



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Marcelo Batista de Souza

Vídeos digitais produzidos por licenciandos em Matemática a distância

Rio Claro

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

MARCELO BATISTA DE SOUZA

Vídeos digitais produzidos por licenciandos em Matemática a distância

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

Orientador: Marcelo de Carvalho Borba

Rio Claro – SP

2021

S729v	Souza, Marcelo Batista de Vídeos digitais produzidos por licenciandos em Matemática a distância / Marcelo Batista de Souza. -- Rio Claro, 2021 242 p. : il. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientador: Marcelo de Carvalho Borba 1. Produção de vídeos. 2. Seres-humanos-com-mídias. 3. Fílmica. 4. Multimodalidade. 5. Multissemiótica. I. Título.
-------	---

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

Essa ficha não pode ser modificada.

MARCELO BATISTA DE SOUZA

Vídeos digitais produzidos por licenciandos em Matemática a distância

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

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba – Orientador
IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Prof. Dr. André Luis Andrejew Ferreira
DEMAT/UFPEL/Pelotas (RS)

Prof^a Dra. Maria Teresa Zampieri
DME/UFSCar/São Carlos (SP)

Prof. Dr. Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva
IBILCE/UNESP/São José do Rio Preto (SP)

Prof^a Dra. Sueli Liberatti Javaroni
FC/UNESP/Bauru (SP)

Rio Claro, 25 de junho de 2021.

Resultado: Aprovado

*Aos meus pais Adamor e Eunice, por todo investimento ao longo da
vida e por plantarem sementes de esperança em mim.*

*Aos meus filhos Marcelo Felipe e João Pedro e a minha esposa Ana,
por embarcarem juntos comigo nessa jornada.*

*Aos meus irmãos José Roberto, Elane e Ana, pelo exemplo e pelo
incentivo.*

Amo vocês!

Vocês representam a minha família!

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio parcial, em forma de bolsa de doutorado, concedido para o desenvolvimento desta pesquisa (Processo: 142007/2019-6) que integra ações do projeto “Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância” (E-licm@t-Tube) também apoiado pelo CNPq, aprovado nos editais Produtividade em Pesquisa – CNPq (Processo: 303326/2015-8) e Universal – CNPq (Processo: 400590/2016-6).

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus pela oportunidade de conhecer outras pessoas e outras realidades, por ter uma família presente, por suprir as minhas necessidades diárias e por me fortalecer em todos os momentos.

Aos meus colegas do Departamento de Matemática da UFRR pelo apoio incondicional. Em especial, aos professores doutores Chateaubriand Nunes (*in memoriam*), José Ivanildo de Lima, Héctor Mendoza e Michael Rolim pelo incentivo a cursar o doutorado em Educação Matemática.

Ao meu orientador e professor doutor Marcelo Borba pelos momentos de descontração, pela oportunidade de realizar esta pesquisa e pelas suas contribuições em forma de críticas, reflexões e aconselhamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio parcial, em forma de bolsa de doutorado, concedido para o desenvolvimento desta pesquisa (Processo: 142007/2019-6) que integra ações do projeto “Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância” (E-licm@t-Tube) também apoiado pelo CNPq, aprovado nos editais Produtividade em Pesquisa – CNPq (Processo: 303326/2015-8) e Universal – CNPq (Processo: 400590/2016-6).

Aos professores doutores André Luis Andrejew Ferreira, Maria Teresa Zampieri, Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva e Sueli Liberatti Javaroni por terem aceitado o convite, pelo olhar atento ao meu trabalho e pelas contribuições que resultaram na redação final desta tese.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP – *campus* de Rio Claro – pelas contribuições, aulas e debates.

Ao técnico Geraldo Lima, aos funcionários da secretaria (Ana, Elisa, Inajara e José), dos serviços gerais (Alessandra e Clotilde), da manutenção (Júnior), da biblioteca e da segurança (Gilberto, João, entre outros) por toda a prestação de serviços na UNESP.

Aos estudantes do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP – *campus* de Rio Claro pelo convívio. Em especial, ao Renato Douglas e a Ana Karina, que ingressaram junto comigo em 2017, pelo companheirismo e pelos momentos que se estenderam até as nossas famílias.

Ao amigo Andrei Baroni (*in memoriam*) que deixou saudades ao partir para uma nova vida com Deus.

Aos membros do GPIMEM pelo convívio, pelas críticas e pelas sugestões que visaram à melhoria do meu trabalho.

Aos membros do E-licm@t-Tube (Vanessa, Liliane, Sandro, Bárbara, Nilton, Hannah, Luana, André, Neil, Geciara e Hércules) pelo aprendizado, convívio e colaboração na execução das ações do Projeto.

A Juliana, Rosicácia e Luciana pelo convívio, pela amizade e pelas conversas.

Ao Neil, a Jaqueline e ao João Artur por terem me cedido a casa nos dias mais difíceis da pandemia.

Ao Daniel, Hércules, Neil e Lara pelos momentos de curtição regados a toques de samba, bossa nova, rock, entre outros.

A (então) coordenadora, ao colegiado e aos estudantes (participantes da pesquisa), vinculados ao curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, por concederem autorização para a realização desta investigação.

Ao professor Luiz Carlos pela disposição em colaborar com a pesquisa.

Ao amigo sonhador Elgem Masullo (*in memoriam*) que deixou as lembranças das suas ideias.

Aos vizinhos da rua 11 B do clube da esquina (Valnice, Rampin, Priscila, (seu) Domingos, Claudia, César, Clélia e Fábio) pelos vários momentos de descontração.

Ao José Alves, Rita do Vale, Vanessa, Maria Eduarda e Bárbara pelo acolhimento e pela receptividade em São Paulo – SP e em São José dos Campos – SP.

Aos parceiros de corrida Daniel, Fabiano, Junior, Luis Adriano, Maria Clara e Mariana pela amizade e pela companhia nas trilhas do Horto Florestal Edmundo Navarro de Andrade de Rio Claro.

A professora doutora Aline Arnemann pelo cuidadoso trabalho de revisão deste texto.

Aos meus amigos de infância e juventude (Carlos Jr, Luís Alberto, William Augusto, Ilton Jr, Jefferson, Sandro, Sebastião Neto, Henrique, Ricardo Silvestre, entre outros) pela motivação.

*Num filme o que importa não é a realidade, mas o que dela
possa extrair a imaginação.
(Charles Chaplin)*

RESUMO

Nesta pesquisa, compartilho a minha compreensão sobre como licenciandos em Matemática a distância, da Universidade Federal de Pelotas, expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos digitais. A disciplina Álgebra Linear I foi o cenário desta investigação, na qual esses licenciandos são os protagonistas de 13 produções que fazem parte da Avaliação Online e integram o corpus de análise deste estudo. A abordagem qualitativa me ajudou a compreender os fenômenos observados no cenário da disciplina. As respostas do questionário aplicado aos estudantes participantes desta pesquisa e a análise dos vídeos são os dados produzidos nesta investigação. Em especial, esses vídeos se tornaram os elementos centrais para responder à pergunta de pesquisa à luz dos referenciais teóricos que envolvem seres-humanos-com-mídias, teoria fílmica e multimodalidade. Em vista disso, na análise dos vídeos observei como os estudantes interagiram com as tecnologias ancorado no construto seres-humanos-com-mídias, assim como, utilizei a teoria de análise fílmica para decompor os seus elementos em busca de estender o meu registro perceptivo. Ademais, realizei uma análise multimodal para compreender como esses produtores de vídeos combinam recursos semióticos, a partir das suas escolhas. A análise dos vídeos sugere que os seus produtores priorizam o uso da técnica matemática, optam por diferentes formas de apresentação e utilizam recursos semióticos da linguagem, do simbolismo matemático e da exibição visual para produzirem significados em seus discursos. Essa análise revela, também, que os estudantes se apoiam nas suas referências e nos elementos que elegem como significantes para expressar conteúdos matemáticos que, possivelmente, perpassam as suas vidas escolares e acadêmicas. Nessas produções, observei que as mídias utilizadas por esses discentes não substituem as demais. Pelo contrário, elas se combinam semioticamente, moldam e são moldadas umas pelas outras e se harmonizam em seus discursos. Há indícios de que os vídeos analisados possam servir de caminhos para as intersemioses que originam as ressemiotizações e as expansões semânticas, apesar de serem limitadas as conexões entre as múltiplas representações. Com base nos resultados apresentados nesta investigação, a expectativa é que outras reflexões pedagógicas, tecnológicas, artísticas, culturais e sociais sejam estimuladas nos ambientes educacionais para realçar as formas de expressão dos estudantes nas interações com as diferentes tecnologias.

Palavras-chave: Produção de vídeos. Seres-humanos-com-mídias. Fílmica. Multimodalidade. Multissemiótica.

ABSTRACT

In this research, I share my understanding of how online preservice mathematics teachers, from the Federal University of Pelotas, express mathematical content through digital videos. The setting for this investigation was a Linear Algebra course, in which these preservice teachers are protagonists of 13 video productions that are part of the Online Assessment and comprised the study's corpus for analysis. The qualitative approach helped me to understand the phenomena observed in the discipline scenario. The data sources in this investigation were the students' questionnaire responses and the video data. In particular, these videos became the central elements to answer the research question from the perspectives of the humans-with-media, film theory and multimodality theoretical frameworks. From these perspectives, the video analysis included observations of students' interactions with the technologies anchored in the humans-with-media construct, as well as film analysis theory to decompose its elements in an attempt to extend my perceptual register. Furthermore, I performed a multimodal analysis to understand how these video producers combined semiotic resources, based on their choices. The analysis of the videos suggests that their producers prioritized the use of mathematical technique, opted for different forms of presentation and used semiotic resources of language, mathematical symbolism and visual display to produce meanings in their speeches. This analysis also reveals that students relied on their references and on the elements that they elect as significant to express mathematical content that possibly permeates their school and academic lives. In these productions, I noticed that the media used by these students do not replace the others. On the contrary, they semiotically combine, mold and are shaped by each other and harmonize in their discourses. There are indications that the analyzed videos can serve as paths for the intersemioses that give rise to resemiotizations and semantic expansions, despite the limited connections between the multiple representations. Based on the results presented in this investigation, the expectation is that other pedagogical, technological, artistic, cultural and social reflections are stimulated in educational environments to enhance the students' forms of expression in their interactions with different technologies.

Keywords: Video production. Human-with-media. Film. Multimodality. Multisemiotic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem estática dos 11 vídeos produzidos por estudantes da UFPel e duas imagens (QR Code) que possibilitam o acesso ao site ou ao canal do GPIMEM no <i>YouTube</i>	29
Figura 2 - Resultado da busca efetuada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (1)	42
Figura 3 – Resultado da busca efetuada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (2)	43
Figura 4 – Resultado da busca efetuada na BDTD (1)	45
Figura 5 – Resultado da busca efetuada na BDTD (2)	45
Figura 6 – Resultado da busca efetuada na BDTD (3)	47
Figura 7 – Um exemplo da caracterização do termo “multimodalidade”	83
Figura 8 – Um exemplo da caracterização do termo “multissemiótico”	84
Figura 9 – Um exemplo de harmozinação de elementos simbólicos com declarações linguísticas	87
Figura 10 – O entrelaçamento da linguagem, da língua e da fala	91
Figura 11 – Exemplo 1 de intersemioses na Álgebra Linear	96
Figura 12 - Exemplo 2 de intersemioses na Álgebra Linear	97
Figura 13 – Um exemplo da forma linguística na interpretação geométrica	98
Figura 14 – Um exemplo da forma simbólica na interpretação geométrica	101
Figura 15 – Um exemplo da forma visual na interpretação geométrica	104
Figura 16 – Polos do curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel	113
Figura 17 – Os grupos visíveis no fórum de dúvidas	116
Figura 18 – Exemplos que representam as videoaulas produzidas pelo professor	119
Figura 19 – As etapas consideradas na análise dos vídeos	127
Figura 20 – Os recursos semióticos combinados no vídeo 1	130
Figura 21 – O uso combinado da escrita com o simbolismo matemático	134
Figura 22 – O uso do simbolismo matemático (1)	136
Figura 23 – O uso do simbolismo matemático (2)	138
Figura 24 – O uso de gesto e da oralidade (on) (1)	139
Figura 25 – O uso de gesto e da oralidade (on) (2)	141
Figura 26 – Os recursos semióticos combinados no vídeo 8	144
Figura 27 – O uso de gesto e oralidade (on)	145
Figura 28 – O uso do gesto, da representação (imagem) e da oralidade (off)	147
Figura 29 – Os recursos semióticos combinados no vídeo 9	150
Figura 30 – As referências utilizadas no vídeo 9 (3'38")	152

Figura 31 – O uso da oralidade (on)	153
Figura 32 – Exemplos de aplicações de sistemas de equações lineares	155
Figura 33 – O uso da oralidade (off) e da animação (sinal e simbolismo matemático) (1)...	159
Figura 34 – O uso da oralidade (off) e da animação (sinal e simbolismo matemático) (2)...	161
Figura 35 – Outras buscas realizadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (1) .	188
Figura 36 – Outras buscas realizadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (2) .	188
Figura 37 – Outras buscas realizadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (3) .	188
Figura 38 – Distribuição do cronograma no ambiente virtual de aprendizagem	189
Figura 39 – Mapa da participação dos estudantes nos fóruns de dúvidas	192
Figura 40 – A distribuição dos fóruns na disciplina.....	194
Figura 41 – Mapa da participação dos estudantes nas webconferências	196
Figura 42 – Postagem do professor no fórum de notícias da disciplina	198
Figura 43 – Mapa da participação dos estudantes no grupo do <i>WhatsApp</i>	199
Figura 44 – Panorama geral dos vídeos produzidos pelos estudantes	203
Figura 45 – Uma postagem de Marcos no fórum de dúvidas 1 (1)	213
Figura 46 – Uma postagem de Marcos no fórum de dúvidas 1 (2)	214
Figura 47 – Uma postagem de Geovana no fórum de dúvidas 2	215
Figura 48 – Uma postagem de Marcos no fórum de dúvidas 3	216
Figura 49 – Uma postagem de Gabriela no fórum de dúvidas 3.....	217
Figura 50 – Uma postagem de Geovana no fórum de dúvidas 3	218
Figura 51 – Uma postagem de Geovana no fórum de dúvidas 4	220
Figura 52 – Uma postagem de Victor no fórum de dúvidas 11	221
Figura 53 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 2 (1)	225
Figura 54 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 2 (2)	225
Figura 55 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 3 (1)	228
Figura 56 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 3 (2)	229
Figura 57 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 4	230
Figura 58 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 6	231
Figura 59 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 7	233
Figura 60 – Postagem de Marcos no grupo do <i>WhatsApp</i>	235
Figura 61 – Postagem de Olívia no grupo do <i>WhatsApp</i>	235
Figura 62 – Postagens de Marcos no perfil privado do <i>WhatsApp</i> (1).....	236
Figura 63 – Postagem de Marcos no perfil privado do <i>WhatsApp</i> (2)	237
Figura 64 – Postagem de Marcos no perfil privado do <i>WhatsApp</i> (3)	237

Figura 65 – Postagem de Geovana no perfil privado do <i>WhatsApp</i> (1)	238
Figura 66 – Postagem de Geovana no perfil privado do <i>WhatsApp</i> (2)	238
Figura 67 – Postagem de Victor no perfil privado do <i>WhatsApp</i> (1).....	240
Figura 68 – Postagem de Victor no perfil privado do <i>WhatsApp</i> (2).....	240
Figura 69 – Postagem de Geovana no perfil privado do <i>WhatsApp</i> (3)	241

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Espectador “normal” e espectador-analista	80
Quadro 2 – Componentes do plano	81
Quadro 3 – O uso gramatical da linguagem matemática	99
Quadro 4 – As metafunções e o sistema de análise da linguagem matemática	100
Quadro 5 – O uso gramatical do simbolismo matemático	102
Quadro 6 – As metafunções e o sistema de análise do simbolismo matemático	103
Quadro 7 – O uso gramatical da exibição visual	105
Quadro 8 – As metafunções e o sistema de análise da exibição visual	106
Quadro 9 – Recortes do plano de ensino de Álgebra Linear I	115
Quadro 10 – Os componentes dos planos do vídeo 1.....	129
Quadro 11 – Os componentes dos planos do vídeo 8.....	143
Quadro 12 – Os componentes dos planos do vídeo 9.....	149
Quadro 13 – Grupo (i): A forma de apresentação dos vídeos (etapa final)	162
Quadro 14 – Grupo (ii): O uso da técnica matemática (etapa final)	163
Quadro 15 – Grupo (iii): As escolhas semióticas no discurso matemático (etapa final)	164
Quadro 16 – Questionário aplicado na pesquisa (Estudantes).....	204
Quadro 17 – Vídeo 1 – Revisão de matrizes.....	205
Quadro 18 – Vídeo 2 – Operações com matrizes	205
Quadro 19 – Vídeo 3 – Aplicações de matrizes	206
Quadro 20 – Vídeo 4 – Multiplicação de matrizes	206
Quadro 21 – Vídeo 5 – Soma de matrizes	206
Quadro 22 – Vídeo 6 – Matrizes e Determinantes.....	207
Quadro 23 – Vídeo 7 – Matrizes e determinantes.....	207
Quadro 24 – Vídeo 8 – Determinante de matrizes.....	207
Quadro 25 – Vídeo 9 – Aplicações de sistemas de equações lineares	208
Quadro 26 – Vídeo 10 – Sistemas de equações lineares.....	208
Quadro 27 – Vídeo 11 – Resolução de sistemas de equações lineares	208
Quadro 28 – Grupo (i): A forma de apresentação dos vídeos (etapa preliminar)	209
Quadro 29 – Grupo (ii): O uso da técnica matemática (etapa preliminar).....	210
Quadro 30 – Grupo (iii): As escolhas semióticas no discurso matemático (etapa preliminar)	210

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABED	Associação Brasileira de Educação a Distância
ANDIFES	Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DED	Diretoria de Educação a Distância
DMAT	Departamento de Matemática
EAD	Educação a Distância
E-licm@t-Tube	Projeto Vídeo Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância
GPIMEM	Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática
GT06	Grupo de Trabalho 6 da SBEM
IFES	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MOODLE	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Ambiente de Aprendizado Modular Orientado ao Objeto)
NEAD	Núcleo de Educação a Distância
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação
SBEM	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
SEED	Secretaria de Educação a Distância
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UEA	Universidade do Estado do Amazonas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
UFRR	Universidade Federal de Roraima
UNINORTE	Centro Universitário do Norte

SUMÁRIO

1. POR ONDE ANDEI.....	19
1.1. Aproximação com os temas centrais.....	20
1.1.1. A disciplina Álgebra Linear.....	22
1.1.2. A Educação a Distância.....	24
1.1.3. A produção de vídeos.....	26
1.1.4. O projeto E-licm@t-Tube.....	27
1.2. O panorama geral dos capítulos.....	30
2. UMA REFLEXÃO INICIAL.....	32
2.1. As tecnologias digitais.....	32
2.2. Fases das tecnologias digitais: um breve histórico.....	33
2.3. As pesquisas desenvolvidas como ações do projeto E-licm@t-Tube.....	37
2.4. Consulta realizada em catálogo de teses e dissertações.....	41
2.5. Busca efetuada em periódicos.....	50
3. O APORTE EM UM CAIS.....	56
3.1. Seres-humanos-com-mídias.....	56
3.1.1. O conhecimento produzido.....	61
3.1.2. As “vozes dos estudantes” em diferentes pesquisas.....	66
3.1.3. Breves considerações.....	70
3.2. Análise fílmica.....	70
3.2.1. Formas de expressão humana.....	74
3.2.2. O espectador e o analista.....	78
3.3. Multissemiótica e multimodalidade.....	82
3.3.1. Recurso semiótico e modo.....	82
3.3.2. Escolhas semióticas.....	86
3.3.3. A linguagem Sistêmico-Funcional e a produção de significados.....	89
3.3.4. A linguagem Sistêmico-Funcional na análise do discurso multimodal.....	94
3.3.4.1. <i>A forma linguística.....</i>	<i>98</i>
3.3.4.2. <i>A forma simbólica.....</i>	<i>100</i>
3.3.4.3. <i>A forma visual.....</i>	<i>104</i>
3.3.5. Uma síntese do capítulo.....	107
4. A DEFINIÇÃO DO PERCURSO.....	109

4.1. Etapas da pesquisa: o contexto e os participantes.....	110
4.2. O plano de ensino e o ambiente virtual de aprendizagem da UFPel.....	114
4.2.1. Potencialidades e limitações.....	115
4.3. As contribuições do professor da disciplina.....	116
4.4. Os procedimentos adotados na pesquisa.....	119
4.4.1. As orientações da Avaliação Online.....	120
4.4.2. A análise dos vídeos.....	121
4.4.3. A aplicação de um questionário.....	122
5. EM BUSCA DE COMPREENDER.....	124
5.1. Os dados produzidos na Avaliação Online.....	124
5.2. Análise dos vídeos.....	126
5.2.1. O vídeo 1 – Revisão de matrizes.....	128
5.2.1.1. <i>O uso da notação algébrica.....</i>	<i>132</i>
5.2.1.2. <i>Escrita e simbolismo matemático.....</i>	<i>134</i>
5.2.1.3. <i>Gesto e oralidade (on).....</i>	<i>138</i>
5.2.2. O vídeo 8 – Determinantes de matrizes.....	142
5.2.2.1. <i>Gesto e oralidade (on).....</i>	<i>144</i>
5.2.2.2. <i>Gesto, oralidade (off) e representação (imagem).....</i>	<i>146</i>
5.2.3. O vídeo 9 – Aplicações de sistemas de equações lineares.....	149
5.2.3.1. <i>Oralidade (on).....</i>	<i>153</i>
5.2.3.2. <i>Oralidade (off) e representação (imagem e vídeo).....</i>	<i>154</i>
5.2.3.3. <i>Animação (simbolismo matemático e sinal) e oralidade (off).....</i>	<i>158</i>
5.3. Uma síntese do capítulo.....	162
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	166
6.1. As referências do percurso no cenário da investigação.....	167
6.2. Os conteúdos matemáticos expressos por meio de vídeos.....	170
6.3. Importância para a Educação Matemática e pesquisas futuras.....	172
REFERÊNCIAS.....	175
APÊNDICE A – EXEMPLOS DE OUTRAS BUSCAS REALIZADAS.....	188
APÊNDICE B – A DISTRIBUIÇÃO DO CRONOGRAMA NO MOODLE.....	189
APÊNDICE C – (CÓPIA) FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO DA PESQUISA.....	190
APÊNDICE D – OUTROS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	191
APÊNDICE E – AS ORIENTAÇÕES DA AVALIAÇÃO ONLINE.....	201

APÊNDICE F – O FORMULÁRIO DE ENVIO DO VÍDEO NO MOODLE.....	202
APÊNDICE G – O PANORAMA GERAL DOS VÍDEOS.....	203
APÊNDICE H – O QUESTIONÁRIO DA PESQUISA.....	204
APÊNDICE I – A ANÁLISE PRELIMINAR DOS VÍDEOS.....	205
APÊNDICE J – ALGUNS INDÍCIOS DEIXADOS PELOS ESTUDANTES.....	212

Desculpe estou um pouco atrasado
Mas espero que ainda dê tempo
[...]
Por onde andei enquanto você me procurava
[...]

Nando Reis¹

1 POR ONDE ANDEI

Em Engelbrecht *et al.* (2020), há uma reflexão sobre a mudança provocada pela COVID-19 que atingiu instituições, professores e estudantes. Diante dessa realidade, os autores destacam que muitos professores e estudantes têm enfrentado dificuldades para utilizar a tecnologia, mas estão fazendo o melhor que podem ao realizarem suas atividades de ensino e de aprendizagem. No entanto, os referidos pesquisadores ressaltam que é preciso conviver com esse “novo normal”, no qual os profissionais da linha de frente da Educação têm se esforçado para cuidar das próximas gerações em meio ao enfrentamento da pandemia.

Nesses tempos difíceis, Engelbrecht, Llinares e Borba (2020) aproveitam para descrever como a internet está transformando a sala de aula de matemática e a formação de professores de matemática. Tais autores identificam novas abordagens desenvolvidas por educadores matemáticos que envolvem design de ambientes, interação social, construção do conhecimento e recursos diversos. Outrossim, os estudiosos em questão destacam a percepção desses educadores de que “precisamos repensar o modelo de Educação e redesenhá-lo para que seja mais centrado nos estudantes” (ENGELBRECHT; LINHARES; BORBA, 2020, p. 825, tradução nossa)², tendo em vista as possibilidades de aprendizado que podem ocorrer nas interações online.

Escrevo essas palavras iniciais para me solidarizar com estudantes e professores. Igualmente, para situar o(a) leitor(a) acerca do momento vivido na elaboração final desta tese de doutorado que se apoia nas minhas observações, visão de conhecimento e no meu objeto de estudo.

De forma geral, os temas centrais desta pesquisa possibilitam compartilhar alguns dos meus registros pessoais que perpassam a sala de aula, a exemplo, a epígrafe que inaugura este

¹ Esse artista brasileiro escreve músicas em primeira pessoa para contar as suas histórias. As suas letras são autobiográficas e carregadas de sentimentos (Fonte: <http://revistatrip.uol.com.br/trip/nando-reis>. Acesso em: 26 jun. 2020). No entanto, ele reconhece que os seus problemas se assemelham aos de muita gente e, por isso, ressalta que a identificação das pessoas com uma música, um filme, uma peça, possibilita o vislumbre das suas histórias por meio da arte (Fonte: <http://screamyell.com.br/site/2014/09/21/entrevista-nando-reis/>. Acesso em: 26 jun. 2020).

² [...] need to rethink the entire model of education and redesign it so that it is more student-centred.

capítulo. Quanto à epígrafe, ela ressalta fatos da vida de um compositor, assim como, revela a música *Por onde andei*, de Nando Reis, tomada por uma expressão sensível de alguém que passou por instabilidades emocionais e que utilizou a arte para contar a sua própria história. Mas, qual a relação dessa música com a introdução desta tese? Em ambas, diria que há um retrato de experiências pessoais e uma tradução de sentimentos. Em especial, essa música me inspirou a descrever “por onde andei” contemplando minha trajetória acadêmica e profissional, a saber, trajetória que motivou a realização desta investigação conduzida pela seguinte pergunta: Como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos digitais³?

Segundo Araújo e Borba (2004), em uma investigação, a pergunta diretriz emerge das preocupações do pesquisador que se originam na sua prática docente. Tais autores ressaltam que:

[...] talvez seja porque ele vem problematizando sua prática, o que poderá levá-lo a se dedicar com afinco ao desenvolvimento de uma pesquisa originada dessa problematização, e, para isso, é preciso que ele sintetize suas inquietações iniciais em uma (primeira) pergunta diretriz [...] (ARAÚJO; BORBA, 2004, p. 28).

Todavia, o que busquei fazer ao longo da minha trajetória acadêmica e profissional? Busquei problematizar práticas de ensino e desenvolver pesquisas na área de Educação Matemática. Assim, com a anuência da Coordenação do curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, essa escolha me aproximou desta investigação que envolveu estudantes matriculados na disciplina Álgebra Linear I, no primeiro semestre de 2018. Desde então, por se tratar de um grupo de estudantes, considere a possibilidade de encontrar “respostas” diversas para a pergunta que conduziu esta investigação e que possui relação com os seus temas centrais.

1.1. Aproximação com os temas centrais

Eis o início de tudo, um recomeço ou apenas um registro de memórias feito ao longo do tempo? Em busca de respostas para essas perguntas, neste capítulo, tracei um breve histórico, acadêmico e profissional, que envolve algumas das minhas experiências pessoais. Apoiado em Borba, Almeida e Gracias (2018), ressalto uma parte dessa trajetória que teve origem com meu ingresso na Graduação e me possibilitou direcionar o foco para o problema de pesquisa. Excepcionalmente, realizo esse destaque porque essas experiências marcam

³ Desse ponto em diante, ao me referir a vídeos digitais, utilizo apenas a palavra “vídeos”.

época, ajudam a desenvolver os temas centrais abarcados nesta tese, a saber: a disciplina Álgebra Linear; a modalidade Educação a Distância; a produção de vídeos; e o Projeto E-licm@t-Tube.

Ao longo da minha vida acadêmica, mobilizado por perguntas passei a refletir sobre metodologias de ensino e sobre listas de exercícios empregadas por meus professores. Debruçado em cima de livros, levei tempo para perceber que, dentro das minhas limitações, algumas posturas estavam impregnadas de um modelo tradicional de ensino que, na visão mais “otimista”, preparar-me-ia para a vida “profissional”. Segundo Alrø e Skovsmose (2010), esse modelo:

[...] é caracterizado por certas formas de organização na sala de aula. Por exemplo, [...] as aulas costumam ser divididas em duas partes: primeiro, o professor apresenta algumas ideias e técnicas matemáticas, geralmente em conformidade com um livro-texto. Em seguida, os alunos fazem alguns exercícios pela aplicação direta das técnicas apresentadas. O professor confere as respostas [...] (ALRØ; SKOVSMOSE, 2010, p. 51).

Ao estudar conteúdos e resolver problemas, inserido nessa forma de organização, condicionei-me a um treinamento diário para verificar até que ponto havia produzido conhecimento sobre o ensinar e o aprender matemática. No entanto, apoiado nas minhas experiências também refletia, criticava e pensava na possibilidade de existirem maneiras para transformar essa realidade, assim como, para saber se esse esforço, no decorrer da minha formação, seria suficiente para encarar a sala de aula.

Simultaneamente, movido pela reflexão, pensei que esse modelo tradicional de ensino poderia me servir de trampolim para a vida profissional. Por outro lado, se essa reflexão não me levasse às mudanças que fizessem algum sentido, a opção seria reproduzir a metodologia utilizada por meus professores, explorar a forma mecanicista de “ensinar” matemática e seguir o rito conteúdo-exemplo-exercício, no qual o professor assume papel central na comunicação (FREIRE, 2005). Na visão de Freire (2005, p. 66), no modelo tradicional de ensino, a relação entre professor e estudantes tem um caráter narrativo que caracteriza “a ‘sonoridade’ da palavra e não sua força transformadora”. O autor ressalta que:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos [...] memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los [...] No fundo, porém, os grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção [...] Arquivados, porque, fora da busca, fora da práxis, os homens não podem ser. Educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta distorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber [...] (FREIRE; 2005, p. 66-67).

Ao constatar que durante bastante tempo reproduzia aquilo que criticava, observei que a educação “bancária” se refletia também na minha vida profissional. A partir de então, insisti

em me proporcionar oportunidades de aprender, de criar e de buscar um modo mais centrado nos estudantes para promover a (trans) formação de profissionais críticos. Isso harmoniza com o que Freire (2005, p. 67) ressalta em sua obra, ao dizer que “só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros”.

Essa ideia de Freire (2005) me levou de volta à sala de aula para encarar o início da minha carreira profissional, após ter assumido o cargo de professor (efetivo) na rede estadual de Educação do Amazonas, no ano de 2000. Tempos depois, pedi exoneração, e então, fui exonerado para assumir o cargo de professor (substituto) na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), instituição na qual concluí o meu curso de Licenciatura em Matemática. A partir de então, a minha prática profissional passou a estar, ainda mais, permeada de inquietude e de impaciência (FREIRE, 2005).

Em seu texto, Borba, Almeida e Gracias (2018, p. 73) associam as inquietações do pesquisador ao problema de pesquisa, em suas palavras “mesmo que ele vá sendo redesenhado ao longo do processo de pesquisar”. Segundo os autores, trata-se de um processo vivenciado na prática educacional no qual o problema de pesquisa emerge das inquietações do pesquisador. Em especial, na minha experiência acadêmica e profissional muitas dessas inquietações possuem relação com a disciplina Álgebra Linear.

1.1.1. A disciplina Álgebra Linear

Na UFAM, as experiências da sala de aula me trouxeram algumas inquietações, por exemplo: Como o estudante podia desenvolver o cálculo algébrico sem relacioná-lo à visualização geométrica? Se ele não conseguia visualizar como então calculava? E, mais ainda, seria suficiente apenas decorar fórmulas para resolver os problemas propostos?

