumas contradições observadas nos dados da categoria “Contextualização da Matemática – o movimento do despertar para a transformação social”. Os movimentos expansivos tiveram início com a necessidade de os alunos relacionarem a matemática da sala de aula com sua vida, despertando no aluno a autonomia e criticidade, de

modo a levá-lo a um caminho de transformação, munida de reflexão, acerca do ensino e da aprendizagem da matemática.

Antes de prosseguir, considero crucial apresentar o diagrama da representação do sistema Seres-Humanos-Com-Mídias para discutir sobre os movimentos realizados no sistema de atividade – Produção de vídeo, desempenhado pelas Tecnologias Digitais durante a produção dos vídeos, a partir da ótica da categoria “Contextualização da Matemática”. Tal diagrama consta na sequência:



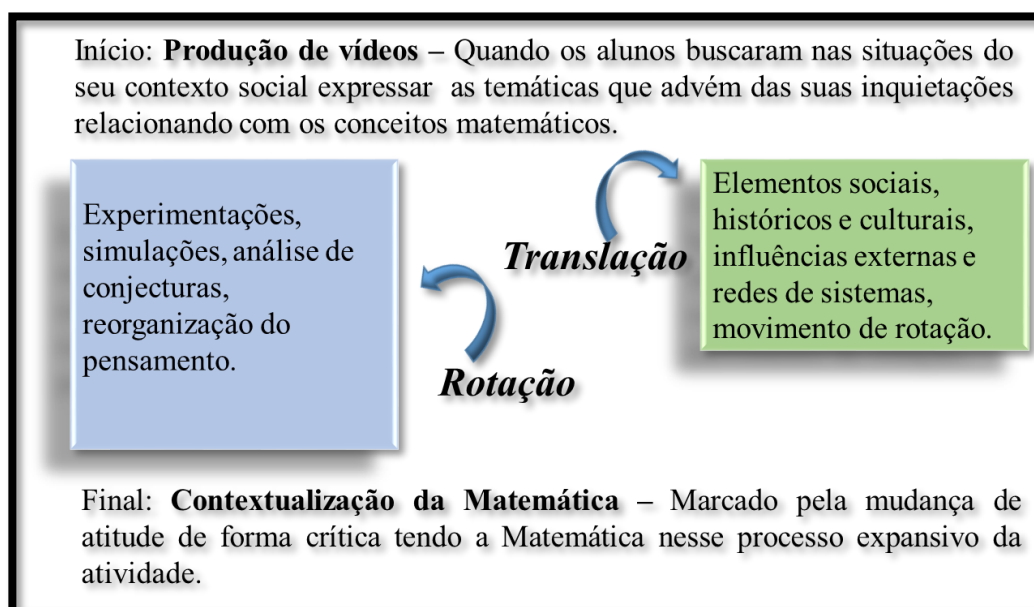
Fonte: elaborado pela autora com base em Costa (2017).

A Figura 68 expõe o diagrama sistema Produção de Vídeo – Contextualização da Matemática do Sistema Seres-Humanos-Com-Mídia constituído durante a produção dos vídeos. Como pode ser observado, as Tecnologias Digitais (mídias) ocupam diversos papéis no sistema de atividade, sendo: artefato, sujeito, regras, comunidade, organização do trabalho e objeto. Costa (2017) destaca como a mídia pode se movimentar e desempenhar diferentes papéis dentro do sistema, reafirmando o seu papel de protagonista, como propõem Borba e Villarreal (2005). Na parte superior da Figura 68, constam motivos da proposta de estudo da pesquisadora e os motivos dos alunos que são definidos com base nos objetos negociados.

Os movimentos dos Miniciclones, aqui sistematizados, ocorreram nos sistemas de atividade formados na produção dos vídeos. Por isso, o que está sendo retratado nesses sistemas de atividade abarca os fenômenos, nas situações e/ou contextos que foram vivenciados pelos

alunos, durante a produção dos vídeos. Cada característica dos sistemas individuais é “transportada” para o sistema coletivo e, na aprendizagem expansiva, concentra-se em processos de aprendizagem em que o próprio sujeito da aprendizagem é transformado de indivíduos isolados para coletivos e redes. Ou seja, o sujeito da aprendizagem passa de indivíduo isolado para parte integrante de coletivos e redes por meio da atividade ou prática conjunta (Engeström; Sannino, 2010). A seguir, a Figura 69 apresenta uma síntese dos movimentos realizados no Miniciclone de Aprendizagem Expansiva.

Figura 69: Sistema Produção de Vídeo – Contextualização da Matemática



Fonte: elaborado com base em (Borba, Souto e Canedo, 2022).

A Figura 69 apresenta os movimentos iniciais e finais do Miniciclone de Aprendizagem Expansiva. O início é marcado com a proposta de produção de vídeo que levou os alunos a realizarem pesquisas por temáticas dentro do contexto social já vivido por eles. Já no final, encontrei as mudanças de atitude de forma crítica em contextualizar a Matemática, relacionando-a com os problemas sociais e culturais enfrentado pelos alunos.

As Transformações Expansivas ocorrem no Sistema de Atividade quando se expande um objeto e um conceito para abarcar possibilidades mais amplas (Souto, 2013), ou seja, não se trata apenas de entender o objeto, mas da criação de algo novo. Ou seja, o objeto é modificado para abarcar um horizonte de possibilidades mais vasto do que no modo anterior dela, superando tensões e contradições.

Considerando esses pressupostos, a proposta de ensino possibilitou aprender Matemática para além do simples reconhecimento de símbolos, manejo de fórmulas, utilização de regras e técnicas para resolver problemas modelos. Promover situações de aprendizagem

que possibilitem aos estudantes a construção de competências para saberem lidar com os conceitos, utilizando-os na resolução de problemas, avaliação de resultados encontrados, questionamento de informações, desenvolvimento de atitudes criativas que contribuam para o exercício de uma profissão, e que os levem a exercer sua cidadania de forma crítica e participativa.

O desenvolvimento de uma consciência crítica que permite ao homem transformar a realidade se faz cada vez mais urgente. Na medida em que os homens, dentro de sua sociedade, vão respondendo aos desafios do mundo, vão temporalizando os espaços geográficos e vão fazendo história pela sua própria atividade criadora (Freire, 2003, p.33).

Nesse caso, o papel do professor é compartilhado com as Tecnologias Digitais, pois eles, passam a planejar os processos de aprendizagem, promovendo situações desafiadoras e investigativas, que despertem nos alunos o interesse pelo conhecimento. Diante disso, para que o ensino e a aprendizagem da Matemática impliquem na construção dos conhecimentos necessários à formação dos estudantes, torna-se e é desejável aproximar os conteúdos matemáticos de temas que os levem à reflexão do mundo em que se encontram inseridos e incluam questões vinculadas a suas realidades e interesses. Por isso, reconhecer e respeitar as múltiplas vozes e os pontos de vista são ações que enriquecem os processos educativos.

Para Skovsmose (2014), a Educação Matemática deve ter como foco o meio social e político e buscar, por meio da democracia no processo de ensino e da aprendizagem, a reflexão sobre o contexto do aluno, em uma perspectiva crítica. Nesse sentido, convém fazer uma alusão a ideia de Freire (2011) que defende que a educação pode conscientizar e impulsionar o homem a ir adiante na sua construção política.

Na próxima seção, apresento situações em que os movimentos estagnaram ou se retraíram nos sistemas – poder de ação das mídias e contextualização da matemática.

6.3 ***Making of*** – movimentos não expansivos (estagnados)

Nesta seção, reservei um espaço para um momento de “*Making of*” para tratar das limitações, obstáculos e desafios encontrados no desenvolvimento dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva durante esta pesquisa. Em relação à escolha desse termo esclareço que pode ser relacionado com “conteúdo extra ou especial que está relacionado com o tema” que revela os bastidores, nesse caso da pesquisa. Assim, uso essa expressão para tecer considerações sobre possíveis estagnações dos movimentos expansivos. Apesar de todo o planejamento da proposta carregar elementos que dão indícios que movimentam o sistema de

atividade inicial – aulas encapsuladas – e fomentam movimentos expansivos que pudessem culminar na aprendizagem, durante a produção de vídeos, observei que nem sempre foi possível que tais desenvolvimentos fossem concretizados na medida esperada.

Ressalto novamente que a produção dos dados desta pesquisa foi realizada no momento da volta às aulas “pós pandemia”. O cenário encontrado foi de alunos que ainda não estavam adaptados ao Ensino Médio e à organização da escola, como se os alunos estivessem ainda com as “câmeras desligadas” naquele momento pandêmico. A percepção é de que os alunos voltaram como se ainda tivessem a mesma perspectiva das aulas remotas.

O que já era um desafio na pandemia, motivar os alunos a “ligar as câmeras”, ou seja, participar das oficinas de produção de vídeos, tornou-se desafiador no início desta pesquisa. Como pode ser observado nas falas da aluna D, a seguir.

Aluna D - Na verdade está tudo tão diferente que nem sei o que é mais “aula tradicional”, acho que com essa pandemia até senti saudade dos professores e de suas aulas (entrevista 18/03/2022).

Tal excerto mostra que a ausência de interação presencial com o professor e com o ambiente escolar dão indícios que as Tecnologias Digitais, das formas que se constituíram no ensino remoto, interferiram nas percepções e emoções da estudante quanto à “aula tradicional” e ao papel do professor. Por outro lado, observei um sentimento de insegurança quanto à inserção de novas práticas na sala de aula, o qual emergiu, nesse contexto, devido ao desejo discente de manter-se distante da Matemática. Isso pode ser observado no seguinte excerto:

Aluno T - Nunca fiz nenhum vídeo de matemática, pelo contrário se tem uma coisa que quero distância é da matemática (questionário 11/02/2022).

O excerto revela indícios de uma certa aversão à matemática. Mas qual é a causa dessa aversão? Por que mesmo tendo essa aversão pela Matemática os alunos toparam a participarem das oficinas de produção de vídeo? Não se sabe ao certo, mas o medo da matemática pode ter bloqueado a aproximação e, conseqüentemente, o aprendizado da Matemática. “Historicamente, as Ciências Exatas são uma área do conhecimento que reúne disciplinas marcadas por estereótipos, estigmas, crenças, reprovações e evasões escolares, medos, angústias, mal-estares, sintomas” (Santos, Almeida, 2022, p. 1287). Provavelmente, está aversão ou medo pode ter causado possíveis estagnações no sistema de atividade em estudo ou até mesmo ter atrasado o desenvolvimento da aprendizagem. Por outro lado, as possibilidades

de usar as TD para a aprendizagem da Matemática podem ter motivado os alunos a participarem das oficinas.

Assim, no contexto da Teoria da Atividade, o excerto do Aluno T pode indicar que não gostar da Matemática seja um fator limitante para o desenvolvimento da proposta de ensino: a produção do vídeo. Outro fator, é o tempo necessário ao processo da produção de vídeo. Nesse sentido, resgato os seguintes excertos:

Aluna D - Eu tive dificuldade, achei que demora muito para terminar (questionário 15/03/2022).

Aluna VG - Foi legal por um lado [trabalho em grupo, as pesquisas], por outro é muito complicado, demora para fazer minutinhos de vídeo (entrevista 18/02/2022).

Aluna M - Desvantagem é o tempo que leva para realizar toda a produção do vídeo (questionário 15/03/2022).

Aluno MP - O tempo que precisa ser colocado para sua realização, embora o [vídeo] pronto seja em minutos, levamos horas para realizarmos (entrevista 18/02/2022).

Observei nesses excertos, nos quais os alunos sinalizam algumas percepções sobre a produção do vídeo: i) a dificuldade em executá-la devido ao conteúdo, ou o uso de *softwares*, o roteiro etc.; ii) complicação com os processos de edição; e iii) a composição do vídeo como fator de desvantagem na proposta de ensino. Essa conjuntura pode ter resultado em tensões negativas que movimentaram o sistema, impactando de alguma forma a aprendizagem. Nesse contexto, “[...] é preciso atentar-se ao fato de que elas [as tensões] também podem ser negativas e até mesmo estagnar o sistema, ou seja, restringir ou interromper o processo de aprendizagem” (Borba; Souto; Canedo, 2022, p. 97).

Esse estranhamento, observado nos alunos quanto ao processo de produção de vídeo, pode ter sido ocasionado pelo fato de estarem acostumados com propostas de ensino baseadas em perguntas e respostas rápidas. Assim, quando eles se depararam com o processo de produção de vídeos que os leva a passar progressivamente pelas etapas – organização dos grupos; pesquisas; escrita do roteiro; gravações e edições – muitas vezes, não têm a persistência necessária.

No entanto, conforme observado nas categorias analisadas, o sistema de atividade cumpriu o seu objeto de atividade e, por isso, compreendo que não houve estagnação/rejeição ao sistema de atividade iniciado. Caso contrário, poderia ocorrer nessa nova atividade, diante da ausência da estabilização do objeto ou da não aceitação do coletivo, a rejeição ao novo sistema, bem como a aversão a elementos do sistema que impedem o seu avanço (Engeström, 2016).

Em consequência disso, concentrei-me em compreender quais são as tensões ou contradições que poderiam estagnar o sistema. Nesse cenário, outros motivos, principalmente relacionados ao poder de ação das mídias na produção de conhecimento, geraram instabilidade, ao passo que também levaram os alunos a superar tais obstáculos, bem como despertaram o interesse deles em produzir vídeos matemáticos.

Em específico, sobre a instabilidade gerada pela ação das mídias/internet, resgato os excertos:

Aluno M - Uns dois maiores desafios encontrados foi entrarmos em um consenso pois tínhamos diversas opiniões. Quando entramos em um acordo fomos pesquisar na internet aí vimos que era muito difícil, desistimos e começamos [pesquisar] de novo (entrevista 18/03/2022).