Em seu texto, Cortella (2017) faz um alerta para as pessoas evitarem a monotonia existencial, a redundância afetiva e a indigência intelectual. O autor questiona:

Por que a gente já não nasce pronto, sabendo todas as coisas? Bela e ingênua perspectiva [...].
Nascer sabendo é uma limitação porque obriga a apenas repetir e, nunca, a criar, inovar, refazer, modificar. Quanto mais se nasce pronto, mais se é refém do que já se sabe e, portanto, do passado; aprender sempre é o que mais impede que nos tornemos prisioneiros de situações que, por serem inéditas, não saberíamos enfrentar (CORTELLA, 2017, p. 13).

Passados alguns anos, encontrei amparo nas ideias desse autor. “Felizmente”, na época, não tive respostas para as referidas questões (pontuais) vivenciadas na UFAM. Isso me

possibilitou abandonar a repetição em busca de experimentar algo novo. Essas mesmas questões me fizeram refletir sobre a minha prática profissional e precisei criar, inovar, transformar-me, refazer-me. De todo modo, algumas dessas reflexões, associadas ao modelo tradicional de ensino (que mencionei), podem encontrar apoio nas ideias de Freire (2005), quando o estudioso questiona o papel central do professor, critica o seu caráter narrativo, realça a visão distorcida da Educação, assim como, enfatiza que sem criatividade, sem saber, estudantes e professores tenderão ao fracasso se, ao buscarem o conhecimento, não atentarem para as suas práticas. Nesse viés, Frankenstein (2005) admite que:

[...] nenhum conhecimento é acabado. Como humanos mudam, assim também o conhecimento que eles produzem. Mas, através de busca constante e diálogo, nós podemos refinar continuamente nossa compreensão [...]

Essa ação e a reflexão [...] não são momentos separados de conhecer. Reflexão que não é finalmente seguida por uma ação para transformar o mundo é sem sentido, retórica alienante. Ação que não é criticamente analisada não pode sustentar mudança progressiva [...] (FRANKEINSTEIN, 2005, p. 105-106).

Frankenstein (2005) associa conhecimento ao diálogo, à ação, à reflexão, elementos esses que são peças-chaves em um modelo de ensino transformador. Quando agrupados, passam a compor um conjunto não neutro que é capaz de influenciar e de ser influenciado por “novas” ideias, por uma causa coletiva. Assim, a estudiosa em pauta discute o que é conhecimento sob a ótica de Paulo Freire como um estímulo à educação matemática crítica. Nessa discussão, a autora ressalta que a epistemologia desse renomado educador se opõe, de forma direta, “ao paradigma positivista correntemente dominante em teoria educacional” (FRANKEINSTEIN, 2005, p. 103) e, por isso, ela resgata insistências freireanas:

[...] em que conhecimento não é estático: que não há dicotomia entre objetividade e subjetividade, ou entre reflexão e ação; e em que conhecimento não é neutro.

Para Freire, conhecimento é continuamente criado e recriado tal como pessoas refletem e agem no mundo. Conhecimento, portanto, não é fixo permanentemente nas propriedades abstratas dos objetos, mas é um processo onde adquirir o conhecimento existente e produzir novo conhecimento são “dois momentos no mesmo ciclo” (Freire, 1982). Além do mais, conhecimento requer sujeitos: objetos para serem conhecidos são necessários, mas não são suficientes (FRANKEINSTEIN, 2005, p. 104).

Entretanto, foi também na UFAM que valorizei essa busca por conhecimento. Ao ministrar as disciplinas Álgebra Linear I (2001/1; 2001/2; 2002/1) e Álgebra Linear II (2001/2), tive o privilégio de começar a pensar sobre as questões evidenciadas no início deste subcapítulo e ainda sobre outras questões que emergiram ao longo da minha prática profissional, como, a vivência de experiências que me aproximaram dos temas centrais explorados nesta tese. Tempos depois, ambas (questões e experiências) “abriram portas” para eu trabalhar com disciplinas correlatas no Centro Universitário do Norte (UNINORTE) e na

Universidade do Estado do Amazonas (UEA), instituição na qual concluí o curso de Tecnologia em Processamento de Dados.

Naquela época, frente à realidade da Região Norte do Brasil, que sofria e, até hoje, ainda sofre com a falta de professores, esse percurso acadêmico e profissional colaborou para o meu ingresso, em 2004, como professor (efetivo) na Universidade Federal de Roraima (UFRR). Nessa instituição, com a distribuição da minha carga semanal de trabalho, busquei aproximações e me envolvi com a pesquisa, um dos pilares dessa universidade. Desse modo, trago de forma breve, algumas das minhas experiências vivenciadas na UFRR, as quais me aproximaram do ofício da docência, pois segundo Borba, Almeida e Gracias (2018, p. 73) “o autor deve falar um pouco sobre sua trajetória, visto que é muito importante que apareça sua perspectiva, isto é, a parte da sua trajetória científica que é relevante para o texto que ele está escrevendo”.

Assim, ao longo desses mais de 16 anos de trabalho desenvolvido na UFRR, algumas disciplinas que ministrei serviram de cenários de observação e fortaleceram o meu interesse pela pesquisa. Dentre as disciplinas, destaco: a Álgebra Linear (2004/2) e a Geometria Analítica (2006/2; 2007/1; 2007/2; 2008/1; 2014/2; 2015/1; 2015/2; 2016/1; 2016/2), haja vista que se configuraram como experiências que me aproximaram desta investigação. Em busca de embasamento teórico e prático, concluí nesse intervalo de tempo (2004-2016) duas especializações voltadas ao Ensino Superior e um mestrado em Informática no Instituto de Computação da UFAM, os quais me provocaram a pensar na possibilidade de desenvolver trabalhos na modalidade de Educação a Distância (EaD).

1.1.2. A Educação a Distância

Passados três anos na UFRR, desde que lá ingressei (em 2004), não sabia nada sobre EaD, contudo, esse cenário foi se alterando. Com a definição das bases legais – presentes na Portaria Ministerial nº 4.361 de 2004 que revogou a nº 301, datada de 07 de abril de 1998 – para essa modalidade, os primeiros editais da Universidade Aberta do Brasil (UAB) foram publicados. Assim, a partir de dezembro de 2005, integraram essa conjuntura editais para selecionar, integrar e articular propostas de cursos, apresentadas exclusivamente por Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFES) e Universidades, além de polos de apoio presencial, inscritos por estados e municípios.

Com a abertura desses editais, o objetivo do governo brasileiro era qualificar e ampliar a quantidade de professores formados em Matemática, de modo que as escolas possuidoras de uma demanda reprimida fossem atendidas em seu corpo docente. Assim, o Programa UAB:

[...] foi criado pelo MEC nesse mesmo ano, em parceria com a [...] ANDIFES e Empresas Estatais, no Fórum das Estatais pela Educação, voltado para a Política e Gestão da Educação Superior. Na época, tratava-se de uma política pública de articulação entre a extinta Secretaria de Educação a Distância – SEED/MEC e a Diretoria de Educação a Distância – DED/CAPES com vistas à expansão da educação superior, no âmbito do [...] PDE (UFRR/PPP/CLPMDEaD, 2014, p. 3).

Tempos depois da implantação desse Programa pelo governo federal, a UFRR, então, aderiu à modalidade de EaD e, em 2007, a instituição fez um acordo com a UFAM para capacitar professores. Na época, um grupo de docentes da UFAM, vinculados ao seu Centro de Educação a Distância, ministrou um curso de especialização em Produção de Material Didático para a Web, o qual teve 70% da sua carga horária a distância, apoiado por um ambiente virtual de aprendizagem. Cerca de 20 professores da UFRR participaram dessa formação continuada e, assim como outros colegas, com o término do curso, apresentei o material didático que produzi no período dessa capacitação.

Em sua maioria, as produções limitaram-se a livros didáticos que foram utilizados no curso sequencial de Gerência de Conteúdo para a Web – o pioneiro da UFRR na modalidade a distância, que foi oferecido, no ano de 2008, pelo Departamento de Matemática (DMAT), em parceria com o Departamento de Ciência da Computação da referida instituição. Na época, impulsionada pelos investimentos do governo federal, a UFRR criou o seu Núcleo de Educação a Distância (NEaD) e:

[...] a implantação do programa UAB contribuiu para que pessoas de todo o estado de Roraima tivessem a oportunidade de acesso ao conhecimento e, por esta razão, continua trabalhando para expandir e interiorizar a oferta de cursos e programas de educação superior [...] (UFRR/PPP/CLPMDEaD, 2014, p. 3).

Dessa maneira, na UFRR, no primeiro semestre de 2007, atuei como docente nos cursos de especialização e sequencial, na modalidade a distância. Essa experiência me proporcionou expandir o uso da tecnologia digital para o trabalho docente que já desenvolvia presencialmente. Desde então, incorporei o uso de ambiente virtual de aprendizagem para disponibilizar material de apoio às disciplinas, atender estudantes via chat, propor atividades, fomentar discussões sobre determinados conteúdos e explorar – em um cenário com particularidades distintas do presencial – a criação de protótipos, o desenvolvimento de algoritmos e a produção de vídeos.

1.1.3. A produção de vídeos

De 2009 a 2011, período em que cursei o mestrado em Informática na UFAM, desenvolvi sistemas inteligentes que apoiaram meu trabalho de pesquisa e como forma de mostrá-los em funcionamento, recorri ao uso de softwares para capturar telas e gerar imagens em sequência. Com esse procedimento, produzi e editei vídeos (curtos), geralmente, com a intenção de compartilhá-los nas reuniões do grupo de pesquisa, ao qual estive vinculado na época, e de apresentá-los em eventos da área de Informática na Educação.

Somado a essa experiência, as minhas observações e o avanço da tecnologia digital me aproximaram (ainda mais) do tema produção de vídeos na sala de aula. A essa conjuntura articulo reflexões que realizei sobre minha prática docente, pois inspirado nos elevados índices de reprovação da disciplina Geometria Analítica, que ministrei no período de 2014/1 até 2016/2 na UFRR, foi possível observar a minha prática associada ao comportamento dos estudantes. As reprovações me convidaram a refletir, diversificar o uso das tecnologias na sala de aula e, ao longo do tempo, incorporar diferentes recursos dos que já utilizava no ensino presencial como vídeos, sites, animações, softwares, slides, entre outros.

Segundo Nicola e Paniz (2016), quando o professor aposta na utilização de diferentes recursos didáticos:

[...] dependendo do resultado obtido, ele poderá avaliar se o seu trabalho foi válido ou não [...] ele poderá motivar e influenciar outros professores a também fazerem uso dos diversos recursos que podem contribuir com o aprendizado do aluno e o crescimento profissional do professor, possibilitando dessa forma maior interação professor-aluno e aluno-aluno [...] (NICOLA; PANIZ, 2016, p. 360-361).

Essa experiência – de utilizar diferentes recursos didáticos – possibilitou-me elaborar e proporcionar autoavaliações e observar, na prática, as capacidades de argumentação lógica e de visualização geométrica do(s) estudante(s). Em 2014/2, por exemplo, mobilizado pela produção de dados que me dispus a gerar com a participação de estudantes de Graduação para relatar minhas experiências em sala de aula, almejei valorizar a abordagem geométrica ao explorar conteúdos e atividades sem dar tanta ênfase ao desenvolvimento do cálculo algébrico. Em especial, foi assim que comecei a orientar os estudantes a produzirem vídeos, a fim de mostrar como tinham produzido conhecimento, representado múltiplas funções, desenvolvido algoritmos, esclarecido dúvidas de colegas, entre outras possibilidades.

Com essa metodologia de ensino pretendi (ingenuamente) minimizar os índices de reprovação da disciplina Geometria Analítica, que percebi não se tratar apenas de algo pontual. Ao encontro disso, faço referência à Mota e Laudaes (2010), pois os autores

sugerem que as dificuldades relacionadas à Geometria, de forma geral, perpassam a Educação Básica e chegam ao Ensino Superior. Na posição de professor do DMAT/UFRR, propus-me a apresentar, desde o início:

[...] uma abordagem para o ensino de GA [Geometria Analítica] [...] e desenvolver as atividades pautadas em duas coisas. A primeira destacando a relação existente, entre Álgebra e Geometria, e a segunda utilizando softwares educacionais [...] As atividades exploraram basicamente [...] leitura, interpretação, raciocínio lógico, argumentação e visualização do estudante, com o propósito de potencializar todo o seu conhecimento [...] relacionado ao cálculo algébrico [...] (SOUZA, 2016a, p. 9).

Assim, ao valorizarem a abordagem geométrica, os estudantes podiam ler o enunciado de um problema, esboçar gráficos, estudar o comportamento de retas, planos, distâncias, cônicas e quádricas, explorar definições, equações e translações de eixos a partir dos protótipos construídos. Ao vislumbrar uma oportunidade de socializar os primeiros resultados desse trabalho, participei da XIX Conferência do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), com apresentação de pôster (SOUZA, 2016b).

No referido evento, dialoguei com vários pesquisadores e, assim, tomei conhecimento do Projeto “Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância”. Desse modo, visto que esse Projeto tratava de processo, produto e uso de vídeos com conteúdos matemáticos, decidi desenvolver uma pesquisa para ampliar o trabalho realizado na UFRR, pois as ações do Projeto mencionado iam ao encontro das minhas experiências vivenciadas na modalidade a distância. Além disso, considerei que essas ações preconizam a horizontalidade da aprendizagem no sentido de que elas valorizam o diálogo e a criação de um espaço no qual estudantes e professores podem ensinar e aprender uns com os outros. Por fim, registro que compor os subcapítulos anteriores foi fundamental para evidenciar que essa trajetória acadêmica e profissional me aproximou do Projeto E-licm@t-Tube.

1.1.4. O Projeto E-licm@t-Tube

A pesquisa desenvolvida nesta tese está inserida no Projeto “Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância”, usualmente conhecido como E-licm@t-Tube. Esse Projeto é coordenado pelo professor Dr. Marcelo de Carvalho Borba e tem como objetivo ampliar a compreensão sobre as possibilidades de construção colaborativa entre professores e estudantes, a qual é estimulada no âmbito dos cursos de formação de professores de Matemática.

Ao E-licm@t-Tube, estão vinculados outros subprojetos de membros do GPIMEM que têm sido desenvolvidos na forma de ações. Nessas ações, há uma busca por estabelecer

relações entre processo, produto e uso da mídia digital, cujo tema comum cria elos entre a produção de vídeos e o protagonismo dos estudantes. O E-licm@t-Tube é uma continuidade do Projeto E-licm@t que tinha como título “Interação e Tecnologias da Informação e Comunicação: licenciaturas em Matemática a distância”. Esse Projeto teve as suas atividades encerradas em 2014 e os resultados das investigações apontaram para o uso das tecnologias digitais nos cursos vinculados à UAB.

A pesquisa com vídeos realizada por membros do E-licm@t-Tube teve início em 2010 nesse Projeto (E-licm@t). Em especial, o trabalho desenvolvido por Domingues (2014) foi o primeiro a realizar uma pesquisa com esse tema envolvendo estudantes do curso de Ciências Biológicas da UNESP, *campus* de Rio Claro. Na oportunidade, o autor trouxe a visão dos estudantes acerca da utilização de vídeos na sala de aula apoiado em uma revisão da literatura. No entendimento do autor em cena, os dados possibilitaram elaborar uma classificação da forma como esses acadêmicos compreendem o papel dos vídeos, assim como, realçaram a viabilidade e as limitações do uso de vídeos na sala de aula.

De forma geral, as investigações realizadas por membros do E-licm@t-Tube sugerem que essa tecnologia pode ser utilizada pelo professor para ensinar um determinado conteúdo e, também, para avaliar os estudantes que produzem vídeos como parte de uma atividade. Ademais, os integrantes do E-licm@t-Tube têm se dedicado a desenvolver um trabalho coletivo com a adoção de diferentes focos e com a utilização de diversos procedimentos voltados para um mesmo foco, com vistas a explorar perspectivas globais do fenômeno estudado (ARAÚJO; BORBA, 2013).

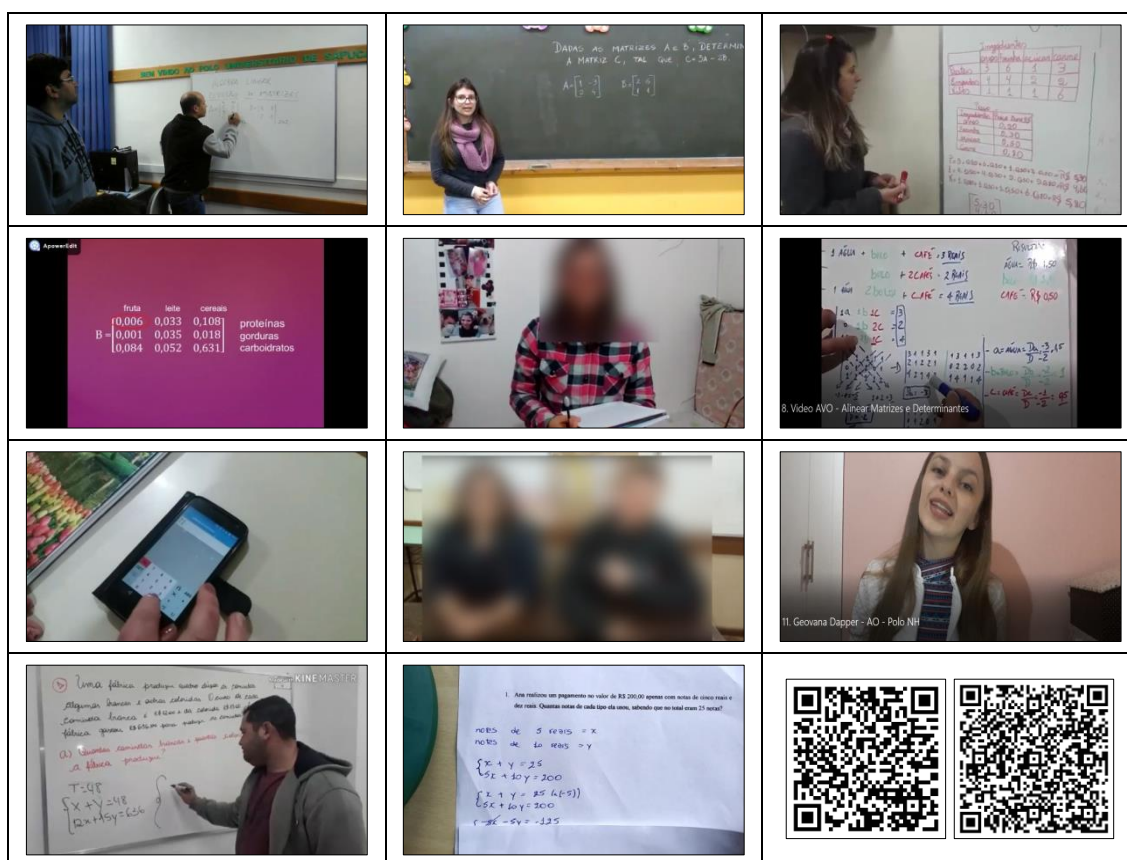
Desse modo, os objetivos específicos do E-licm@t-Tube são explorados nas pesquisas que seus integrantes desenvolvem. Dentre eles destaco, na sequência, apenas algumas para fins de conhecimento do(a) leitor(a): Souza (2019), Souza e Borba (2019), Canedo Junior (2019), Domingues e Borba (2019), Neves e Borba (2019a), Oliveira e Borba (2019), Fontes *et al.* (2019), Carvalho (2019) e Gimenez (2019) – apresentados em congressos no ano de 2019, assim como, nas publicações realizadas em periódicos como os de Neves e Borba (2019b) e Souza, Fontes e Borba (2019).

Além disso, integradas ao E-licm@t-Tube, também foram desenvolvidas ações em subprojetos que envolveram estudantes de Graduação e de Pós-Graduação. Dentre elas, nove pesquisas já foram concluídas e outras sete estão em andamento, sendo que duas delas estão atreladas à produção de vídeos na Educação Básica (OECHSLER, 2018; OLIVEIRA, 2018); sete investigam a produção de vídeos no Ensino Superior em cursos de Licenciatura em Matemática vinculados à UAB (FONTES, 2017; NEVES, 2017; SILVA, 2016; SOUZA,

2017, 2018, 2019; CARVALHO, 2019; GIMENEZ, 2019); uma relaciona o impacto de festivais de vídeos nesses cursos de Licenciatura em Matemática (DOMINGUES, 2020); duas analisam os vídeos premiados na primeira e segunda edição do Festival⁴, respectivamente, para categorizá-los; outra foca na potencialidade dos vídeos na Licenciatura em Matemática a distância; duas desenvolvem os seus trabalhos com vídeos da terceira e quarta edição do Festival; e, ainda, outra investiga projetos de modelagem em um curso de extensão (CANEDO JUNIOR, 2018, 2019).

Especificamente, nesta tese de doutorado, apresento uma investigação relacionada ao curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, no qual 31 estudantes produziram 13 vídeos para a Avaliação Online de Álgebra Linear I. Na Figura 1, apresento uma imagem estática de apenas 11 vídeos, pois alguns acadêmicos não concederam autorização para uso dos dados na pesquisa.

Figura 1 – Imagem estática dos 11 vídeos produzidos por estudantes da UFPel e duas imagens (QR Code) que possibilitam o acesso ao site ou ao canal do GPIMEM no YouTube



Fonte: Elaborado pelo autor.

⁴ O Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática é uma das ações do Projeto E-licm@t-Tube. Fonte: <https://www.festivalvideomat.com/>

Esses vídeos podem ser assistidos com um leitor de QR Code ou podem ser acessados pela internet nos seguintes endereços: <https://www.algebralinear1.com/videos> ou https://youtube.com/playlist?list=PLiBUAR5Cdi616mm_OHr5T1eMB5zOvD4Hw. Destarte, apenas as produções ilustradas nessa Figura foram consideradas na etapa preliminar da análise.

No entanto, pontuo que alguns acadêmicos solicitaram o sigilo dos seus nomes e das suas imagens. Com isso, adotei nomes fictícios e preservei as imagens desses estudantes para garantir o sigilo de identidade. Além disso, acrescento que do montante de 13 vídeos, dois não foram utilizados para fins de análise, diante da falta de autorização.

Em especial, nesta investigação esses vídeos se tornaram os elementos centrais para responder à pergunta de pesquisa, pois, de algum modo, eles se relacionam com a minha trajetória acadêmica e profissional. Aliás, foi por essa razão que utilizei na epígrafe deste capítulo trechos da música *Por onde andei* de Nando Reis, como uma metáfora para apresentar as influências dessa trajetória nesta investigação.

Na sequência apresento como organizei esta tese.

1.2. O panorama geral dos capítulos

Esta tese está estruturada em seis capítulos. Em todos eles, os vídeos assumem papel central, pois busco compreender como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos em suas produções. Desse modo, para introduzi-los nesta tese deixo-me influenciar por outras formas de arte, a saber, por recortes de letras de música e de poesia.

Nesse caminho, no capítulo 1 abordo a minha trajetória acadêmica e profissional que me aproxima dos temas centrais desta pesquisa. Assim, inspiro-me nas letras autobiográficas de Nando Reis para contar *Por onde andei*. Com isso, apresento as origens da pergunta diretriz e a justificativa desta pesquisa, assim como, delincho um panorama geral dos demais capítulos.

No capítulo 2, reviso a literatura, estimulado por *Dias de luta*, de Edgard Scandurra, para situar o lugar deste estudo na Educação Matemática. Em vista disso, esboço um breve histórico sobre as quatro fases das tecnologias digitais elencadas por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015). Nesse contexto, vinculo as ações do Projeto E-licm@t-Tube a pesquisas do GPIMEM, além de expor as buscas que realizei para encontrar outros trabalhos disponíveis na internet sobre produção de vídeos.

No capítulo 3, abordo as referências que apoiam a análise dos dados. Com isso, procuro aproximações entre o construto teórico seres-humanos-com-mídias, a análise fílmica e a multimodalidade. Nessa abordagem, inspiro-me em trechos da música *Lanterna dos afogados*, de Herberth Viana, para focar nas influências de seres-humanos-com-vídeos que utilizam recursos semióticos para produzir significados em seus discursos.

No capítulo 4, menciono o personagem rebelde da letra *Primeiros erros* de Kiko Zambianchi. Em especial, aponto os caminhos que percorri e que me possibilitaram produzir dados nesta investigação. Assim, destaco as escolhas metodológicas e descrevo os procedimentos adotados na análise que estão alinhados com a abordagem qualitativa.

No capítulo 5, deixo-me conduzir pela série *Vis a Vis* inspirado em um trecho de *Agnus Dei*, de Cecilia Krull. Assim, faço uma breve conexão entre a atuação de personagens dessa série e as experiências dos estudantes na Avaliação Online. Em especial, narro a minha leitura acerca dos vídeos que eles produziram.

Ademais, no capítulo 6, trago palavras de esperança inspirado na letra *Enquanto houver sol*, de Sérgio Britto. Saliento as razões pelas quais utilizei epígrafes no início de cada um dos capítulos. Nesse sentido, apresento os destaques dos vídeos analisados e os esboços de suas linhas do tempo para relacionar as escolhas semióticas dos estudantes em busca de responder à pergunta de pesquisa.

Só depois de muito tempo fui entender [...]
Quando se sabe ouvir não precisam muitas palavras
[...] comecei a refletir [...]
[...] a entender [...]

Edgard Scandurra⁵

2 UMA REFLEXÃO INICIAL

Neste capítulo, apresento pesquisas relacionadas a este estudo, dentre as quais destaco algumas desenvolvidas dentro do GPIMEM, assim como, ressalto investigações – realizadas por outros pesquisadores – que me ajudaram a refletir sobre a produção de vídeos, enfatizando o protagonismo dos estudantes e a Educação Matemática. Inspirado nos trechos da epígrafe acima, compus uma metáfora para ressaltar a minha leitura acerca dessas pesquisas que, com o passar do tempo, fizeram-me entender a necessidade de ouvir as vozes da literatura para responder a seguinte pergunta: Como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos? Assim, compartilho algumas abordagens que sobrelevam o uso das tecnologias digitais na sala de aula.

2.1. As tecnologias digitais

Com a disseminação da EaD no Brasil, as oportunidades de acesso ao conhecimento foram ampliadas e o uso das tecnologias digitais passou a receber especial atenção na sala de aula. A implantação de políticas educacionais despertou o interesse de várias instituições em explorar essa modalidade de ensino (país afora) e, desse modo, parcerias firmadas entre as esferas públicas (federal, estadual e municipal) viabilizaram a criação de cursos de formação profissional em massa. Em especial, várias escolas e universidades investiram em treinamento de pessoal, laboratórios, equipamentos, computadores conectados à internet, entre outros aspectos. Essa política governamental⁶ ofereceu possibilidades de desenvolver as regiões “mais” pobres e/ou distantes dos “grandes” centros urbanos e de promover inclusão social e digital, assim como, abriu oportunidades para as pesquisas investigarem temas relacionados à EaD.

⁵ É artista brasileiro, cantor, compositor e multi-instrumentista que, em mais de 40 anos “de estrada”, recebeu vários prêmios no cenário da música. Em sua dedicação à atividade profissional, constam passagens por bandas de rock que projetaram o seu modo de tocar guitarra. (Fonte: <http://www.mundoira.com.br/edgard-scandurra/biografia>. Acesso em: 11 nov. 2020.

⁶ Decreto nº 5.800 de 08 de junho de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5800.htm. Acesso em: 02 mar. 2021.

Em cursos à distância, o suporte tecnológico tem o papel de provocar mudanças na vida das pessoas e no paradigma educacional. Na visão de Almeida (2016), os profissionais que atuam nessa modalidade de ensino passam por um processo de transformação estimulados pelo uso das tecnologias digitais. O autor acrescenta que essa percepção aproximou o seu trabalho do construto teórico seres-humanos-com-mídias, proposto por Borba e Villarreal (2005), e essa aproximação revela a sua concordância com a noção de que o conhecimento matemático é produzido por atores humanos e não humanos (mídias e tecnologias). Em particular, sob a ótica desse construto teórico, Borba, Almeida e Gracias (2018) sustentam que:

[...] a tecnologia digital não se reduz apenas a um acessório, como algo “transparente” e neutro, sem efeito no processo de produção do conhecimento [...] não é encarada apenas como adereço ou maquiagem, mas como provocadora de transformações; não é vista apenas como um meio [...] a produção de conhecimento é permeada por ela [...] (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018, p. 57).

Tais autores se apoiam em Borba e Villarreal (2005) para ressaltar que tanto a tecnologia quanto a mídia digital assumem o mesmo papel na sala de aula em dado momento e, ao serem utilizadas na comunicação, elas têm provocado transformações, estimulando a produção de conhecimento coletivo (humanos e não humanos), bem como influenciando o processo de ensino e de aprendizagem com vistas à formação do estudante e ao seu desenvolvimento autônomo e crítico. Nesse prisma, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) classificam em quatro fases o uso das tecnologias digitais na Educação Matemática, conforme discorro a seguir.

2.2. Fases das tecnologias digitais: um breve histórico

As tecnologias digitais possuem características que marcam as sociedades contemporâneas e, em Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015), elas são discutidas como parte da evolução que permeia a Educação Matemática no Brasil. Nessa abordagem, os autores organizam o uso das tecnologias digitais em quatro fases (não disjuntas).

A primeira delas é caracterizada pelo uso de tecnologias como o software LOGO, a calculadora e o computador. Essa caracterização já era discutida no campo da Educação Matemática, na qual algumas investigações produziram conhecimento sobre tecnologias informáticas, as quais, por sua vez, transformaram práticas didáticas e pedagógicas, a exemplo disso, os recursos educativos e os cursos de formação de professores. Já a segunda fase, evidencia-se pela acessibilidade aos computadores. Segundo os autores proponentes,

nessa época (início dos anos 1990), as tecnologias educacionais mobilizaram professores a refletirem sobre suas zonas de conforto e de risco (BORBA; PENTEADO, 2001). Ainda, os estudiosos em comento, acrescentam que a produção coletiva de seres-humanos-com-mídias abriu possibilidades de investigação, as quais fizeram emergir a noção da “prova do arrastar”, com a geometria dinâmica.

Por sua vez, a terceira fase é caracterizada pelo advento da internet. Assim, na visão de Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015), as pesquisas sugerem a comunicação e a interação entre usuários sendo moldada por interfaces gráficas que transformam a natureza das ideias matemáticas e que oferecem nuances cognitivas em ambientes online. Ao compartilharem algumas experiências, esses autores ilustram o modo como professores-com-software produzem conhecimentos matemáticos. 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.

Em especial, no âmbito da Educação Matemática, esse trabalho de Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) acentua nuances acerca da coletividade humanos-tecnologias. Os autores mencionam o GeoGebra e se apoiam em perspectivas como experimentação, visualização e investigação com tecnologias. Seguindo esse viés, os autores em cena valorizam a subjetividade emergente na sala de aula e a exploração de recursos disponíveis na internet, ao avaliar as possibilidades da Educação Matemática online. Pontuo que, para fins de conhecimento esse tema é realçado em Borba, Malheiros e Amaral (2011), com resultados de pesquisas realizadas em mais de oito anos. Nesse trabalho, Borba, Malheiros e Amaral (2011) descrevem práticas pedagógicas de comunidades virtuais de aprendizagem e compartilham o desenvolvimento de projetos de modelagem que incluem as suas experiências profissionais.

Ao enfatizarem que o uso das tecnologias móveis já molda a sala de aula, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) dão relevo às normas, às relações de poder e à transformação da inteligência coletiva. Esses autores ressaltam que “a noção de ensino e de aprendizagem baseada no uso de telefones celulares assume diferentes tendências nas perspectivas nacionais e internacionais, principalmente com relação à educação a distância ou semipresencial” (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2015, p. 78). Desse modo, os referidos

pesquisadores declaram-se favoráveis a liberação de telefones celulares para uso educacional e ilustram, por meio de exemplos, como a crise de normas não se restringe à sala de aula.

Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) abordam também a internet rápida, as PMD e suas atuações em coletivos de seres-humanos-com-mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005) que são consistentes com a noção de não domesticação, ou seja, de fazer um uso “que pressupõe o desenvolvimento de atividades que explorem as possibilidades oferecidas por essas novas mídias e interfaces” (BORBA; CHIARI, 2014, p. 133). A exemplo disso, tem-se as pesquisas vinculadas ao Projeto Mapeamento⁷ que focaram nos professores para apontar aspectos relacionados as suas identidades profissionais e as suas percepções acerca da Matemática e do uso das tecnologias.

Nessa ótica, Borba, Almeida e Gracias (2018) observam que no:

[...] uso domesticado das mídias [...] há a tendência em se utilizar uma nova mídia reproduzindo práticas de uma mídia anterior. Esse uso, “com gosto de passado”, é uma maneira de [...] fazê-la parecer com as anteriores [...] em processos educacionais que têm por natureza [...] conservar culturas e práticas desenvolvidas por [...] professores (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018, p. 57-58).

É com a intenção de provocar o rompimento de culturas e de práticas docentes que Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) discutem como a internet pode contribuir para a interdisciplinaridade, quebra das disciplinas e reinvenção da sala de aula, a saber, elementos que oferecem possibilidades de aceitação nesse cenário de avanço tecnológico. Segundo Borba (2009), o uso da internet na sala de aula facilitou o trabalho de estudantes que tinham dificuldades com representações algébricas. Desse modo, o autor enfatiza que esses estudantes moldaram e foram moldados pelo uso de recursos tecnológicos. Por essa razão, o referido estudioso valoriza essa junção entre atores humanos e não humanos.

Essa junção também é vista em outras formas de expressão artística e matemática. Por exemplo, as PMD – mencionadas em Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015, p. 118-119) – que oferecem a possibilidade de diálogo nos cenários em que a noção de seres-humanos-com-mídias é uma lente teórica utilizada para analisar como as tecnologias digitais “moldam a produção de sentidos e a reorganização do pensamento (matemáticos)”. Assim, tais autores entendem que as PMD são uma forma de expressão qualitativa do discurso multimodal. Em

⁷ O projeto Mapeamento do uso das tecnologias da informação nas aulas de Matemática no Estado de São Paulo, aprovado sob nº 16429, Edital 049/2012/CAPES/INEP/OBEDUC, teve vigência no período de maio de 2013 a novembro de 2017, junto ao Programa de Pós-graduação em Educação Matemática (PPGEM) da UNESP, campus de Rio Claro. Teve por objetivo geral investigar o uso das tecnologias digitais nas aulas de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental. Foi coordenado pela Professora Dra. Sueli Liberatti Javaroni e as suas ações viabilizaram a formação continuada de professores para relacionar o uso das tecnologias digitais aos conteúdos do currículo de matemática (JAVARONI; ZAMPIERI, 2015).

vista disso, buscam a construção de significados apoiada na narrativa multimodal Matemática para defender que as PMD proporcionam a possibilidade de valorização dessa ciência.

Essa preocupação é expressa por Gadanidis e Scucuglia (2010) que retratam as imagens de estudantes e de professores sobre a matemática e sobre matemáticos ao revelarem estereótipos. Desse modo, Scucuglia, Borba e Gadanidis (2012, p. 60) entendem que as PMD podem “contribuir para a mudança da imagem pública da Matemática enquanto uma ciência fria e negativa”, diante da possibilidade de engajar estudantes em atividades colaborativas de produção de conhecimentos matemáticos, ao formar coletivos pensantes como professores-estudantes-com-artes-e-tecnologias-digitais, nos diferentes cenários da sala de aula convencional.

Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) também evidenciam o uso das artes, das tecnologias digitais móveis e da internet rápida. Os referidos teóricos ressaltam que esse uso propicia a possibilidade de transformar aspectos matemáticos em cenários nos quais os estudantes são incentivados a produzirem PMD como forma de expressão da quarta fase. Na visão desses autores, essa fase está em sinergia com essa geração que tem o celular e a internet como mídias de referência. Os autores despertam olhares para a organização de minicursos e de festivais matemáticos que proporcionam surpresas matemáticas e a formação de coletivos em ambientes multimodais.

Nas questões que envolvem o século XXI, Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) abordam as tecnologias digitais em Educação Matemática, o futuro da sala de aula e conjecturam sobre o que acontece no (então) atual cenário educacional, sem se arriscar nas previsões para que seus atores interfiram conscientemente nas mudanças em curso. Os autores em comento acrescentam, ainda, que a consciência de incompletude do ser humano é o que o leva à Educação (FREIRE, 2005), defendendo ser essa uma visão mais próxima daquela que permeia as suas ideias em face daquelas que criticam. Assim, tais estudiosos sustentam que a tecnologia é uma marca contemporânea que constrói e é construída pelo ser humano ao ressaltarem que, embora a sala de aula resista às mudanças, a internet já faz parte dos coletivos que geram conhecimento, estando ela (a sala de aula) conectada ou não.

Em especial, no texto de Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015), são exploradas algumas possibilidades do uso das tecnologias digitais na Educação Matemática, a exemplo de outras que têm sido desenvolvidas por membros do GPIMEM no Projeto E-licm@t-Tube.

2.3. As pesquisas desenvolvidas como ações do Projeto E-licm@t-Tube

O trabalho de Domingues (2014), desenvolvido no Projeto E-licm@t, é considerado um marco para as pesquisas realizadas por membros do GPIMEM, em especial, pelo fato do referido autor ter sido o primeiro pesquisador a explorar o tema “vídeo” sob o ponto de vista dos estudantes em aulas multimodais de matemática. Em seu texto, o autor em questão destaca que, no ano de 2000, a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) criou, dentre outros Grupos de Trabalho, o GT06 – Educação Matemática: novas tecnologias e Educação a Distância para abordar temas emergentes da Educação Matemática relacionados ao uso de TICs⁸ e EaD. Segundo o pesquisador em cena, um número reduzido de trabalhos apresentados no I Fórum de Educação Matemática, Tecnologias Informáticas e EaD, realizado em 2012, levou-o a pensar na possibilidade de desenvolver sua pesquisa com uma abordagem voltada para o uso de vídeos no ensino de Matemática.

Assim, ao elencar algumas noções teóricas na sua pesquisa, Domingues (2014) ressalta que o papel do vídeo pode ser discutido de diferentes formas. Apoiado no construto teórico seres-humanos-com-mídias, esse pesquisador destaca que a primeira delas busca analisar qual a influência do vídeo no ensino de Matemática ao considerar a perspectiva dos estudantes. A segunda, em sua instância, discute elementos de multimodalidade presentes nas aulas com vídeos, baseado na ideia de Walsh (2011). Já a terceira ressalta as contribuições de Moran (1995) ao frisar que o uso de vídeos analógicos trouxe discussões pertinentes para o atual cenário.

Domingues (2014) observa, em seu trabalho, que o pensamento humano e o ser humano necessitam da oralidade, da escrita e das tecnologias como recursos que servem de meios para expressar e registrar o conhecimento. Essa ideia está em consonância com a noção de seres-humanos-com-mídias notabilizada por Borba e Villarreal (2005). Por essa razão, Domingues (2014) assegura que as tecnologias não são apenas coadjuvantes ou mediadoras no processo educacional. Diante disso, acrescenta que buscou investigar, de forma específica, o coletivo pensante de seres-humanos-com-vídeos para discutir indícios da maneira como essa mídia reorganiza, molda e influencia o pensamento humano. O referido autor reforça que explorou o pensar-com-vídeos para discutir a forma como essa mídia (vídeo) reorganiza o pensamento matemático dos estudantes ao sustentar que as mídias têm modificado a forma

⁸ Tecnologias da informação e comunicação.

pela qual eles desenvolvem os seus trabalhos de modelagem, o que, em outras épocas, não era possível realizar.

A partir do trabalho de Domingues (2014), surgiram outras abordagens que compuseram um mosaico de pesquisas voltado para a produção de vídeos, a exemplo, as pesquisas apresentadas, sinteticamente, a seguir:

- Oliveira (2018), que explora a participação de estudantes no I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática realizado em uma escola. A autora ressalta que a sistematização dos dados, à luz das ideias de Paulo Freire, a fez entender que a produção de vídeo com matemática se expande por meio do diálogo e da autoestima em relação ao conhecimento matemático;

- Silva (2018), que investiga as potencialidades da produção e do uso de vídeos matemáticos, propiciadas a estudantes de Licenciatura em Matemática a distância. Com base na análise dos dados, o autor infere que tal mídia já faz parte da vida desses estudantes, seja para aprender ou para ensinar, sem importar se isso ocorre dentro ou fora da sala de aula;

- Oechsler (2018), que se debruça sobre a natureza da comunicação na Escola Básica quando vídeos são produzidos em aulas de Matemática. A autora destaca que os vídeos potencializaram a comunicação e evidenciaram um caráter coletivo e multimodal no seu processo de produção que emergiu da interação entre humanos e tecnologias;

- Fontes (2019), que reflete como diferentes fatores influenciaram a maneira de comunicar a matemática nos vídeos produzidos por licenciandos de um curso a distância. A autora enfatiza que o conhecimento sobre matemática e sobre tecnologia, assim como, o contexto foram determinantes para as escolhas dos estudantes na produção desses vídeos;

- Neves (2020), que realça as possibilidades de articulação entre representações múltiplas quando estudantes de Licenciatura em Matemática a distância produzem vídeos sobre conteúdos de Geometria Analítica. A autora sustenta que, no processo de produção de vídeos, ressignificar conceitos matemáticos está associado a torná-los compreensíveis;

- Domingues (2020), que analisa práticas escolares relacionadas ao I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, nas quais estudantes ocupam um papel central no processo mediado pelos seus professores. O pesquisador ressalta que o poder de ação das mídias como atrizes não humanas condiciona as transformações qualitativas na produção de conhecimento matemático;

- Souza (2019), que realça a produção de vídeo e o protagonismo acadêmico na comunicação de ideias matemáticas. Em especial, o autor investiga como uma acadêmica de

Licenciatura em Matemática a distância aborda sistemas de equações lineares quando interage com a tecnologia;

- Canedo Junior (2019), que integra modelagem e produção de vídeos em Educação Matemática no contexto de um curso online de extensão universitária. O autor investe em uma metodologia de ensino para investigar como os processos de modelagem se desenvolvem quando uma tarefa é proposta e respondida por meio de vídeos;

- Carvalho (2019), que foca em quais papéis os aplicativos móveis desempenham na produção de vídeos sobre Integrais Múltiplas, voltados para estudantes de Licenciatura em Matemática. A autora avalia potencialidades, possibilidades, obstáculos e pontos de apoio que influenciam na compreensão do objeto matemático;

- Gimenez (2019), que estuda as relações entre Matemática, arte e tecnologia nos vídeos produzidos por estudantes e professores que participaram do III Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. O autor concentra os seus esforços para entender qual o papel dessas relações, enquanto linguagem multimodal, no âmbito da Educação Matemática.

Dentre todas essas pesquisas, a de Domingues (2014) está inclusa na busca realizada por Borba e Oechsler (2018) – pesquisadores esses que fizeram uma revisão da literatura para ressaltar o uso do vídeo na sala de aula de Matemática. Desse modo, Borba e Oechsler (2018) justificam que esse levantamento também apontou outros trabalhos de revistas (nacionais e internacionais), teses e dissertações publicados de 2004 a 2015, período caracterizado pela quarta fase das tecnologias digitais (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2015). Na época, Borba e Oechsler (2018, p. 184) utilizaram “as seguintes palavras chave para a busca: vídeo, filme, mídia, multimídia e audiovisual e suas variações na língua inglesa e espanhola”. O resultado dessa investigação realça na prática:

[...] como estudantes podem, em uma perspectiva freiriana de diálogo [...], trabalhar com vídeos, ajudando não só a expressar seus conhecimentos, mas também a gerar objetos digitais que possibilitem que outros aprendam e compreendam a forma como eles expressam a Matemática (BORBA; OECHSLER, 2018, p. 183).

Ambos reforçam que essa busca por trabalhos, acompanhada de posterior análise, possibilitou categorizar o uso dos vídeos em três grupos: “(i) gravação de aulas, (ii) vídeo como recurso didático e (iii) produção de vídeos, tanto por alunos quanto por professores” (BORBA; OECHSLER, 2018, p. 185). Ainda, segundo os autores:

Observa-se [...] uma gama diferenciada de produção de vídeos, tanto por professores [...] como por alunos de graduação [...] crianças da Educação Infantil [...] ou alunos do Ensino Médio em projeto de pesquisa [...] Os artigos internacionais já se referem a [...] produção de vídeos em Educação Matemática, explorando a PMD, que consiste em narrativas ou textos multimodais que aliam arte com tecnologia digital, realizando a comunicação de ideias ou conceitos Matemáticos [...] expressas em forma de música, vídeo, poesia [...] (BORBA; OECHSLER, 2018, p. 195).

Esse levantamento realizado por Borba e Oechsler (2018) é uma síntese do trabalho de revisão da literatura que recebe notoriedade em Oechsler (2018, p. 36): “tendo em vista ser a quarta fase a única que apresenta como uma de suas características a utilização e produção de vídeos”. A autora concorda com as disposições de Borba, Scucuglia e Gadanidis (2015) quando enfatizam que a quarta fase das tecnologias digitais é:

[...] caracterizada por diversos aspectos [...] – Multimodalidade: Diversificados modos de comunicação [...]; uso de vídeos na internet; fácil acesso a vídeos em plataformas ou repositórios [...]; produção de vídeos com câmeras digitais e softwares de edição com interfaces amigáveis; [...] – Performance matemática digital: [...] produção audiovisual e disseminação de vídeos na internet [...] (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2015, p. 35-37).

Cabe sublinhar que “o surgimento de cada fase não exclui ou substitui a anterior. Há certa ‘sobreposição’ entre as fases [...] Ou seja, muitos dos aspectos que surgiram nas três primeiras fases são ainda fundamentais dentro da quarta fase” (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2015, p. 37). Embasada nessa perspectiva e no surgimento de inovações tecnológicas que evidenciaram a constituição de cenários qualitativos de pesquisa, em sua tese, a pesquisadora desenvolve o seu trabalho de campo com turmas de estudantes do 9º ano, de três escolas municipais de Blumenau – SC. Assim, organizados em grupos, os discentes trabalharam em equipe, e cada uma delas produziu um vídeo com conteúdo matemático.

É válido explicitar que, em sua pesquisa, Oechsler (2018) aborda um viés qualitativo e direciona o foco ao processo de produção dos vídeos que foi analisado à luz da teoria da semiótica social, da multimodalidade e do construto teórico seres-humanos-com-mídias. Na visão da pesquisadora em questão, os vídeos potencializaram a comunicação multimodal, tendo utilizado os seus produtores diversos modos como oralidade, escrita e representação visual, aliados a gestos, áudio, imagem em movimento, figurino e cenário. Ademais, a autora ressalta que, ao assinalar indícios de aprendizagem, a produção de vídeos se mostrou um processo de caráter coletivo e multimodal que na interação dos seres-humanos-com-mídias contribuiu para a comunicação dos seus produtores.

Nesse viés, Fontes (2019) esclarece que apoiada na revisão da literatura de Oechsler (2018) realizou, também, uma pesquisa:

[...] no catálogo de teses e dissertações da CAPES [...] utilizando o termo vídeo como palavra-chave [...] apareceram 7937 teses e dissertações. [...] refinei os resultados [...] anos de 2016 e 2017, visto que a busca realizada por [...] Oechsler (2018) [...] de janeiro de 2004 até dezembro de 2015 e o início da minha pesquisa foi em 2017 [...] busquei por trabalhos [...] na área de conhecimento de Ensino [...] área de concentração da Educação Matemática (FONTES, 2019, p. 22).

A autora ampliou a sua busca na mesma fonte, Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES⁹, ao utilizar a palavra-chave audiovisual e em seus termos destacou que:

[...] somente um trabalho foi encontrado, sendo que esse também utiliza gravação audiovisual para posterior análise, ou seja, o vídeo é novamente um dado de pesquisa. Portanto, não encontrei nenhum trabalho que tenha sido realizado a respeito da produção de vídeos por alunos e/ou professores durante os anos de 2016 e 2017 no Brasil (FONTES, 2019, p. 22).

Assim, Fontes (2019) direciona a sua pesquisa para investigar como diferentes fatores influenciaram a comunicação matemática nos vídeos produzidos por licenciandos (de Matemática) de um curso a distância da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. No desenvolvimento da investigação, a autora valorizou a abordagem qualitativa realçada no caráter descritivo dos seus registros pessoais. Fontes (2019) adaptou o Método Documentário utilizado na interpretação de filmes para ressaltar o conhecimento atóxico que estava implícito nas produções dos estudantes.

Fontes (2019) buscou identificar ações não expressas diretamente pelos acadêmicos, participantes de sua pesquisa, haja vista que revelam conhecimentos implícitos e compreensões de professores, em formação inicial, relacionados à Matemática e ao processo de ensino e de aprendizagem. A autora admite que as comunicações matemáticas presentes nos vídeos, ligadas às visões de conhecimento dos estudantes, fundamentaram as suas escolhas pessoais. Além disso, a pesquisadora em questão salienta que essas produções refletiram o modelo de ensino vivenciado pelos licenciandos, mas também proporcionaram a eles experimentar uma atividade matemática que pode ser incorporada em suas futuras práticas profissionais. Na visão da autora, embora os vídeos produzidos possuam “tons de domesticação” (FONTES, 2019, p. 141), os licenciandos mobilizaram conhecimentos em relação aos temas abordados, à utilização das tecnologias e à comunicação matemática.

Com o propósito de encontrar trabalhos que abordem temas comuns e que de alguma forma, estejam entrelaçados nas investigações ligadas ao Projeto E-licm@-tube, busquei fazer, também, um levantamento em outras fontes oficiais de consulta.

2.4. Consulta realizada em catálogo de teses e dissertações

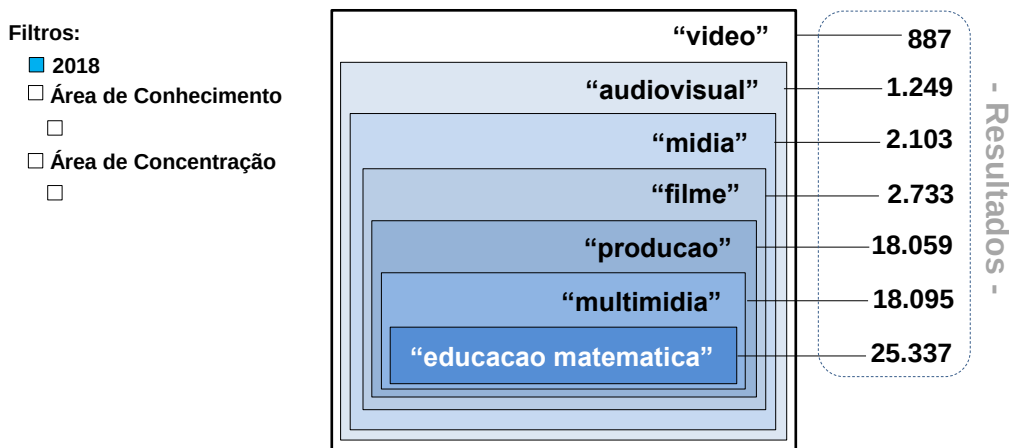
Esta pesquisa me possibilitou compreender como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos. Desse modo, cabe esclarecer que a pergunta norteadora desta pesquisa se aproxima e se

⁹ Fonte: <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>. Acesso em: 10 out. 2020.

distancia das perguntas que direcionaram as investigações de Oechsler (2018) e Fontes (2019) quando são considerados os itens modalidade, nível de ensino e análise dos vídeos. Ademais, foi por essa razão que a pesquisa de ambas as pesquisadoras recebeu especial atenção neste texto, visto que trazem aproximações temáticas, exploram o construto teórico seres-humanos-com-mídias e valorizam a produção dos estudantes no formato de vídeos.

No caso deste estudo, ponderei que as pesquisas de Oechsler (2018) e Fontes (2019) tratam de buscas recentes no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Em especial, Oechsler (2018) apreciou investigações no período de 2004 a 2015 e Fontes (2019) examinou pesquisas referentes aos anos de 2016 e 2017. Em vista disso, restringi a busca que realizei nessa mesma fonte considerando apenas¹⁰ o ano de 2018. Desse modo, sem informar as “Áreas de Conhecimento e de Concentração” iniciei com as palavras-chaves destacadas na Figura 2:

Figura 2 - Resultado da busca efetuada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (1)

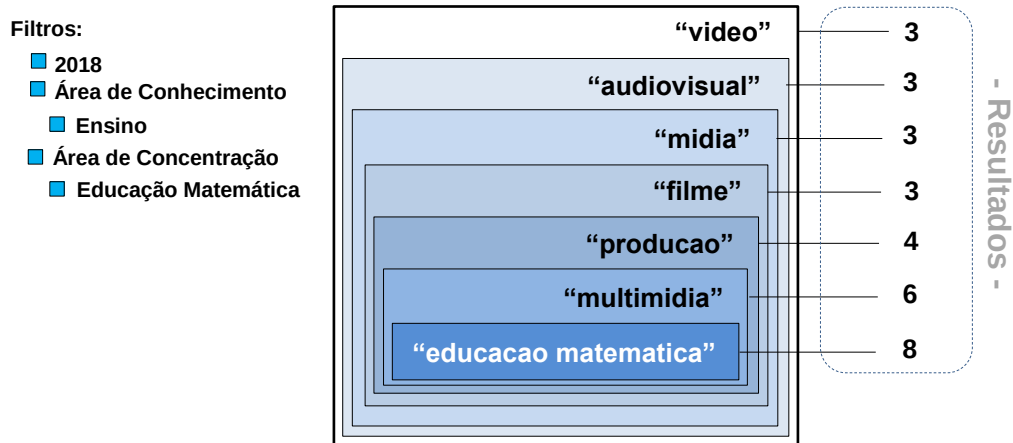


Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante das vultosas pesquisas, ao selecionar “Ensino” na “Área de Conhecimento”, seguido de “Educação Matemática” na “Área de Concentração”, refiz as buscas ilustradas na Figura 3.

¹⁰ Até as últimas buscas realizadas em 15/10/2019, as pesquisas concluídas nesse ano ainda não tinham sido disponibilizadas. Em outras buscas, utilizei também a sequência inversa das palavras-chaves (consultar Apêndice A).

Figura 3 – Resultado da busca efetuada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (2)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa última busca, os filtros mostram oito dissertações de mestrado que não exploram o protagonismo dos estudantes na produção de vídeos. Por essa razão, realizei outra busca com as palavras-chaves “producao de video, algebra linear”, tipo “Mestrado (Dissertação)”, ano “2019”, área de conhecimento “Ensino”, área de concentração “Educação Matemática” e o resultado exibiu 17 trabalhos, dentre os quais dois estão relacionados ao projeto de vídeo estudantil que é coordenado pelo professor Josias Pereira da UFPel. Nesse caso, considere o fato deles terem sido orientados por esse professor. Além disso, por apresentarem alguma semelhança em relação ao processo de produção dos vídeos, selecionei apenas o estudo de Kovalschki (2019). Ressalto que, ao tomar conhecimento desse projeto e de que esse professor participou de algumas bancas examinadoras de mestrado, realizei outra busca com as palavras-chaves “producao de video estudantil” e “algebra linear”, tipo “Mestrado (Dissertação)”, ano “2018”, banca “Josias Pereira da Silva” e área de conhecimento “Ensino”. O resultado dessa busca exibiu dois trabalhos e a diversidade pesou na escolha pelo trabalho de Santana (2018) por ele não ter sido orientado pelo referido professor orientador.

Em especial, o trabalho de Kovalschki (2019) investiga quais representações sobre Geometria são identificadas nos vídeos produzidos por 25 estudantes descendentes da cultura Pomerana¹¹ que cursavam o 8º ano do Ensino Fundamental em uma escola rural de São Lourenço do Sul – RS. A pesquisadora em pauta enfatiza dois aspectos: 1º) sua investigação elencou fatores relacionados à aprendizagem dos estudantes; e 2º) na etnomatemática, a

¹¹ É um povo europeu que, antes da II Guerra Mundial, ocupava uma parte dos territórios alemão e polonês. Ao migrarem para o Brasil, se instalaram em cidades como São Lourenço do Sul – RS e em outras cidades vizinhas da região, sem se esquecerem de preservar os seus costumes e as suas tradições (KOVALSCHKI, 2019).

Matemática que é expressa de forma cultural está inserida num contexto de aprendizagens cotidianas relacionadas a um povo, a um lugar, a uma comunidade.

Valorizando esses dois aspectos, a autora – em busca de responder como os estudantes representavam ideias cotidianas de Geometria na sala de aula – considerou os vídeos que os referidos discentes produziram na etapa de produção dos dados da sua pesquisa. Kovalschki (2019) conclui que a produção de vídeo nas aulas de Matemática desenvolve habilidades, aprendizagens, interações e transforma os sujeitos (professores e estudantes) envolvidos no processo, que aprendem ao se divertirem com o uso do celular para fins educacionais.

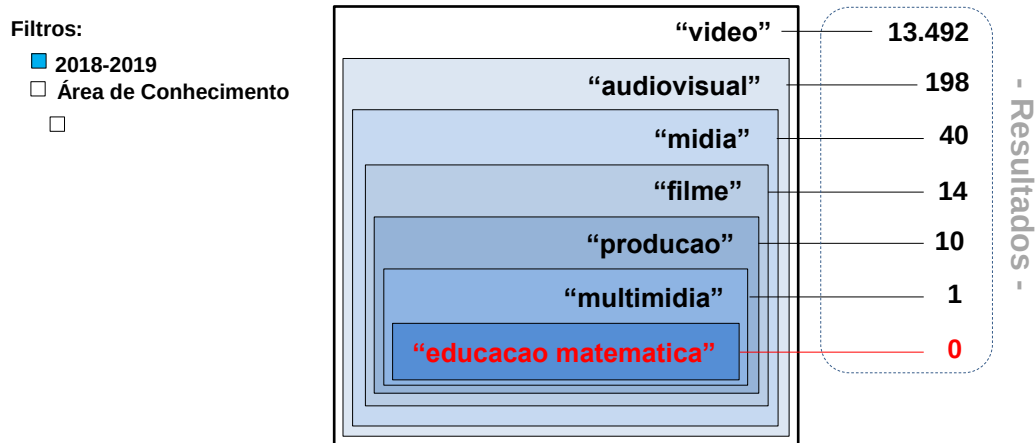
Já o trabalho de Santana (2018) aborda a produção de vídeo estudantil como metodologia de ensino para investir em aprendizagens matemáticas. Em seu estudo, a autora propôs a 32 estudantes do 2º ano do Ensino Médio – do Colégio Polivalente de Vitória da Conquista – BA – que produzissem um vídeo no qual pudessem expressar conteúdos estudados no 3º bimestre de 2014. Por meio dessa atividade, tal pesquisadora explica que os estudantes se sentiram valorizados, incluídos na ação e autores do conhecimento. Nesse cenário, a autora avalia de que forma isso contribuiu para o estímulo e/ou desenvolvimento de inteligências que propiciaram a aprendizagem de sequências numéricas. Convém expor que na produção dos dados dessa pesquisa, foram considerados questionários, depoimentos, trabalho e roteiro escritos, diário de campo, produção e apresentação de vídeos.

Nessa investigação, Santana (2018) verifica a participação dos estudantes em cada etapa do processo de produção dos vídeos, que foi desde a formação de grupos até a apresentação inicial do trabalho. Após analisar os dados, a pesquisadora destaca os resultados da pesquisa ao acentuar que a produção de vídeo estudantil, embora demande trabalho e dedicação, pode viabilizar o protagonismo do estudante na construção do conhecimento e favorecer o trabalho em grupo. Outrossim, enfatiza que a atividade de produção de vídeos colaborou para o desenvolvimento da sua pesquisa e beneficiou o compartilhamento da sua própria prática pedagógica como professora. Além disso, a autora reconhece que essa estratégia é dinâmica e possibilita aos estudantes estabelecer conexões entre a produção de vídeos e outras dinâmicas na sala de aula.

Com vistas a encontrar outros trabalhos que valorizam o protagonismo dos estudantes, recorri também à Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)¹², conforme ilustra a Figura 4.

¹² Fonte: <https://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 10 out. 2020.

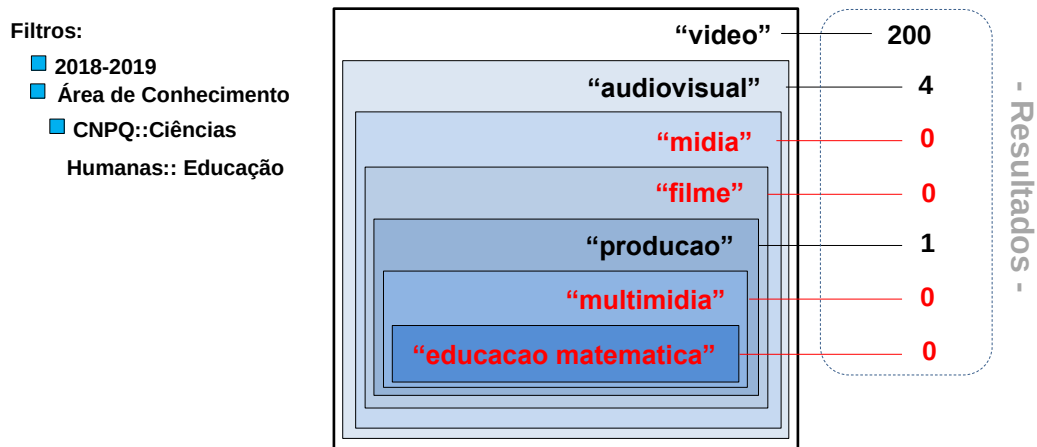
Figura 4 – Resultado da busca efetuada na BDTD (1)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à Figura 4, cabe esclarecer que a palavra-chave (destacada em vermelho), considerando a sequência (de cima para baixo) utilizada na busca, não retornou nenhum trabalho. Nos casos em que isso ocorreu, a palavra-chave foi excluída e uma seguinte foi adicionada. Em relação ao resultado da busca, o sistema exibiu apenas uma dissertação de mestrado sem qualquer relação com os temas explorados nesta tese. Diante disso, considerei no refinamento da busca a “Área de Conhecimento” de forma semelhante ao exibido na Figura 5.

Figura 5 – Resultado da busca efetuada na BDTD (2)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe ressaltar que essa Figura exhibe a ocorrência mencionada no parágrafo anterior, destacada em vermelho, referente à busca realizada com o uso das palavras-chaves “midia”, “filme”, “multimidia” e “educacao matematica”.

Nessa consulta, ao substituir a “Área de Conhecimento” por “CNPQ::Ciências Humanas:: Educação” e utilizar apenas a palavra “video” o sistema exibiu 200 trabalhos, dentre os quais selecionei uma dissertação de mestrado. Nesse trabalho, Pereira (2019) reflete sobre o uso da cultura audiovisual na educação escolar por meio de animações e desenhos de mangá em aulas de Matemática. Dessa pesquisa, participaram 35 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola situada em Pelotas – RS.

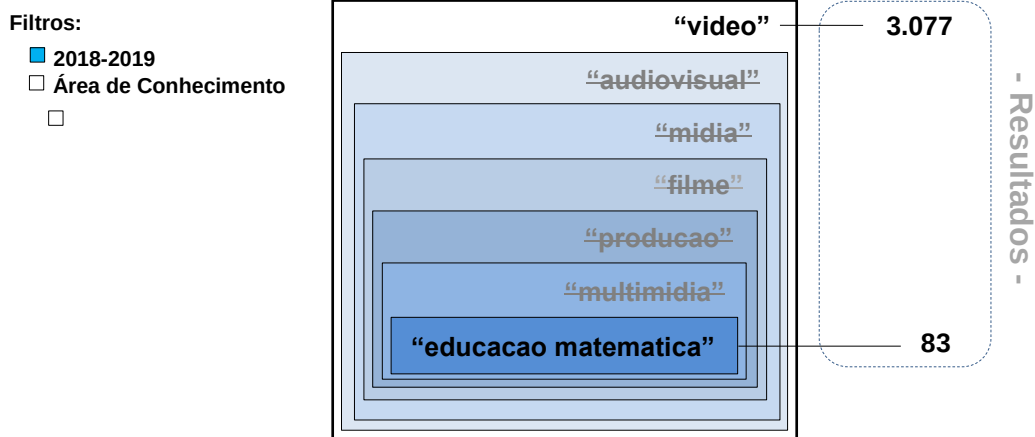
Pereira (2019) considera que as mídias e as tecnologias possibilitam o compartilhamento de práticas de significação e de produção de identidades sociais, nas quais artefatos culturais emergem como potenciais pedagógicos, a exemplo dos jovens da cultura otaku¹³. A pesquisadora explica que esses jovens utilizam as mídias como recursos de sociabilidade para estender os seus ambientes de vida, buscar novos saberes, produzir histórias, compartilhar vídeos, criar conteúdos, conversar sobre seus interesses comuns e seus problemas da adolescência.