Aluna D - Eu fiz as pesquisas na internet mais não entendi nada. Aquela linguagem parecia estar em grego [a linguagem Matemática apresentada no *site*] (entrevista 18/03/2022).

Isto mostra que a internet produz informação que deve ser sistematizada com um certo rigor crítico. Tal sistematização é necessária porque ao acessar as informações na internet, uma gama de assuntos interfere na escolha do tema, o que muitas vezes dificulta o consenso na escolha do tema final. Souto e Borba (2018) destacam a necessidade de estimular o desenvolvimento de uma visão crítica em relação às informações reproduzidas e disponibilizadas na internet, incluindo as ideias matemáticas, questionando-as e criticando-as.

Nesse caso, a participação dos atores não humanos – a internet – gerou uma certa instabilidade no movimento expansivo. Isso se verifica porque quando os alunos realizaram pesquisas eles não conseguiram entender o conteúdo matemático apresentado de imediato, expressando uma aparente estagnação. Desse modo, apesar de o grupo ter utilizado a internet durante o processo de busca de informação sobre o tema, o resultado, nesse caso, foi a desistência com relação talvez ao conteúdo inicialmente acordado. Esse resultado, porventura, seja uma implicação da influência do como as informações contidas nas páginas nem sempre estão apresentadas de forma clara e que facilite a compreensão do conteúdo que foram consultados na internet para produzir o trabalho desse grupo.

No depoimento da Aluna D, *Eu fiz as pesquisas na internet mais não entendi nada. Aquela linguagem parecia estar em grego*, é possível expor que dizer que as experimentações e os *feedbacks* dados pela mídia – internet – provocaram tensões, mas não reorganizaram o pensamento dos alunos e, por conseguinte, não favoreceram o desenvolvimento do raciocínio de quem interagiu com ela. Como discutido anteriormente por Borba, Souto e Canedo (2022),

as tensões ditas negativas interferiram no sistema, ou seja, podem ter restringido, interrompido ou retroagido o processo de aprendizagem sobre aquele conteúdo inicialmente escolhido em acordo com o grupo, em vista de outros. Todavia, para Engeström e Sannino (2010), a aprendizagem expansiva pode conter traços de estagnação ou até mesmo retrocesso, o que não deve ser entendido como algo puramente negativo.

Outro momento em que observei uma aparente estagnação dos movimentos expansivos foi quando os alunos tiveram que atuar em frente à câmera durante a gravação dos vídeos e quando realizaram as pesquisas em sites com uma linguagem mais técnica da Matemática, como pode ser observado na sequência:

Aluna M - Professora [pesquisadora] aparecer no vídeo é difícil, quando liga a câmera as palavras não saem, eu não consegui falar (entrevista 18/03/2022).

Aluna T - Eu destacaria que as pesquisas que realizamos, muitos sites são difíceis de entender (questionário 15/03/2022).

No primeiro caso, em análise ao excerto da Aluna M, pude perceber que o fato de se ver no vídeo e ter que explicar um tema ou conteúdo matemático pode ter causado, inquietudes, autocríticas que provocaram tensões ou até mesmo um desconforto em participar da produção do vídeo. Ao que parece, a aluna não se sentiu à vontade para ser filmada, de certa forma, sem se sentir avaliada. Porém, essas tensões não impulsionaram o miniciclone, isso porque, suas dificuldades fizeram com que a aluna não terminasse a gravação e fosse substituída – como observado em notas de campo. Apesar da produção de vídeo ser um contexto alternativo para o ensino e a aprendizagem de modo que os alunos inaugurem possibilidades de elaborar e implementar um novo caminho pedagógico, um novo modo de fazer e participar do trabalho escolar, pode ser que nem sempre propiciará uma reorganização do pensamento.

Por outro lado, outras possibilidades de aprendizagem podem ser abordadas, como: falar em público, falar para pessoas que irão ver e ouvir, o equilíbrio emocional diante das diferentes personalidades (mais tímidos, mais extrovertidos) e até mesmo a ausência da prática de atividades dessa natureza, que pode ter contribuído para que a aluna não conseguisse falar/atuar no vídeo.

Ainda sobre o excerto da Aluna M, observo que não houve movimentos expansivos nesse caso individual, mas a troca de personagens contribuiu para a continuidade do sistema devido ao fato de ser a proposta de ensino coletiva e colaborativa (Borba; Almeida; Gracias, 2020). Com isso, é possível considerar que todo e qualquer movimento, ainda que descontínuo, em processos de movimentos expansivos, deve ser considerado como um direcionamento, pois,

mesmo que uma direção “inicial” seja alterada para uma direção “alternativa” no decorrer do processo de aprendizagem podem ocorrer movimentos expansivos (Engeström, 2016).

No segundo caso, na fala da Aluna T – *Eu destacaria que as pesquisas que realizamos, muitos sites são difíceis de entender* – mesmo a mídia internet passando a ocupar a condição de comunidade, os sites não deram os *feedbacks* esperados. Ou seja, o motivo da aluna nesse momento era encontrar conceitos/definições sobre um determinado conteúdo matemático, que não foi possível avançar, uma vez que ela não entendeu o conteúdo apresentado no site. Outra observação é que, muitas vezes, os alunos não sabiam realizar pesquisas com o intuito de produzir conhecimento. Eles encontram dificuldades em compreender nuances ou ambiguidades em textos *online*, localizar materiais confiáveis e avaliar a credibilidade de fontes de informação ou até mesmo distinguir fatos de opiniões.

Por outro lado, como discutido por Engeström (1987), os processos da aprendizagem expansiva frequentemente se apresentam cheios de lacunas, interrupções, desentendimentos, conflitos e descontinuidades que, embora possam parecer, em um primeiro momento, potencialmente perturbadores, também podem representar oportunidades de aprendizagem.

O grupo do vídeo “Como funciona o GPS – Manda a localização” não conseguiu terminar o vídeo para submissão no festival. Um fator que talvez tenha limitado esse movimento pode ter sido o tempo, como já discutido em excertos anteriores. Cabe retomar essa questão, pois apesar das elaborações e argumentações matemáticas terem sido exitosas para a produção do vídeo, uma preocupação no grupo era participar do VI festival de vídeos Digitais e Educação Matemática.

Vejo que os desafios desse grupo não foram relacionados aos temas/conceitos matemáticos, mas sim às gravações e edições do vídeo, como pode ser observado nos excertos, a seguir.

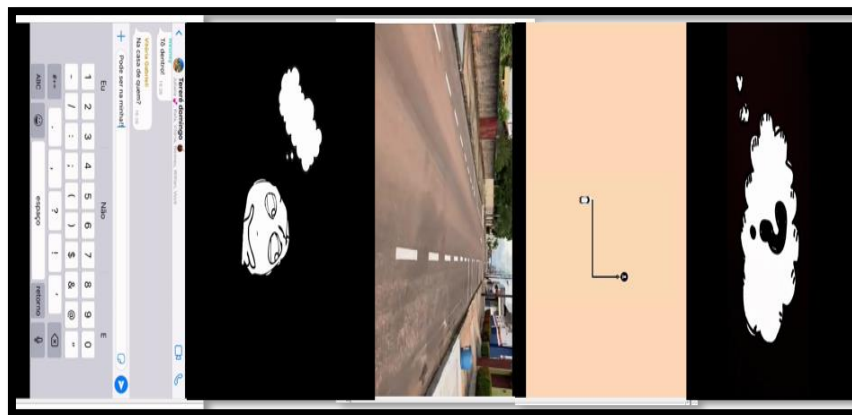
Aluna R – A desvantagem foram os problemas técnicos [risos] na hora de apresentar para os colegas o vídeo estava de cabeça para baixo, desistimos de submeter no festival por causa disso (entrevista 18/03/2022).

Aluno AA- A gravação foi o maior desafio, os áudios saiam com ruídos e sem sincronia com a imagem, tiramos uma parte do vídeo por causa disso (entrevista 18/03/2022).

Nesse caso, os problemas técnicos com relação à edição, nesse momento, aparentemente estagnaram o movimento no sistema de atividade, em que o motivo era, submeter o vídeo para o Festival, não o inviabilizando no sentido de ter promovido movimentos expansivos na aprendizagem durante a produção de vídeo. O desejo de concluir o vídeo dentro do prazo pode ter prejudicado tecnicamente a qualidade do vídeo, mas a proposta de produção foi efetivada.

Para fins elucidativos, a Figura 70 apresenta cenas do vídeo com problemas técnicos na hora da apresentação.

Figura 70: Cenas do vídeo “Como funciona o GPS – Manda a localização”

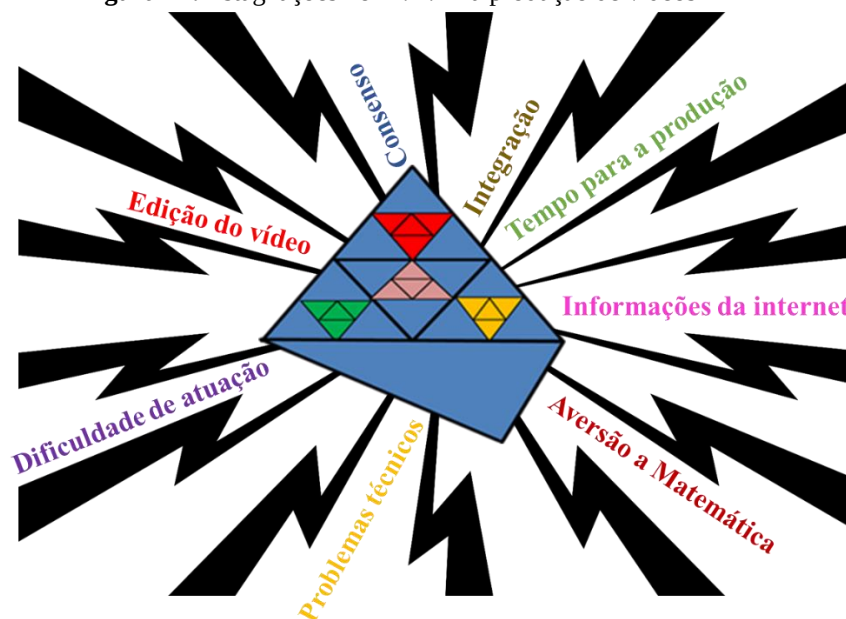


Fonte: dados da pesquisa.

Mesmo com a ajuda da pesquisadora e do professor, não foi possível resolver o problema técnico do vídeo e o fato de ter que gravar tudo novamente desmotivou os alunos a submeter o vídeo no festival.

Em suma, alguns aspectos geraram instabilidade e influenciaram o desenvolvimento da proposta de ensino. No entanto, esses aspectos que podem ser considerados como pontos de tensões ou mesmo contradições, irradiaram o sistema sem estagnar os movimentos no Sistema de atividade inicial. Isso posto, apresento algumas contradições dos Miniciclones na figura a seguir.

Figura 71: Estagnações no M.A.E na produção de vídeos



Fonte: elaborada pela autora.

Tal figura pode ser interpretada como contradições ou tensões que influenciaram, mas não movimentaram o sistema de atividade como um todo. As contradições são estas: aversão à matemática, excesso de informação acerca de um tema na internet, tempo de produção do vídeo e tempo para colocar as ideias matemáticas em seis minutos, dificuldade de atuação diante das câmeras, edição de vídeos, consenso – muita opinião –, e domínio de conteúdo. Entretanto, chamo atenção dos leitores para o fato de que em um contexto específico e individual – aluno –, tais contradições provocaram estagnações, gerando mudança de personagem no grupo, mudança no tema, convergência de ideias, não submissão do vídeo ao Festival devido ao tempo de produção, vídeo editado de cabeça para baixo, etc. Saliento que essas contradições apontadas pelos alunos no desenvolvimento da atividade que, para mim, pesquisadora, configuram movimentos não expansivos de ação pontual em um dos participantes do grupo, mas que não inviabiliza a proposta de ensino. Inclusive o fato de cada grupo não ter enviado o vídeo para o Festival, ação de caráter opcional, não impediu que o grupo concluísse a produção de conhecimento com o vídeo.

Saliento que nem mesmo essas limitações ou “falhas”, obstáculos e os desafios apresentados aqui foram impeditivos para o alcance do objetivo desta pesquisa. Assim, o intuito desse breve “*Making of*” é destacar que pesquisas científicas, como a apresentada nesta tese não são como romances do tipo “*best sellers*”, que são sucesso absoluto de vendas e que apresentam enredo em que tudo se encaixa perfeitamente culminando sempre em um final feliz. Diferentemente disso, na pesquisa trabalha-se com a realidade e, sobretudo, em pesquisas que envolvem participantes sociais, em específico em contexto de aprendizagem, dificuldades e lacunas, muito provavelmente, virão à tona, o que faz parte do dia a dia do professor. Além disso, a ideia desse registro é dar subsídios para que pesquisas futuras ao serem planejadas atentem-se a essas considerações.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É chegada a hora da “voz” da autora ser ouvida de modo mais enfático. É o momento de refletir sobre a pergunta que guiou esta tese, apoiada pelas vozes dos referenciais teóricos e da revisão de literatura, observando as transformações que ocorreram junto com as vozes dos dados, momento de enfatizar os resultados e levantar novos questionamentos (Borba; Almeida; Gracias, 2020). Partindo da metáfora que empreguei na introdução nesta tese, em que utilizei elementos presentes na narrativa da produção de vídeo, destacando alguns personagens que fizeram parte do enredo em que se constituiu esta pesquisa, é o momento de apresentar um desfecho da narrativa. Desse modo, reitero os elementos presentes na produção de uma narrativa, como um filme ou um vídeo (este último, o caso deste estudo), sendo eles: narrador, enredo, espaço, tempo e personagens. Pontuo que, no decorrer desta pesquisa novos personagens surgiram e outros ganharam maior notoriedade.