Segundo Pereira (2019), o uso da figura humana expressa nos desenhos estilo mangá e dobraduras de *paper toys*, valoriza a cultura, realça a linguagem audiovisual e permite significar diferentes artefatos como potenciais materiais didáticos, úteis para a exploração de diferentes representações que passam pela escrita e pela arte. A pesquisadora em pauta acentua que esses apontamentos possibilitaram entender que práticas juvenis contemporâneas se apresentam como modos de vida, demandados pela produção de imagens com o objetivo de interagir com personagens e de consumir a cultura otaku em produções híbridas de desenhos e de vídeos.

Após realizar as buscas destacadas neste subcapítulo, decidi utilizar somente as palavras-chaves “producao de vídeos” e “educacao matematica”. Do montante de trabalhos exibidos nessa busca li o título, o resumo, as palavras-chaves, a análise dos dados e as considerações finais de cada um deles. Esse percurso propiciou-me chegar às pesquisas de Miranda (2018), König (2019) e Paraizo (2018), as quais valorizam o uso e a produção de vídeos em cenários educacionais. Além do mais, são trabalhos diferentes daqueles desenvolvidos por membros do GPIMEM. A Figura 6 ilustra o resultado da busca com as duas palavras-chave em pauta, com os 83 trabalhos:

¹³ É um termo utilizado para se referir aos fãs de animações (animes) e de histórias em quadrinhos (mangás) que são produzidas no Japão (PEREIRA, 2019).

Figura 6 – Resultado da busca efetuada na BDTD (3)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Miranda (2018) aborda a aprendizagem ativa no ensino de temas ambientais na disciplina de Ciências. Com vistas a instigar o pensamento reflexivo de 32 estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, o autor em questão desenvolve a sua pesquisa, explorada no formato de oficinas, em um colégio público de Londrina – PR. Segundo Miranda (2018), os instrumentos utilizados na produção dos dados estiveram voltados para textos, desenhos, vídeos, apresentações, dentre outros materiais/atividades, que os próprios estudantes produziram. Em especial, nessa pesquisa, os vídeos são considerados atividades práticas que se apoiam na definição de roteiros elaborados pelos estudantes com a supervisão do professor. Nesse sentido, tal pesquisador explica que esses vídeos serviram como modelos para apresentar os registros da pesquisa de campo.

Na análise dos dados, Miranda (2018) elaborou e categorizou níveis de reflexão, a fim de ancorar a análise. Os níveis são os seguintes: interação com o conhecimento; relações sociais do conhecimento com vistas ao cotidiano; relações criativas; e elementos que apontam o significado do meio ambiente. O autor em comento ressalta que o seu trabalho possibilitou discutir o pensamento reflexivo dos estudantes e ajudou a realçar etapas que, segundo ele, mostraram-se significativas durante a realização das atividades. Tais etapas possibilitaram elaborar um modelo pedagógico voltado para a aprendizagem de temas ambientais que podem ser explorados em espaços de predominância tradicional.

Por sua vez, König (2019) articula números primos, divisores de um número natural, medida de área e formas geométricas com um estudo de sementes crioulas, que envolveu uma turma de 5º e outra de 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola multiseriada de Itati – RS. Segundo a autora, nessa prática pedagógica, concebida como atividade intracurricular, foram considerados os princípios da Educação do Campo, os saberes e a cultura dos

estudantes. Na produção dos dados, a pesquisadora assevera que as observações, a prática intracurricular, o caderno de campo, as gravações em áudio dos diálogos e as fotografias auxiliaram na composição dos procedimentos metodológicos.

As atividades de König (2019) envolveram a confecção de cartões-postais como um modelo para a visualização das fases da Lua e a produção de um vídeo sobre o cultivo das sementes de milho crioulo. Após concluírem a pintura desses cartões-postais, a autora explica que os estudantes elaboraram o roteiro dos vídeos para compartilhar as suas experiências com estudantes de uma escola em São Leopoldo – RS. König (2019) conclui que não é possível conceber um único projeto que determine caminhos para o lugar da Matemática no currículo da Educação do Campo, justamente pelo fato de a Matemática ser diversa, assim como, pelo fato de, no cotidiano, o conhecimento não se manifestar e nem se constituir de forma fragmentada. A pesquisadora pontua que os estudantes demonstraram protagonismo na construção do currículo, ao sugerir ou modificar atividades de forma autônoma.

O estudo de Paraizo (2018) explora a modelagem matemática associada a questões ambientais em um contexto de produção de vídeos que envolveu 72 estudantes do Ensino Médio de uma escola pública de Minas Gerais. Segundo o autor, esse estudo exploratório teve como intenção proporcionar um ambiente de aprendizagem que possibilitasse a realização de atividades em grupos, motivasse a reciprocidade e fomentasse a colaboração entre estudantes. Em especial, o autor em discussão investiga as possibilidades de aprendizagem da modelagem matemática, ao valorizar atividades que promovem a produção de vídeos por estudantes, numa perspectiva sociocrítica ambiental voltada para a sustentabilidade, explorando temas que inquietam a comunidade local dos seus entornos.

Paraizo (2018) observa a integração entre os participantes de sua pesquisa durante as atividades de campo (palestras, aulas, diálogos em sessões plenárias, tarefas escritas, seminários, exibição de vídeos e filmes, oficinas, debates, elaboração de vídeos, questionários e entrevistas). Além disso, apoia-se na teoria e nos dados analisados para concluir que os processos pedagógicos ligados à Modelagem Matemática e a questões ambientais promovem a aprendizagem da Matemática e contribuem para que os estudantes se tornem críticos em relação a conhecimentos científicos, culturais, políticos e sociais.

Ancorado nas buscas realizadas nos Catálogos de Teses e Dissertações da CAPES e da BDTD, percebi que as pesquisas que envolvem a atividade de produção de vídeos, de fato, apresentam lacunas e um campo de possibilidades para a realização de estudos que possam evidenciar o protagonismo dos estudantes no processo de produção de vídeos. Isso reforça a

ideia de Borba e Oechsler (2018) sobre a necessidade de realizar pesquisas envolvendo o tema “produção de vídeos com conteúdos matemáticos”.

Assim, amparado pelos trabalhos apresentados neste capítulo, busquei encontrar possíveis lacunas com o foco naqueles estudos que, de alguma forma, valorizam o protagonismo dos estudantes. Nesse sentido, considerei que esses trabalhos não realizaram uma leitura dos vídeos como um produto desacompanhado dos seus processos de produção e de pós-produção, assim como, verifiquei que esses trabalhos não voltaram os seus focos para a possibilidade do produto ser decomposto dentro de uma linha do tempo.

Além disso, ressalto que apresentei essa revisão da literatura a fim de: situar a minha pesquisa; compartilhar diferentes abordagens que valorizam o protagonismo dos estudantes; destacar a importância de oportunizar aos estudantes o papel central no desenvolvimento das suas atividades; e enfatizar que o conhecimento humano ocorre mediante processos de aprendizagem. Ainda nesse caminho, compreendo a pertinência em reiterar a minha justificativa atrelada à realização desta pesquisa. Com o seu desenvolvimento, criei a expectativa de me situar em uma condição para aprender a aprender e para me tornar um professor diferente no retorno a sala de aula. Nessa distinção, almejo um docente criativo, um pesquisador atento às causas sociais e educacionais, sedento por metodologias de ensino que promovam a (trans) formação de profissionais críticos e a transformação da sociedade.

Diante desses argumentos, surgiu o seguinte questionamento: por que não oferecer aos estudantes a liberdade de se expressarem matematicamente a seus modos apoiados nas suas referências? Essa inquietação perpassa a minha trajetória acadêmica e profissional e me possibilita entrelaçar os temas centrais na escrita desta tese. Dessa maneira, como este trabalho de pesquisa pode contribuir para a Educação Matemática? O que precisa ser realçado nele? Sustento que, nesta tese, o foco da investigação destaca o protagonismo dos estudantes e realça o produto acabado em si, pois segundo Vanoyé e Golliot-Letté (1994, p. 20) ele também “diz coisas”. Desse modo, algumas questões técnicas e tecnológicas são levadas em consideração na discussão que permeia esta tese e que envolve as linguagens matemática, fílmica e multimodal.

Mas, qual a força dessas linguagens nas produções dos estudantes? Como eles interagiram com as mídias para produzir significados em seus discursos? Como eles se organizaram para produzir os vídeos? Como esta tese pode dialogar com a comunidade de educadores matemáticos? Ao longo deste trabalho de investigação, reflito sobre essas questões apoiado nos dados com o propósito de responder à pergunta de pesquisa e de apontar encaminhamentos para o campo da Educação Matemática.

Na sequência, compartilho o resultado das buscas realizadas por estudos que valorizam o protagonismo dos estudantes na produção de vídeos. Esses trabalhos são resultados de pesquisas, publicadas em periódicos, que foram encontradas por meio das buscas efetuadas no Google, mediante as palavras chaves “protagonismo”, “estudantes”, “matematica” e “producao de videos”.

2.5. Busca efetuada em periódicos

O estudo de Felcher *et al.* (2017) investiga a produção de vídeos sobre conteúdos matemáticos dos anos finais do Ensino Fundamental. Participaram desse estudo 256 estudantes do curso de Licenciatura em Matemática a distância, vinculado a seis polos presenciais do Rio Grande do Sul. Segundo os referidos autores, é importante aproveitar as potencialidades das tecnologias, pois diferentes pesquisas têm sinalizado as suas contribuições no processo de ensino e de aprendizagem. Em especial, tais estudiosos abordam vídeos educativos em uma atividade, haja vista que compreendem que essa tecnologia está presente na vida das pessoas, assim como, é fácil de produzi-la e de compartilhá-la.

Felcher *et al.* (2017) entendem que a produção de vídeos educativos requer do discente um trabalho de autoria, de produção e de pesquisa. Desse modo, tais autores avaliam uma discussão proposta na disciplina Seminário Integrador I, em 2016/2, acerca da contextualização, diferença e coerência associadas ao ensino de Matemática. Dos três vídeos analisados na investigação, os autores observam que essa prática educativa ajudou a desmistificar um ensino de Matemática limitado a cálculos. Ainda, esses pesquisadores sugerem que essa vivência motiva os estudantes a explorar o ensino de determinado conteúdo associado à produção de vídeos, assim como, traz um novo olhar voltado para o ofício de ensinar do professor.

Já o trabalho de Borba e Oechsler (2018), compartilha uma revisão da literatura que inclui oito dissertações de mestrado, 12 artigos publicados em periódicos nacionais e 18 artigos internacionais para apresentar o uso do vídeo na sala de aula de Matemática que se popularizou com o advento da internet rápida. Na visão dos autores, esse tema não é um assunto novo na Educação e enfatizam, inclusive, que o uso dessa tecnologia tem sido facilitado com a venda de equipamentos acessíveis, a saber, equipamentos que oferecem condições para que qualquer pessoa possa produzir vídeos e não somente aquelas com formação técnica na área.

Os autores citados reforçam que a revisão da literatura realizada por meio de buscas, a partir de 2014, possibilitou classificar o uso de vídeos. Nesse levantamento, foram percebidas algumas lacunas que integrantes do GPIMEM utilizam em suas pesquisas para fomentar várias discussões acerca da produção de vídeos – que é promovida de forma colaborativa e multimodal – assim como, incentivar o intercâmbio entre produções de licenciandos e de estudantes da Educação Básica, a fim de estimular o diálogo na perspectiva freiriana.

Por sua vez, Borba, Neves e Domingues (2018) discutem a docência sob a perspectiva de ações colaborativas que utilizam as tecnologias no ensino de Matemática. Segundo os autores, a investigação se volta para educadores e educandos que produzem vídeos matemáticos de forma colaborativa. Tais estudiosos enfatizam que o processo de produção de vídeos aproxima a relação horizontal nas aulas de Matemática e proporciona uma formação crítica. Como objeto de análise, apoiados nos relatos de uma entrevista, os autores discutem o vídeo “Educação Financeira no cotidiano”, o qual foi premiado no I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática.

A análise desse material revela que a educadora transforma a sua zona de risco em zona de conforto, passa a atuar como coorientadora na produção de vídeos e concede autonomia aos educandos na investigação de temas sociais. Nesse processo, fica caracterizado que a educadora também aprende com os educandos em um contexto tecnológico e investigativo. Outro ponto sublinhado por Borba, Neves e Domingues (2018) diz respeito às potencialidades de uma mídia, as quais ganham força na medida em que as práticas pedagógicas são adaptadas para orientar a elaboração de roteiros, de filmagens e de edições, visto que a plasticidade da linguagem do vídeo oferece contrastes quando comparado à rigidez da escrita.

O estudo de Brum e Pereira (2018) identifica a forma como 24 estudantes do nono ano do Ensino Fundamental – de uma escola da rede pública do interior do Rio Grande do Sul – se apropriam da construção de conhecimentos matemáticos quando utilizam tecnologias digitais. Os autores edivenciam que, embora o educador vivencie as mudanças tecnológicas, ele é capaz de enfrentar a realidade e as adversidades do meio educacional, assim como, tem condições de utilizá-las como engrenagens para sobreviver em sociedades contemporâneas, nas quais os estudantes estão imersos, conectados e familiarizados com o mundo digital e com aplicativos de celulares inteligentes.

Nesse sentido, Brum e Pereira (2018) reconhecem o caráter inovador dos softwares de geometria dinâmica e a utilização dos dispositivos móveis na sala de aula, buscando construir espaços de aprendizagem que priorizem a investigação matemática. Na análise dos dados,

esses pesquisadores percebem que, a partir das possibilidades de experimentações, os estudantes construíram conhecimentos matemáticos e, diante disso, argumentam que o professor não pode apenas transmitir o conceito pronto para esses estudantes. Ademais, necessita criar condições para que os discentes tenham acesso ao conhecimento científico e, por meio de conceitos internalizados, consigam fazer suas significações.

Já o trabalho de Neves e Borba (2019b) analisa como 85 estudantes do curso de Licenciatura em Matemática a distância da Universidade do Estado da Bahia combinam recursos semióticos para expressar ideias matemáticas por meio de vídeos. Segundo os autores, esse uso combinado de recursos semióticos caracteriza a intersemiose e viabiliza as expansões semânticas no discurso matemático. Os pesquisadores acentuam que a natureza multimodal dos vídeos realça a intersemiose entre os diferentes recursos semióticos e favorece a ocorrência de transformações do conhecimento matemático.

No entendimento dos autores citados, a produção de vídeos surge como um recurso pedagógico para introduzir a tecnologia na sala de aula de Matemática. Na análise das produções, esses pesquisadores apresentam apenas um recorte associado ao vídeo *Uso prático da Geometria Analítica* e relatam que os estudantes relacionam conteúdo matemático com problemas práticos. Assim, acrescentam que esse artefato produzido na atividade representa o resultado da ação coletiva de seres-humanos-com-mídias. Nessa análise, os autores enfatizam que a interação entre recursos semióticos nas produções se difere do formalismo simbólico que normalmente é utilizado na solução de problemas.

Souza, Fontes e Borba (2019) discutem a produção de vídeos realizada por 51 estudantes da UFRR, a qual envolveu demonstrações matemáticas. Os autores buscam estabelecer relações de como a tecnologia digital coparticipa da produção de conhecimento matemático e, para tal, consideram uma experiência vivenciada com a disciplina Geometria Analítica, ministrada em cursos de Graduação, entre os anos de 2011 a 2016. Os autores enfatizam que essas experiências levaram a observar o comportamento dos estudantes na sala de aula e a produzir reflexões sobre a utilização das tecnologias digitais na Educação Matemática.

Souza, Fontes e Borba (2019) se empenham em responder o seguinte questionamento na análise dos dados: Os vídeos revelam o entendimento dos estudantes sobre demonstrações matemáticas? Como eles interagiram com as tecnologias digitais ao realizarem atividades? De que maneira a tecnologia coparticipou da produção de conhecimento matemático? Na visão dos autores, os dados revelam que: a interação com as tecnologias digitais enriquece a comunicação matemática; as soluções particulares são consideradas como demonstrações; e a

coparticipação da tecnologia digital auxilia na produção de conhecimento, na verificação das proposições e na visualização dos objetos.

Por sua vez, Brum *et al.* (2019) analisam a produção de vídeos realizada por 24 estudantes do 9º ano de uma escola pública de Rio Grande – RS. Segundo os autores, a atividade incluiu uma intervenção pedagógica na qual esses estudantes produziram quatro PMD, em grupo, inspirados na obra *O Diabo dos Números* que tem cenas adaptadas às dificuldades de aprender Matemática na escola. Além disso, explicam que, para realizar essa atividade, os estudantes leram e discutiram cada um dos capítulos dessa obra com a turma e, reunidos em grupos, elaboraram um roteiro com as principais ideias envolvendo a Matemática.

Os autores em comento destacam que, embora sejam diferentes, os vídeos produzidos pelos estudantes se relacionam quanto ao tema que envolve o medo da Matemática, percebendo que, no ambiente escolar, esses estudantes demonstram o interesse pelo uso de dispositivos móveis. Isso, em especial, motivou os professores a propor a produção de PMD como estratégia de ensino. Os resultados mostram que o objetivo da atividade foi alcançado, visto que os discentes atenderam às solicitações e disseram ter gostado da proposta ao ressaltarem que foi possível desconstruir estereótipos e enxergar a Matemática de uma forma diferente.

O trabalho de Borba e Canedo Junior (2020) propõe reflexões em um estudo exploratório que envolve nove participantes de um minicurso e que integra método de ensino, modelagem e produção de vídeos na Educação Matemática. Os autores explicam que a modelagem pode ser compreendida como um processo de resolução de problemas, no qual a Matemática é aplicada em contextos não matemáticos. Em particular, os estudiosos mencionados esclarecem que a modelagem matemática elabora aproximações para tratar problemas reais e que esse estudo ajudou a refinar os objetivos da pesquisa e contribuiu com a escolha do seu design metodológico.

Dando continuidade, os autores em questão acrescentam que as interações entre semiótica e tecnologia possibilitam entender o papel dos vídeos como ator educacional e que, nessa condição, eles oferecem outras formas de se expressar matematicamente, por meio da multimodalidade. Na análise dos dados, Borba e Canedo Junior (2020) avultam que: o uso da tecnologia permite exhibir todo o experimento e não apenas o dado obtido a partir dele; as proposições e as soluções, apresentadas por meio de vídeos, viabilizam a elaboração de novos problemas pelos estudantes; e o protagonismo da lousa e da oralidade manifesta o predomínio dessas mídias na cultura escolar.

Já Oechsler e Borba (2020) discutem como a produção de vídeos matemáticos pode contribuir para expandir as fronteiras da sala de aula. Os autores fundamentam essa discussão na teoria da semiótica social que considera o contexto e as negociações entre os seus atores para analisar os significados produzidos por intermédio desses vídeos. Nessa investigação, o cenário envolve estudantes do Ensino Médio de três escolas municipais de Blumenau – SC, com idades entre 13 e 14 anos. Além disso, inspira-se na ideia de professores e pesquisadores associada à crença de que esses estudantes tinham algum conhecimento acerca dos conteúdos matemáticos.

Apoiados nos dados, Oechsler e Borba (2020) ressaltam que esses produtores de significados mudaram a forma utilizada para explicar o conteúdo do vídeo, ao recorrerem a outros modos, além da linguagem matemática. Nesse viés, esse material, em especial, originado na sala de aula submetido ao “I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática”, proporcionou que o aprendizado dos estudantes se propagasse para fora do espaço escolar, atingisse outros ambientes e, como produção coletiva de seres-humanos-com-mídias, tornasse o vídeo integrante de outros coletivos com agência própria. Esse termo, agência própria, é utilizado por Oechsler e Borba (2020) para fazer referência ao vídeo como um produto de coletivos de seres-humanos-com-mídias que tem o poder de ação na comunicação multimodal. Nesse sentido, os autores entendem que a produção de vídeos ajuda os educadores matemáticos a superarem uma nova fronteira na sala de aula.

Essa superação é vista com cautela por Elgelbrecht, Llinares e Borba (2020). Por um lado, os autores sobrelevam que a pandemia provocada pela COVID-19 colaborou para as novas abordagens educacionais refletirem as mudanças na tecnologia. Por outro lado, reforçam que a existência de diferenças digitais e desigualdades sociais devem ser levadas em consideração em vários países, pois muitos estudantes e professores não têm acesso à tecnologia e à conectividade. De todo modo, os autores mantêm a esperança de que as políticas educacionais se modernizem, tanto para oferecer aos professores melhores condições de trabalho, como para oportunizar aos estudantes a possibilidade de decidir a matemática que querem aprender ao interagirem com as tecnologias. Na visão desses autores, a integração com a tecnologia favorece os professores, com vistas a criarem experiências de aprendizagem que transformam a atividade dos estudantes na sala de aula.

Foi por essa razão que me apoiei em trechos da letra *Dias de luta* de Edgar Scandurra para utilizar no título deste capítulo *Uma reflexão inicial* como metáfora, em especial, para ressaltar que esse protagonismo dos estudantes me possibilitou uma aproximação com a revisão da literatura. Ademais, uma vez apresentado o que realço nesta investigação, destaco

que os seus percursos viabilizaram a observação dos dados à luz da análise fílmica, da multimodalidade e do construto teórico seres-humanos-com-mídias, a saber, esses são os referenciais trazidos no próximo capítulo.

Quando está escuro
E ninguém te ouve
[...]
Há uma luz no túnel
Dos desesperados
Há um cais de porto
Pra quem precisa chegar
[...]

Herbert Vianna¹⁴

3 O APORTE EM UM CAIS

No capítulo anterior, apresentei trabalhos que empregam tecnologias em diferentes contextos e que me levaram a refletir sobre o protagonismo dos estudantes na produção de vídeos. Inspirado em trechos da música *Lanterna dos afogados* de Herbert Vianna, percebi, com essas reflexões, a necessidade de aportar em um cais que me oferecesse suporte no desenvolvimento desta investigação. Esse cais representa o referencial teórico no qual aportei em busca de responder à seguinte pergunta de pesquisa: como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos?

3.1. Seres-humanos-com-mídias

De forma geral, as mídias na educação têm sido um tema recorrente de debates na sociedade e nos espaços que cercam a academia. Na visão de Lévy (1993, p. 7), no que se refere à “metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos”, isso também se deve a uma relação de dependência entre homens, trabalho e inteligência. Essa metamorfose influencia os ambientes de convívio e o comportamento das pessoas, em especial, atinge os processos educacionais em diferentes países e mobiliza discussões entre os seus diversos setores. No Brasil, por exemplo, sob a alegação de que o sistema educacional agoniza, imprensa, instituições de ensino, políticos, empresários, professores, gestores, entre outros, posicionam-se a seus modos e, muitas vezes, enviam falas associadas a algo que se assemelha a essa metamorfose citada por Lévy (1993), mais especificamente, para discutir a implementação desses dispositivos informacionais na sala de aula e defender pontos de vista sobre as necessidades que levam repensar, reestruturar e modernizar o ensino.

¹⁴ É músico, vocalista, guitarrista e compositor nascido em João Pessoa – PB que, ao se mudar para o Rio de Janeiro – RJ, fundou a banda Paralamas do Sucesso com amigos (Fonte: <https://medium.com/@lucianapiva/a-origem-dos-paralamas-do-sucesso-e3590820f942>). Após 12 anos de carreira musical, inspirado no romance *Jubiabá* de Jorge Amado, ele escreve *Lanterna dos afogados* que se tornou um dos hits da banda (Fonte: <https://www.letras.mus.br/blog/analise-lanterna-dos-afogados/>). Acesso em: 24 nov. 2020.

Em meio aos debates desses diferentes grupos, surgem preocupações de natureza política e cultural relacionadas a esse tema. De acordo com Lévy (1993), essa razão justifica a necessidade de ficar atento às transformações ocorridas na sociedade, pois:

[...] não há informática em geral, [...] mas sim um campo de novas tecnologias intelectuais [...] parcialmente indeterminado [...] Os dirigentes das multinacionais, os administradores [...] e os engenheiros [...] sabem perfeitamente (coisa que a direção da Educação nacional [francesa] parecia ignorar) que as estratégias vitoriosas passam pelos mínimos detalhes “técnicos”, [...] e que são todos inseparavelmente políticos e culturais [...] (LÉVY, 1993, p. 9).

Esse autor compreende que o papel das tecnologias intelectuais condiciona a maneira de pensar dos indivíduos em uma sociedade e se mistura à inteligência humana sem substituir o pensamento. Segundo Lévy (1993), as tecnologias intelectuais são historicamente datadas,

[...] situam-se *fora* dos sujeitos cognitivos, como este computador sobre minha mesa ou este livro em suas mãos. Mas elas também estão *entre* os sujeitos como códigos compartilhados, textos que circulam, programas que copiamos, imagens que imprimimos e transmitimos por via hertziana [...] estão ainda nos sujeitos, através da imaginação e da aprendizagem. Mesmo com as mãos vazias [...] pensamos com escritas, métodos, regras, compassos, quadros, grafos, oposições lógicas, cantigas algorítmicas, modos de representação e de visualização diversos (LÉVY, 2010, p.176).

Mas, do que trata esse campo de novas tecnologias intelectuais? Em seu trabalho, Lévy (1993) admite que nesse campo os conflitos e as indefinições cercam as oportunidades, ao mesmo tempo em que encobrem as possibilidades de serem produzidos avanços acerca dessa relação de dependência entre homens, trabalho e inteligência. Esse autor critica a falta de tomada de decisões governamentais apoiada na concepção da técnica, decisões essas que afetariam as relações do ser humano com as máquinas. Desse modo, o teórico em comento deixa transparecer que “possivelmente” o tema em questão não era assim tão familiar para políticos, nem “totalmente” conhecido por pesquisadores e pelos demais grupos envolvidos nesses debates.

De lá pra cá, com o passar desses quase 30 anos do posicionamento de Lévy (1993), pode ser que esse cenário não tenha sofrido tantas alterações no que diz respeito ao conhecimento que se tem sobre ele. Os conflitos e as indefinições acentuadas pelo referido teórico ainda parecem existir, o que concebe espaço para expor que não se esgotaram todos os argumentos possíveis. Todavia, as novas tecnologias intelectuais provocam uma abertura para o conhecer que, entre outras coisas, afeta “a cognição humana e, conseqüentemente, como os computadores podem mudar a educação” (BORBA; VILLARREAL, 2005, p. 11, tradução nossa)¹⁵. Esse afetar a cognição está relacionado às possíveis interações a que estão sujeitos os

¹⁵ computers affect human cognition and, consequently, how computers can change education.

humanos e os dispositivos informacionais. A partir dessas interações, as experiências com relação à produção de conhecimento fortalecem a noção de que o pensar conjuntamente resulta dessa relação humana com as novas tecnologias intelectuais. Nesse sentido, humanos e máquinas não podem ser vistos individualmente, justamente por cederem e ocuparem espaços nessa relação de dependência entre homens, trabalho e inteligência que se constitui em uma espécie de rede. Grosso modo, uma rede pode ser definida como um conjunto de entidades que estão interligadas para atingir um determinado propósito. Sendo assim, essa conexão entre entidades revela que há compartilhamento de informações e, por sua vez, produção de conhecimento. Em redes como essas, compostas por humanos e máquinas, por exemplo, o pensar é coletivo e as potencialidades individuais desses atores (humanos e máquinas) são realizadas nos processos de reorganização do pensamento.

Lévy (1993) vislumbrava esse campo de novas tecnologias intelectuais e fazia vários questionamentos com relação ao posicionamento e as decisões do governo francês. Por isso, tal teórico criticava as políticas educacionais desse país que, naquela época (década de 1980), não atentavam para os detalhes técnicos, aparentemente desprezíveis, mas que podiam influenciar o presente e o futuro das gerações francesas apoiadas em uma concepção da técnica que, inclusive, ajudasse a compreender o funcionamento das engrenagens envolvidas nessa relação de dependência entre homens, trabalho e inteligência.

Na oportunidade, ao referir-se à informática escolar na França, o autor mencionado reflete sobre o tema e tece as suas críticas, assim como, alega que as experiências das gestões públicas anteriores não serviram como lições para aquele país. Lévy (1993, p. 8) enfatiza que “durante os anos 80, quantias consideráveis foram gastas para equipar as escolas e formar os professores”. Ainda nessa esfera, o estudioso afirma que salvo as experiências positivas, associadas ao entusiasmo de alguns desses profissionais, o investimento produziu um resultado decepcionante. Desse modo, o autor sugere que a integração da informática supõe o abandono de um hábito antropológico milenar como algo “que não pode ser feito em alguns anos” (LÉVY, 1993, p. 9). A exemplo das gestões públicas francesas, parece que as sociedades não querem enxergar isso ou, então, “se fazem de desentendidas” para valorizar os seus próprios interesses, sem perceber que esses seus representantes enganam a si e aos outros, assim como, sem considerar as oportunidades de produzir avanços para o país nessa relação entre humanos e máquinas.

Lévy (1993), ao abordar o tema relacionado à Educação, à política e à cultura, questiona, então se:

[...] foram analisadas as transformações em andamento da ecologia cognitiva e os modos de constituição e de transmissão do saber a fim de orientar a evolução do sistema educativo a longo prazo? Não, apressaram-se em colocar dentro da sala de aula as primeiras máquinas [...] Em vez de conduzir um verdadeiro projeto político, [...] certo ministro quis mostrar a imagem da modernização, [...] Uma concepção da técnica e de suas pretensas “necessidades”, às quais acreditou-se (ou fez-se acreditar) que era necessário “adaptar-se”, impediu o governo e a direção da Educação nacional de impor fortes restrições aos construtores de material e aos criadores de programas [...] Seus comandatários parecem não ter entendido que a política e a cultura podem passar pelo detalhe de uma interface material, ou por cenários de programas bem concebidos (LÉVY, 1993, p. 9).

Cabe observar que, nesse universo no qual estão envolvidas Educação, política e cultura, essa ecologia cognitiva representa a forma como Lévy (1993) considera esse campo de novas tecnologias intelectuais relacionado à dependência entre homens, trabalho e inteligência. Assim, o autor sobrealça a existência de vida em ambientes educacionais, a qual é promovida por meio dessa relação que leva o ser humano a reorganizar o pensamento envolto nessa ecologia cognitiva.

Lévy (1993) acentua que na ecologia cognitiva – composta por homens, trabalho e inteligência – essas relações entre Educação, política e cultura não foram consideradas, de tal modo que uma concepção da técnica privilegiasse toda e qualquer produção de conhecimento em favor da modernização do ensino.

De acordo com Lévy (1993), essa ecologia cognitiva sugere uma relação com os novos conhecimentos produzidos, frutos das interações ocorridas em ambientes nos quais estão inseridos homens e dispositivos informacionais. Por si só, essas interações se configuram dinâmicas, no sentido de que elas provocam movimentos capazes de estimular outras formas humanas de perceber e de conhecer, induzidas pelos processos de reorganização do pensamento. Ou seja, os dispositivos informacionais nessa ecologia cognitiva que são desenvolvidos por humanos (programadores) interagem com outros humanos (usuários). Dessas interações resultam a produção de conhecimento que é caracterizada pelas relações de dependência entre usuários e programadores, usuários e softwares, humanos e não humanos, a saber, interações essas que afetam a cognição, agregam as individualidades, mas também realçam a coletividade desses atores. Nesse envolvimento coletivo, a ecologia cognitiva promove o agenciamento de espaços que auxiliam a constituição dessas interações e influenciam os seus possíveis resultados, quando, nesse processo, estão envolvidos humanos e tecnologias.

Todavia, o que Lévy (1993) quis dizer com esse verdadeiro projeto político? Qual a relação desse projeto com a concepção da técnica? Por que esse projeto envolve política e cultura? Que detalhe é esse acerca da interface material ou de programas bem concebidos?

Entendo que esses questionamentos envolvem as transformações ocorridas na sociedade de tempos em tempos e as interações entre humanos e máquinas que possibilitam outras formas de conhecer, de reorganizar o pensamento e de produzir conhecimento. Segundo Lévy (1993), nesse universo, cabe observar o comportamento dessa ecologia cognitiva, como se relacionam as dimensões técnicas e coletivas da cognição para compreender essa dependência que existe entre homens, trabalho e inteligência, conforme enfatizado pelo autor.