Retomo a pergunta de pesquisa, bem como aponto as contribuições da investigação para o ensino e a aprendizagem da Matemática. Ao mesmo tempo, indico alguns desafios desta pesquisa, apontando temas que podem gerar novas pesquisas, uma vez que, ao conhecer o fenômeno, é possível elaborar novas perguntas e pensar em novas investigações, gerando uma continuidade à pesquisa apresentada nesta tese.

Com intuito de destacar os personagens que fizeram parte desta pesquisa, separo as considerações finais por seções. Além desta mais geral, dedicada à abertura deste espaço de registro, a seguir, trago uma reflexão sobre o enredo e seus personagens; posteriormente, o olhar é focalizado para o personagem Miniciclones de Aprendizagem Expansiva. Finalizo com discussões sobre contribuições desta tese para a Educação Matemática e para a possibilidade de realização de trabalhos futuros. Ademais, faço uma reflexão sobre as contribuições deste trabalho na vida profissional da pesquisadora.

7.1 Uma reflexão sobre o enredo e seus personagens

Ao retomar o enredo, ou seja, “o fazer”, que guiou esta tese, reitero o objetivo geral compreender como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos matemáticos, elaborados por alunos do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, da Escola Estadual Oscar Soares, Juara-MT. As principais vozes que guiaram a análise desta pesquisa na busca por responder a pergunta diretriz

são de grupos de alunos do 3º e 2º anos do Ensino Médio, sendo estes um dos personagens desta pesquisa.

Busquei sintetizar uma resposta à pergunta que guiou esta pesquisa, qual seja, como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, quando alunos do Ensino Médio utilizam as Tecnologias Digitais para produzir vídeos matemáticos? Com intuito de responder esse questionamento, foram elaboradas oficinas para produção de vídeos com alunos de uma escola pública do estado de Mato Grosso. As oficinas envolveram nove encontros presenciais no contra turno das aulas, em que os alunos se familiarizaram com a proposta, escolheram o tema a ser explorado no vídeo e realizaram pesquisas do conteúdo Matemático escolhido por eles. Também, foi criado um ambiente no *Google* sala de aula, para que os participantes pudessem compartilhar ideias, informações ou tirar dúvidas, além da criação de um grupo no *WhatsApp*.

As etapas de produção foram organizadas da seguinte maneira: trocas e geração das ideias; organização das equipes; escolha do tema ou conteúdo; apresentação dos *softwares*; escrita do roteiro; gravação ou elaboração dos frames do vídeo; edição; exibição dos vídeos para os grupos; trocas de ideias e reformulação dos vídeos; exibição final e submissão no festival – embora opcional. Durante todos esses processos de produção, estive em contato com os grupos, percebendo suas discussões, inquietações e negociações. Essas observações foram relatadas em notas de campo, assim como as tensões que foram surgindo e como elas foram resolvidas, e sempre que necessário auxiliando nas resoluções dos “entraves” ocorridos durante a produção de vídeos.

Reforço que esta investigação é de caráter qualitativo, sendo que os dados foram obtidos durante os seminários em sala, nas interações nos ambientes virtuais e nas oficinas de produção de vídeos, por meio de relatos dos alunos participantes, via questionários, entrevistas, além das minhas observações. Os dados produzidos foram categorizados à luz de algumas etapas da Teoria Enraizada e analisados sobre a ótica da Teoria da Atividade, Seres-Humanos-Com-Mídias e dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva.

Para desfecho final do enredo, faço uma apresentação dos personagens que envolveram o problema desta pesquisa. Destaco algumas observações e discussões sobre as atrizes e atores: a Matemática, os alunos e alunas, as Tecnologias Digitais, os Vídeos, os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva, entre outros personagens que ganharam destaque durante a proposta de ensino.

Em um primeiro momento, ressalto a atriz **Matemática**. Na introdução desta pesquisa, foi levantado um questionamento sobre seu papel: a matemática seria protagonista ou antagonista?

Diante do cenário de investigações e pesquisas realizadas para a produção dos vídeos sobre temas e conteúdo da Matemática, é possível afirmar que ela foi protagonista –, haja vista que possibilitou a resolução de problemas com base em situações do dia a dia; na tomada de decisão baseada na presença da matemática para explicar problemas da sociedade; e na elaboração de argumentos matemáticos, fundamentados na utilização de diferentes procedimentos e formas de resolução de situações-problema na Matemática. Talvez, também, ela tenha atuado como atriz secundária, em alguns casos, ou até mesmo sendo antagonista, nos momentos em que gerou tensões ora, em virtude da ausência do domínio do conteúdo matemático, ora oriundas da imagem que os alunos tinham acerca da Matemática no processo de produção do vídeo. Isto implicou em possíveis estagnações no sistema de atividade, mas que não impediram o desenvolvimento da proposta de ensino.

Nessa esfera, é possível dizer, então, que na proposta de produção dos vídeos, os alunos foram convidados a investigar, problematizar e compreender situações-problema do seu dia a dia, utilizando conceitos, procedimentos e linguagem Matemática. Em poucos momentos, a matemática assumiu o papel antagonista, pois ela foi um obstáculo para o trabalho de alguns conteúdos, como percebido nos excertos do Aluno ME e a Aluna A, no vídeo sobre Fatorial. No entanto, esses obstáculos foram superados pela atuação das Tecnologias Digitais, em especial a internet, que possibilitou o acesso dos alunos a informações quanto ao conteúdo em estudo, favorecendo a superação daqueles. Isso pode ser observado, por exemplo, no excerto do Aluno D quando relata a facilidade de encontrar informações na internet.

Com relação aos personagens **alunos e as alunas**, que participaram desta pesquisa, cabe ressaltar que esses se encontravam no período de retorno das aulas remotas devido à pandemia da Covid-19 que mudou, naquele momento, a sala de aula presencial brasileira, inserindo os educandos em um novo espaço de agenciamento da aprendizagem, virtual, viabilizado pela internet, uma sala online, até então nunca vivido no contexto brasileiro. Apesar das limitações com relação a infraestrutura da escola, com poucos computadores, internet precária etc., os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar com distintas tecnologias e se conectarem a internet também de suas casas para fins educativos, deixando de compartilhar as mídias no processo de aprendizagem no contexto da sala de aula encapsulada, vivenciando novas formas de apreender com elas, alunos-com-mídias, produzindo coletivamente conhecimento.

Estes alunos e alunas tiveram “voz” ativa na produção do conhecimento, durante a produção de vídeos, o que propiciou que eles percorressem diferentes caminhos em busca de indícios para responder seus questionamentos em face das questões socioculturais, econômicas e ambientais que estavam emergidos. Com isso, percebi que as “vozes” dos alunos presentes na produção e nos vídeos podem revelar um perfil de aluno que possa transformar a realidade da sala de aula e como as pessoas veem a Matemática. Entretanto, essas vozes foram moldadas reciprocamente em atuação conjunta com outra personagem: as Tecnologias Digitais, resultante de um poder de ação delas em coletivo com proposta de ensino, o que pode ter favorecido a aprendizagem da matemática.

Sobre estas atrizes, **Tecnologias Digitais**, convêm assinalar que uma possível mudança no ensino e na aprendizagem da Matemática não se restringe apenas à incorporação delas no processo educacional, visto que por meio de suas ações ocorre o agenciamento do conhecimento matemático e sua difusão. Essa mudança deve propiciar reflexões e ações críticas sobre políticas públicas acerca da formação e do trabalho do professor na sala de aula.

Outra observação sobre as TD, é que apesar das suas aplicações e possibilidades, não se tem necessariamente de envolvê-las em todos os momentos ou conteúdo do currículo escolar. Por outro lado, observei que elas (TD) podem contribuir com a aprendizagem e, ainda, possivelmente, levar o aluno a aprender o conteúdo de maneira dinâmica e colaborativa, entre outros saberes.

Cabe destacar que elas (TD) ganharam realce no processo de produção dos vídeos, assumindo papéis distintos nesse processo, passando de papel da atriz coadjuvante para o de protagonista. Neste caso, dentre essas tecnologias, a **internet** – nova atriz –, ganha ênfase, sendo parte das múltiplas vozes que permeiam o sistema de atividade em estudo. São inegáveis as transformações que ela e seus aparatos trouxeram para a produção dos vídeos, com possibilidades ampliadas e, sobretudo, com mais facilidades no acesso à informação. Claro que, como apontado na análise, acessar as informações na internet demanda uma sistematização e uma capacidade crítica na escolha do conteúdo para o vídeo. Ou seja, diante de toda informação disponível para os alunos, eles podem apresentar dificuldades em discernir quais delas são mais importantes, adequadas ao contexto e fidedignas.

Além disso, a veracidade das fontes da Internet varia consideravelmente de site para site, o que significa que os alunos podem facilmente adquirir informações imprecisas ou desatualizadas, conforme o excerto da Aluna RV. Dessa maneira, constato a necessidade de formação que permita aos alunos perceberem a veracidade das fontes dos sites contrastando com aqueles confiáveis. Talvez, nesse ensejo, a produção de vídeo em sala de aula seja um

caminho para discutir a qualidade e a veracidade da informação na internet, uma vez que os alunos utilizam o artefato internet para acessá-las.

E, nesse cenário, os dispositivos móveis (celulares) despontam-se como os protagonistas na garantia de um recurso favorável à conexão à internet, na palma da mão do aluno, minimizando sobremaneira as limitações espaço-temporais entre os alunos, professor e pesquisadora. Isso constitui, novas possibilidades de produção de conhecimento em um formato colaborativo e uma nova ideia de sala de aula que “quebra” os muros da escola física tradicional torna-se possíveis com a internet (Borba, 2021).

E os **vídeos**? Eles foram os responsáveis por toda a trama da tese, guiando o enredo, espaço, tempo e, na proposta de ensino, eles também, possibilitaram que personagens fossem criados pelos alunos e alunas em cada grupo ao elaborarem seus próprios enredos, constituindo os vídeos narrativas (Carvalho, 2023). A produção deles favoreceu a constituição de um ambiente dialógico, no qual o conhecimento pode ser produzido por coletivos de humanos e não humanos. Isso perpassou pelo comprometimento com a formação de alunos críticos, que em concordância com a proposta de ensino, possibilitou aos alunos se tornarem capazes de fazer uso dos conhecimentos tecnológico e matemático articulados em prol de uma sociedade mais igualitária com transformações sociais, refletindo seus anseios cotidianos.

A produção dos vídeos alterou o modelo da sala de aula, do ponto vista pedagógico e o espaço de aula que se restringia no sistema de atividade inicial – aulas encapsuladas –, passando a ser configurada em um sistema transformado por alunos-professor-mídias. Aquela configuração baseada no ensino tradicional, foi modificada para um espaço coletivo integrado com Tecnologias Digitais que passou a ser de forma harmônica, dialógica e de ação colaborativa entre professor, alunos e mídias.

A proposta de ensino – elemento do sistema de atividade – uma personagem nova (da tese) que ganhou destaque na produção dos vídeos. Ela possibilitou os alunos a produzir conhecimento matemático e, com isso, a aprendizagem, favoreceu uma formação crítica, pautada em diálogos, debates, conhecimentos científicos, culturais, sociais e políticos ao contextualizar a Matemática por meio das temáticas escolhidas.

A proposta de ensino provocou contradições no sistema que, por sua vez, ocasionaram a ruptura na imagem da Matemática, movimentando-a na direção de uma matemática prazerosa, que faz parte o cotidiano do aluno, que traz questionamentos, favorecendo a tomada de decisão. Isso foi explicitado nas Figuras 53 e 67, em que a tranquilidade, a curiosidade, a quebra de paradigma, autonomia, as negociações, dentre outros, impulsionaram movimentos no sistema – Miniclonos de aprendizagem – que favoreceram aprender e ensinar de forma coletiva e

colaborativa com as TD utilizadas na produção dos vídeos, os conceitos e aplicações da Matemática, quando em ação o poder das mídias e a contextualização da matemática, transformaram a percepção dos alunos em relação a matemática, como, foi visto nos excertos analisados.

E as categorias? – Duas personagens que surgiram em meio às vozes dos alunos na produção de vídeo mediante o olhar da pesquisadora. Dois “vetores” formados a partir da proposta de ensino e dos dados produzidos possibilitando o desenvolvimento do sistema de atividade. Esses “vetores”, por intervirem na proposta de ensino, moldaram e transformaram os motivos, e consequentemente, o objeto da atividade. Além disso, assumiram para a pesquisadora, as bases teóricas que fundamentam os dados justificando o porquê da necessidade de uma teoria para entender os processos que permearam os movimentos expansivos que favorece a aprendizagem quando, em processo de produção de vídeo enquanto proposta de ensino. Ao longo do desenvolvimento da pesquisa um conjunto de ações descritivas e analíticas foi empregado em relação aos dados que geraram sistematizações resultantes da aplicação da Teoria Enraizada enquanto método analítico. Sendo assim, após percorrer por algumas etapas da TE – codificação Aberta; codificação Axial; codificação Seletiva – emergiram dos dados duas categorias, sendo: i) O Poder de Ação das Mídias – *movimentos dinâmicos nos processos de ensinar e aprender Matemática*; ii) Contextualização da Matemática – *o movimento do despertar para a transformação social*. Essas categorias, como já mencionado, foram analisadas sobre a ótica da Teoria da Atividade, Seres-Humanos-Com-Mídias e os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva.

Antes de tecer comentários sobre essas categorias e sobre os sistemas que se constituíram no desenvolvimento da proposta de ensino, considero importante um retorno ao objeto e o produto do sistema inicial – aula encapsulada, para situar o leitor. Sendo eles, respectivamente: o ensinar Matemática por meio de técnica de reprodução e memorização de saberes; erro ou acerto dos problemas e questionamentos propostos. Isso em um contexto, sem a articulação com realidade concreta dos alunos, bem como, a coparticipação das Tecnologias Digitais na produção do conhecimento.

Do sistema inicial, movimentos emergiram da proposta de ensino e a Imagem da Matemática foi confrontada. Os excertos apresentados no desenvolvimento dessa narrativa mostram que os alunos a relacionaram com frutas azedas, duras com espinhos e sabor desagradável. Como visto no capítulo de análise, o modo como algumas aulas de matemática são conduzidas, segundo percepção dos alunos, mostra-se em uma linguagem matemática baseada em códigos, símbolos e fórmulas, sem contextualizá-la na realidade concreta deles.

Sendo assim, eles reconhecem ter dificuldades em sua compreensão, bem como, demonstram pouco interesse pela matemática. Além disso, é perceptível na fala deles, a ausência em sala de questões-problema, investigações, reflexões, leitura crítica de situações reais do mundo, as quais, segundo esta pesquisadora podem contrastar com essa (ou aquela) Imagem da Matemática.

Com o desenvolvimento da proposta de ensino – produção de vídeo –, embora os alunos tenham sido influenciados pela imagem que cada um deles construiu acerca da matemática e do seu ensino – historicidade –, ao longo de sua vida, e também do modo como a trouxeram para o sistema que estava se constituindo – múltiplas vozes – nessa proposta, essa imagem da matemática foi sendo desconstruída e reconstruída.

Para exemplificar tal desenvolvimento, a internet, personagem do enredo que possui voz ativa, ao desempenhar o papel de comunidade no sistema mostrou uma amplificação ou transformação da multivocalidade e da historicidade do sistema ao trazer contextos que poderiam ser articulados a matemática. Isso porque, as pesquisas realizadas pelos alunos na internet transmitiram normas sociais, culturais e crenças e contribuíram para mudança no sistema inicial.

O Poder de Ação das Mídias trouxe movimentações que promoveram no sistema contradições inesperadas como tranquilidade, curiosidade, questionamentos, hipóteses, criatividade, entre outras ações já descritas, com isso, proporcionando ao aluno um maior interesse pela Matemática e consequente aprendizado. É possível dizer que o poder de ação das mídias agencia a imagem pública da matemática. Isso possibilitou algumas situações que tensionaram o sistema inicial pela própria organização e regras estabelecidas na proposta de ensino. Além disso, a mídia internet na produção de vídeos reorganizou o pensamento dos alunos quando os *feedbacks* proporcionados pelas mídias – poder de ação – mobilizaram aos alunos a pesquisarem e refazer novos cálculos. Isso mostra que o pensamento se reorganizou quando a mídia estava desempenhando o papel de sujeito.

Foi possível observar, ainda, a complexidade da organização do trabalho coletivo com vídeos, iniciado com a presença das Tecnologias Digitais na produção do conhecimento. Além disso, alunos-com-mídias promoveram ações que trouxeram para os debates de cada grupo alguns aspectos da estrutura social que regularam suas próprias práticas. Isto posto, as formas como os alunos enfrentaram as contradições ou mudanças, evidenciam uma dialética entre estrutura social *versus* agência das mídias, pois essas buscam encontrar naquela, os caminhos para lidar ou romper com as formas de regulação do trabalho pedagógico pelo sistema de ensino.

Diante disso, entendo que, por meio das diversas atividades que possam ocorrer no âmbito educacional, os alunos estão constantemente mudando e constituindo e reconstituindo objetos e esses não são produtos intencionais de uma única atividade, mas sim, das consequências inesperadas de múltiplas atividades resultantes da proposta de ensino. Desse modo, entendo que, a proposta de ensino cria formas de agir que geram mudanças na atividade – em menor ou maior grau de intensidade – impulsionando as transformações expansivas, ainda que pequenas, tendo em vista que o ensino e a aprendizagem fazem parte do processo de agenciamento das mídias no decorrer dela.

O sistema – O poder de ação das mídias – resultante da proposta de ensino aplicada ao sistema inicial – aulas encapsuladas – teve como objeto aprender e ensinar de forma coletiva e colaborativa com as TD utilizadas na produção dos vídeos, os conceitos e as aplicações da Matemática. Ainda teve como produto: transformar a maneira de aprender os conceitos da Matemática por meio de processos dinâmicos de produção de vídeo e mudar a imagem da Matemática. O que significa dizer que os movimentos ocasionados pelas Tecnologias Digitais no sistema influenciaram as transformações do objeto da atividade do sistema inicial e com isso ocorreram movimentos expansivos.

Nessa categoria, o sistema de atividade apresentou interferências que provocaram movimentos expansivos da aprendizagem. Enquanto Engeström (2001) tem considerado contradições ou tensões como reações ou obstáculos ao desenvolvimento na atividade, este trabalho mostrou que outras formas de contradições podem ser agregadas a aquelas que favoreceram um ambiente de tranquilidade, questionamento, prazer, curiosidade, etc. Isso implicou em movimentos de rotação – quebra de *script* e *insights*, experimentações, simulações, análise de conjecturas, reorganização do pensamento – e de translação – influências externas. Como consequência disso, considero ser esse ambiente um espaço criativo que promoveu a mudança de percepção quanto a imagem da matemática em sala de aula. Isso é marcado pela construção de justificativas para uma solução produzida com mídias que não haviam sido pensadas até então pelos sujeitos da atividade e que, com isso, resultou em novas formas de expressão do pensamento matemático.

Contextualização da Matemática – uma personagem identificada nos dados, sendo caracterizada nos momentos em que os alunos sentem a necessidade de contextualizar a matemática aplicada em sala de aula com suas experiências vividas no dia a dia. Esse movimento – de contextualizar a matemática – trouxe para o sistema negociações e convergências de ideias, posicionamento crítico, modificações das práticas usuais, autonomia, criatividade, entre outras. Essas ações possibilitaram, não somente a contextualização de

conhecimentos matemáticos, mas também uma contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos aplicados na produção dos vídeos.

A ação de contextualizar a matemática para a produção do vídeo favoreceu o aprendizado e o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos, transformando a sala de aula em um espaço constante de investigação e busca pelo conhecimento. Isso oportunizou aos alunos o compartilhamento de conhecimentos, por meio de trabalho coletivo e colaborativo. Além disso, eles tornaram-se protagonistas de suas aprendizagens, à medida em que foram capazes de decidir, planejar, pesquisar, executar e avaliar o trabalho que desenvolveram.

O sistema – Contextualização da Matemática – teve como objeto aprender de forma coletiva e colaborativa com as TD utilizadas na produção dos vídeos, os conceitos e aplicações da Matemática. Ainda, teve como produto o aprender os conceitos da Matemática e contextualizá-la para reflexões sobre a prática social. Ou seja, durante a produção de vídeo houve a reconceitualização do objeto e dos motivos no sistema, como isso, ocorreram movimentos expansivos.

Nessa categoria, assim como na categoria anterior, constitui-se um outro sistema de atividade, a partir do sistema aulas encapsuladas que também apresentou interferências que provocaram movimentos expansivos da aprendizagem. Além das contradições discutidas por Engeström (2001), os dados indicaram, mais uma vez, outras formas de contradições que favoreceram um ambiente de negociações, diálogos, interações, autonomia, reflexões, quebra de paradigma, etc. Isso implicou em movimentos de rotação – Experimentações, simulações, análise de conjecturas, reorganização do pensamento – e de translação – elementos sociais, históricos e culturais, influências externas e redes de sistemas, além do movimento de rotação influenciando o de translação.

Os movimentos estão marcados pela mudança de atitude de forma crítica, envolvendo a Matemática nesse processo expansivo da atividade. Os movimentos de translação ganharam destaque nessa categoria uma vez que os alunos ao produzirem vídeos com tema ou conteúdo escolhido por eles – que incluíam situações de seus interesses ou cotidianas –, permitiu trazer para o sistema de atividade elementos contextuais de fora da escola, relacionados a questões sociais, culturais e econômicas como dados relevantes no roteiro dos vídeos.

Para finalizar esta seção e com o intuito de situar o leitor, retomo aqui os personagens iniciais, sendo: a Matemática, os alunos e as alunas, as Tecnologias Digitais, os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva e os vídeos. Com o desenvolvimento da pesquisa, como já mencionado anteriormente, surgiram novos personagens: internet, a proposta de ensino, as categorias – O poder de ação das mídias e contextualização da matemática. Os Miniciclones de

Aprendizagem Expansiva, por ser o quadro teórico desta tese, ator que analisou os movimentos resultantes de uma proposta de ensino que mobilizou coletivamente todos os outros personagens no sistema de atividade, sendo assim, serão apresentados na próxima subseção.

7.2 Os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva – *os movimentos na produção de vídeos*

Os Miniciclones de Aprendizagem Expansiva se desenvolveram durante a produção de vídeos, possibilitando identificar e compreender os papéis desempenhados pela TD no sistema de atividade, a influência, as contribuições, dos diversos atores que participam do processo de aprendizagem. Isso provocou movimentos de rotação e translação e em alguns momentos movimentos não expansivos.

Para iniciar as considerações sobre os movimentos que ocorreram nos sistemas analisados, considero relevante apresentar os **movimentos não expansivos ou estagnados** – analisar as tensões, bem como, as contradições internas que paralisaram ou despertaram movimentos no decorrer da atividade de produzir vídeos pelo coletivo professor-alunos-mídias. Nesse cenário, ocorreram casos em que as tensões – edição do vídeo; tempo para produção; dificuldade de atuação; aversão à matemática, entre outras apresentadas anteriormente – demandaram adaptações. Por exemplo, apesar de o padrão da atividade ter sido questionado e modificado em função do dilema gerado pela necessidade – dificuldade de atuação – não chegou a se estabelecer um novo padrão para a atividade.

Em outras palavras, apesar dos alunos terem se organizado para superar essas contradições, indo na direção de resolvê-las, observa-se, em geral, diversas mudanças no sistema de atividade, permeando os seus componentes. Essas mudanças não chegaram a provocar uma mudança do objeto do grupo e, portanto, da própria atividade, ou seja, não chegaram a causar rupturas que poderiam originar outros movimentos expansivos da atividade.

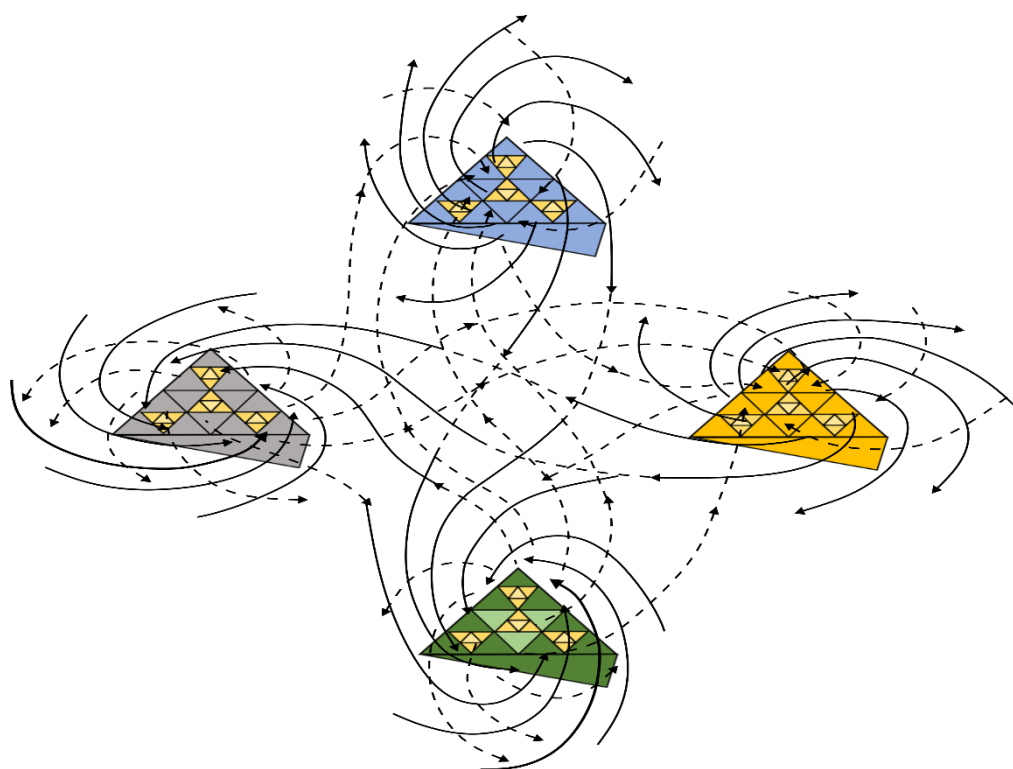
Movimentos expansivos - na análise dos dados, foi possível evidenciar que as Tecnologias Digitais – por exemplo, internet e os *softwares* – protagonizaram os sistemas desempenhando distintos papéis – artefatos, regras, organização do trabalho, comunidade, sujeito e objeto. As TD aturaram, principalmente, como agentes mobilizadores, pois suas “respostas” estimulavam processos de organização e reorganizações do pensamento dos alunos que, “pensando com” elas, experimentaram, simularam, testaram e analisaram conjecturas. A visão epistemológica apoiada na noção de Seres-humanos-com-mídias trouxe, para esse M.A.E., um olhar que colocou em destaque o papel da mídia no processo de produção de

conhecimento, as Tecnologias Digitais e a Matemática moldaram a formação de novos objetos de acordo com o tema do vídeo, que se relaciona com a escolha do aluno.