De forma geral, situações como essas enfatizadas por Lévy (1993) estimulam o debate e o que está em xeque nos vários posicionamentos é a melhora da aprendizagem, razão essa que tem sido cercada de “críticas”, assim como de “sugestões”. Lévy (1993) sublinha que esse comportamento desvaloriza o olhar para a técnica. Naquele tempo (década de 1990), o autor pretendeu alertar isso ao dizer que “novas maneiras de pensar e de conviver” (LÉVY; 1993, p. 7) estavam sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática, contudo não eram passíveis de percepção. Desse modo, tal teórico releva que já emergia, no final do século XX, um conhecimento por simulação que ainda não tinha sido inventariado pelos epistemologistas. Borba e Villarreal (2005) atentam para isso ao agrupar, em uma unidade básica de produção de conhecimento, um construto teórico composto por um coletivo de seres-humanos-com-mídias. Nesse construto, o termo “mídias” é uma referência às mídias digitais (dispositivos informacionais) e às mídias não digitais, a exemplo da oralidade, da escrita, entre outras.

Ao refletir sobre essa coletividade que envolve os humanos e as mídias, temas como família, desinteresse, motivação, dentre outros, emergem atrelados a uma necessidade de mudança na forma de pensar os sistemas educacionais, os espaços, os dispositivos informacionais e as estruturas físicas. Isso se deve a diversos problemas que têm afetado professores, estudantes e a própria sociedade.

Borba (2002, p. 136), ao escolher um desses temas e versar sobre ele, sugere que “não tem havido discussão teórica relativa à motivação e que essa motivação é passageira em relação a um dado software”. Em outras palavras, Borba (2002) não considera que a motivação deva ser a razão para o uso de software. Embora as mudanças de tempos em tempos provoquem essa percepção para alguns ou para muitos, isso tem passado despercebido nos debates com relação à motivação. Nesse sentido, é assim que entendo o discurso de Borba (2002).

Na visão de Borba (2002), mesmo que as mídias marquem época e sejam contemporâneas, elas também se diferenciam qualitativamente entre si. Além do mais, o autor argumenta que há diversos problemas em relação à melhora da aprendizagem, visto que a

visão de tecnologia associada ao conhecimento destoa em alguns debates e, desse modo, “se mostra altamente problemático fazer comparações que possam ser expressas em resultados como ‘melhor’ ou ‘pior’” (BORBA, 2002, p. 136). Tal teórico, então, apropria-se disso para estender a sua visão de conhecimento, relacionando-a ao uso da tecnologia na sala de aula. É por essa razão que as suas pesquisas não visam à melhora da aprendizagem, mas buscam investigar as possibilidades de interação que ocorrem entre humanos e não humanos e como diferentes tipos de problemas são gerados e/ou resolvidos. Nesse sentido, Souto (2013, p. 71) admite que a partir dessas interações a reorganização do pensamento realça as “múltiplas possibilidades e restrições que essas mídias oferecem” e que o conhecimento produzido é influenciado pelo uso dessas mídias.

3.1.1. *O conhecimento produzido*

Para fundamentar as suas ideias, Borba (2002, p. 136) subsidia-se em duas noções: “a de reorganização (TIKHOMIROV, 1981) e a de relação entre técnica, conhecimento e história (LÉVY, 1993)”. Em seu texto, Borba (2002) discorre sobre a visão de conhecimento que sustenta, a fim de afirmar que uma mídia como a informática não substitui ou suplementa o pensamento humano. Nessa ótica, Borba e Villarreal (2005) destacam que o argumento utilizado por Tikhomirov (1981) contraria a visão desfigurada daqueles que consideram os computadores como substitutos dos seres humanos. Cabe observar que o sentido enfatizado por Tikhomirov (1981) se refere à substituição do pensamento humano por programas de computador e não à substituição de humanos em postos de trabalho, de modo que as tecnologias desempenhem atividades no mesmo nível.

De acordo com Borba e Villarreal (2005), uma questão não abordada por Tikhomirov (1981) nessa visão de conhecimento contraria a ideia de substituição, em meio aos avanços tecnológicos. pois tal ideia pode ser interpretada pela opinião pública como as máquinas que eliminam os postos de trabalhos humanos em diversos setores. Borba e Villarreal (2005) admitem que as máquinas, ao substituírem os trabalhadores das fazendas, assim como, os computadores e a robótica substituírem os trabalhadores em vários níveis, não significa dizer que essas formas de “substituição” sejam equivalentes. Por sua vez, Tikhomirov (1981) descarta esse entendimento que prioriza a substituição dos humanos pelas máquinas, haja vista que considera essas duas formas de substituição diferentes.

Desse modo, Tikhomirov (1981) discorda dos argumentos de vários teóricos que veem o computador como substituto das funções do ser humano, na medida em que a evolução

histórica da máquina mostra a existência da melhora no seu desempenho de tempos em tempos. Borba (2002), por sua vez, provoca alguns desses teóricos ao dizer que:

[...] subjacente a tal proposta está uma visão de conhecimento como algo fragmentado. Dessa forma, pensamentos complexos podem ser sempre decompostos em outros cada vez mais simples e a união dessas funções singulares geram a complexidade do pensamento (BORBA, 2002, p. 136).

Ao considerar essas ideias de decomposição e união associadas à complexidade do pensamento, Borba (2002) apoia-se nas ideias de Tikhomirov (1981) para, então, criticar essa visão de conhecimento ao argumentar que complexidade, decomposição e simplicidade não se aplicam para esse fim. Mas, para qual fim? O de tentar explicar o quão complexo é o pensamento humano e de como ele se constrói, se articula, se verbaliza. Na visão de Borba (2002), teorizar dessa forma é limitar a capacidade do pensamento humano. Assim, esse autor prefere sustentar que estão envolvidos valores e processos heurísticos quando o ser humano pensa e, portanto, eles não podem ser decompostos e analisados separadamente para serem reagrupados, sob a justificativa de que essa junção representa a complexidade do pensamento.

Entretanto, e se o pensamento humano estiver condicionado por tecnologias informáticas? Segundo Scucuglia (2006, p. 88), em situações como essa, há o envolvimento de dimensões heurísticas que permitem “um momento de investigação, de descoberta de resultados, de elaboração de conjecturas”. Nessas ocasiões, o pensar é coletivo e se apoia nas interações entre humanos e máquinas. Nesse sentido, Borba (2002) concorda com Tikhomirov (1981) e, desse modo, prefere ressaltar que o “pensamento não é apenas ter a capacidade para resolver um dado problema, mas também envolve o caminho utilizado para resolvê-lo [...] e também a própria escolha do problema como parte do pensamento” (BORBA, 2002, p. 136).

Borba (1999, p. 286) já havia observado que “a refutação desta abordagem é baseada em uma visão de conhecimento na qual a escolha do problema é fundamental e está intimamente relacionada com seus entornos socioculturais”. Assim, entende que a relação entre informática e ser humano não é de substituição, sob a justificativa de que não se pode conceber o pensamento dessa forma, decompô-lo para simplificá-lo e recompô-lo para tentar explicá-lo. O autor não concebe que as tecnologias suplementam o ser humano, conforme propõe a “teoria da suplementação”. Diferentemente disso, defende, por exemplo, que a informática é uma mídia reorganizadora do pensamento, que o conhecimento é um empreendimento coletivo e que, nesse processo cognitivo, artefatos e mídias são aliados. Nessa visão, os artefatos são resultados de produções humanas e as “mídias são componentes do sujeito epistêmico, não são auxiliares nem suplementares, mas uma parte constitutiva

essencial” (VILLARREAL; BORBA, 2010, p. 51, tradução nossa)¹⁶ que é empregada para produzir conhecimento.

Essa ideia é central e fundamenta o construto teórico seres-humanos-com-mídias, pois “realça a natureza coletiva da produção de conhecimento; sugere a participação de mídias distintas no processo de produção de diferentes conhecimentos; atribui a elas (mídias) o papel de protagonistas” (SOUTO, 2013, p.76). É por essa razão que, no entendimento de Borba (2002), o que está presente nessa ideia de suplementação é um trabalho conjunto de justaposição entre tecnologia e ser humano, assim como, uma divisão de tarefas entre informática e pensamento que acontece sem qualquer interação. Desse modo, Borba e Villarreal (2005, p.11)¹⁷ ao desconsiderarem também esse entendimento de que “o computador é simplesmente um complemento para os seres humanos” acentuam que Tikhomirov (1981) alega ser essa noção de suplementação uma abordagem que vê os humanos como processadores de informações em quantidades cada vez maiores, sendo auxiliados pelas máquinas. Borba e Villarreal (2005) admitem que esse entendimento reflete uma visão quantitativa e não qualitativa se forem consideradas a influência dos computadores na atividade humana.

Nesse sentido, vistos como ferramentas, esses computadores seriam os componentes em condição de receber maior destaque na atividade humana, pois eles criam, nas palavras de Tikhomirov (1981, p. 270) uma “singularidade qualitativa em comparação com o comportamento animal”. Na visão desse autor, é a ferramenta que tem esse potencial de transformar a atividade humana, embora “em determinadas situações o computador possa encontrar o mesmo resultado que o ser humano, não significa que ele possa ser colocado no mesmo nível do pensamento humano” (SOUTO, 2013, p.6). Todavia, ao contrariar essa visão de conhecimento que envolve a suplementação, Borba (2002) prefere realçar que entre técnica e ser humano há uma separação e não uma sobreposição. Desse modo, esse autor sustenta que:

[...] o pensamento é reorganizado com o advento da informática, ele propõe uma interação entre técnica e ser humano; ou de modo mais específico, uma relação entre informática e pensamento. Nesse sentido, informática é vista como uma mídia qualitativamente diferente da linguagem e que portanto reorganiza o pensamento de forma diferenciada (BORBA, 2002, p. 137).

Nesse viés, Borba e Villarreal (2005) ressaltam que o coletivo pensante embutido na noção de seres-humanos-com-mídias tem como um dos seus pilares o sistema proposto por

¹⁶ media are components of the epistemic subject, being neither auxiliary nor supplementary, but an essential, constitutive part of it.

¹⁷ the computer is simply a supplement to humans.

Lévy (1993), que é formado por ser-humano-computador. Borba (2002, p. 139) já havia observado que essa “noção é adequada para mostrar como o pensamento se reorganiza com a presença das tecnologias da informação e que tipos de problemas são gerados por coletivos que incluem lápis e papel e diversas facetas das tecnologias da informação”. Na visão de Souto (2013, p. 70), seres humanos e mídias constituem a produção de conhecimento nessa abordagem “na medida em que a elas (mídias) é atribuído um papel mais abrangente do que apenas um suporte ou veículo de mensagem”.

Segundo Borba e Villarreal (2005), essas mídias condicionam, mas não determinam as possíveis maneiras de pensar dos seres humanos. Nessa relação, as mídias influenciam, mas também são influenciadas por essas maneiras de pensar. Na visão desses autores, esse processo interativo é chamado de moldagem recíproca e, a depender da escolha do leitor, essa moldagem pode se originar nas mídias para se destinar aos humanos e vice-versa. Chiari (2015) utilizou essa moldagem recíproca junto com a noção de reorganização do pensamento para analisar as diferenças qualitativas nas interações entre humanos e mídias. Em seu trabalho, a autora identificou, por exemplo, que os registros automáticos elaborados por uma professora moldaram a forma de sanar a dúvida de uma estudante e ajudaram a transformar o ambiente virtual em uma espécie de material didático digital interativo.

Esse argumento se apoia na noção de seres-humanos-com-mídias, uma metáfora composta pelos elementos “seres humanos”, “com” e “mídias” na qual:

[...] sintetiza uma visão da cognição e da história da tecnologia que possibilita analisar a participação de novos “atores” [...] nesses coletivos de pensamento de maneira tal que não julgamos se há “melhoria” ou não, mas em vez disso, identifique transformações na prática (BORBA; VILLARREAL, 2005, p. 23, tradução nossa)¹⁸.

Na visão de Borba (2002) e de Borba e Villarreal (2005), é a possibilidade de interação entre os elementos desse sistema de seres-humanos-com-mídias que os fazem pensar, assim como, a possibilidade de diferentes tipos de problemas serem gerados e/ou resolvidos por esse sistema. Silva (2018, p. 78) concorda com essa ideia ao enfatizar que a geração e/ou resolução de problemas estimulam interações nas quais a produção de conhecimento está associada a processos internos do ser humano e, nesse caso, entra em destaque a dicotomia entre homem e máquina, entre ser humano e técnica ou tecnologia, que é realçada em Borba (2002).

Em seu texto, Borba (2002) salienta ainda que isso é histórico e já acontece há tanto tempo. Nesse sentido, ele concorda com as ideias de Lévy (1993) quando esse autor enfatiza

¹⁸ [...] synthesizes a view of cognition and of the history of technology that makes it possible to analyze the participation of new [...] ‘actors’ in these thinking collectives in a way that we do not judge whether there is ‘improvement’ or not, but rather identify transformations in practice.

que a história das mídias e da humanidade sempre esteve entrelaçada. Por conta disso, é que se explica o interesse de Borba (2002) em relacionar técnica, conhecimento e história apoiado na noção das tecnologias intelectuais (LÉVY, 1993). Na visão de Borba, Chiari e Almeida (2018, p. 3)¹⁹ esse conhecimento ao qual ele se refere “é um conceito difícil, não apenas para definir, mas também para entender como é adquirido, construído e produzido. Os debates filosóficos sobre esse assunto são intermináveis”.

Bicudo e Garnica (2006) já destacavam que:

[...] As respostas sobre o que é conhecimento, por necessariamente serem críticas e abrangentes, não que considerar estudos psicológicos, sociológicos, antropológicos, históricos e outros pertinentes. A Filosofia da Educação assume-os numa postura crítica e reflexiva [...] (BICUDO; GARNICA, 2006, p. 21-22).

Contudo, mesmo que seja difícil definir o que é conhecimento, o construto teórico seres-humanos-com-mídias valoriza a interação do humano com a tecnologia apoiado na pedagogia de Freire (2005), que prega uma possível transformação das realidades humanas por meio de uma educação crítica. Dentro dessa perspectiva, Oliveira (2018, p.18) ressalta que “o conhecimento é gerado por uma relação dialógica”. Em seu trabalho, a pesquisadora observa que os estudantes expressam ideias e conteúdos matemáticos como produtores de vídeo, fruto do envolvimento deles com os seus pares e com o professor. Essa perspectiva ecoa também em Borba, Chiari e Almeida (2018, p. 3)²⁰, autores esses que acentuam ser o conhecimento tudo aquilo que “é produzido tanto por seres humanos quanto por diferentes mídias, como a escrita, ou pelo texto multimodal produzido pelas tecnologias da computação”.

Borba (2002) se apropria da noção de tecnologias da inteligência para assinalar três técnicas que estão associadas à memória e ao conhecimento apontadas por Lévy (1993), a saber: a oralidade, a escrita e a informática. Em seu texto, Lévy (1993) evidencia que essa oralidade é uma extensão da memória do ser humano que ora está organizada, ora está desorganizada. Esse autor acrescenta que, historicamente com o surgimento da escrita, a linearidade do raciocínio foi realçada como uma forma de organizar o pensamento, o que mostra a extensão da memória. Essas duas tecnologias intelectuais quando comparadas se revelam qualitativamente diferentes. Assim, nesta tese, a tecnologia não é considerada simplesmente como uma ferramenta que está disponível para o uso intencional do ser humano

¹⁹ [Knowledge] is a difficult concept not only to define, but also to understand in how it is acquired, constructed, and produced. Philosophical debates on this matter are neverending. However, we present our perspective: knowledge is produced by humans as well as by different media, such as writing, or by the multimodal text produced by computer technologies.

²⁰ knowledge is produced by humans as well as by different media, such as writing, or by the multimodal text produced by computer technologies.

e sim (a tecnologia) é, de acordo com Lévy (1993), vista como uma atriz na ecologia cognitiva de ambientes imersivos que apoia, molda, interrompe e reorganiza o pensamento humano, conforme observado por Borba e Villarreal (2005).

Esses autores ressaltam que as implicações dessa visão de conhecimento, para a Educação Matemática, associam, por exemplo, abordagens de seres-humanos-com-mídias nos processos de experimentação e visualização. Nesse processo com “abordagem experimental” (BORBA; VILLARREAL, 2005, p. 75, tradução nossa)²¹ estão envolvidos: o uso de tentativas em procedimentos; a descoberta (produção) de resultados matemáticos; as possíveis alternativas para se atingir esses resultados; a oportunidade de realizar novos experimentos; a promoção de diferentes formas de aprendizagem matemática; dentre outros.

Por sua vez, no processo que relaciona a “abordagem visual” (BORBA; VILLARREAL, 2005, p. 93, tradução nossa)²² ao pensamento matemático, os autores destacam: a valorização do uso da informação gráfica na resolução de problemas matemáticos; a dificuldade de estabelecer interpretações algébricas apoiado em soluções gráficas; não haver nenhuma necessidade de recorrer à álgebra, quando são suficientes as soluções gráficas; e a facilidade na formulação de conjecturas e de refutações ou de fornecer explicações apenas com o uso da informação gráfica.

Essas abordagens, experimental e visual, elencadas por Borba e Villarreal (2005), serviram de inspiração para o desenvolvimento de várias pesquisas realizadas por membros do GPIMEM, a saber, com o objetivo de compreender:

[...] os processos que os estudantes seguem em suas atividades matemáticas, [...] os procedimentos que elaboram e [...] as particularidades de suas estratégias, sejam matematicamente corretas ou não. Assim, estamos interessados em ouvir as “vozes dos estudantes” e tentar entendê-las [...] (BORBA; VILLARREAL, 2005, p. 197, tradução nossa)²³.

Na sequência destaco algumas vozes de estudantes em diferentes pesquisas.

3.1.2. As “vozes dos estudantes” em diferentes pesquisas

Nesse contexto, destacado por Borba e Villarreal (2005) referente aos processos, procedimentos e estratégias, as vozes de estudantes têm sido ouvidas e retratadas nas

²¹ Experimental approach.

²² Visual approach.

²³ When we say the processes students follow in their mathematical activities, with the procedures they elaborate, and with the particularities of their strategies, whether they are mathematically correct or no. Thus, we are interested in hearing the ‘student’s voice’, and trying to understanding it, which can certainly lead to changes in our perspectives.

compreensões de pesquisadores em diversas investigações. Em especial, apresento, na sequência, algumas delas realizadas na UNESP – *campus* de Rio Claro.

A pesquisa de Scucuglia (2006) realiza experimentos de ensino com duas duplas de estudantes do curso de Licenciatura em Matemática com o objetivo de investigar o Teorema Fundamental do Cálculo. O autor ancora-se na perspectiva de seres-humanos-com-mídias para evidenciar qual o papel das tecnologias na produção de conhecimento quando estão envolvidas estudantes-com-calculadoras-gráficas. Das sessões de vídeos analisadas, o pesquisador acentua que o uso de programas e de comandos condicionou o pensamento das estudantes na investigação dos conceitos da soma de Riemann e da integral definida, assim como, notabiliza que esses coletivos pensantes possibilitaram estabelecer conjecturas por meio de exemplos de funções. O autor frisa que essa abordagem viabilizou o engajamento das estudantes nas discussões matemáticas, assim como, colaborou para o uso de noções intuitivas e de notações simplificadas no processo de demonstração desse Teorema.

Ao observar as vozes de cada dupla nos diálogos com o professor, Scucuglia (2006) compartilha que as estudantes interagem com as mídias para explorar a região $\mathcal{R}$ determinada pelo gráfico da função y e o eixo x no intervalo $[a; b]$. Em relação a essa região $\mathcal{R}$, elas identificam que o software executa aproximações ao somar o valor das áreas de retângulos. Além disso, estabelecem uma relação algébrica, gráfica e numérica quando inserem uma nova função e ajustam a janela de visualização da calculadora, o que condiciona a investigação dos coletivos pensantes na produção de conhecimento e constitui um modo de inferência sobre os conceitos explorados na investigação. Desse modo, as acadêmicas se convencem de que os resultados investigados eram verdadeiros ao realizarem as atividades e expressam satisfação ao identificarem argumentos matemáticos requeridos na demonstração.

Já o estudo de Diniz (2007) investiga estudantes matriculados na disciplina Matemática Aplicada do curso de Ciências Biológicas que utilizam tecnologias em projetos de modelagem. O autor estabelece os procedimentos de pesquisa em harmonia com o coletivo de seres-humanos-com-mídias para realçar o papel dessas tecnologias na produção de conhecimento. Após analisar os dados, o pesquisador em cena destaca que os estudantes recorrem à internet para realizar parte das suas pesquisas e manipulam softwares para simular experimentações. Segundo o autor, a combinação de perspectivas possibilitou a observação de aspectos relacionados ao uso dessas tecnologias nos projetos de modelagem. Outrossim, explica que as suas observações compuseram uma parte do mosaico de pesquisas em modelagem matemática.

Ao analisar os dados da pesquisa, Diniz (2007) observa as vozes dos estudantes na escolha dos temas e na busca de informações na internet para elaborar gráficos e fazer previsões, assim como, para relacionar variáveis com o uso de modelos matemáticos e com o apoio de planilha eletrônica. Em relação aos diálogos, Diniz (2007) compartilha que os coletivos pensantes formados por estudantes-professor-com-tecnologia possibilitou a um grupo prever a taxa de sobrevivência de pacientes com câncer de próstata e a outro grupo analisar as influências educacionais da UNESP na cidade de Rio Claro – SP. Por sua vez, a síndrome de down, abordada por um terceiro grupo, que se apoiou na idade da mãe para representar as previsões sobre o número de crianças portadoras dessa alteração genética. Já o quarto grupo adotou uma postura crítica ao pesquisar sobre o inseto cupim, especificamente, nas páginas do sistema de hipermídia *www*, haja vista que entendem que esse sistema agrupa fontes confiáveis. Segundo o autor, a composição dos coletivos pensantes em todos os grupos auxiliou a apresentação dos projetos de modelagem.

Em outra pesquisa desenvolvida no GPIMEM, Mazzi (2014) identifica possibilidades e limitações do software GeoGebra na experimentação de conceitos fundamentais da análise matemática e do Teorema do Valor Intermediário. O autor apoia o seu trabalho no construto teórico seres-humanos-com-mídias em busca de entender a matemática produzida nos experimentos realizados por duas duplas de estudantes do curso de Licenciatura em Matemática. Mazzi (2014) reconhece que os resultados sinalizam a contribuição do GeoGebra nos testes e na refutação das conjecturas elaboradas pelas estudantes. Na visão do autor, a experimentação-com-tecnologia influenciou no convencimento e na compreensão de algumas ideias matemáticas discutidas ao longo do trabalho, assim como, proporcionou uma mudança no estilo de comunicação das estudantes.

Por exemplo, ao observar os experimentos de ensino, Mazzi (2014) destaca as vozes das estudantes-com-GeoGebra que dialogam sobre alguns conceitos de análise. Essas acadêmicas se apoiam na visualização gerada pelo software para ressaltar que alguma confusão pode ser provocada pelo uso do zoom na relação $|x_n - L| < \varepsilon$. As estudantes concluem que se o valor de ε for tão pequeno quanto se queira, então o n_0 será cada vez maior. O autor destaca que a compreensão das estudantes, nas discussões sobre o conceito de convergência, valoriza a importância da visualização nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática. Em especial, os diálogos revelam que os argumentos das estudantes, apresentados para algumas sentenças matemáticas, pautam-se na veracidade das hipóteses, algo que possibilitou elaborar definições, refutar algumas conjecturas e opinar sobre o auxílio da tecnologia nas demonstrações.

Por sua vez, Domingues (2014) ressalta o papel dos vídeos na disciplina Matemática Aplicada que foi ministrada para o curso de Ciências Biológicas. O autor enfatiza que buscou características para classificar a forma pela qual os estudantes interagiram com esse recurso em dois momentos, a saber, (i) no assistir vídeos sugeridos pelo professor em sala de aula, assim como, (ii) no produzir e/ou editar vídeos. O pesquisador em questão acrescenta que investigou o coletivo pensante de seres-humanos-com-vídeos para discutir indícios de como essa mídia reorganiza, molda e influencia o pensamento humano. Na análise dos dados, o autor observa que emergiram características relacionadas às possibilidades e às limitações da experiência com o momento (i), além disso, acentua que classificou a forma como os estudantes compreendem o papel dos vídeos na experiência relacionada ao item (ii).

Ao ouvir as vozes dos estudantes em grupos, o autor percebe a importância de realizar a atividade com vídeos, embora eles tenham demandado algum tempo para a produção. Dentre algumas produções, alguns estudantes relataram que se pautaram nos vídeos encontrados na internet, ao passo que outros destacaram que preferiram valorizar a parte matemática para focar na escrita do relatório e na apresentação oral, algo que registra a ocorrência natural do pensar-com-vídeos.

Os diálogos revelam que os grupos *A importância da Matemática nos Estudos Fitossociológicos* e *Fractais* concordam que essa escolha de produzir os vídeos supera o prazer de quem apenas o assiste. Por exemplo, esse último grupo utilizou o vídeo e o cotidiano para falar sobre o tema na apresentação do trabalho, algo que mostra como essa mídia molda e influencia o pensamento humano. Já os grupos *Número de Ouro* e *Matemática e Música* optaram por editar vídeos prontos que abordam a relação da biologia com a matemática e da teoria musical com a matemática, respectivamente. Por sua vez, o grupo *Fotografia* se desprende da matemática para propiciar diversão ao mostrar habilidade no manuseio da câmera e o grupo *Matemática e Guerra* utilizou uma produção autoexplicativa como apoio na apresentação do seminário. Além disso, o grupo *Neurociências* disponibilizou uma gama de vídeos em um canal específico voltado para o atendimento de pessoas interessadas no tema e o grupo *Tempo* investiu na narração de estudantes e em trechos de documentário para ilustrar a velocidade da luz que pode ser alcançada por um trem imaginário em uma máquina do tempo.

Apoiado em Borba e Villarreal (2005), assumo a concepção de que as mídias e os modos de interação se diferenciam qualitativamente entre si e se constituem uma parte essencial da produção de conhecimento humano. Em especial, as pesquisas de Scucuglia (2006), Diniz (2007), Mazzi (2014) e Domingues (2014) são trazidas neste subcapítulo para

exemplificar que, a partir das interações com as mídias, as vozes dos estudantes assumem um protagonismo e revelam quais foram as suas escolhas para resolver um dado problema.

3.1.3. Breves considerações

Conforme destacado no subcapítulo 2, algumas pesquisas do GPIMEM, já concluídas, ressaltam o protagonismo dos estudantes na produção de vídeos. Além disso, algumas delas retratam partes de um evento idealizado para esse mesmo fim, a saber, o “Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática”, o qual está na sua quinta edição. Esse evento conta com a participação de estudantes, professores e familiares nas mais de 600 produções que foram analisadas como um “produto fílmico” por diferentes equipes de jurados. Em especial, esse uso combinado de palavras (produto fílmico) é uma referência ao termo filme.

Segundo Baltarejo (2019) esse termo está associado a uma obra completa que tem uma história com início, meio e fim, a qual é normalmente submetida em festivais, por exemplo. No entanto, esse produtor ressalta que um trecho ou uma sequência de vídeo gravado com a câmera de um celular também se torna uma obra completa quando essa gravação é editada para construir uma história. Com isso, o vídeo como arquivo registrado em uma mídia pode receber o nome de filme por ser o termo mais utilizado nos meios de comunicação. Por sua vez, a tecnologia do arquivo digital trouxe, a partir de 1980, uma maior difusão para o termo vídeo e é por essa razão que o uso desses dois termos se confunde. Todavia, Baltarejo (2019) enfatiza que uma obra completa pode também ser chamada de vídeo, a exemplo das diversas produções fílmicas encontradas no *YouTube*. É com esse entendimento que recorro à análise fílmica para ler e analisar as produções dos estudantes da UFPel.

3.2. Análise fílmica

Em referência ao cinema como modalidade de representação artística, o pesquisador Ricciotto Canudo cunhou o termo “sétima arte”²⁴ no *Manifesto das Sete Artes* que foi publicado em 1923. Esse manifesto abriu portas para mostrar que o cinema carrega, em sua essência, outras seis formas de arte já existentes naquela época como a pintura, a escultura, a arquitetura, a música, a dança e a poesia. Sem querer compará-las, não se pode desconsiderar que a “sétima arte” se engrandece em si por agregar, na sua composição, as potencialidades

²⁴ <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/a-origem-da-setima-arte-cinema/53247>. Acesso em: 20 jul. 2020.

individuais dessas outras formas de arte. Essa composição ajuda a explicar por que o cinema entretém e conquista diferentes públicos.

O cinema é uma criação humana. O seu marco inicial²⁵ está associado à primeira sessão de um filme apresentada, em 1895, pelos irmãos Lumière no Grand Café, em Paris. Há relatos de que nessa ocasião os espectadores se assustaram ao assistir *A chegada do trem à Estação Ciotat*, por achar que poderiam ser atropelados pela locomotiva. Essa é a “sétima arte” que explora efeitos e sensações, expressões e representações, assim como, produz significados, estimula análises e interpretações simbólicas em analistas e espectadores. De forma geral, o cinema possibilita, aos diferentes profissionais, a oportunidade de manifestar e de expressar ideias a seus modos. Nessas manifestações e expressões por meio da arte, esses profissionais refletem as suas experiências de mundo apoiados nas suas próprias vivências, ideias e paixões. Assim, esses profissionais encontram maneiras de demonstrar a humanidade presente nos filmes e de realçar a potencialidade relacionada à “sétima arte” que atrai os diferentes públicos. Nesse universo do cinema, encontram-se também os especialistas que direcionam os seus olhares para a análise de filmes elaborados por produtores. No entanto, esses analistas não estão isentos de sofrer as influências externas a essas produções, contudo as suas percepções de mundo e as suas visões de conhecimento possibilitam atribuir intencionalmente um sentido simbólico as suas análises voltadas para o espectador. Segundo Vanoye e Goliot-Lété (1994, p. 61):

[...] é possível postular que qualquer arte da representação (o cinema é uma arte de representação) gera produções simbólicas que exprimem mais ou menos diretamente, mais ou menos explicitamente, mais ou menos conscientemente, um (ou vários) ponto(s) de vista sobre o mundo real. [...] Tais são as questões colocadas pelo analista sobre o filme, este sabendo que as respostas não se oferecerão [...] com toda a evidência (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 61).

Mas, e para as autoras qual o significado desse “mais ou menos”? Não é possível dizer ao certo, pois o exprimir direta, explícita e conscientemente está relacionado com a intencionalidade dos produtores do filme e com as interpretações dos analistas, suas visões de conhecimento, seus valores, suas experiências, que retratam apenas ponto(s) de vista(s) acerca da realidade. Essa intencionalidade estimula as interpretações analíticas que são criativas, mas também necessariamente limitadas ao “próprio objeto da análise” (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 15). Nessa obra, as autoras ressaltam que “a análise fílmica não é um fim em si” (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 9), todavia é o produto de uma demanda que

²⁵ <https://www.sul21.com.br/postsrascunho/2013/12/o-dia-em-que-os-irmaos-lumiere-apresentaram-o-cinema-ao-mundo/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

emerge de contextos variáveis ligados à arte, à academia, e que, comumente, gera outras produções escritas, audiovisuais e até mistas.

Em potencial, essas produções oferecem a possibilidade de provocar outras sensações no espectador e até impressões sobre filmes que outrora ele assistiu ou que ainda pretende assistir. Assim, quando o analista enquadra o seu trabalho voltado para o espectador, ele delinea em partes os alcances e os limites de uma obra, na qual são realçados aspectos relacionados às definições do seu contexto e à composição dos seus elementos, que chamam atenção pelo conjunto de detalhes nela empregados e que, segundo os desígnios da análise, cabem ser observados.