Os movimentos que ocorreram nos **Miniciclones de Aprendizagem Expansiva**, surgiram por meio da proposta de estudo – a produção dos vídeos – em que alunos buscaram transformar, por meio das TD, a forma de aprender e contextualizar a Matemática durante a escolha dos temas ou conteúdo, ou seja, a escolha foi realizada de acordo com seus interesses e relevância para sua vida. Os dados mostram a importância da proposta de estudo estar alinhada com os motivos dos alunos para que eles se sintam instigados a aprender os conteúdos matemáticos.

Outra observação é que as mídias – por exemplo a internet – presentes na proposta de estudo, interligaram-se a cada um dos elementos do sistema de atividade moldando sua organização baseada na coletividade, na colaboração e no diálogo. A proposta de estudo possibilitou aos alunos o uso das Tecnologias Digitais na produção dos vídeos, o que contribuiu para a produção de conhecimento de uma forma distinta da que lhes era usual – aulas tradicionais – que não colocam o aluno à frente do processo de produção de conhecimento, no sentido de receber informações ao invés de ter autonomia. Eles realizaram pesquisas, puderam analisar os resultados, retrocederam e avançaram, refletindo sobre as aplicações do conteúdo matemático no seu dia a dia com a internet.

Nesta tese, houve também um aprofundamento teórico em relação à representação dos Miniciclones de Aprendizagem Expansiva – contribuição teórica. Como Souto e Borba (2016) já sugeriram uma nova representação do Miniciclone, apresento uma ilustração de um miniciclone, utilizado para dar ênfase aos movimentos observados nos dados dos grupos e, ao mesmo tempo, para fazer uma analogia às discussões realizadas por Souto (2013, 2014) e Souto e Borba (2016).

Figura 72: representação do Miniciclone

Fonte: elaborado pela autora.

As flechas pontilhadas remetem a falhas truncadas por dilemas, problemas, críticas – por exemplo, questionamentos, debates, quebra de paradigma e discussões – que produzem “energia” para conflitos que são fonte de mudanças. Já as flechas contínuas representam os movimentos de forma mais prazerosa e harmônica – por exemplo, tranquilidade, negociações, diálogos, interações, autonomia – que, de maneira suave, também provocaram mudanças. Essas flechas indicam as contradições propulsoras de mudança e desenvolvimento por possibilitarem a ocorrência de transformações e reorganizações dentro de um sistema ou entre sistemas de atividades, propiciando a geração de uma nova realidade.

Os quatro sistemas, são apresentados em cores distintas: o sistema na cor azul representa o sistema inicial – aulas encapsuladas; o cinza – poder de ação; o amarelo – contextualização da matemática; e o sistema verde representa outros possíveis sistemas a fim de representar os diversos grupos de trabalhos que podem surgir durante a proposta de ensino, ponto que nesta pesquisa focalizo em virtude do espaço os sistemas azul, cinza e amarelo. As cores simbolizam que nem a constituição de cada sistema e nem os deslocamentos foram iguais. Isso porque cada sistema carrega consigo sua historicidade e múltiplas vozes e foram impulsionados por distintas ações no desenvolvimento do sistema de atividade.

As flechas que vão em direção de um sistema a outro sugerem que os movimentos realizados em um sistema influenciaram nos demais – o poder de ação das mídias na contextualização da matemática. Isso se torna perceptível porque todas as ações realizadas pelos grupos em produzir o vídeo estavam relacionadas com o objetivo de ensino da proposta de estudo, ou seja, os grupos compartilharam o mesmo objeto em torno da proposta de ensino.

Essas flechas podem ser entendidas como contradições que geram movimentos de rotação (experimentação, quebra de *script*, ...) e translação (elementos sociais, históricos, ...). Por exemplo, o conjunto de flechas (questionamentos, criatividade, ...) mobilizou movimentos internos de um sistema, ou seja, aqueles de rotação. Observa-se nesses movimentos contradições primárias e secundárias.

Já as flechas que chegam no sistema por meio da proposta de ensino – produção de vídeos – (dinâmica, pesquisas, negociações, ...) vão possibilitar que as influências externas (elementos culturais, ...) cheguem ao sistema mobilizando os movimentos de translação. Além disso, quando o sistema *O poder de ação das Mídias* interfere no outro sistema *Contextualização da matemática* movimentos de translação ocorrem. Esses movimentos são gerados por contradições quaternárias. Isso foi observado na Figura 72, quando um conjunto de flechas saem de um sistema em direção ao outro.

Os resultados encontrados mostraram que as ações que levam Miniciclones a se movimentar podem influenciar em outros sistemas, outras categorias e grupo. Esses movimentos inter-relacionam-se às mudanças que ocorreram durante a produção dos vídeos. Isso se explica porque os movimentos expansivos em um sistema de atividade coletiva compreendem as formas de entender e/ou reconstruir conhecimentos sobre um problema específico ou conteúdo matemático quando humanos-com-mídias buscam criticá-las, de uma maneira que não tenham sido deduzidos em outras situações ou sob outras circunstâncias. Esses movimentos que ocorrerem dentro do sistema indicam que a produção de vídeo – a proposta de estudo – moldou a maneira de aprender e ensinar matemática, e com isso, moldou a sala de aula.

7.3 Contribuições para a Educação Matemática, vida profissional e pesquisas futuras

Com base nos dados produzidos, observo a discussão de outras formas de aprendizagem da matemática, não somente aquela baseada em aula tradicional que visa a resolução mecânica de uma lista de exercícios repetitivos. A tese mostrou que é possível produzir conhecimento matemático através do contexto dos alunos com as tecnologias digitais. Assim, é necessário

que a proposta de ensino busque romper com práticas arraigadas em realidades que se distanciam do mundo concreto dos educandos. Tal ação poderá proporcionar um leque de oportunidades que tendam a promover a interação entre humanos e não humanos, isso pode favorecer a constituição de Miniciclones de Aprendizagem Expansiva. Além disso, o aluno vinculado ao seu contexto cultural como membro ativo e integrante da atual sociedade, tem a possibilidade de fazer diversas trocas por meio das suas vivências. Os dados sugerem que não existe um maior protagonismo de um personagem, mais sim uma ação coletiva humana e mídias que podem movimentar os Miniciclones e possibilitar a aprendizagem. As produções de vídeos com ideias/conteúdos matemáticos representam um elemento potencial na formação de alunos críticos, reflexivos e protagonistas na construção do conhecimento.

Uma contribuição desta tese para as pesquisas sobre produção de vídeo está relacionada à aprendizagem. Claro que não estou, aqui, discutindo teorias de aprendizagem que pretendem atestar se o aluno aprendeu ou não o conteúdo. Como já afirmado em outras pesquisas, aqui pode-se reafirmar que ao realizar pesquisas com vídeos tem-se uma prática pedagógica e de caráter coletivo, uma vez que a produção envolveu tanto atores humanos quanto atores não-humanos e esse envolvimento do indivíduo com esses atores pode levar a indícios de aprendizagem. Além disso, os dados aqui abordados trazem elementos plausíveis de que a produção de vídeos favoreceu a aprendizagem da Matemática. À medida que os alunos pesquisavam na internet e sistematizavam o conhecimento eles mesmo revelavam que entenderam/aprenderam o conteúdo.

Outra contribuição inscreve-se ao pesquisar os movimentos do Sistemas Seres-Humanos-com-Mídias. Neste caso, fez-se necessário estar junto aos alunos durante a produção do vídeo para acompanhar o processo com o intuito de verificar como ocorreu o fazer/pensar Matemática. Com isso, foi possível verificar, no momento do processo de produção de conhecimento matemático, quais foram as dúvidas, questionamentos, e reflexões que surgiram, as quais poderiam gerar tensões capazes de paralisar ou de instigar os alunos a tomarem decisões para a resolução dos problemas.

Além das contribuições já mencionadas, considero importante evidenciar como esta pesquisa contribuiu para minha prática como professora. A partir desta investigação, aceitei a ideia de que existem muitas possibilidades para os alunos expressarem ideias matemáticas com a produção de vídeos. Enquanto perspectiva, compreendi que a produção de vídeos pode abrir caminhos para vincular a prática pedagógica a processos tecnológicos que favoreçam a comunicação matemática visando reflexões sobre a realidade por meio da experimentação com tecnologias e, sobretudo, este trabalho possibilitou a mim, enquanto pesquisadora, teorizações

e críticas que podem viabilizar caminhos exequíveis para colocar a sala de aula em movimento quando se tem em mente o poder de ação das mídias e a contextualização da realidade para se aprender matemática.

Por fim, vejo a necessidade de realizar pesquisas como esta apresentada aqui, em que a pesquisa científica dialoga com a sala de aula. Antes de dedicar atenção final de cada um dos pontos assinalados, convém reiterar que a pesquisadora, autora da presente tese, adentrou em sala de aula e produziu os dados junto aos alunos, participantes da pesquisa, propondo ações de ensino e aprendizagem de acordo com o contexto no qual os alunos se encontravam. Isso proporcionou um olhar para uma proposta de ensino e aprendizagem distinta daquela considerada tradicional, focalizando a reflexão dos alunos em relação à matemática, o que se efetivou mediante a produção de vídeos na qual os alunos tiveram papel ativo, desde a elaboração de objetivos para cada vídeo, até a produção. Essa conjuntura levou os alunos para bem além da sala de aula. Além disso, a produção de vídeos proporcionou aos alunos uma reflexão de que a matemática pode levá-los a outros caminhos bem além da sala de aula mediando os conflitos diversos encontrados, por exemplo, o retorno das aulas presenciais e os desafios com a infraestrutura da escola.

Para finalizar, esta tese mostra que mesmo diante de um contexto educacional em que são encontrados desafios em busca da qualidade da educação, a produção de vídeos, em sala de aula pode ser uma forma de proporcionar um ambiente de aprendizagem distinto, em que os alunos podem desenvolver atividades, explorar diferentes formas de resolução de problemas, discutir com os colegas os possíveis resultados; enfim, permite que os alunos vivenciem experiências e apliquem os conceitos matemáticos em seus contextos sociais e culturais. Pesquisas com o tema produção de vídeos possuem, ainda, muitas questões a serem investigadas. Como já citado anteriormente, embora existam lacunas a serem preenchidas no uso e produções de vídeos na Educação Matemática, esta tese mostra que a produção de vídeos pode ser mais um caminho desafiador para que os alunos possam comunicar ideias Matemáticas envolvidas em suas vivências, reflexões e criticidade, utilizando Tecnologias Digitais, como celulares e internet, que são comuns na vida de alguns alunos.

Entendo que as pesquisas sobre vídeos e sua produção ainda tem muitas questões a serem investigadas. Assim, pontuo que este estudo levanta outras questões que merecem desdobramentos em pesquisas futuras. Tais como:

- Como as ações que levam os Miniciclones a se movimentar em um sistema de atividade podem influenciar em um outro sistema? Nesta tese, implicitamente foram dados indícios de que o sistema Contextualização da matemática foi influenciado pelo sistema

O poder de ação das mídias, mas não foram levantados o impacto dessa interferência na aprendizagem dos alunos envolvidos na proposta de ensino;

- De que forma os movimentos de rotação podem influenciar o de translação durante a produção de vídeos com ideias ou conteúdos matemáticos, ou vice-versa?
- Que contradições surgem quando na proposta de ensino – produção de vídeos, outras tecnologias conjuntamente são articuladas a ela, como a programação e a Inteligência Artificial?

Portanto, considero que esta pesquisa sinaliza possibilidades de realizar pesquisas futuras, isso é também uma contribuição para a Educação Matemática.

Por fim, defendo ser necessário, então, uma reflexão sobre qual papel as TD podem vir a desempenhar na sociedade, na educação e na Educação Matemática, a fim de repensar a aprendizagem da matemática a partir do contexto vivido pelos alunos e dos desafios que este traz consigo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. R. F. L. **Polidocentes-com-Mídias e o ensino de Cálculo**. 219 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. A “revisão da bibliografia” em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno. In: BIANCHETTI, Lucídio; NETTO MACHADO, Ana Maria (Org.). **A bússola do escrever: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações**. Florianópolis: UFC; São Paulo: Cortez, 2002. p. 25-44.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. O Método nas Ciências Sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. São Paulo, SP: Pioneira, 1999. p. 107-188.
- ASSIS, A. R.; HENRIQUE, M. P.; BAIRRAL, M. A. Captura e Análise de Interações em Telas Sensíveis ao Toque. **Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Foz do Iguaçu - PA, 8 nov. 2018. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/files/sipemviii.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.
- AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V. Invenções robóticas para o Tratamento de Parkinson: pensamento computacional e formação matemática. **Bolema**, Rio Claro - SP, ano 2021, v. 35, ed. 69, p. 63-88, 5 abr. 2021. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a04>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/yDMpxFfYZrB6MfQndjtjZLM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 maio 2021.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórica-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BAKHTIN, MM. **A imaginação dialógica: quatro ensaios de MM Bakhtin**. Austin: University of Texas Press, 1982.
- BRAGA, E. dos S. de O. **Luz, câmera... Produção de Performances Matemáticas Digitais na Educação de Jovens e Adultos**. 2022. 237 f. Tese (Ensino Ciências) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2022.
- BATESON, G. **Passos para uma ecologia da mente**. Nova York: Ballantine Books, 1972.
- BOGDAN, R.C. BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOGDAN, R.C.; TAYLOR, S. **Introduction to Qualitative Research Methods: a Phenomenological Approach to the Social Sciences**. New York: J. Wiley, 1975.
- BORBA, M. C. **Students Understanding of Transformations of Functions Using multi-representational Software**. 1993, 372f. Tese (Doctor of Philosophy) – Faculty of graduate school of Cornell University. 1993.

BORBA, M. C. Tecnologias informáticas na educação matemática e reorganização do pensamento. In: Bicudo, M. A. V. **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

BORBA, M. C. Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção Matemática. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, 1., 2002, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: SBPEM, SBEM, 2002. p. 135-146.

BORBA, M. C. The future of mathematics education since COVID-19: humans-with-media or humans-with-non-living-things. **Educ Stud Math**, [s. l.], abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10043-2>. Acesso em: 01 mar. 2021.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 5 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; GRACIAS, T. A. S. **Pesquisa em Ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação**. 2ª ed. Belo Horizonte, MG: Editora Autêntica (Coleção Tendências em Educação Matemática), 2020. 125 p. ISBN: 978-85-51304-16-7.

BORBA, M. C.; DOMINGUES, N. S.; COSTA, R. F. O Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática: um Olhar para as Experiências Estéticas. In: SILVA, R. S. R.; IDEM, R. C. **Experiências Estéticas em Educação Matemática**. Porto Alegre - RS: : Editora Fi, 2021. cap. 8, p. 234-271. ISBN 978-65-5917-274-0. Disponível em: <https://www.editorafi.org/274estetica>. Acesso em: 12 jan. 2022.

BORBA, M. C.; OECHSLER, V. Tecnologias na Educação: o uso dos vídeos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (RBECT)**, v.11, n.2, p. 181-213, 2018.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 5ª ed. 3 reimp. Belo Horizonte: Autêntica, 2017 – Coleção Tendências em Educação Matemática.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. 2ª ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2020. 160 p. ISBN: 978-85-51306-72-7.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. A Ideologia da Certeza em Educação Matemática In: SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia**. Campinas: Papirus, 2001.

BORBA, M. C.; SOUTO, D. L. P.; CANEDO, N. R. **Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a Quinta Fase das Tecnologias Digitais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2022. 141 p. ISBN: 978-65-59281-36-7.

BORBA, M.C.; SOUTO, D.L.P.; CUNHA, J.F.T.; DOMINGUES, N.S. Humans-with-media: twenty-five years of a theoretical construct in mathematics education. In: PEPIN, B.; GUEUDET, G.; CHOPPIN, J. (Eds.). **Handbook of Digital Resources in Mathematics Education**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 1–26. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-95060-6_7-1.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking**: Information and Communication Technologies, Modeling, Visualization and Experimentation. New York, USA: Springer Science Business Media. 2005. 229 p. ISBN: 0-387-24263-5.

BORBA, M. C.; XAVIER, J.F.; SCHUNEMANN, T. A. **Educação matemática**: múltiplas visões sobre tecnologias digitais. 1. ed. Livraria da Física, 2023. v. 1. 348p.

BORGES, A. S. **Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais na Aprendizagem da Teoria dos Conjuntos Fuzzy no Ensino Médio**. 2022. 218 f. Dissertação (Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

CANEDO, N. da R.; BORBA, M. C. GPIMEM, Educação Matemática e Tecnologias: Uma busca por novas formas de estar no mundo com outros. *In*: BORBA, M. C.; XAVIER, J. F.; SCHÜNNEMANN, T. A. **Educação Matemática**: Múltiplas visões sobre Tecnologias Digitais. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2023. p. 9-19.

CARDOSO, P. dos A. **Uso dos Aplicativos Onenote, Padlet e Kahoot na Elaboração e uso de Itens na Educação Matemática**. 2022. 82 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Instituto de Matemática e Tecnologia, da Universidade Federal de Catalão, 2022.

CHARMAZ, K. **Construção da Teoria Fundamentada**: guia prático para análise qualitativa. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009.

CARVALHO, F. J. R. **Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de modelagem matemática na educação matemática**. Orientador: Dr. Tiago Emanuel Klüber. 2018. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Foz do Iguaçu, Centro de Educação, Letras, Foz do Iguaçu – PR, 2018. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/3850>. Acesso em, 27 set. 2021.

CARVALHO, G. da S.; BORBA, M. de C. Festival de Vídeos e Educação Matemática na Pandemia. **Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Uberlândia (MG), p. 1244-1261, 22 nov. 2021. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/files/sipemviii.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CERMAK, A. I.; VALLE, J. C. A. do. Práticas emancipatórias de ensino de matemática em festivais de vídeos digitais: abordagens, contextos e significados. **XIV Encontro Nacional de Educação Matemática**, p. 01 -10, 15 jul. 2022. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/480763.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CHÉROLET, B. Elementos da Narrativa. **Educa + Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/lingua-portuguesa/elementos-da-narrativa>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

CHIARI, A. S. S. **O papel das tecnologias digitais em disciplinas de álgebra linear a distância**: possibilidades, limites e desafios. 2015. 208 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

CHIARI, A. S. S.; BORBA, M. C.; SOUTO, D. L. P. A Teoria da Atividade na Produção de Material Didático Digital Interativo de Matemática. **Bolema**, São Paulo - SP, ano 2019, v. 33, ed. 65, p. 1255 - 1275, 15 dez. 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v33n65a14>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/MfQzkzdWs4m4MC4SnMpTybv/?lang=pt>. Acesso em: 18 fev. 2022.

COSTA, R. F. **Aprendizagem da Matemática com cartoons: qual o papel das tecnologias digitais?** (2017) 172f. Dissertação (Dissertação de mestrado do programa de pós-Graduação *Stricto Sensu* em ensino de Ciências e Matemática) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra dos Bugres, 2017.

COSTA, R. F.; SOUTO, D. L. P. *Cartoons* no ensino da matemática: limites e possibilidades. In: **Anais XII ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática**. São Paulo-SP. 2016, p. 1-12.

COSTA, R. F.; SOUTO, D. L. P. A Produção de *Cartoons* Matemáticos Digitais: uma possibilidade interdisciplinar no Ensino Médio. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 15 jul. 2021.

COSTA, R. F. SOUTO, D. L. P. Tecnologias Digitais e Cartoons Matemáticos: Promovendo a Interdisciplinaridade. **REVISEM: Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, 2020, p. 336 – 357.

COSTA, R. F.; SOUTO, D. L. P.; Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática: uma construção coletiva. In: BORBA, M. C.; XAVIER, J.F. (Org.); SCHUNEMANN, T. A. (Org.). **Educação matemática: múltiplas visões sobre tecnologias digitais**. 1. ed. Livraria da Física, 2023. v. 1. 348p.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. (Tradução: Sandra Mallmann da Rosa). Porto Alegre, RS: Penso, 2014. 342 p. ISBN: 978-85-65848-88-6.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, D. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. 5. ed. (Tradução: Sandra Mallmann da Rosa). Porto Alegre, RS: Penso, 2021, 264 p. ISBN: 978-65-81334-18-5.

CUNHA, J. F. T. **Blended learning e multimodalidade na formação continuada de professores para o ensino de matemática**. 2018. 106f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, 2018.

CUNHA, J. F. T. **Licenciatura híbrida de Matemática: quais são os papéis dos vídeos digitais**. 2023. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2023.

D'AMBROSIO, U.; **Educação Matemática**: da teoria à prática. 9ª ed. Campinas: Papyrus, 2002 – Coleção Perspectivas em Educação Matemática.

D'AMBROSIO, U.; BORBA, M.C. Dynamics of change of mathematics education in Brazil and a scenario of current research. **ZDM Mathematics Education**, v. 42, p. 271–279, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0261-x>

DANIELS, H. **Vygotsky e a pedagogia**. São Paulo: Loyola, 2003.

DANIELS, H. **Uma introdução a Vygotsky**. 2 ed. São Paulo: Loyola, 2013.

DAVYDOV, V. V. **Problemas do ensino desenvolvimentista**: A experiência da pesquisa psicológica teórica e experimental. Excertos (Parte II). Soviético, 1988.

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **Introdução: Rizoma**. In: Mil Platôs, 2 ed. Tradução de Ana Lúcia de Oliverira, Arélio Guerra Neto e Célia Pinto Costa. São Paulo: Editora 34, 2014. v. 1. p. 17-49.

DEODATO, A. A.; KAWASAKI, T. F. **Teoria da Atividade em Construção**: possíveis diálogos. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2022. 297 p.

DOMINGUES, N. S. **Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática**: Uma complexa rede de Sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias. 279 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191627>. Acesso em: 25 set. 2021.

DOMINGUES, N. S.; BORBA, M. C. Compreendendo o I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v.15, n.18, p.47-68, jan. /abr. 2018.

DOMINGUES, N. S.; BORBA, M. C. A atuação docente na quarta fase das tecnologias Digitais: produção de vídeos como ação colaborativa nas aulas de matemática. EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana – vol. 9 - número 2 – 2018b. Disponível em <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/237635/pdf>. Acesso 17 de maio de 2023.

DOMINGUES, N. S.; BORBA, M. C.. Digital Video Festivals and Mathematics: Changes in the Classroom of the 21 Century. **Journal of Educational Research in Mathematics**, v. 31, p. 257-275, 2021.

ENGELBRECHT, J.; LLINARES, S.; BORBA, M.C. Transformation of the mathematics classroom with the internet. **ZDM Mathematics Education**, n. 52, p. 825–841, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4>

ENGSTRÖM, Y. **Learning by Expanding**: an Activity-Theoretical approach to Developmental Research. Helsinki: Orienta-Konsultit, 1987. Disponível em: <http://lchc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engstrom/expanding/toc.thm>.>. Acesso em: 13 mar. 2021.

ENGSTRÖM, Y. Activity Theory and Individual and Social Transformation. In: ENGSTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R.-L. (Ed.). **Perspectives on Activity Theory**. UK-USA-Australia: Cambridge University Press, 1999. p. 19-38.

ENGESTRÖM, Y. Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education and Work**, v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001.

ENGESTRÖM, Y. Como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: DANIELS, H. (Org.). **Uma introdução a Vigotski**. São Paulo: Loyola, 2002. p. 175 – 197.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding**: An activity-theoretical approach to developmental research. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem expansiva**. Org. tradução: Fernanda Liberali. Campinas, SP: Pontes Editora, 2016.

ENGESTRÖM, Y; SANNINO, A. Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. **Educational Research Review**, v. 5, p. 1-24, 2010.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. From mediated actions to heterogenous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning, **Mind, Culture, and Activity**, Published online: 24 Aug 2020. DOI: 10.1080/10749039.2020.1806328. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10749039.2020.1806328>. Acesso em: 23 de set. 2022.

FERREIRA, N. S. **Modelagem Matemática e Aprendizagem Móvel como estratégia pedagógica para o ensino de Matemática no Ensino Médio**. Orientador: Dr. Carlos Fernando de Araújo Júnior. 2020. 377 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo - SP, 2020.

FONTES, B. C. **Vídeo, comunicação e Educação Matemática**: Um olhar para a produção dos licenciandos em matemática da educação a distância. Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba. 2019. 187 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181199>. Acesso em: 14 set. 2021.

FORNER, R; MALHEIROS, A. P. dos S. Modelagem e o legado de Paulo Freire: sinergias e possibilidades para a Educação Básica. **Revista de Educação Matemática**, v. 16, p. 57-71, 2019. Disponível em <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/13155/9336>. Acesso em: 5 abr. 2021.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 8ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, P. **Educação na Cidade**. São Paulo: Editora Vozes, 1995.

FREIRE, P. **A Educação na Cidade**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança**: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

FREIRE, P. **Política e Educação**. 5ª edição. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2020a.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 75. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2020b.

FREITAS, J. C. C.; MEIRA, J. de L. O uso do *software* Geogebra na construção de gráficos de função exponencial. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 14 abr. 2021.

GADANIDIS, G. ; SCUCUGLIA, Ricardo. R. S. . Windows into Elementary Mathematics: Alternate public images of mathematics and mathematicians. **Acta Scientiae (ULBRA)**, v. 12, p. 8-23, 2010.

GLASER, B. G.; STRAUSS, A. **The discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research**. London: Weidenfeld and Nicolson, 1967.

GALLEGUILLLOS, J. E. **Modelagem matemática na modalidade online: análise segundo a Teoria da Atividade**. 213 f. Tese (doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro-SP, 2016.

GALVÃO, M. E. E. L.; SOUZA, V. H. G.; BASTOS, L. C. Contribuições da Geometria Dinâmica na Introdução ao Estudo de Perspectiva para Alunos do Ensino Médio. **Bolema**, Rio Claro - SP, ano 2019, v. 33, ed. 64, p. 790-810, 5 abr. 2019. DOI DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v33n64a17>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/yDMpxFfYZrB6MfQndjtjZLM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 maio 2021.

GATTI, B. A. Grupo Focal na Pesquisa em Ciências Sociais e Humanas. 2ª ed. Brasília: Líber Livro, 2012.

GIMENEZ, H. **Vídeos Digitais e Educação Matemática: Uma possibilidade de Pesquisa Educacional Baseada em Arte**. 2023. 224 f. Tese (Educação Matemática) - do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Rio Claro, 2023.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2005.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. Rio de Janeiro: Record, 2011.

GREGORUTTI, G. S.; SCUCUGLIA, Ricardo. R. S.. Performance Matemática Digital e Formação de Professores. **Revista Matemática e Educação**, v. 1, p. 9-23, 2017.

GREGORUTTI, G. S.; SCUCUGLIA, R. Viagem poética entre conhecimento matemático e Performance matemática digital: aspectos pedagógicos. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 19 maio 2021.

GRÖHS, D. O.; MELO, J. R. A utilização do aplicativo Desmos como aporte tecnológico nas aulas de Matemática Financeira: uma experiência com alunos do ensino médio. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 5 abr. 2021.