A análise fílmica ou análise de filmes, realizada pelo especialista, é considerada uma atividade essencial na arte do cinema que interessa a um público específico, normalmente, integrado por estudiosos, analistas, pesquisadores e espectadores. É por meio dela que o analista produz conhecimento acerca das sutilezas exploradas em filmes com o propósito de oferecer ao espectador a possibilidade de apreender detalhes sobre uma determinada produção, *corpus*, temas, gêneros, cenários, personagens, autores, entre outros. Segundo Vanoye e Goliot-Lété (1994), a análise fílmica é uma atividade prática que requer desse profissional analista uma elaboração cuidadosa acerca do material produzido. A análise fílmica se apoia no seu objeto de análise, nos seus estudos, nas suas observações, sem desconsiderar os alcances e os limites da obra.

Nesse sentido, a análise em si reforça a necessidade do analista de moldar o seu trabalho ao filme, sem ter a pretensão de ultrapassar esses alcances e esses limites para evitar incorrer em possíveis extrapolações e fazer observações fora de contexto que não possuem relação com a produção analisada. Assim, essa atividade de análise se restringe ao próprio filme que por si só já é limitado pelo tempo e pelo espaço. Nesse caso, o tempo é uma referência à duração do filme (projeção) e o espaço está associado ao fragmento da realidade, uma representação cercada pelo enquadramento da câmera.

Como um produto final limitado por esse tempo e por esse espaço, o filme carrega consigo uma mensagem ou como um objeto que representa uma arte, ele “não conseguiria evidentemente explicar todos os contextos em sua especificidade” (VANOYE; GOLLOT-LÉTÉ, 1994, p. 10). Por essa razão, os autores justificam a necessidade de submetê-lo a um processo de análise para realçar os detalhes e as sutilezas desse objeto (filme) que são eleitos pelo analista.

Vanoye e Goliot-Lété (1994, p.15) acrescentam que analisar um filme é decompor ou descrever os seus “elementos constitutivos”, em busca de interpretá-los na sua reconstrução,

para estabelecer elos e, assim, “fazer surgir um todo significativo”. Os autores alertam que essa reconstrução trata de uma criação assumida pelo analista, uma espécie de ficção, pois o filme pensado pelos produtores continua sendo uma realidade. Contudo, é o analista que faz o filme existir a sua maneira e, segundo as autoras, essa atividade de análise depende das escolhas do analista, as quais o possibilitam realizá-la de diferentes formas. Como especialista, é ele quem se dedica a analisar o seu objeto de estudo para descrever os seus elementos constituintes e, nas suas reconstruções, mostrar como eles se relacionam, a partir da sua leitura, da sua interpretação.

Na visão das referidas autoras, a ação de decompor equivale à descrever e a ação de reconstruir corresponde à interpretar. Desse modo, sustentam que desconstruir o filme na sua análise é descrevê-lo e que reconstruí-lo é interpretá-lo. Assim, enfatizam que analisar um filme ou fragmento é:

[...] assim como se analisa, por exemplo, a composição química da água, decompô-lo em seus elementos constitutivos. É despedaçar, descosturar, desunir, extrair, separar, destacar e denominar materiais que não se percebem isoladamente “a olho nu”, pois se é tomado pela totalidade. Parte-se, portanto, do texto fílmico para “desconstruí-lo” e obter um conjunto de elementos distintos do próprio filme [...] (VANOYE; GOLLOT-LÉTÉ, 1994, p. 15).

Mas, o que é esse texto fílmico mencionado pelas autoras? Primeiro, cabe observar que texto é uma composição de palavras utilizadas para expressar ideias ou comunicar uma mensagem. De forma oral ou escrita, essas palavras são enunciadas necessariamente para fazer sentido em um determinado contexto. Segundo, o texto fílmico é essa expressão de ideias ou mensagem comunicada por meio de uma produção, a saber, no universo do cinema ele é o próprio objeto-filme. Nesse sentido, Ribeiro, Oliveira e Wilke (2001) acentuam que o texto fílmico representa um documento aberto a diferentes tipos de abordagens que levam, por exemplo, ao conhecimento de uma determinada realidade.

Esse texto fílmico é uma construção dos produtores de filmes que recorrem a escolhas semióticas para explorar conteúdos diversos, mas também materializar formas de expressão no processo comunicacional. É por meio do texto fílmico que esses profissionais apresentam ao espectador os elementos considerados significantes na produção de um filme. Por sua vez, pesam o capital cultural do espectador e o encadeamento das suas leituras no processo de recepção do filme. Ou seja, esse peso associado à eleição de elementos significantes precedem os significados que o espectador atribui a uma determinada obra. Marina Reis considera, em seu glossário de estudos da narrativa,²⁶ que os significados representam as imagens e os

²⁶ Fonte: <https://narrativadocinema.wordpress.com/glossario/>. Acesso em: 30 jul. 2020.

significantes são as próprias imagens eleitas pelos produtores de cinema para comunicar uma ideia, retratar a desigualdade social, estimular reflexões sobre a realidade como, por exemplo, a mensagem que está presente no filme *O Poço*. Nesse sentido, a autora acrescenta que imagem e narrativa nunca terão a sua realidade, pois essa narrativa se perde diante do que é significativo e imaginário. De todo modo, cabe ao espectador criar as suas representações, atribuir os seus significados para aquilo que ele considerou significativo em uma obra.

Esse movimento de distanciamento entre a imagem e a narrativa pode ser reduzido com o auxílio de análises fílmicas. É por meio desse exercício que o discurso apresentado pelo filme possibilita aos analistas construir diferentes pontos de vistas sobre um mesmo objeto de estudo. Pontos de vistas esses que apontam para a composição dos seus elementos, suas descrições, suas conexões, seus conteúdos, suas especificidades e/ou suas semelhanças que relacionam diferentes aspectos quando as produções são submetidas a comparações. Cabe atentar que a palavra “discurso”, empregada neste texto, carrega o sentido de narrativa. Segundo Marina Reis, a narrativa é o enunciado em sua materialidade, a saber, o texto fílmico que é utilizado como forma de expressão humana para contar histórias endereçadas ao espectador.

3.2.1. Formas de expressão humana

Ao longo do tempo, os humanos buscam formas de enunciar histórias, de expressar ideias, de registrar momentos e de projetar imagens por meio do cinema que se moderniza de épocas em épocas. Alguns movimentos influenciaram essa arte de produzir filmes graças à criatividade de produtores e analistas. No mundo contemporâneo, essas formas de expressão são acompanhadas por cinéfilos (espectadores apaixonados pelo cinema e por tudo aquilo que ele produz) e também por especialistas que elaboram as suas análises sob diferentes aspectos presentes nos mais variados filmes. Segundo Penafria (2009, p. 9), a “análise de filmes não é apenas uma actividade a partir da qual é possível ver mais e melhor o cinema, pela análise também se pode aprender a fazer cinema”. Daí a importância do analista se apropriar do filme ou dos seus fragmentos para conhecê-lo e, em seguida, deixá-lo falar sem priorizar reações que requeiram um esforço intelectual e que inviabilizem qualquer produção de conhecimento. Desse modo, é importante que esse profissional considere o filme como um objeto de arte que foi elaborado para um determinado fim no qual promove formas de expressão e provoca sensações humanas.

Ademais, essa é uma possibilidade que o analista oferece a si de estar em condições de desprender-se dos seus preconceitos, de disponibilizar-se para produzir “novos” conhecimentos e de surpreender-se com elementos que estão fora do seu alcance, dos seus limites particulares. Vanoye e Goliot-Lété (1994) sugerem que essa escolha do analista pelo afrouxamento intelectual permite, em algumas oportunidades, receber o filme de uma forma que pode se revelar produtiva no resultado final da sua análise.

Essas oportunidades são enfatizadas pelos referidos autores quando eles indicam que, em determinadas situações, é preciso considerar o estágio de espectador “normal”. Conforme argumentam, nessa condição é importante abrir espaço para deixar o filme “falar por si” sem que qualquer preconceito faça o analista priorizar críticas ao seu objeto de estudo. Cabe destacar que o papel desse profissional está limitado à análise de uma produção fílmica, mas não se pode desconsiderar que qualquer discurso produzido acerca de um determinado filme configura, também, uma forma de análise. Segundo Penafria (2009, p. 1), “o discurso mais visível é o da crítica de cinema, diariamente publicada em jornais e revistas”. Nesse sentido, é importante acentuar que o trabalho da análise e da crítica podem ser atividades diferentes. A análise se limita ao próprio filme, ao passo que a crítica extrapola esses limites da forma que lhe convém.

Penafria (2009) ressalta que, embora produza interpretações, o objetivo da crítica pode enveredar pela avaliação, pela atribuição de juízo de valor a uma determinada obra. Todavia, se essa interpretação estiver afastada da análise ela não considera o filme como o seu ponto de partida, nem os seus alcances, nem os seus limites.

Vanoye e Goliot-Lété (1994) ressaltam que, ao realizar uma análise fílmica, o analista só consegue descrever objetos filmados, cores, movimentos, luz, montagem das imagens, músicas, ruídos, tons, tonalidades das vozes, relações entre imagens e sons, porque ele transcodifica o que pertence ao “visual” do “fílmico”, do “sonoro” e do “audiovisual” (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 10). Ou seja, esse transcodificar é a tradução de um filme como objeto codificado (produto final) que o analista faz para outro tipo de código. Geralmente, essa ação do analista de transcodificar resulta na elaboração de um material escrito, audiovisual, misto ou multimodal, que contém os registros da sua percepção no formato de uma narrativa, a saber, é essa narrativa que confere materialidade aos elementos (fílmicos, sonoros e audiovisuais) presentes em uma produção. Entendo que essa percepção:

[...] é vista como o encontro que se dá entre o percebido e o sujeito que percebe. Portanto, há sempre um solo perceptual, dado pelo contexto sócio-histórico-cultural no qual a percepção ocorre [...] A percepção é, já, uma abertura à compreensão, porém a clareza que oferece é momentânea, podendo se perder no fluxo do tempo vivido [...] (BICUDO; GARNICA, 2006, p. 25-26).

Esse contexto sócio-histórico-cultural está relacionado com a atribuição de sentidos a partir dos elementos que o analista elege significantes e com a produção de significados apoiada no seu capital cultural que precede a sua interpretação. Nessa relação, é preciso considerar também o silêncio do texto fílmico que nada diz sobre determinado aspecto, mas que pode significar algo em uma produção. Essas possíveis significações elaboradas pelo analista não estão apenas presentes no texto fílmico, mas no encadeamento das suas ideias construídas entre associações com esse e outros textos fílmicos, outros materiais. Assim, essa percepção do analista se abre para a compreensão e esse contexto fala sobre o exercício de leitura que possibilita perceber o texto fílmico quando são decompostas, descritas, relacionadas e compreendidas as suas partes constituintes como um todo significante.

Nesse sentido de perceber para compreender, Vanoye e Goliot-Lété (1994) alertam sobre a possibilidade de fraquezas encontradas em algumas tentativas de análises fílmicas, na qual “a pessoa acredita estar interpretando, reconstruindo, quando se contenta em descrever ou a pessoa tenta, ao contrário, interpreta antes mesmo de ter descrito e faz uma paráfrase” (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 16). Segundo as autoras, esses dois tipos de problemas resultam de um desequilíbrio entre as duas tarefas obrigatórias da análise fílmica, a saber, decompor-descrever e ainda reconstruir-interpretar. Porém, elas lançam também questões que levam a pensar para que de fato:

[...] serve descrever, analisar um filme? De que serve essa operação que parece simétrica e inversa das que presidiram à elaboração do filme (escrita dos diversos estados do roteiro, constituição da decupagem²⁷ técnica tendo em vista a filmagem)? Não é absurdo “desmontar” o que foi pacientemente (ou impacientemente) montado? (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 12).

Do ponto de vista da produção, nesse processo de montagem e de desmontagem, existe a crença de que o filme pode ser totalmente apreendido pelos seus espectadores, porque foi simetricamente pensado para esse fim. Por sua vez, do ponto de vista estético, o exercício dessas operações simétrica e inversa reforçam inclusive a necessidade do analista de estabelecer uma relação harmônica entre a sua análise e o próprio filme. Desse modo, as suas tentativas de realizar um “movimento centrípeto em direção ao filme” (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 16) em busca de compreendê-lo são apuradas, tal qual os sentidos de simetria e de inversão se acentuam nessa relação do espectador com o produto final. É importante enfatizar que não se pode comparar a análise de um filme com as suas etapas de criação, assim como, não se pode fazer o mesmo ao considerar os processos de montagem e de desmontagem de um

²⁷ Decupagem é o planejamento da filmagem, a divisão de uma cena em planos e a previsão de como estes planos vão se ligar uns aos outros através de cortes. Maiores informações estão disponíveis em <https://educalingo.com/pt/dic-pt/decupagem>. Acesso em: 20 mar. 2020.

produto como a televisão, por exemplo. Nos anos 1990, uma televisão montada era enviada por uma empresa (matriz) e recebida nas suas filiais pelo cronoanalista para ser desmontada. Esse profissional então definia o processo de montagem dos componentes dessa televisão vinculado aos postos de trabalho de uma linha de produção. Embora fosse produtiva para a empresa, essa operação técnica era previsível e, entre outras coisas, ajudava a criar esses postos de trabalho que fariam uso desses processos de montagem no chão de fábrica, sendo acompanhados pelos setores de engenharia, produção e controle de qualidade.

Cabe observar que a objetividade dessa operação de fabricar uma televisão destoa da atividade de analisar e de descrever um filme submetido a um processo de compreensão. Na fabricação de uma televisão, a operação é mecânica, repetitiva, e na análise de um filme a operação é descritiva, interpretativa. Assim, nessa última operação é preciso compreendê-la para constituir outro objeto, o resultado da análise. Desse modo, Vanoye e Goliot-Lété (1994) alvitraram que analisar um filme implica que ele seja assistido repetidas vezes, em diferentes momentos, com ou sem o auxílio de uma transcrição. Os autores alertam que os materiais envolvidos na realização desse exame técnico condicionam e podem influenciar qualitativamente a análise.

É importante destacar que o resultado desse trabalho vai depender também dos recursos utilizados pelo analista, da frequência com que ele assistiu ao filme, do tempo que destinou para esse fim, das possibilidades que tinha de pausá-lo, voltá-lo e avançá-lo na velocidade desejada, de como comparou trechos, dentre outros aspectos. Vanoye e Goliot-Lété (1994) enfatizam que os erros cometidos ao longo do tempo por analistas e espectadores, possivelmente, consideraram apenas uma visão do filme. Por isso, alertam que a memória cinéfila, muitas vezes, pode enganá-los, pois ajuda a lembrar de trechos que agradou ou que ajudou a fortalecer uma hipótese de análise com relação ao conjunto da obra. Desse modo, as autoras sugerem que sejam feitas averiguações sistemáticas na análise de um filme, nas quais o analista possa estabelecer meios de observação que minimizem alimentar suas dúvidas e sua exposição a erros de interpretação não relacionados a obra analisada. Os autores acrescentam, ainda, que:

[...] Daí a necessidade de aprender a anotar, de se proporcionar, a partir do momento em que se inicia o processo de análise e em que não se é mais um espectador “comum”, redes de observação a serem fixadas e organizadas em função dos eixos escolhidos (privilegiados) (VANOYE; GOLLOT-LÉTÉ, 1994, p.11).

Nessa organização das redes de observação, os autores ressaltam que dois motivos também justificam esse trabalho da análise de um filme. Na visão deles, primeiro, porque a análise move o filme e as suas significações que oferecem possibilidades de produzirem

“novos” impactos no analista e no espectador. Segundo, porque esse trabalho de organização mexe com o analista e recoloca em questão as suas percepções e impressões que o fazem rever as suas hipóteses para consolidá-las ou invalidá-las apoiadas em outras opções. No entendimento de Vanoye e Goliot-Lété (1994), a análise relativiza as imagens do filme que se destacam na criação dos produtores e na recepção dos espectadores. Essas imagens são manipulações elaboradas pelos produtores de filmes para atingir propósitos específicos no espectador.

3.2.2. O espectador e o analista

As manipulações, pormenorizadas na discussão anterior, elaboradas pelos produtores de filmes são tão fáceis de serem consumidas por espectadores e analistas que, por alguns instantes de distração, esse detalhe pode passar despercebido. Vanoye e Goliot-Lété (1994) acentuam que o desafio da análise se concentra nessas manipulações, uma vez que são elas que estimulam as sensações e despertam no espectador um deslumbramento. Essas sensações são capazes de fazê-lo sentir-se maravilhado e de provocar transformações que o possibilitem avançar para outros estágios de observação. As autoras em comento intitulam esse tipo de ocorrência como “deslumbramento participante” que emerge das reações instintivas que o espectador tem quando ele se submete ao filme, se envolve e se deixa guiar.

Essas autoras admitem que o primeiro contato entre o espectador e um filme mexe com a sua visão acerca da produção, do conteúdo que ela veicula, de como é feita essa comunicação, de como os elementos se relacionam, dentre outras coisas. Nesse contato do espectador, emergem vários questionamentos e se ele opta por se apresentar em uma atitude “analísante” ganham espaço as suas impressões, as suas emoções e as suas intuições. Os estudiosos citados ressaltam que essas sensações fazem parte dos primeiros aportes relacionados ao filme que têm o seu valor e podem se tornar preciosos na análise. Além disso, destacam que a origem de algumas dessas sensações pode revelar mais de aspectos relacionados ao espectador do que ao próprio filme. Todavia, o filme permanece do mesmo modo, com as intenções para o qual foi produzido.

Nesse sentido, Vanoye e Goliot-Lété (1994) alertam que não é possível:

[...] conduzir, elaborar, uma análise de filme apenas com base nas primeiras impressões. Mas seria errado separar radicalmente o produto da atividade de espectador “comum” da análise. A bem dizer, esse material bruto, menos controlado, com o filme, pode constituir um fundo de hipóteses sobre a obra. Essas hipóteses deverão, é claro, ser averiguadas concretamente por um verdadeiro processo de análise (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 14).

Entretanto, do que trata esse “verdadeiro processo de análise”? Entendo que essa abordagem trata de uma análise moldada ao próprio filme, sem ter a pretensão de ignorar os seus alcances e os seus limites, assim como, uma análise que não pode deixar conduzir o trabalho do analista a uma “fabulação pessoal”, conforme observam Vanoye e Goliot-Lété (1994, p. 17). Nesse processo de análise do filme, ao mencionarem as etapas de decomposição-descrição e de reconstrução-interpretação, esses autores se referem à análise do produto final que “fala por si”, estimulada pelos processos de compreensão e de (re)constituição e que dá origem à produção de outro objeto (musical, texto fílmico, vídeo, peça teatral, entre outros).

A análise representa apenas uma das versões resultantes dessa ação objetiva de analisar um filme. Ela pode ser única, singular, plural, diversa, constituída por esse fundo de hipóteses relacionadas à obra. É quando o filme acabado passa pelas averiguações sistemáticas, pelo crivo da análise, da interpretação e se renova, “ganha outros ares”. Mas, ainda assim, dirão os espectadores: compreender e interpretar um filme serve para quê? Não é suficiente vê-lo, se necessário, revê-lo, senti-lo? Vanoye e Goliot-Lété (1994) respondem esses questionamentos da seguinte forma:

Analisar um filme não é mais vê-lo, é revê-lo e, mais ainda, examiná-lo tecnicamente. Trata-se de uma outra atitude com relação ao objeto-filme, que, aliás, pode trazer prazeres específicos: desmontar um filme é, de fato, estender seu registro perceptivo e, com isso, se o filme for realmente rico, usufruí-lo melhor (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 12).

Esse registro perceptivo está associado aos estímulos do analista que são provocados pela apreensão do filme na sua totalidade, ao assisti-lo. Nessa ação, suas sensações, suas significações, suas representações se movem no sentido de criar possíveis relações entre as ideias que integram o filme e outros contextos. Essas relações precedem a compreensão do analista apoiadas nos seus registros perceptivos, assim como, na interpretação dos elementos constitutivos do objeto-filme que oferecem condições de elaborar o seu discurso por meio da análise. É na prática que essa atividade pode se mostrar valorosa e também ingênua. Nesse exercício, a análise pode revelar a originalidade e/ou a superficialidade da sua elaboração, o que inclui as reflexões e as dificuldades do analista.

Na análise fílmica, é importante precisar que a condição do “espectador-analista” se opõe ao espectador “normal”. Os autores destacam que o desejo do “espectador-analista” é:

[...] “compreender” o filme ou o fragmento [...] a fim de estar em condições de elaborar um discurso a esse respeito. Analista e espectador “normal” não receberiam portanto o filme da mesma maneira, pois o primeiro busca precisamente [...] não se deixar dominar como o último pelo filme (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 18).

Cabe ressaltar ainda que estender o seu registro perceptivo sem se deixar dominar pelo filme configura um desafio para o analista que se propôs a analisá-lo. O filme carrega consigo uma mensagem que pode ser recebida de diferentes formas pelo espectador, seja esse considerado “normal” ou analista. Isso depende da sua visão de conhecimento, do contexto sócio-histórico-cultural no qual o analista e o filme estão inseridos, assim como, da sua interpretação que é dada ao material assistido e analisado, ligada as suas concepções pessoais, ao seu conhecimento, a sua vivência, a sua experiência, ao seu prazer, as suas relações humanas. Nesse sentido, humanos são seres:

[...] essencialmente interpretativos. Isso significa que [...] interpretamos o mundo a nossa volta e nos situamos a partir dessas interpretações. E, ainda que nos valhamos de crenças e valores individuais, é inegável a nossa partilha de tradições culturais que falam a nossas interpretações [...] Nossas interpretações [...] se dão, então, por meio de estruturas cognitivas que tomam como base nossa experiência individual e coletiva (CAMPOS; HEINSFELD; SILVA, 2018, p. 19-20).

Nesse universo das interpretações, das atribuições de sentidos, da eleição dos elementos significantes e da produção de significados, Vanoye e Goliot-Lété (1994, p. 18) classificam o “espectador-analista” e o espectador “normal”, conforme destacado no Quadro 1.

Quadro 1 – Espectador “normal” e espectador-analista

ESPECTADOR “NORMAL”	ESPECTADOR-ANALISTA
Passivo, ou melhor, menos ativo do que o analista, ou mais exatamente ainda ativo de maneira instintiva, irracional.	Ativo, conscientemente ativo, ativo de maneira racional, estruturada.
Percebe, vê e ouve o filme, sem desígnio particular.	Olha, ouve, observa, examina tecnicamente o filme, espreita, procura indícios.
Está submetido ao filme, deixa-se guiar por ele.	Submete o filme a seus instrumentos de análise, a suas hipóteses.
Processo de identificação.	Processo de distanciamento.
Para ele, o filme pertence ao universo do lazer.	Para ele, o filme pertence ao campo da reflexão, da produção intelectual.
⇒ Prazer	⇒ Trabalho

Fonte: Adaptado de Vanoye e Goliot-Lété (1994, p. 18).

Esses autores consideram, por exemplo, que o trabalho do “espectador analista” pode enfocar nos componentes do plano. Conforme exposto neste subcapítulo, esses itens são considerados na análise do filme. É por meio dela que o analista produz conhecimento acerca das sutilezas exploradas em filmes com o propósito de oferecer ao espectador a possibilidade de apreender detalhes sobre uma determinada produção, *corpus*, temas, gêneros, cenários, personagens, autores, planos, dentre outros. Segundo os autores, a definição de plano é a “porção do filme impressionada pela câmera entre o início e o final de uma tomada; num

filme acabado, o plano é limitado pelas colagens que o ligam ao plano anterior e ao seguinte” (VANOYE; GOLIOT-LÉTÉ, 1994, p. 37). Em especial, neste trabalho, são abordados apenas os itens que constam no Quadro 2.

Quadro 2 – Componentes do plano

Componentes do Plano		Especificidade
1	A duração	do “instantâneo fotográfico” ao plano que esgota a capacidade total de carga do filme na câmera.
2	Fixo ou em movimento	câmera (fixa ou em movimento); zoom.
3	Enquadramento	inclui o lugar da câmera, o ângulo de tomadas, a organização do espaço e dos objetos filmados no campo.
4	Situação do plano na montagem, no conjunto do filme	Onde? Em que momento? Entre o quê e o quê? Etc.

Fonte: Adaptado de Vanoye e Goliot-Lété (1994, p. 37-38).

Diante do exposto neste subcapítulo, apresento as razões pelas quais me apoio na teoria fílmica para descrever e interpretar os elementos que constituem as produções dos estudantes, nesta investigação. Em primeiro lugar, esclareço que a captação das imagens de um filme é diferente da captação das imagens de um vídeo. Nesse sentido, o vídeo e o filme são mídias que possuem formas diferentes de mostrar as imagens em movimento. Por exemplo, os filmes são exibidos convencionalmente no cinema a uma frequência de 24 fps²⁸ devido aos custos operacionais da produção e os vídeos são assistidos nos telefones celulares a 30 fps. De todo modo, Baltarejo (2019) esclarece que vídeos podem receber o nome de filmes se eles forem produzidos para retratar uma história com início, meio e fim.

Em segundo lugar, os vídeos representam, nesta investigação, o resultado de uma atividade em que os estudantes assumem o papel de protagonistas e atuam como produtores. Com isso, houve a necessidade de olhar para o vídeo como um produto, algo diferente da gravação de vídeos que é utilizada por pesquisadores nos registros de dados para transcrição na íntegra, no confronto com outros dados e/ou na realização de consultas em seu estado bruto. Em terceiro, os vídeos produzidos pelos participantes deste estudo são analisados com base em uma adaptação da teoria fílmica que considera o material resultante de uma produção o seu objeto de análise.

É com esse entendimento que considero simbólicas as produções desses estudantes, no contexto da disciplina Álgebra Linear I. Diante disso, instaura-se a necessidade de examiná-las tecnicamente para perceber os seus elementos como partes distintas dos próprios vídeos e para interpretar como elas se harmonizam, em cada discurso. Em especial, essa percepção

²⁸ É a unidade utilizada para determinar a quantidade de frames por segundo de um filme ou de um vídeo.

possibilita uma abertura à compreensão desses elementos que se materializam na forma de narrativa. É com essa postura, conscientemente ativa de analista e não de espectador, que analiso as escolhas semióticas desses produtores de vídeos.

3.3. Multissemiótica e multimodalidade

No início do século XX, signos, estrutura e processos da linguagem estimularam Ferdinand de Saussure (1857-1913)²⁹ e Charles Peirce (1839-1914)³⁰ a desenvolverem pesquisas apoiadas na semiótica. Em especial, a semiótica estuda os signos na linguagem da comunicação e esses pesquisadores fizeram contribuições que deram visibilidade a essa área do conhecimento. Os signos são representações humanas que possuem forma e conteúdo, a saber, eles estão presentes em discursos que visam a produção de significado.

O'Halloran (2005, p. 2, tradução nossa)³¹ ressalta que, em discursos, “as escolhas de diferentes recursos se combinam para criar significados específicos a partir da exclusão de outros”. De forma geral, um discurso é qualquer ação comunicativa integrada a determinado contexto que relaciona o emissor (produtor de significado), a audiência (atribuidora de sentido) e a mensagem (conjunto de códigos). Essa ação de produzir significado realça a combinação de recursos semióticos e busca exteriorizar, por meio do discurso, algo significativo para o emissor que pode ser interpretado quando a audiência tem estimulado, pelo menos, um dos seus modos perceptivos.

3.3.1. Recurso semiótico e modo

Segundo Neves (2020, p. 19), “o processo de combinação de recursos semióticos são as intersemioses através das quais o significado é proveniente” e foi ao longo do tempo que os avanços de diferentes estudos semióticos ajudaram a consolidar o uso de termos como multissemiótica e multimodalidade. Em O'Halloran (2005), a autora admite que poucas abordagens teóricas tinham sido desenvolvidas no campo da multimodalidade e, como consequência disso, a autora acrescenta que alguma confusão era cometida no uso dos termos “semiótico” *versus* “modo” e “multissemiótico” *versus* “multimodal”. A estudiosa subsidia-se no argumento de que “esse campo representa uma área relativamente nova de pesquisa, o que

²⁹ Fonte: https://www.ebiografia.com/ferdinand_de_saussure/. Acesso em: 24 set. 2020.

³⁰ Fonte: <https://educacao.uol.com.br/biografias/charles-sanders-peirce.htm>. Acesso em: 24 set. 2020.

³¹ [...] choices from the different resources combine to create particular meanings to the exclusion of others.

é de se esperar, uma vez que as estruturas tão necessárias passam por desenvolvimento” (O’HALLORAN, 2005, p. 20, tradução nossa)³².

O’Halloran (2005) assente que o termo “semiótica” não é usado para se referir a “modos” e sim a recursos semióticos da linguagem, do simbolismo matemático e da exibição visual. Esses recursos semióticos possuem sistemas léxico-gramaticais únicos que se mostram organizados quando são empregados para produzir significado em um discurso. Por essa razão, a autora justifica que qualquer discurso no qual estejam envolvidos mais de um recurso semiótico é denominado, portanto, “multissemiótico” e não “multimodal”.

A representação do discurso multimodal ilustra as possíveis ocorrências quando estão envolvidos mais de um modo. Segundo O’Halloran (2005, p. 20)³³, na multimodalidade “o termo modo é usado para se referir ao canal (auditivo, visual ou tátil, por exemplo) por meio do qual ocorre a atividade semiótica”. Nesse sentido, o papel dos modos na ação comunicativa é fornecer a materialidade do discurso para a audiência. Isso possibilita que os modos sejam estimulados e, assim, trechos significantes de um discurso materializado possam ser eleitos pela audiência para atribuição de sentido. A Figura 7 realça aspectos que caracterizam o uso do termo “multimodalidade”.

Figura 7 – Um exemplo da caracterização do termo “multimodalidade”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, o cerne do pensamento de O’Halloran (2005, p. 10, tradução nossa)³⁴ evidencia que “Matemática e ciências são consideradas construções ‘multissemióticas’; isto é,

³² Given that this field represents a relatively new area of research, this is to be expected as the much needed frameworks undergo development.

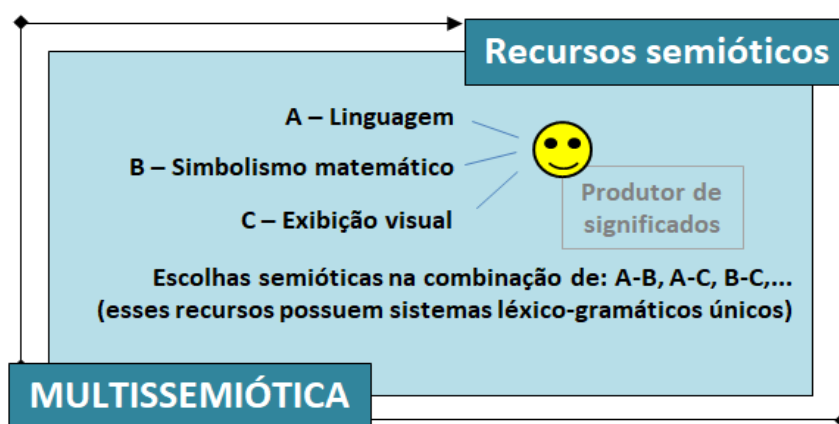
³³ [...] the term mode is used to refer to the channel (auditory, visual or tactile, for example) through which semiotic activity takes place [...].

³⁴ Mathematics and science are considered as 'multisemiotic' constructions; that is, discourses formed through choices from the functional sign systems of language, mathematical symbolism and visual display.

discursos formados por meio de escolhas de sistemas de signos funcionais da linguagem, do simbolismo matemático e da exibição visual” evidenciam a ocorrência da atividade multissemiótica. Esse evento é caracterizado pelo discurso que carrega dois ou mais recursos semióticos em sua essência, no qual escolhas semióticas são realizadas para produzir significados.

Já a Figura 8 ilustra os recursos semióticos que estão ligados ao evento “multissemiótico”, conforme assinala O’Halloran (2005).

Figura 8 – Um exemplo da caracterização do termo “multissemiótico”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por sua vez, no estudo de Halliday e Hasan (1985), o termo “modo” diz respeito ao papel que a linguagem desempenha em uma interação, seja ela falada ou escrita. Esses autores demonstram certa preocupação com a natureza da ação da semiose³⁵ na produção de significados, pois os canais (auditivo, visual e tátil) não podem ser desconsiderados no processo de comunicação. Mesmo assim, dentre os modos pelos quais a atividade semiótica pode ocorrer, os autores admitem uma limitação dos recursos semióticos e explicam, por exemplo, que a linguagem instanciada pelo produtor de significados estimula na audiência os canais auditivo e visual. Por sua vez, quando o instanciar se dá por meio da impressão ou da mídia eletrônica a audiência é despertada pelo modo visual (em textos não impressos).

O’Halloran (2005) utiliza a palavra “modo” como um termo para se referir aos canais (auditivo, visual ou tátil), por meio dos quais a atividade semiótica é materializada. A autora complementa que esses modos servem de canais para os recursos semióticos e, também, de gênero para tipos de texto como a narrativa no formato da linguagem falada ou escrita. Em

³⁵ É o processo de produção de signos que relaciona reciprocamente o significante e o significado. Em outras palavras, é o processo de significação no qual o produtor de signos elege os seus elementos significantes para produzir significados.

seu texto, a estudiosa em pauta adota o termo “modo” para se referir a recursos materiais relacionados à produção semiótica, a exemplo de um instrumento musical tocado por uma pessoa que emite sons harmônicos e que, ao serem apreciados por seres humanos, estimulam, pelo menos, um desses canais. Na visão da autora, esses sons harmônicos possibilitam a ocorrência da atividade semiótica na audiência que, em especial, elege trechos significantes para decodificá-los e codificá-los na atribuição de sentidos. Desse modo, O’Halloran (2005) expõe o seu entendimento e argumenta que o:

[...] termo multissemiótico é usado para textos construídos a partir de mais de um recurso semiótico e multimodalidade é usado para discursos que envolvem mais de um modo de semiose. O rádio, ao reproduzir fala, música e som diegético é, portanto, multissemiótico e não multimodal, pois envolve por meio dessa mídia o uso de múltiplos recursos semióticos e o modo auditivo. No entanto, um sítio que contém um texto linguístico escrito e um videoclipe é multissemiótico (pois envolve linguagem, imagens, música) e multimodal (visual e auditivo) (O’HALLORAN; 2005, p. 20, tradução nossa)³⁶.

Esses dois exemplos elencados por O’Halloran (2005) caracterizam as razões pelas quais a fazem sustentar que a matemática é multissemiótica, conforme já enfatizava em O’Halloran (2000). Assim, como a própria autora menciona em seu texto, a multissemiótica está inserida em livros didáticos, artigos, palestras, softwares e laboratórios, mas não se limita apenas a esses gêneros multissemióticos como forma de atividades semióticas.

Por exemplo, em uma abordagem voltada para filmes, é apresentado outro estudo, em O’Halloran (2004), que mostra visualmente a natureza das diferentes escolhas semióticas feitas a partir de uma variedade de sistemas. Nesse trabalho, embora o comportamento dos personagens seja encenado e os efeitos resultem da edição, a autora defende a possibilidade de ampliar o entendimento sobre a semiose na vida cotidiana, por meio da análise fílmica.

Ora, e nos vídeos produzidos pelos estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, principal objeto de estudo desta investigação, é possível compreender como esses acadêmicos expressam conteúdos matemáticos a partir das suas escolhas semióticas? Apoiado nas escolhas semióticas desses estudantes, essa é a pergunta de pesquisa que respondo no capítulo 6 desta tese de doutorado.

³⁶ The term multisemiotic is used for texts which are constructed from more than one semiotic resource and multimodality is used for discourses which involve more than one mode of semiosis. A radio play featuring speech, music and diegetic sound is therefore multisemiotic rather than multimodal as it involves multiple semiotic resources realized through the auditory mode of sound through the medium of the radio. However, a website which contains written linguistic text and a music video clip is multisemiotic (involving language, visual images, music) and multimodal (visual and auditory).

3.3.2. Escolhas semióticas

Embalado por escolhas semióticas e produções multissemióticas, há um movimento de pesquisas desenvolvidas na sala de aula no qual o discurso matemático envolve a linguagem, o simbolismo matemático e a exibição visual. Essa ideia é discutida por O'Halloran (2000), em que a autora explica que o discurso matemático é um dos temas que tem interessado a pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento como a Linguística, a Educação, a Matemática, dentre outras. Isso se deve diante do envolvimento do uso desses recursos semióticos da linguagem, do simbolismo matemático e da exibição visual. A saber, esses recursos semióticos interagem para moldar a natureza da produção de significados que são elaborados em resposta às atividades desenvolvidas na sala de aula.

Ao serem apreciados em conjunto, esses recursos semióticos acentuam a complexidade do processo de análise multissemiótica e, na visão de O'Halloran (2000), isso acontece, porque cada um deles possui sistemas léxico-gramáticos próprios que não separam a gramática do vocabulário. Esses sistemas possibilitam codificar, decodificar e produzir significados, assim como, reforçam “a necessidade de considerar os recursos semióticos como parte de um fenômeno integrado mais amplo, ao invés de sistemas individuais de significado” (O'HALLORAN, 2008, p. 458, tradução nossa)³⁷.

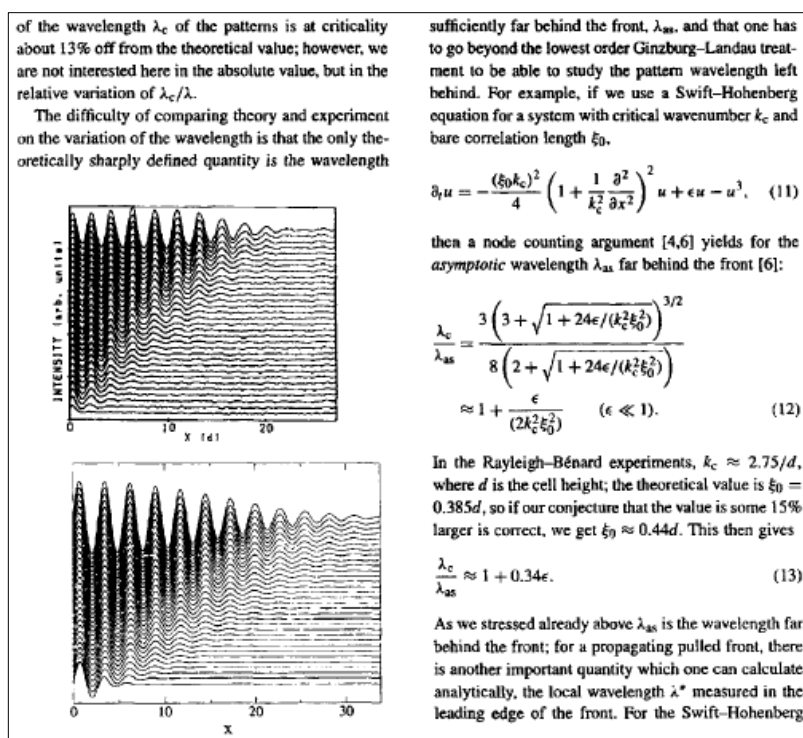
O'Halloran (2005) considera que os gêneros multimodais constituem práticas matemáticas e científicas, a saber, essas práticas são tipos de atividades semióticas que envolvem o discurso falado, a ação física e o gesto em ambientes, em especial, aqueles que também incluem a mídia digital e a realidade material tridimensional. A autora esclarece que a principal linha de investigação em seu estudo se voltou para a multissemiiose presente nos discursos matemáticos impressos, em sua maioria, porque o simbolismo moderno é um recurso semiótico desenvolvido em formato escrito. A autora traz exemplos de equações como declarações simbólicas matemáticas para mostrar que elas estão espacialmente separadas do corpo principal do texto linguístico e ressalta que, em alguns trechos, os elementos simbólicos presentes nas equações se harmonizam com declarações linguísticas, assim como, em outros, são utilizadas representações visuais na forma de gráficos e tabelas.

Um exemplo dessa harmonização de elementos simbólicos com declarações linguísticas pode ser observado na Figura 9 que apresenta um recorte extraído de um

³⁷ [...] the need to consider semiotic resources as part of a larger integrated phenomenon, rather than individual systems of meaning.

periódico³⁸ voltado para pesquisas em teoria de sistemas dinâmicos. Segundo O'Halloran (2005), nessa representação as equações (11), (12) e (13) são declarações matemáticas, especialmente separadas do corpo principal do texto linguístico, e os elementos simbólicos inseridos nas declarações linguísticas estão localizadas entre as equações (11) e (13).

Figura 9 – Um exemplo de harmozinação de elementos simbólicos com declarações linguísticas



Fonte: O'Halloran (2005, p. 12).

Apoiada nessa percepção, O'Halloran (2005) vai além e sobreleva que os textos matemáticos impressos se configuram tipicamente organizados. Isso permite segregar e integrar os recursos semióticos inseridos nesses textos que se mostram perceptíveis e, mais especificamente, organizados de acordo com sistemas discursivos e léxico-gramaticais únicos por meio dos quais o significado é produzido.

Na visão de O'Halloran (2005), textos matemáticos representam as escolhas semióticas específicas, feitas a partir desses sistemas léxico-gramaticais únicos, que funcionam de forma integrada no discurso. Ou seja, o texto linguístico, os gráficos e as tabelas contêm elementos simbólicos e o texto simbólico contém elementos linguísticos. A autora assevera que essa característica do discurso matemático, na produção de significados,

³⁸ O trecho original dessa publicação está disponível em Kockelkoren, J., Storm, C. and van Saarloos, W. (2003) 'Evidence for slow velocity relaxation in front propagation in Rayleigh-Bernard convection'. *PhysicaD*, (174), 168-175.

faz-se necessária para estabelecer ocorrências multissemióticas, nas quais as gramáticas de cada recurso semiótico precisam ser consideradas umas em relação as outras. Outrossim, a referida estudiosa frisa que as semelhanças e diferenças nos princípios organizacionais dos três recursos semióticos são consideradas intrassemioticamente, em termos das gramáticas e funções de cada recurso, assim como, o discurso matemático é considerado intersemioticamente, por conta dos termos dos significados que emergem das relações entre os recursos semióticos apreciados na análise.

Com base nos trabalhos de O'Toole (1999), Halliday (1978, 1994) e Lemke (2003), a autora reconhece que a linguagem, a exibição visual e o simbolismo matemático são realçados na abordagem multissemiótica como recursos semióticos. Nesse sentido, O'Halloran (2005) sustenta que a visão multissemiótica da Matemática tem implicações sobre os modos como as linguagens (matemática e científica) são compreendidas. Segundo a autora, tradicionalmente a natureza da linguagem científica tem sido vista de forma isolada e não como recursos semióticos que foram moldados, ao longo do tempo, pelo uso da simbologia matemática e da exibição visual. Nesse prisma, Neves (2020, p. 68-69) entende que isso ocorreu diante da necessidade do ser humano de produzir significados “em comunidades socialmente e culturalmente organizadas”.

O'Halloran (2005) reforça que essa linguagem científica se desenvolveu como uma resposta às funções cumpridas simbolicamente e visualmente pela multissemiótica. Desse modo, todo o repertório linguístico foi moldado pelo uso de outros recursos semióticos que trouxeram como resultado as construções linguísticas contemporâneas. No entanto, a autora pondera que enquanto os membros de uma cultura são capazes de usar a linguagem como um recurso funcional, e de várias maneiras, normalmente o uso do simbolismo matemático ainda está restrito a certos grupos. Um fator determinante para esse acesso limitado é que a gramática do simbolismo matemático não é geralmente bem compreendida pelas pessoas. Isso ajuda a explicar as razões pelas quais as pessoas têm dificuldades de produzir significados ao utilizarem a linguagem matemática.

O'Halloran (2005) admite que, enquanto os recursos semióticos da matemática cumprem funções individuais não replicáveis entre os outros recursos (LEMKE, 2003), o sucesso da matemática depende da utilização e da combinação dos potenciais de significado da linguagem, do simbolismo matemático e da exibição visual, de tal maneira que a expansão semântica é realçada pelo efeito multiplicador dos significados que são derivados de cada um desses três recursos semióticos.

Cabe destacar que esses recursos semióticos abrangem diferentes fontes de comunicação, que são utilizadas pelo produtor de significados, apoiado em escolhas semióticas, para expressar conteúdos e empregadas para atingir as emoções do espectador, do leitor, do ouvinte. Nesse sentido, a multissemiótica e a multimodalidade se enriquecem da diversidade social, cultural e histórica que integra a vida de cada ser humano.

A multimodalidade sinaliza um estímulo aos sentidos visual, auditivo e tátil da audiência. Assim como, a multissemiótica considera que a linguagem Matemática pode ser explorada na produção de significados por diferentes recursos semióticos e, em situações diversas, também por suas especificidades como na linguagem (oralidade, escrita, gesto, sinal, música), no simbolismo matemático (símbolo, sentença, propriedade, conceito) e na exibição visual (representação, enquadramento, movimento da câmera).

O'Halloran (2000) observa o discurso presente na sala de aula de matemática, no qual são utilizados recursos semióticos da linguagem, do simbolismo matemático e da exibição visual. Na visão da autora, esse discurso matemático é multissemiótico e, em consequência disso, ela argumenta que se os sistemas semióticos linguísticos, visuais e simbólicos contribuem qualitativamente para o significado do discurso, então a Matemática é, portanto, multissemiótica. Nesse sentido, O'Halloran (2000) admite um movimento constante na sala de aula que provoca alterações entre a fala e a escrita quando sistemas semióticos são combinados entre si. Em busca de entender como se dá esse movimento, a autora recorre à perspectiva linguística Sistêmico-Funcional para analisar multissemioticamente esse discurso matemático.

3.3.3. A Linguagem Sistêmico-Funcional e a produção de significados

A abordagem da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) tem como um dos seus principais representantes o linguista britânico³⁹ e australiano Michael Alexander Kirkwood Halliday (1925-2018). Segundo Pires (2017), a LSF valoriza como os falantes usam a língua para se expressar em seus discursos, seja nas formas falada ou escrita. Na visão de Halliday (1985, p. 4, tradução nossa)⁴⁰ a língua integra um sistema de significados que, por sua vez, também é um sistema social utilizado por falantes nas interações que estampam os seus “modos de comportamento cultural”. Em vista disso, Halliday (1985) considera que tanto a linguagem quanto à sociedade são partes essenciais de um sistema de significados.

³⁹ Esse linguista é conhecido pelos systemicistas, também, como australiano.

⁴⁰ [...] modes of cultural behaviour [...].

Na LSF, o termo *sistêmico* é utilizado como uma referência à “estrutura da rede de sistemas representar o significado potencial disponível em um recurso semiótico”, conforme assinala Lim (2011, p. 72, tradução nossa)⁴¹. Isso quer dizer que esses sistemas realçam as potencialidades dos recursos semióticos que os integram. Lim (2011) enfatiza a atenção dada pela LSF ao significado *funcional* que é produzido pelos recursos semióticos na sociedade. Desse modo, esse termo especifica que a estrutura conceitual sobre a qual a perspectiva LSF se apoia é mais funcional do que formal (HALLIDAY, 1994).

Ao concordar com essa ideia, Pires (2017) reitera que a LSF considera a língua como sistêmica por ela ser parte de um sistema semiótico que possibilita a socialização entre os seus falantes. Ao mesmo tempo, essa autora compreende a língua como funcional dado o seu emprego possibilitar a criação de significados, a saber, significados esses que são influenciados pelos contextos social e cultural nos quais estão inseridos os seus falantes. Nesse sentido, O'Halloran (2011a, p. 135, tradução nossa)⁴² enfatiza que o “contexto é uma parte essencial de qualquer análise, não apenas o contexto imediato da situação [...] mas o contexto da cultura em geral”.

Santos (2014, p. 166) destaca que na perspectiva da LSF, a língua “deixa de ser um mero sistema regulado por regras e passa a ser estudada de um ponto de vista sócio-semiótico, considerando-a como um sistema de produção de significados”. Cabe destacar que a língua como recurso semiótico é um produto social e como recurso social é um produto semiótico, uma convenção elaborada sistematicamente por seres humanos que pode ser empregada para fins comunicacionais em diferentes contextos. Maia (2018, p. 57) amplia esse entendimento ao considerar que a linguagem é, também, um sistema semiótico social repleto de “recursos que possibilitam a produção de significados, que emergem a partir das interações sociais”.

Mas, nesse universo linguístico como a linguagem, a língua e a fala estão entrelaçadas? A fala é uma forma pessoal que o indivíduo adota para se expressar de acordo com a sua necessidade e com base no seu conhecimento. Já a língua está inserida em uma linguagem que segue regras gramaticais, trata-se de algo mais específico quando comparada com a linguagem. Por sua vez, a linguagem é universal, configura-se como toda e qualquer forma verbal e não verbal utilizada pelo ser humano na comunicação (POSTAL; POSTAL, 2014).

⁴¹ [...] of the system network framework to represent the meaning potential available in a semiotic resource [...].

⁴² [...] context is an essential part of any analysis, not just the immediate context of situation [...] but the context of culture in general.

Neves (2020, p. 67) observa que “a LSF, então, compreende a língua como um fenômeno dinâmico, em que o significado varia de acordo com o contexto”. Outros autores como Furtado da Cunha, Costa e Cezário (2015, p. 21) entendem que o funcionalismo linguístico concebe a linguagem como um recurso voltado para a interação social e que “seu interesse de investigação linguística vai além da estrutura gramatical, buscando no contexto discursivo a motivação para os fatos da língua”. Essa competência comunicativa é vista por Neves (1994, p. 113) como “a capacidade que os indivíduos têm não apenas de codificar e decodificar expressões, mas também de usar e interpretar essas expressões de uma maneira interacionalmente satisfatória”.

A Figura 10, a seguir, esboça um exemplo de como a fala, a língua e a linguagem se relacionam nesse universo linguístico e de como esses elementos servem de base para o processo comunicacional.

Figura 10 – O entrelaçamento da linguagem, da língua e da fala



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na abordagem da LSF, a forma como a linguagem está organizada internamente serve de recurso para a comunicação, na qual os seus elementos ou estruturas linguísticas desempenham uma função específica. Nesse sentido, embora seja considerado por alguns autores um sistema semiótico social, entendo que a língua integra outros sistemas de produção de significados, por isso ela também depende de outros sistemas utilizados de acordo com o conhecimento e as necessidades do falante. Em vista disso, Martelotta e Kenedy (2015) acentuam que a concepção funcionalista da língua como um instrumento de comunicação precisa ser analisada com uma estrutura que ofereça a possibilidade de determinar a sua gramática. Essa estrutura realça a ideia de que o emprego da língua não se limita apenas a um

conjunto de regras e que o seu uso está associado a um sistema de produção de significados baseado em escolhas semióticas.

Modesto (2006) ressalta que, nessa concepção de análise, o funcionalismo considera a situação comunicativa por inteiro, ou seja, o sistema que inclui os propósitos do ato da fala, os participantes envolvidos e o contexto do discurso. Desse modo, o autor entende que resulta da análise desse conjunto de elementos aquilo que faz sentido na comunicação, assim como, as evidências de que qualquer divergência na análise de um fato linguístico pode gerar incompreensões quando esse fato linguístico não é considerado como parte de um sistema.

De forma geral, um fato linguístico se caracteriza pela ocorrência do uso correto ou incorreto da linguagem, da língua ou da fala. Conforme observa O'Halloran (2000), em sua análise multissemiótica, os sistemas semióticos que contribuem qualitativamente para produzir significados no discurso matemático são exemplos de um fato linguístico. Outro exemplo que configura um fato linguístico é a linguagem, a língua ou a fala sendo utilizadas na comunicação para desvirtuar o sentido de um discurso analisado em separado, fora de contexto. Modesto (2006) reforça que o propósito da abordagem funcionalista é verificar como as pessoas empregam a língua natural para se comunicar de uma forma compreensível. Desse modo, entendo que não se trata apenas do uso correto da linguagem.

No caso de um fato linguístico envolver a operação matemática representada por “ $1 + 1$ ”, não se pode desconsiderar o contexto na qual ela está inserida. Embora essa operação de adição seja usual e pareça simples realizá-la, antes de qualquer coisa, é importante enfatizar que o elemento numérico presente nessa sentença pode pertencer a sistemas de numeração diferentes. Em especial, se esse “1” for elemento da base decimal então o resultado dessa operação não será diferente de “2”. No entanto, se esse elemento compuser a base binária então essa resposta só poderá ser igual “10” (lê-se: um, zero). Desse modo, o referido exemplo ilustra o emprego de uma mesma simbologia matemática sendo representada pelo número “1”, assim como, pelos operadores “+” e “=” em diferentes contextos.

Reitero que em exemplos como esse é preciso considerar o discurso, os participantes e o contexto na situação comunicativa para que, a partir da sua ocorrência, haja a possibilidade de serem atribuídos sentidos por quem recebe, ouve ou lê a mensagem. É dessa abordagem funcionalista que se origina a vertente teorizada por Hallyday (1978), a perspectiva LSF que busca estabelecer relações entre escolhas semanticamente relevantes, feitas a partir do uso da língua e que ajudam a explicar as razões pelas quais o falante opta por empregar determinados elementos no enunciado de um discurso.

De acordo com Santos (2014, p.164), a LSF sustenta a ideia de um sistema de comunicação que articula a linguagem, o seu uso e a sua função, a um determinado contexto. Na visão de Neves (2020, p. 68), embora a LSF trate sobre o estudo da língua, os defensores dessa abordagem teórica reconheciam “a existência de outros meios, além da importância de suas combinações, na produção de significados”. Em vista disso, as discussões envolvendo a LSF e a teorização acerca da produção de significados promovem avanços no campo da pesquisa que resultam no surgimento da Teoria Funcional Sistêmica (TSF), direcionada especificamente para aplicações da LSF ao ensino de Mandarim.

Ao realizar a descrição sistêmica da língua inglesa, Halliday (1978) a partir dos seus estudos consegue estabelecer as três metafunções da TSF nas quais classificou como: (i) ideacional; (ii) interpessoal; e (iii) textual. Na (i), há uma subdivisão que envolve os componentes experiencial e lógico. Nela, o autor se refere ao conteúdo, aquilo que é dito, uma ideia interpretada, e como as relações experienciais e lógicas se entrelaçam com os mundos exterior e interior (processos mentais) do falante. Já na (ii), ele se volta para a representação das relações sociais que abrangem o uso da língua e que promovem a ação do falante no ato comunicativo. Por sua vez, na (iii) o autor vincula o uso da linguagem pelo falante as características de uma determinada situação na qual ele está envolvido. Nesse sentido, a metafunção (iii) serve de recurso para as demais metafunções (i) e (ii) visto que o ato comunicativo demanda da parte do falante a elaboração do discurso. Cabe destacar que a análise dessas metafunções possibilita verificar como os recursos semióticos são utilizados em um determinado discurso.

Segundo O'Halloran (2005, p. 62, tradução nossa)⁴³ “esses quatro tipos de significados, o experiencial, lógico, interpessoal e textual, são chamados de metafunções por serem manifestações dos propósitos gerais da linguagem”. Em outras palavras, as metafunções se referem às funções que os recursos semióticos desempenham em um discurso quando eles são combinados para produzir significado. Lim (2011, p. 77, tradução nossa)⁴⁴ explica que o foco dessas metafunções na TSF “é compreender e avaliar os significados conforme são usados no contexto. Central para a Teoria Funcional Sistêmica é a visão de que significado é função no contexto”. Com o passar do tempo, a TSF se consolidou na área da Linguística e estimulou pesquisadores que, ao realizarem seus estudos multimodais, optaram por outras abordagens nas análises do uso e da função da linguagem, a exemplo da *Systemic*

⁴³ These four types of meaning, the experiential, logical, interpersonal and textual, are called the metafunctions of language as they are manifestations of the general purposes of language [...].

⁴⁴ [...] is to understand and evaluate the meanings as they are used in context. Central to the Systemic Functional Theory is the view that meaning is function in context.

Functional Multimodal Discourse Analysis ou, simplesmente, Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal (SF-ADM), que é uma perspectiva proveniente da TSF.

Neves (2020) ressalta que na SF-ADM:

[...] conjectura-se que as intersemioses, ou seja, a combinação de recursos semióticos, agregam características de cada recurso realocando-as de forma que suas particularidades se estendam possibilitando que o significado do fenômeno multisemiótico, em que dois ou mais recursos semióticos são utilizados, seja reformulado, viabilizando um melhor entendimento do fenômeno (NEVES, 2020, p. 29).

Com base nesse postulado e na discussão que o antecede, a possibilidade de apreciar analiticamente um objeto a partir das diferentes características que o compõem assume um caráter fundamental em meu percurso de análise dos dados. Desse modo, a seguir, aprofundo discussões sobre a SF-ADM.

3.3.4. A Linguagem Sistêmico-Funcional na Análise do Discurso Multimodal

Conforme noticia O'Halloran (2004), os primeiros estudos multimodais mantêm o foco principalmente na análise de textos estáticos, a exemplo dos trabalhos de: Kress e van Leeuwen (1996) que oferecem uma gramática para interpretar o significado de textos visuais com imagens utilizadas em seu corpo; e Lemke (1998b) que explora o potencial multiplicador do significado quando recursos semióticos visuais e verbais são combinados nos discursos científico e matemático. No entanto, O'Halloran (2004) alerta que a partir de então a pesquisa já começava a se voltar para a análise do texto dinâmico.

Nesse sentido, O'Halloran (2004) menciona que, dentre os poucos trabalhos dedicados a explorar esse tema, Baldry (2004) desenvolveu um sistema com um método de transcrição baseado em metafuncionalidade para destacar cortes, transições, dentre outros aspectos. De acordo com O'Halloran (2004), nesse sistema, o analista pode registrar as suas escolhas em um formato de banco de dados relacional, usando uma ferramenta de anotação para que o algoritmo busque por descrições padronizadas, previamente criadas pelo pesquisador, e faça comparações em um *corpus* de textos.

O'Halloran (2011a) observa que outras abordagens contextuais foram desenvolvidas para fala, som, música, textos científicos, hipermídia, ação, gesto, pesquisa educacional e alfabetização. O'Halloran (2004) também faz uma referência ao trabalho de O'Toole (1999) que, sem desprestigiar a descrição linguística usual, representa um avanço na teoria da análise semiótica mais voltada para a semiótica visual. Em seu estudo, O'Toole (1999) utiliza um método que exhibe visualmente os significados das escolhas do analista com o objetivo de

compreendê-las. Contudo, O'Halloran (2004) compreende as limitações dessa descrição linguística, haja vista que não mapeia essas escolhas visualmente, assim como, não captura a importância de cada uma dessas escolhas. Além disso, a autora reconhece, também nesse método, algumas dificuldades associadas aos registros simultâneos das escolhas metafuncionais que são feitas dentre os diferentes sistemas semióticos.

Em especial, O'Halloran (2011a, p. 122, tradução nossa)⁴⁵ confere a O'Toole (1994) uma abordagem gramatical “em estreita colaboração com ‘textos’ (ou seja, pinturas, projetos arquitetônicos e esculturas) para derivar estruturas que podem ser aplicadas a outros trabalhos”. Em vista disso, a autora destaca que abordagens gramaticais da matemática, da hipermídia e de textos multimodais resultaram na SF-ADM, a qual é uma extensão da TSF que foi originalmente proposta por Halliday. Em função das escolhas de sistemas semióticos orientados pelo significado ideacional do discurso, Fei (2011) ressalta que essa produção semântica examinada pela LSF se dá pelo uso da linguagem.

Segundo Neves (2020, p. 68), a TSF foca em “como o mundo social se constrói através do uso de recursos para produzir significados”, assim como, na descrição das “funções desses recursos como sistemas de significados”. Nesse sentido, Fei (2011, p. 71, tradução nossa)⁴⁶ concorda com a ideia de que a TSF visa o significado e, por essa razão, observa que essa teoria foi “aplicada pela primeira vez à linguagem por meio da Linguística Sistêmica Funcional [LSF]. E, mais recentemente, através da SF-MDA [ou SF-ADM] para os outros recursos semióticos também”.

Nessa abordagem, O'Halloran (2011a) esclarece que:

[...] a análise do discurso multimodal preocupa-se com a teoria e a análise dos recursos semióticos e as expansões semânticas que ocorrem à medida que as escolhas semióticas se combinam em fenômenos multimodais. As relações “inter-semióticas” (ou intermodais) decorrentes da interação de escolhas semióticas, conhecidas como intersemiose, é uma área central da pesquisa multimodal (O'HALLORAN, 2011a, p. 121, tradução nossa)⁴⁷.

Conforme o estudo de Neves (2020), observado no capítulo 2, a autora destaca que “as duas noções fundamentais da SF-ADM são as de Função e Sistema” (NEVES, 2020, p. 70). Ao realçar o que entende sobre função nessa abordagem, a autora investiga a ocorrência de intersemioses nos vídeos produzidos por estudantes que utilizam combinações metafuncionais

⁴⁵ [...] worked closely with ‘texts’ (ie. paintings, architectural designs and sculptures) to derive frameworks which can be applied to other works [...]

⁴⁶ [...] which is first applied to language through Systemic Functional Linguistics; and more recently through SF-MDA to the other semiotic resources as well.

⁴⁷ Multimodal discourse analysis is concerned with the theory and analysis of semiotic resources and the semantic expansions which occur as semiotic choices combine in multimodal phenomena. The ‘inter-semiotic’ (or intermodal) relations arising from the interaction of semiotic choices, known as intersemiosis, is a central area of multimodal research.

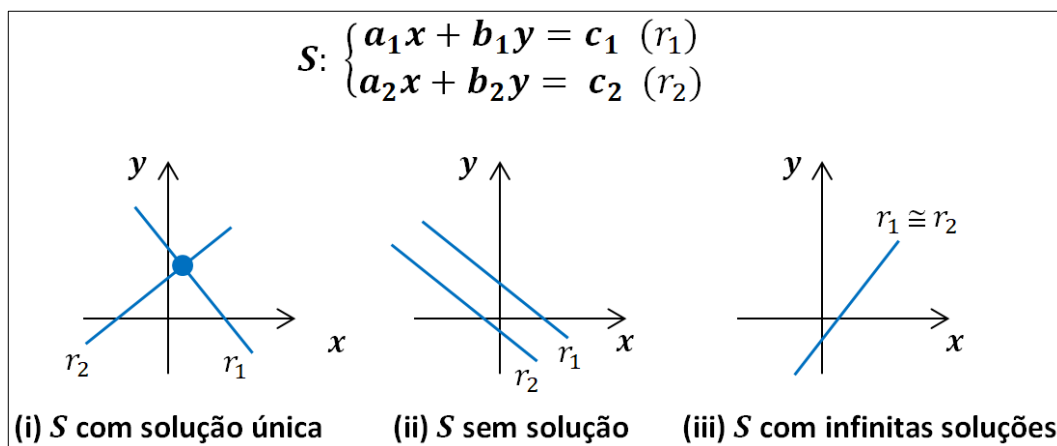
de recursos semióticos da linguagem, da exibição visual e do simbolismo matemático para produzir significados.

Neves (2020) ressalta que a abordagem SF-ADM trouxe contribuições para os estudos multimodais na Educação Matemática:

[...] assim como o modelo de análise de fenômenos multimodais, que está associado a essa perspectiva teórica, que ao se preocupar com a funcionalidade e com a escolha de cada recurso semiótico envolvido nas intersemioses, ou seja, nas combinações de recursos, pode conjecturar sobre possibilidades de expansão semântica, e consequentemente, discutir sobre a transformação do conhecimento matemático a partir da expressão de ideias matemáticas por meio de vídeos digitais (NEVES, 2020, p. 65).

Um exemplo de ocorrência de intersemioses pode ser observado ao se trabalhar com resolução de sistemas lineares $n \times n$. Um procedimento didático, geralmente utilizado, é apresentar o significado geométrico da resolução de sistemas lineares 2×2 , já que a visualização do significado da solução desse sistema pode ser facilmente observada. Na disciplina Álgebra Linear I, cenário desta investigação, esse procedimento foi utilizado e a Figura 11 apresenta um recorte do material didático produzido pelo LEMAD.

Figura 11 – Exemplo 1 de intersemioses na Álgebra Linear



Fonte: Adaptado do material didático produzido pelo LEMAD.