GUTIÉRREZ, A. Las representaciones planas de cuerpos 3-dimensionales en la enseñanza de la geometría espacial. **Revista EMA**, Bogotá, v. 3, n. 3, p. 193 - 220, jul. 1998.

HERGESEL, J. P.: Programas Televisivos e suas Estruturas Narrativas: Enredo, Personagens, Tempo, Espaço e Foco Narrativo em Teledramaturgia e Entretenimento. **Artigo R. Inf. Cult.**, Mossoró, v.2, n.1, p. 11-24, jan./jun. 2020. Acesso: 16 de novembro de 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/ric/article/view/8669/10240>.

IANELLI, A. C. C. **Imagem da Matemática e Multimodalidade em Vídeos do "Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática"**. 2021. 133 f. Dissertação (Educação Matemática Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de São José do Rio Preto, 2021.

IL'ENKOV, EV. **Lógica dialética**: Ensaios em sua história e teoria. Moscou: Progresso. 1977.

IL'ENKOV, EV. **A dialética do abstrato e do concreto no "Capital" de Marx**. Moscou: Progresso. 1982

KAPTELININ, V. The object of activity: Making sense of the sense-maker. **Mind, Culture and Activity**, v.12, n.1, p. 4-18, 2005.

KAPTELININ, V.; NARDI, B. **Acting with technology**: activity theory and interaction design. Cambridge: MIT Press, 2006.

KAWASAKI, T. F. **Tecnologias na sala de aula de matemática: resistências e mudanças na formação continuada de professores**. 2008, 212f. Tese (Doutorado em Conhecimento e Inclusão Social) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

KENSKI, V. **Educação e Tecnologias. O novo ritmo da informação**. Campinas: Papirus Editora. 2007.

KRAMSCH, C. **Context and culture in lnguage teaching**. Oxforf: Oxford Unuversity Press, 1993.

LAVE, J. Situating Learning in Communities of Practice. In: RESNICK, L.; LEVINE, J.; TEASLEY, S. (Ed.). **Perspectives on socially shared cognition**. 2. ed. Washington: American Psychological Association, 1993. p. 63-82.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning**: legitimate peripheral participation. New York: Cambridge University Press, 1991.

LEITE, J. L.; SILVA, L. J.; OLIVEIRA, R. M. P.; STIPP, M. A. C. Reflexões sobre o pesquisador nas trilhas da Teoria Fundamentada nos Dados. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo - SP, v. 46, ed. 3, p. 772-777, 29 nov. 2011. DOI <https://doi.org/10.1590/S0080-62342012000300033>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reuusp/a/GhQv9mFNFNFvm7pqhLmzpMQ/?lang=pt>. Acesso em: 5 maio 2021.

LEONTIEV, A. N. Atividade e consciência. Alexia Nikolaevich Leontiev 1972. Arquivo Marxista na internet. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/leontiev/1972/mes/atividade.htm>. Acesso em: 15 janeiro. 2023.

LEONTIEV, A. N. **O Desenvolvimento do Psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte LTDA, 1978.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Tradução Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. 3ª ed. (4ª reimpressão) São Paulo: Editora 34, 2021.

LINCOLN, Y.; GUBA, E. **Naturalistic Inquiry**. Londres: Sage Publications; Lisboa: Edições 70, 1985.

LOIZOS, P. Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 137-155.

LURIA, A. R. Fundamentos de Neuropsicologia. Tradução de Juarez Aranha Ricardo. - Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981.

MACHADO, B. F.; MENDES, I. A. **Vídeos didáticos de história da Matemática**: produção e uso na Educação Básica. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

MAEDA, S. N. S. **As contribuições do vídeo para o ensino de matemática**. 150f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo - SP, 2009.

MARQUES, W.; BAIRRAL, M. A. Multinumeramento no Whatsapp: imagens em Smartphones com telas da Neurociência. **Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Foz do Iguaçu - PA, 8 nov. 2018. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/files/sipemviii.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.

MARTINS, A. D.; BIANCHINI, L. G. B.; YAEHASHI, S. F. R. Webquest e a Afetividade Presente na Construção de Conhecimento Matemático por Alunos do Ensino Médio. **Bolema**, Rio Claro - SP, ano 2017, v. 31, ed. 57, p. 289-309, 5 abr. 2017. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a14>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/yDMpxFfYZrB6MfQndjtjZLM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 maio 2021.

MELILLO, K. M. C. F. A. L. **Em um dia, professor no ensino presencial... Em outro, professor na modalidade a distância? Ações que constituem a atividade de ser professor na EaD/UAB**. 2011, 163f. Dissertação (Mestre em Educação Matemática) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2011.

NEVES, L. X. **Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB**. Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba. 2020. 304 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191601>. Acesso em: 14 out. 2021.

OECHSLER, V. **Comunicação Multimodal: Produção de vídeos em aulas de Matemática**. Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba. 2018. 311 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154093>. Acesso em: 14/09/2021.

OLIVEIRA, L. P. F. **Paulo Freire e produção de vídeos em Educação Matemática: Uma experiência nos anos finais do ensino fundamental**. Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba. 2018. 106 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/180511>. Acesso em: 23 out. 2021.

OLIVEIRA, L. P. F.; BORBA, M. C. Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática na Escola Básica e a Imagem Pública da Matemática. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 15 jul. 2021.

OLIVEIRA, V. D. S. de; NEVES, L. X. Análise de Intersemioses nos Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática. **XIV Encontro Nacional de Educação Matemática**, p. 01 - 10, 15 jul. 2022. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/484389.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

PALMEIRA, C. A. Grupos de Whatsapp e o estudo de sólidos geométricos no Ensino Médio. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 5 abr. 2021.

PARZYSZ, Bernard. "Knowing" vs "seeing". Problems of the plane representation of space geometry figures. **Educational Studies in Mathematics**, Netherlands, v.19, n. 1, p. 79 - 92, fev. 1988.

PEIXOTO, T. **Fotografia como um Recurso para o Ensino de Perspectiva Cônica com Tecnologias Digitais**. 2022. 157 f. Dissertação (Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Matemática e Estatística, 2022.

PICCOLO, M. G. **Historicizando a teoria da atividade**: do embate ao debate. *Psicologia e Sociedade*; 24 (2), p. 283-292. [S.I.]. 2012.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. Uma Abordagem à Análise de Dados de Vídeo para Investigar o Desenvolvimento das Ideias Matemáticas e do Raciocínio de Estudantes. **BOLEMA**, Rio Claro - SP, v. 17, mai. 2004. ISSN 21.

POWELL, A. B.; SILVA, W. Q. O vídeo na pesquisa qualitativa em educação matemática: investigando pensamentos matemáticos de alunos. In: POWELL, A. B (Org.) **Métodos de pesquisa em educação matemática usando escrita, vídeo e internet**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2015, p. 15-60.

RAMÍREZ, G. M.; GOYCOCHEA, N. R.; OSORIO, V. L. Tipificación de argumentos producidos por las prácticas matemáticas de alumnos del nivel medio en ambientes de geometría dinámica. **Bolema**, Rio Claro - SP, ano 2021, v. 35, ed. 70, p. 664-689, 5 ago. 2021. DOI DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a06>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/yDMpxFfYZrB6MfQndjtjZLM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 out. 2021.

RICHTER, A. P. H. **A Educação Matemática no Ensino Médio**: compreendendo as metodologias ativas na construção do conhecimento. Orientador: Dr^a. Elisabete Cerutti. 2020. 139 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões Campus Frederico Westphalen, Frederico Westphalen - RS, 2020.

REGO, T. C. **Vygotsky**: Uma perspectiva histórico-cultural da educação. 25. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

ROCHA, S. L. **A educação estatística na perspectiva do ensino híbrido**: uma experiência para o desenvolvimento do letramento estatístico com alunos do ensino médio. Orientador: Dr. Dennys Leite Maia. 2020. 205 f. Dissertação (Mestrado em Inovação em Tecnologias Educacionais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Instituto Metrópole Digital, Programa de Pós-Graduação em Inovação em Tecnologias Educacionais, Natal - RN, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/30777/1/StenioLucioDaRocha_DISSERT.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021.

SANNINO, A.; ENGSTRÖM, Y. *Cultural-historical activity theory: founding insights and new challenges*. **Cultural-Historical Psychology**, 2018. Vol. 14, no. 3, pp. 43-56 doi: 10.17759/chp.2018140304. ISSN: 2224-8935 (online). Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Cultural-historical-activity-theory%3A-founding-and-Sannino-Engestr%C3%B6m/aab6f91e210c245147e0f1fbc35e9e85f4004f9a>. Acesso em: 5 de maio, 2021.

SANTANA, C. A. S. C. **Produção de Vídeo Estudantil como Estratégia para Aprendizagens Matemáticas**. Orientador: Dr. Claudinei de Camargo Sant'Ana. 2018. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Vitória da Conquista - BA, 2018. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgen/wp-content/uploads/2019/01/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Cosmerina-Ang%C3%A9lica-texto-final-20181207-1.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.

SANTOS, A. S.; OLIVEIRA, C. C.; PEREIRA, V. C. O Geogebra e a conceituação de tangente de um ângulo agudo em atividades de investigação e experimentação. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 5 abr. 2021.

SANTOS, P. A. da S.; COSTA, A. M. A.; FERREIRA, F. P. da S. C.; PIASSON, D. As Percepções dos Alunos do Ensino Médio sobre Aprendizagem de Matemática através da Produção de *Cartoons*. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 15 jul. 2021.

SANTOS, P. A. S. **Intertoons: interdisciplinaridade-com-cartoons durante o Ensino Remoto Emergencial no Ensino Fundamental em Campo Novo do Parecis-MT**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Unemat, Barra do Bugres, 2022.

SANTOS, P. M.; NOGUEIRA, H. F.; SANTOS, L. M. R. da S.; ABREU, L. A. de F. Estudo das Transformações Gráficas da Função Polinomial do 2º. Grau com o Auxílio de Applets do Geogebra. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 5 abr. 2021.

SANTOS, S. M. dos; ALMEIDA, I. M. Z. P. de. Medo de Matemática e Trauma na Relação com o Aprender: uma leitura psicanalítica. **Bolema**, Rio Claro - SP, ano 2022, v. 36, ed. 74, p. 1273-1292, 19 dez. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/7vQhs3s9MYBFVpJ7xLWTPyR/?lang=pt>. Acesso em: 24 jul. 2023.

SEAMAN, J. Adopting a Grounded Theory Approach to Cultural-Historical Research: Conflicting Methodologies or Complementary Methods? **International Journal of Qualitative Methods**, [S.l.], v. 1, n. 7, p. 1–17, 2008.

SILVA JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, L. B. D. **Estudo da Função Quadrática**: utilizando o Geogebra no smartphone como facilitador da aprendizagem. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 15 jul. 2021.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia**. 2 ed. São Paulo: Papirus, 2001.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da reflexão em Educação Matemática Crítica**. Tradução: Orlando de Andrade Figueiredo, Jonei Cerqueira Barbosa. Campinas: Papirus, 2008. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática)

SKOVSMOSE, O. **Um convite à educação matemática crítica**. Campinas, SP: Papirus, 2014.

SKOVSMOSE, O.; BORBA, M. C. Research methodology and critical mathematics education. In: VALERO, P.; ZEVENBERGEN, R. (Orgs.). **Researching the Socio-political Dimensions of Mathematics Education: Issues of Power in Theory and Methodology**. Dordrecht: Kluwer, 2004. p. 207–226.

SOARES, D. S.; SOUTO, D.L.P. Tensões no processo de análise de modelos em um curso de Cálculo Diferencial e Integral. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura - REMATEC**. v. 9, n. 17, 2014.

SOUTO, D. L. P. Interdisciplinaridade e Aprendizagem da Matemática em Sala de Aula. **Bolema. Boletim de Educação Matemática**. UNESP. Rio Claro. Impresso, v. 23, p. 801-808, 2010.

SOUTO, D. L. P. **Transformações Expansivas em um Curso de Educação Matemática a Distância Online**. 279f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de

Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro - SP, 2013.

SOUTO, D. L. P. **Transformações expansivas na produção matemática on-line**. 1.ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

SOUTO, D. L. P. Teoria da Atividade: Difícil?!. **Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais**, [s. l.], 14 fev. 2023.

SOUTO, D. L. P., ARAÚJO, J. L. Possibilidades expansivas do sistema seres-humanos-com-mídias: um encontro com a teoria da atividade. In: Borba, M. C., Chiari, A. (Eds.) **Tecnologias digitais e educação matemática**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013, p. 71-90.

SOUTO, D. L. P.; BORBA, M. C. Transformações expansivas em sistemas de atividade: o caso da produção matemática com a *internet*. **Revista Perspectivas em Educação Matemática**, Campo Grande – MS, v. 6, n. 1, 2013, p. 14-57. ISSN. Temático.

SOUTO, D. L. P, BORBA, M. C. Aprendizagem de professores com a produção se vídeos para aulas de matemática. **Educação Matemática em Revista**, n. 52, 2016a, p. 54-64.

SOUTO, D. L. P.; BORBA, M. C. Seres Humanos-com-Internet ou Internet-com-Seres Humanos: uma troca de papéis? **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, Cidade do México, v. 19, n. 2, p. 217–242, jul. 2016b.

SOUTO, D. L. P.; BORBA, M. C. . Humans-With-Internet or Internet-With-Humans: a role reversal? **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (RIPEM)**, v. 8, p. 2-23, 2018.

SOUZA, M. B. **Vídeos digitais produzidos por licenciandos em Matemática a distância**. Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba. 2021. 242 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2021. Disponível em: https://igce.rc.unesp.br/Home/Pesquisa58/gpimempesqeminformaticaoutrasmediaseeducacao/matematica/canedo_jr_nr_dr_rcla.pdf. Acesso em: 17 nov. 2022.

SOUZA, P. H. F; SOUTO, D. L. P, **Luz, Câmera**: Educação Matemática em Animação, 2018.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. 2. ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2008.

TAROZZI, M. **O que é a Grounded Theory?** Metodologia de pesquisa e de teoria fundamentada nos dados. Tradução de Carmem Lussi. Petrópolis – RJ, Vozes, 2011.

TOMAZ, V. S.; DAVID, M. M. M. S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula**. 3 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computerization. In: WERTSCH,

J. V. (Org.). **The concept of activity in soviet psychology**. New York: M. E. Sharpe. Inc, 1981. p. 256–278.

TUFANO, W. Contextualização. In: FAZENDA, I. C. (Org.). **Dicionário em Construção: Interdisciplinaridade**. São Paulo: Cortez, 2001. p. 40-41.

VYGOTSKY, L. S. Mind in society: **The development of higher psychological processes**. Cambridge, MA: Harvard University, 1978.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. Trad. M. Resende, Lisboa, Antídoto, 1979. A formação social da mente. Trad. José Cipolla Neto et alii. São Paulo, Livraria Martins Fontes, 1984.

WASEM, G. T. Sala de aula, um ambiente virtual: projeto-piloto desenvolvido numa escola pública Estadual de Sapiranga/RS. **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Cuiabá -MT, 17 jul. 2019. Disponível em: <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 13 nov. 2020.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind**: a sociocultural approach to mediated action. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1991.

APÊNDICE A – MODELO DO TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (ALUNO/MENOR) (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

Eu, Rosicácia Florêncio Costa, doutoranda, do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM), membro do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) da Universidade do Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Rio Claro/SP e professora da Educação Básica do estado de Mato Grosso e portador do RG 2811724-7 e do CPF 63452103234, sou a responsável pela pesquisa intitulado **“APRENDIZAGEM EXPANSIVAS NA PRODUÇÃO DE VÍDEOS MATEMÁTICOS DIGITAIS”**, sobre a orientação do professor Dr. Marcelo de Carvalho Borba.

Você está sendo convidado como voluntário a participar dessa pesquisa, para que possamos compreender como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos digitais matemáticos, elaborados por alunos do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, da Escola Estadual Oscar Soares, Juara-MT.

Caso aceite este convite, você poderá ser chamado a participar de uma entrevista que será gravada em áudio, com questões relacionadas à produção dos vídeos que submeteu ao nosso festival. A entrevista poderá ser presencial ou remota, de acordo com a sua disponibilidade e a do pesquisador. O contato para convite de interesse em participar da pesquisa e os detalhes para o agendamento para o encontro síncrono da entrevista, serão realizados virtualmente por meio do e-mail disponibilizado no momento da inscrição. A duração aproximada da entrevista é de uma hora. Reforçamos que em qualquer etapa da pesquisa você pode fazer a solicitação para que seus dados não sejam analisados.

Caso aceite este convite, você poderá ser chamado a participar de uma entrevista que será gravada em áudio, com questões relacionadas à produção dos vídeos digitais. A entrevista poderá ser presencial ou remota, de acordo com a disponibilidade do participante e da pesquisadora. O contato para convite de interesse em participar da pesquisa e os detalhes para

o agendamento para o encontro síncrono da entrevista, serão realizados durante as oficinas e das aulas. A duração aproximada da entrevista é de uma hora. Reforçamos que em qualquer etapa da pesquisa poderá fazer a solicitação para que seus dados não sejam analisados.

Ressalto que a participação nesta pesquisa é voluntária e os riscos são mínimos a você. Você poderá sentir que o conteúdo apresentado no vídeo matemático não condiz com o que está correto, mas a pesquisadora não deixará que vídeos com conteúdos que não condigam com a tradição matemática sejam submetidos ao festival. No que se refere a produção e divulgação dos vídeos, você pode se sentir constrangido pela divulgação dos vídeos, ou exposto. Para diminuir a possibilidade de ocorrência desses riscos, você poderá solicitar, a qualquer momento, a não apresentação do vídeo e a não submissão ao festival. Já no que se refere a aplicação das entrevistas, caso você passe por esse procedimento, poderá sentir desconforto causado por algumas questões e/ou observações que investiguem suas concepções no que diz respeito ao desenvolvimento de atividades diferenciadas.

Considerando esses riscos citados buscaremos tomar as devidas precauções para minimizá-los visando preservar sua integridade ao participar da pesquisa. Dentre as medidas a serem adotadas prevemos agendar a realização das entrevistas em um momento oportuno para você, asseguramos que, durante a realização dessa coleta não haverá interferência de terceiros. O participante entrevistado poderá escolher o que poderá, ou não ser divulgado. Para garantir o anonimato dos participantes, caso os mesmos queiram, serão utilizados nomes fictícios nos relatórios das pesquisas. Uma vez que o relato de suas percepções e apontamentos serão transcritos e mantidos sob responsabilidade do pesquisador. Quanto às questões relacionadas as entrevistas e observações, as mesmas devem respeitar o seu direito enquanto participante de respondê-las ou não, de acordo com o tempo que necessitar, sem qualquer constrangimento ou identificação do participante.

Os benefícios de sua participação estão atrelados às contribuições para construção do conhecimento matemático, bem como participar de pesquisas que analisem os vídeos articulados com referenciais teóricos importantes para Educação Matemática. Além disso, diversos especialistas indicam que os meios digitais serão utilizados cada vez mais em educação, assim o participante da pesquisa estará envolvido na nova sala de aula, tendência essa que deverá se manter na educação pós-pandemia.

Caso concorde em participar, necessitamos que preencha e assine este termo de consentimento. Ao final da pesquisa, se for do seu interesse, terá livre acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os resultados junto com os pesquisadores. Na necessidade de contatar

a pesquisadora, poderá fazê-lo a qualquer momento com a doutoranda Rosicácia Florêncio Costa, e-mail: rosicacia@hotmail.com. Desde já agradecemos pela sua participação.

A qualquer momento, antes, durante ou após sua participação coloco-me à disposição para esclarecimentos sobre eventuais dúvidas que possam surgir com a pesquisa. A participação é voluntária e sua recusa em participar não lhe provocará nenhum dano ou punição. Você poderá se recusar a participar, ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. Será garantido o sigilo e a privacidade de sua participação, caso assim queira. Os dados coletados serão utilizados unicamente para fins de pesquisa. Para participar não terá nenhuma despesa, bem como, não terá qualquer tipo de remuneração.

Se você se sentir esclarecido sobre a pesquisa, seus objetivos, eventuais riscos e benefícios, te convido a assinar este Termo, elaborado em duas vias, sendo que uma ficará com você e a outra com a pesquisadora.

Juara, MT ____/____/____

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura do representante legal do participante da pesquisa

Dados sobre a Pesquisa:

Título do Projeto: Aprendizagens Expansivas na Produção de Vídeos Matemáticos Digitais

Pesquisador Responsável: Rosicácia Florêncio Costa

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Instituto de Geociência e Ciências Exatas/Unesp/Rio Claro

Endereço: Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro/SP. Fone: (19) 3526-9381

Dados para Contato: Fone (19) 9 9174-4941 / e-mail: rosicacia.costa@unesp.br

Dados sobre o participante da Pesquisa:

Nome: _____

Documento de Identidade: _____

Sexo: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Dados sobre o representante legal do participante da Pesquisa:

Nome: _____

Documento de Identidade: _____

Sexo: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

CEP-IB/UNESP-CRC

Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro/SP

Telefone: (19) 35269678

Número do parecer: _____

APÊNDICE B – DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO PARA O USO DA INFRAESTRUTURA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO PARA O USO DA INFRAESTRUTURA

Eu, Jaspio Alencar de Souza, CPF, 034.630.411-38 e RG, 57026500-9, declaro que a escola Estadual Oscar Soares, localizada no município de Juara – MT, conta com toda a infraestrutura necessária para a realização da pesquisa intitulada “**APRENDIZAGENS EXPANSIVAS NA PRODUÇÃO DE VÍDEOS MATEMÁTICOS DIGITAIS**”, e que a pesquisadora doutoranda, do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM), membro do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) da Universidade do Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Rio Claro/SP e professora da educação básica do estado de Mato Grosso e portador do RG 2811724-7 e do CPF 63452103234, está autorizada a utilizá-la.

De acordo e ciente,

Juara – MT, 10 de fevereiro de 2022

Assinatura do Responsável

Dados sobre a Pesquisa:

Título do Projeto: Aprendizagens Expansivas na Produção de Vídeos Matemáticos Digitais

Pesquisador Responsável: Rosicácia Florêncio Costa

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Instituto de Geociência e Ciências Exatas/Unesp/Rio Claro

Endereço: Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro/SP. Fone: (19) 3526-9381

Dados para Contato: Fone (19) 9 9174-4941 / e-mail: rosicacia.costa@unesp.br

CEP-IB/UNESP-CRC

Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro/SP

Telefone: (19) 35269678

Número do parecer: _____

APÊNDICE C – MODELO DO COMUNICADO AOS PAIS DOS ALUNOS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

COMUNICADO AOS PAIS DOS ALUNOS

Comunicamos que o (a) aluno (a) _____, está participando de oficinas do projeto de pesquisa como o título “**APRENDIZAGENS EXPANSIVAS NA PRODUÇÃO DE VÍDEOS MATEMÁTICOS DIGITAIS**” que tem como objetivo compreender como se desenvolvem os Miniciclones de Aprendizagens Expansivas com as Tecnologias Digitais utilizadas na produção de vídeos matemáticos, elaborados por alunos do Ensino Médio, na disciplina de Matemática, da Escola Estadual Oscar Soares, Juara-MT. Sendo que as oficinas serão realizadas na dependência da escola Oscar Soares. Rosicacia Florêncio Costa, pesquisadora doutoranda, do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM), membro do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) da Universidade do Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Rio Claro/SP e professora da educação básica do estado de Mato Grosso e portador do RG 2811724-7 e do CPF 63452103234.

De acordo e ciente,

Assinatura do Responsável

Juara – MT, ____ de fevereiro de 2022

Dados sobre a Pesquisa:

Título do Projeto: Aprendizagens Expansivas na Produção de Vídeos Matemáticos Digitais

Pesquisador Responsável: Rosicácia Florêncio Costa

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Instituto de Geociência e Ciências Exatas/Unesp/Rio Claro

Endereço: Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro/SP. Fone: (19) 3526-9381

Dados para Contato: Fone (19) 9 9174-4941 / e-mail: rosicacia.costa@unesp.br

CEP-IB/UNESP-CRC

Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro/SP

Telefone: (19) 35269678

Número do parecer: _____

APÊNDICE D – MODELO DA ENTREVISTA

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Roteiro da entrevista

- 1) Como foi a produção do vídeo do seu grupo?
- 2) Que etapas da produção de vídeos você destacaria?
- 3) Como escolheram o conteúdo e por quê?
- 4) Você aprendeu Matemática ao produzir o vídeo? Por que?
- 5) Você já tinha estudado o conteúdo escolhido para o vídeo desta forma? Algo mudou em sua opinião sobre este conteúdo?
- 6) Onde pesquisaram sobre os conteúdos? Como foi o processo de pesquisa? Tiveram dificuldades?
- 7) Quais são as oportunidades e as desvantagens da produção de vídeos digitais?
- 8) Que mudanças ocorreram com a atividade de produção de vídeos? Quais as diferenças existem em relação a produção de vídeo e a aula tradicional?

APÊNDICE E – MODELO DO QUESTIONÁRIO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Questionário 01 (antes dos alunos produzir vídeos com ideias Matemáticas)

- 1- Se você pudesse escolher uma fruta para representar a Matemática, qual escolheria? Por que?
- 2- O que você acha da Matemática? Qual o papel da Matemática na sua vida cotidiana?
- 3- Você já usou tecnologias digitais (computador, *tablet*, celular, etc.) em atividades escolares?
() sim () não
- 4- Caso sua resposta seja afirmativa, quais e com qual finalidade?
- 5- Você utiliza vídeos no seu dia a dia? () sim () não. Se sim, assinale as alternativas de acordo com seus objetivos. Obs. pode assinalar mais que uma alternativa.
() assistir um clip () aprender ou tirar dúvida sobre um conteúdo escolar
() tutorial de algo do seu interesse
() games () aprender ou tirar dúvida sobre um conteúdo de Matemática
() piadas ou danças (ex. TiK Tok)
- 6- Seu professor da disciplina de Matemática utiliza algum vídeo nas aulas?
() sim () não
- 7- Caso sua resposta seja sim nos fale mais sobre que vídeos ele usou e como.
- 8- Você já produziu um vídeo? () sim () não
- 9- Caso sua resposta seja afirmativa, você já produziu um vídeo com Matemática? Como foi essa experiência? O que você utilizou para fazer o vídeo?

Questionário 02 (após os alunos produzirem de vídeos com ideias Matemáticas)

- 1- Que conteúdo vocês escolheram? E por quê?
- 2- Onde pesquisaram sobre os conteúdos? Como foi esse processo? Quais os desafios encontrados?
- 3- Vocês acreditam que esse tipo de trabalho é viável para aplicar em sala de aula? Por quê?
- 4- Vocês aprenderam com a produção dos vídeos? Se sim, o que aprenderam?
- 5- Quais as dificuldades/desafios encontradas durante a produção dos vídeos?
- 6- Que comentários vocês têm a fazer a respeito do ensino e da aprendizagem com o uso dos vídeos?