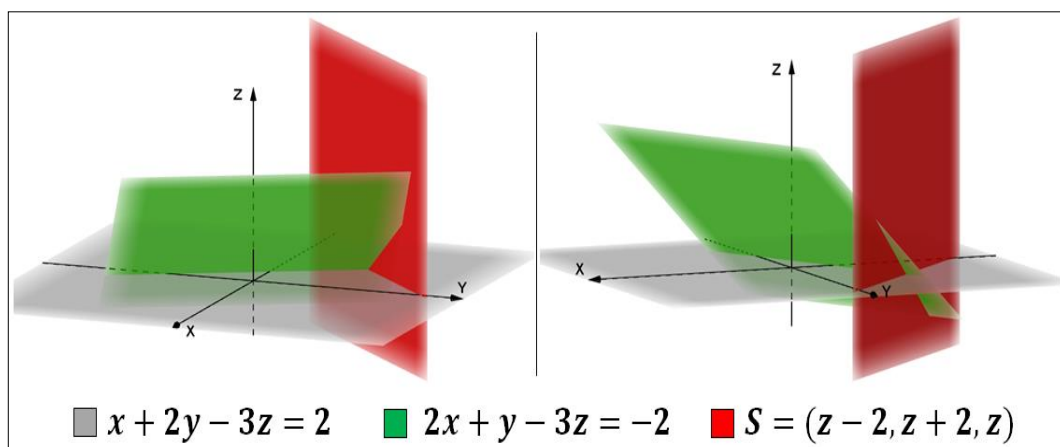
A ocorrência da intersemiose, observada na Figura 11, ocorre pelo fato de o esboço (i) representar um par de retas concorrentes que se interceptam em um único ponto associado à solução do sistema linear 2×2 . Já o esboço (ii) representa duas retas paralelas que não se interceptam e, portanto, o sistema linear 2×2 não possui solução. Por fim, o esboço (iii) representa duas retas coincidentes e, portanto, o sistema linear 2×2 possui infinitas soluções.

Em outro exemplo, o enunciado traz o sistema de equações lineares S : $\begin{cases} x + 2y - 3z = 2 & (i) \\ 2x + \square - 3z = -2 & (ii) \end{cases}$ e pede que a solução seja apresentada.

Diferente do exemplo anterior, agora S tem duas equações com três variáveis cada uma e as equações (i) e (ii) são representadas de forma geométrica pelos planos cinza e verde, respectivamente, assim como, a solução de S é destacada em vermelho.

Em especial, nesse sistema de equações lineares S foram utilizados recursos do simbolismo matemático e operações elementares para definir a seguinte solução: $x = z - 2$ e $y = z + 2, \forall z \in \mathcal{R}$, ou seja, $S = (z - 2, z + 2, z)$. Segundo consta no cálculo algébrico desse exemplo, a incógnita x é eliminada ao multiplicar por dois a equação (i) que, em seguida, é subtraída pela (ii), o que resulta em $y = z + 2$. Esse y é, então, substituído na equação (i) para encontrar o $x = z - 2$. Uma vez definidos esses valores de x e de y , cada z no sistema de equações lineares S define uma terna ordenada. Em outras palavras, como o $z \in \mathcal{R}$, isso assegura que S admite infinitas soluções (Figura 12).

Figura 12 - Exemplo 2 de intersemioses na Álgebra Linear



Fonte: Adaptado do material didático produzido pelo LEMAD.

Nesses dois exemplos, o uso combinado de recursos semióticos da linguagem, do simbolismo matemático e das imagens visuais que caracterizam as intersemioses produz significado. Assim, de acordo com Iedema (2001), por meio do processo de ressemiotização esse uso possibilita que a produção de significado seja expandida, nesse caso, da representação algébrica para a geométrica.

De acordo com Neves (2020), alguns termos utilizados na abordagem SF-ADM como intersemioses, ressemiotização e expansões semânticas são importantes para explicar a ocorrência dos fenômenos multimodais. A autora sustenta que:

As intersemioses são os processos pelos quais escolhas semióticas interagem e combinam para produzir significado, considerando o contexto que envolve o fenômeno multimodal. A ressemiotização se refere à reconstrução de escolhas semióticas dentro e através de fenômenos multimodais [...] As expansões semânticas são os significados contextualizados resultantes das intersemioses decorrentes das escolhas semióticas (NEVES, 2020, p. 74).

O'Halloran (2015, p. 71, tradução nossa)⁴⁸ entende que essas intersemioses expressas por meio de formas linguísticas (a linguagem), simbólicas (o simbolismo matemático) e visuais da representação (a exibição visual), evidenciam um movimento intersemiótico no qual os “três diferentes potenciais de significado são acessados para construir a realidade matemática”. As estratégias, as dificuldades gramaticais e os sistemas de análise desses recursos semióticos são apresentados na sequência. Em especial, essa apresentação é feita com o auxílio de um único exemplo que explora as formas linguística, simbólica e visual.

3.3.4.1. A forma linguística

Em seu estudo, Halliday (1998) alerta que a dificuldade da linguagem científica está associada à gramática e não ao vocabulário. O autor explica que essa dificuldade se refere à sua natureza metafórica, à definição e ao uso de termos técnicos, ou seja, o teórico admite que o discurso, ao empregar a linguagem científica, carrega significados compreensíveis e/ou incompreensíveis. O autor ressalta que a reconfiguração de entidades (processos linguísticos e elementos gramaticais) pode influenciar a construção da realidade e distorcer a essência do discurso. O'Halloran (2015) concorda com essa ideia, mas acrescenta que esse emprego da linguagem científica no discurso matemático gera incompreensões quando tal reconfiguração de entidades adensa tanto lexical quanto gramaticalmente a linguagem matemática. Em Steinbruch e Winterle (1987), por exemplo, há uma interpretação geométrica do módulo do produto vetorial de dois vetores, na qual é utilizada a forma linguística (consultar Figura 13).

Figura 13 – Um exemplo da forma linguística na interpretação geométrica

Interpretação Geométrica do Módulo do Produto Vetorial de Dois Vetores

Geometricamente, o módulo do produto vetorial de dois vetores mede a área do paralelogramo $ABCD$ (A_p) determinado por $\vec{u} = \overrightarrow{AB}$ e $\vec{v} = \overrightarrow{AC}$.

Legenda: Definições interligadas Taxionomia técnica Expressões especiais

Fonte: Adaptado de Steinbruch e Winterle (1987, p. 70-71).

⁴⁸ [...] three different meaning potentials are accessed to construct mathematical reality.

Na interpretação geométrica dessa figura, a predominância da nomenclatura matemática é utilizada com uma estrutura gramatical simples, composta por verbos, conjunções, substantivos, dentre outras classes. Segundo O'Halloran (2015), em processos de recodificação esse predomínio condiciona a leitura do discurso matemático, além disso, evidencia as estratégias e as dificuldades gramaticais relacionadas ao uso da linguagem matemática, em destaque no Quadro 3.

Quadro 3 – O uso gramatical da linguagem matemática

Estratégias e dificuldades		Significados e exemplos apoiados na Figura 13
a	Definições interligadas	O arcabouço teórico da Matemática possui estruturas encadeadas e bem definidas. Exemplo: A “área do paralelogramo” é representada pelo “módulo do produto vetorial de dois vetores”.
b	Taxionomia técnica	Em relação ao item (a), existe uma classificação de conceitos matemáticos que se apoia em características comuns. Exemplo: Os vetores possuem “representantes no mesmo plano”.
c	Expressões especiais	Em relação ao item (b), é utilizada uma nomenclatura específica da Matemática. Exemplo: A “interpretação geométrica” do módulo do produto vetorial de dois vetores.

Fonte: Adaptado de O'Halloran (2015, p. 65).

De acordo com O'Halloran (2015), o uso da linguagem científica na Matemática realça estratégias e dificuldades gramaticais elencadas de (a) até (c) que podem ser combinadas de diferentes maneiras. Isso torna alguns discursos incompreensíveis para o público não familiarizado com as estratégias gramaticais da linguagem matemática. A autora destaca que essas dificuldades gramaticais se devem: (a), aos conceitos relacionados por meio de estruturas teóricas; (b), aos sistemas de classificação que fundamentam os termos técnicos; (c), ao vocabulário especializado.

Na visão de O'Halloran (2015), embora essas dificuldades gramaticais sejam parte da realidade na audiência, elas também funcionam como estratégias para os produtores de significado que moldam os discursos de argumentação lógica e tornam escolhas semióticas invariáveis na representação das relações sociais. Em especial, o Quadro 4 apresenta uma abordagem apoiada na SF-ADM que trata sobre as metafunções da linguagem matemática empregadas para produzir significados no discurso matemático.

Quadro 4 – As metafunções e o sistema de análise da linguagem matemática

Metafunção	Sistema de análise	Descrição (Linguagem matemática)
Ideacional	Participantes, processos e contexto.	Socializar participantes e processos matemáticos que assegurem coerência lógica e que caracterizem a natureza da ação apoiada em experiências de mundo ou ocorrências de eventos físicos.
Interpessoal	Função do discurso.	Utilizar padrões, convenções, declarações e questionamentos em busca de posicionar oficialmente a Matemática por meio de relações dominantes que se originam em raciocínios lógicos.
Textual	Relevância do tema.	Organizar textualmente a mensagem socializada para destacar determinados trechos em função das ideias e dos argumentos matemáticos.

Fonte: Adaptado de O'Halloran (2000) e O'Halloran (2015).

Essas estratégias gramaticais levam a ocorrências de expansões semânticas que possibilitam a combinação da linguagem matemática com outros recursos semióticos e suas respectivas metafunções. A saber, essas expansões semânticas ampliam a compreensão acerca do discurso e ajudam a superar essas dificuldades gramaticais.

A elaboração desse quadro é uma releitura da abordagem SF-ADM que, nesse caso, volta-se para as metafuncionalidades da linguagem matemática. De forma específica, essas metafuncionalidades auxiliam a análise do discurso matemático e realçam os seus significados destacados no capítulo 5 desta tese.

Na sequência, apresento as metafunções, as estratégias e as dificuldades gramaticais relacionadas à forma simbólica.

3.3.4.2. A forma simbólica

Com relação à interpretação geométrica do exemplo apresentado na Figura 13, o uso da linguagem matemática constitui processos que relacionam verbos, conjunções, substantivos, dentre outros. Embora a interpretação de Steinbruch e Winterle (1987) siga um ordenamento lógico em seu discurso, priorizá-la como única forma de expressão matemática pode limitar a abordagem do conteúdo.

Neves (2020, p. 82) acrescenta que características gramaticais associadas ao uso da linguagem matemática “dificultam a compreensão do discurso matemático, como a omissão de conceitos”. Em termos de estratégias gramaticais, isso sinaliza as diferenças que existem entre a linguagem matemática e o simbolismo matemático na codificação do significado. A autora releva que o emprego do simbolismo matemático elimina uma série de processos,

sintetiza a codificação do significado experiencial e cumpre funções que não cabem à linguagem matemática.

Em particular, a argumentação relacionada ao exemplo de Steinbruch e Winterle (1997) destaca o uso do simbolismo matemático para provar que a interpretação geométrica do módulo do produto vetorial de dois vetores é a área do paralelogramo. Com isso, novas estratégias gramaticais associadas ao uso desse recurso semiótico viabilizam a escrita de um modo objetivo de (i) até (v) na Figura 14 e, em dado momento, realçam em (iv) uma propriedade do produto vetorial que traz densidade de configurações simbólicas ao significado lógico da prova. Essa forma de expressão revela uma conexão entre conceitos que é utilizada para organizar textualmente o discurso matemático e possibilitar a realização de novos tipos de processos. Nesse caso, em (i) há uma relação da geometria plana (base do paralelogramo) com a geometria analítica (módulo do vetor), o que propicia em (ii) entrelaçar correntes de raciocínio implícitos apoiadas em conhecimentos prévios, assim como, independente do recurso semiótico em (iii), declarar a veracidade da igualdade para confirmá-la em (v) por meio da generalização.

Figura 14 – Um exemplo da forma simbólica na interpretação geométrica

Prove que a interpretação geométrica do módulo do produto vetorial de dois vetores é a área do paralelogramo.

Considere: (a) $\vec{u} = \overrightarrow{AB}$ e $\vec{v} = \overrightarrow{AC}$, sendo $\vec{u} \neq \vec{0}$ e $\vec{v} \neq \vec{0}$, com representantes $\overrightarrow{CD} // \overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{BD} // \overrightarrow{AC}$ e θ o ângulo formado entre $\vec{u}$ e $\vec{v}$; e (b) as origens e extremidades de $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$, $\overrightarrow{CD}$ e $\overrightarrow{BD}$ sendo os vértices do paralelogramo $ABCD$.

Ora, no paralelogramo $ABCD$

(i) $A_p = |\vec{u}| \cdot h$
e no $\triangle O\hat{A}C$

(ii) $h = |\vec{v}| \cdot \text{sen } \theta$

Com isso,

(iii) $A_p = |\vec{u}| \cdot |\vec{v}| \cdot \text{sen } \theta$

Por sua vez,

(iv) $|\vec{u} \times \vec{v}| = |\vec{u}| \cdot |\vec{v}| \cdot \text{sen } \theta$

Logo,

(v) $|\vec{u} \times \vec{v}| = A_p$

Legenda:

- Símbolos especiais
- Novas estratégias gramaticais
- Correntes de raciocínio implícitos

Fonte: Adaptado de Steinbruch e Winterle (1987, p. 70).

Em especial, nesse exemplo, alguns símbolos especiais da gramática do simbolismo matemático são utilizados para codificar o significado dos vetores e de seus representantes.

Consoante O'Halloran (2015), foi a partir da linguagem que o desenvolvimento do simbolismo matemático se tornou possível como recurso semiótico.

Esse desenvolvimento trouxe funcionalidade para a gramática do simbolismo matemático, viabilizou a realização de expansões semânticas e demonstrou a necessidade de utilizar elementos linguísticos e estratégias gramaticais da linguagem. Por meio dessa forma de expressão com o uso de recursos semióticos do simbolismo matemático, as estratégias e dificuldades gramaticais relacionadas ao discurso ganham destaque. Em especial, ambas são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – O uso gramatical do simbolismo matemático

Estratégias e dificuldades		Significados e exemplos apoiados na Figura 14
a	Símbolos especiais	A convenção de símbolos especiais associados à gramática do simbolismo matemático possibilita diferentes combinações no discurso. Exemplo: os vetores " $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ ".
b	Novas estratégias gramaticais	Por conta do item (a), na (re) codificação de significado as estratégias gramaticais do simbolismo matemático se diferem das estratégias gramaticais da linguagem matemática. Exemplo: a sequência das operações (i), (ii), (iii) e (iv) que resulta na igualdade (v).
c	Correntes de raciocínio implícitos	O significado lógico de processos matemáticos que envolvem raciocínios implícitos se apoia em algum conhecimento prévio. Exemplo: a altura do paralelogramo $h = \vec{v} \cdot \sin \theta (\Delta OAC)$ (ii).

Fonte: Adaptado de O'Halloran (2015, p. 65).

No exemplo da Figura 14, os participantes e processos inseridos no cálculo da área do paralelogramo combinam conceitos de geometria plana e de geometria analítica que são utilizados para interpretar geometricamente o módulo do produto vetorial de dois vetores. Sobretudo, a simbologia matemática representa uma generalização dessa interpretação geométrica, na qual o desenvolvimento dos processos depende das características desses vetores.

No entendimento de Neves (2020, p. 89) lidar com “conceitos específicos é natural em textos matemáticos, que aderiu ao simbolismo como uma forma de simplificar a explicação envolta nas sequências lógicas” de resoluções matemáticas. Em O'Halloran (2000), (2005) e (2015), é possível encontrar as características das metafunções do simbolismo matemático, as quais são apresentadas no Quadro 6 e auxiliam na análise dos significados produzidos com o emprego desse recurso semiótico.

Quadro 6 – As metafunções e o sistema de análise do simbolismo matemático

Metafunção	Sistema de análise	Descrição (Simbolismo matemático)
Ideacional	Participantes, processos, contexto e raciocínio lógico.	Reconhecer padrões, eleger referências e constituir processos matemáticos que proporcionem meios para descrever eventos físicos, assim como, possibilitar que interpretações relacionais, espaciais e temporais sejam realizadas em processos matemáticos.
Interpessoal	Informações e convenções.	Instituir relações entre participantes e processos matemáticos considerando o rigor das leis matemáticas.
Textual	Relações e operações.	Exibir resultados decorrentes de processos matemáticos que são organizados de acordo com padrões convencionais.

Fonte: Adaptado de O'Halloran (2000), (2005) e (2015).

O'Halloran (2005) explica que o simbolismo matemático foi projetado para descrever padrões na solução de problemas que podem ser reorganizados de diversos modos. Nessa reorganização, a autora ressalta que a codificação do significado ideacional preserva a essência das configurações e que a codificação do significado interpessoal resulta de uma relação operacional entre participantes e processos.

Em particular, na Figura 14, apresentada anteriormente, o raciocínio lógico flui nas relações de (i) até (v), o discurso envolve sequências de implicação e a organização textual do simbolismo matemático codifica as relações entre os seus significados experiencial e lógico na prova do enunciado. Na visão de O'Halloran (2005), essa organização textual obedece a uma determinada sequência, o que permite rastrear a configuração nuclear da sua estrutura envolta de participantes e processos.

A autora argui que a espacialidade combinada com a organização sintagmática desempenha um papel semântico no simbolismo matemático, pois tanto a espacialidade quanto a organização são elementos-chaves que diferenciam o seu alinhamento (layout) da linearidade das formas linguísticas. Em especial, explorar essa combinação no discurso matemático propicia o envolvimento do leitor e ajuda na compreensão do texto linguístico que nem sempre é linear.

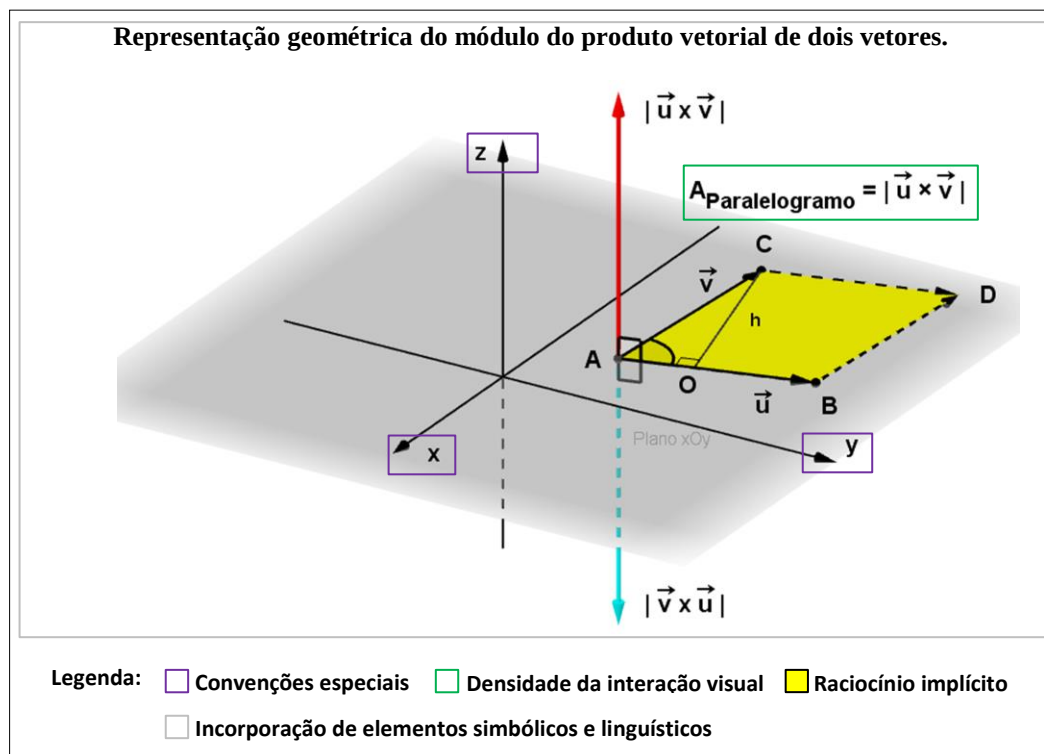
Isso pode ser visto como uma limitação da linguagem matemática. De todo, ela oferece uma abertura para o uso de recursos semióticos da exibição visual que viabilizam a expansão de significado no discurso matemático. Na sequência, são apresentadas as metafunções, as estratégias e as dificuldades gramaticais relacionadas à forma visual da expressão matemática.

3.3.4.3. A forma visual

Embora o simbolismo matemático seja o principal recurso semiótico para construir o significado lógico na Matemática, O'Halloran (2005) explica que a evolução tecnológica aprimorou o poder das máquinas para representar e mapear visualmente as relações entre padrões. A autora acrescenta que esse aprimoramento ofereceu condições para desenvolver gramáticas de imagens visuais, construir meios ainda não imaginados e romper com a natureza limitada dos recursos semióticos que a Matemática dispõe para produzir significado.

Por exemplo, na resolução da prova oferecida por Steinbruch e Winterle (1987), os autores percebem a importância da exibição visual na interpretação geométrica do módulo do produto vetorial de dois vetores. Desse modo, na abordagem visual da Figura 15, os estudiosos explicam que a área do paralelogramo é determinada pelos vetores $\vec{u} = \overrightarrow{AB}$ e $\vec{v} = \overrightarrow{AC}$.

Figura 15 – Um exemplo da forma visual na interpretação geométrica



Fonte: Adaptado de Steinbruch e Winterle (1987, p. 70-71).

Em geometria analítica, na demonstração de igualdades que resultam da interpretação geométrica, conforme a compartilhada em Steinbruch e Winterle (1987):

[...] quando a manipulação de entidades geométricas resulta em generalizações, [essas entidades] representam o processo de ressemiotização com imagens representando generalizações. Os elementos fixados das entidades geométricas representadas nas imagens passam a ser considerados como elementos variáveis para a generalização, a partir das relações matemáticas estabelecidas. A recontextualização impulsiona a ressemiotização, considerando os objetivos específicos envolvidos no problema matemático (NEVES, 2020, p. 77).

Segundo O'Halloran (2015), essa reformulação que ocorre entre as representações (geométrica e algébrica) realça dois resultados:

[...] primeiro, o elemento é recontextualizado, em relação a um novo potencial de significado; e segundo, um realinhamento semântico do elemento reformulado pode ocorrer [...] Ambos resultam em expansões semânticas que são centrais para as representações matemáticas da realidade (O'HALLORAN, 2015, p. 76, tradução nossa)⁴⁹.

Por exemplo, o uso da linguagem em Steinbruch e Winterle (1987) pode resultar em expansões de significado oriundas de uma interpretação geométrica. O Quadro 7 destaca as estratégias e as dificuldades gramaticais elencadas por O'Halloran (2015) quando o recurso semiótico da exibição visual é utilizado para produzir significado.

Quadro 7 – O uso gramatical da exibição visual

Estratégias e dificuldades		Significados e exemplos apoiados na Figura 15
a	Convenções especiais	As relações que se configuram entre representações espaciais e descrições simbólicas são estabelecidas com o uso de padrões da exibição visual. Exemplo: o sistema de coordenadas cartesianas tridimensional.
b	Densidade da interação visual	Com base no item (a), várias informações matemáticas de um determinado conteúdo podem ser visualizadas. Exemplo: as equações simbólicas de (i) até (v) e a representação geométrica (Figura 14).
c	Raciocínio implícito	Com base no item (b), o conhecimento matemático prévio propicia o exercício de raciocínios implícitos. Exemplo: a interpretação geométrica do módulo do produto vetorial de dois vetores.
d	Incorporação de elementos simbólicos e linguísticos	A representação matemática contém símbolos e/ou elementos linguísticos. Exemplo: a Figura 15.

Fonte: Adaptado de O'Halloran (2000), (2005) e (2015).

Na Figura 15, algumas convenções especiais são utilizadas no espaço tridimensional como os valores positivos e negativos localizados à direita e à esquerda da origem, respectivamente. Particularmente, essa visualização está inserida no espaço tridimensional e as informações contidas na sua representação adensam a interação entre participantes e processos matemáticos, assim como, levam ao raciocínio implícito da interpretação

⁴⁹ [...] first, the element is recontextualized, in relation to a new meaning potential; and secondly, a semantic realignment of the reformulated element can take place [...] resulting in metaphorical expansions of meaning. Both of these outcomes result in semantic expansions that are central to mathematical representations of reality.

geométrica do módulo do produto vetorial de dois vetores. Desse modo, a descrição simbólica da área do paralelogramo é auxiliada pelo uso da computação gráfica, o que viabiliza utilizar participantes e processos matemáticos para representar geométrica, algébrica e linguisticamente a relação entre esses dois vetores.

O'Halloran (2005), elucida que as formas linguísticas e visuais da semiose se diferem umas das outras em um sentido fundamental. No caso das formas linguísticas, à medida que a leitura do texto se desdobra há uma progressão do seu significado. Por sua vez, a percepção geral das formas visuais ocorre antes das suas particularidades e, nesse contexto, só é possível relacioná-las logicamente após elas serem processadas para produzir significado. Por exemplo, na Figura 15, os componentes visuais – quando são mapeados – revelam o significado ideacional (da interpretação geométrica e dos vetores); quando são caracterizados realçam o significado interpessoal (dos vetores e do módulo do produto vetorial); e quando são interpretados denotam o significado textual do discurso (do módulo do produto vetorial e da área do paralelogramo).

Em O'Halloran (2000), (2005) e (2015), é possível encontrar uma referência às metafunções da exibição visual, as quais são destacadas no Quadro 8, quando esse recurso semiótico é empregado na produção de significado.

Quadro 8 – As metafunções e o sistema de análise da exibição visual

Metafunção	Sistema de análise	Descrição (Exibição visual)
Ideacional	Processos, participantes e contextos imaginários.	Mapear visualmente os aspectos organizacionais que relacionam processos e participantes matemáticos.
Interpessoal	O foco se volta para a composição dos elementos visuais.	Caracterizar os componentes matemáticos exibidos na representação visual considerando fatores como tamanho, proporção e densidade.
Textual	A representação é considerada um componente único.	Elaborar interpretações acerca dos componentes matemáticos representados visualmente em busca de relacioná-los.

Fonte: Adaptado de O'Halloran (2000) e (2015).

O'Halloran (2005) acrescenta que essas relações lógicas das formas visuais na produção de significados podem ser espaciais, temporais ou causais. Por conta disso, elas podem naturalmente acarretar ambiguidades em potencial. De todo modo, essas relações abrem possibilidades de interpretação semântica para a linguagem matemática ordenar o significado experiencial dessas formas visuais. A autora ressalta que as imagens visuais substituem a linguagem matemática e o simbolismo matemático na representação das relações

espaciais contínuas. Contudo, a autora reconhece que os padrões visuais matemáticos se limitam a descrições incompletas. Em especial, isso pode ser superado com a evolução tecnológica das máquinas que revolucionam os tipos de Matemática no uso da computação gráfica para realizar cálculos, manipular e exibir padrões visuais.

Nessa combinação das formas linguísticas, simbólicas e visuais, Neves (2020) sobreleva que estão envolvidos nos fenômenos matemáticos multimodais:

[...] os recursos semióticos tradicionais do discurso matemático, como a linguagem, o simbolismo matemático e as imagens, principalmente as imagens gráficas, além de outros recursos, de acordo com o contexto. A intersemiose desses recursos, segundo O'Halloran (2007) resulta em uma expansão semântica da Matemática responsável pelo seu sucesso em reescrever o mundo (NEVES, 2020, p. 74).

Destaco que, ao considerar a análise do discurso multimodal como prática linguística, o propósito se volta para a estrutura do significado de um discurso. Desse modo, em busca de compreender como estudantes do curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos, adotei a perspectiva da SF-ADM aliada ao construto teórico *seres-humanos-com-mídias* e a teoria de análise fílmica para responder à pergunta de pesquisa. Essa decisão se pautou no diálogo que as referidas abordagens possibilitaram realizar, ao longo da investigação, e que culminou na análise dos dados, principalmente, na análise dos vídeos que foram produzidos pelos participantes desta pesquisa. Com isso, a necessidade de aportar em um caos me fez considerar trechos inspiradores de *Lanterna dos Afogados* de Herbert Vianna para escrever este capítulo.

3.3.5. Uma síntese do capítulo

Neste capítulo, apresentei o referencial teórico que subsidia as discussões na análise dos dados. Em especial, observo a formação de coletivos pensantes que produzem conhecimento nas interações de estudantes com mídias. Em vista disso, trago exemplos de pesquisas que utilizam diferentes leituras da noção de seres-humanos-com-mídias e compartilho as “vozes” de estudantes destacadas pelos autores dessas pesquisas. Destaco que, a partir das interações dos estudantes (participantes deste estudo) com as mídias, fica caracterizada uma harmonização que fortalece o discurso e elimina a ideia da substituição de uma mídia pela outra.

Nesse sentido, considere os vídeos como objetos de análise, pois os seus produtores combinam recursos semióticos, se expressam de diferentes formas com base nas suas escolhas. Desse modo, utilizo a ideia de separação dos elementos constituintes desses vídeos

apoiado na teoria fílmica para descrevê-los e, em seguida, relacioná-los em busca de apresentar as minhas interpretações. Essa decisão se pautou na necessidade de obter outros elementos distintos (trechos, combinações, recursos, mídias) dos próprios vídeos para organizá-los a partir dos eixos de análise.

Os referidos elementos representam as escolhas semióticas dos estudantes participantes desta pesquisa. Em especial, essas escolhas semióticas conferem uma harmonização para os seus discursos, nos quais as mídias utilizadas pelo referido público são moldadas umas pelas outras. Nesse sentido, o uso dessas mídias auxilia os produtores dos vídeos a expressarem conteúdos matemáticos a seus modos e, com isso, é na análise desse uso que observo as ocorrências de múltiplas representações matemáticas, de intersemioses (combinações de recursos semióticos em um contexto no qual os significados são produzidos), de ressemiotizações (recontextualização dos significados) e de expansões semânticas (contextualização dos novos significados).

A seguir, apresento a metodologia de pesquisa utilizada para produzir dados, nesta investigação.

Meu caminho é cada manhã
Não procure saber onde estou
Meu destino não é de ninguém
E eu não deixo os meus passos no chão
[...]

Kiko Zambianchi⁵⁰

4 A DEFINIÇÃO DO PERCURSO

A epígrafe acima é um recorte da música *Primeiros erros*, de Kiko Zambianchi, a qual versa sobre a despreocupação de um personagem em seguir planejamentos e em viver rotinas diárias. Em especial, ela realça escolhas que não se harmonizam com um percurso metodológico de pesquisa. Contudo, enfatizo que essa epígrafe me inspirou a traçar um caminho e a definir um planejamento para realizar esta investigação. Desse modo, alinhado com a abordagem de pesquisa qualitativa, destaco as etapas e os procedimentos que adotei em busca de responder à seguinte pergunta: Como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos?

Segundo Borba e Araújo (2004), a delimitação de uma pergunta e a escolha da abordagem são preocupações legítimas relacionadas à pesquisa. Desse modo, ressalto, na posição de pesquisador, que adotei a abordagem qualitativa, posto que ela auxilia o entendimento dos fenômenos observados nesta investigação, sem me prender a regras, conforme destacam Lincoln e Guba (1985). Nesse sentido, por entender que:

A flexibilidade das regras [...] é uma das particularidades da pesquisa qualitativa [...] que apresenta um caráter repetitivo e retroativo: nele se encontra a simultaneidade [da produção] dos dados, da análise [...] No entanto, a particularidade da pesquisa qualitativa é a de que ela se liga a esse caráter retroativo e repetitivo do processo de pesquisa e o inclui em sua metodologia (DESLAURIERS; KÉRISIT, 1994, p. 148).

Esse caráter retroativo e repetitivo fez parte desta investigação na consulta aos dados em um contexto no qual importava para mim (pesquisador) responder a questão desta pesquisa. Nesse viés, Borba, Almeida e Gracias (2018) reforçam que “Vários autores, por exemplo, que seguem a pesquisa qualitativa enfatizam a compreensão, ou seja, que conhecer é compreender de modo profundo, em um processo quase infundável” (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018, p. 77).

⁵⁰ É um cantor, guitarrista e compositor brasileiro que pela persistência conseguiu levar a sua música ao topo das paradas de sucesso no Brasil (Fonte: <https://som13.com.br/kiko-zambianchi/biografia>. Acesso em: 26 nov. 2020).

Nesse processo, apoiado em Goldenberg (2004), descobri o quão importante é valorizar a compreensão de fenômenos observados quando o papel central da investigação se voltou para a produção de estudantes. Desse modo, compreendi que:

[...] a pesquisa qualitativa não se pratica segundo um modelo único; ao contrário, seus “praticantes” têm recorrido a diversas técnicas ou abordagens e também demandado diferentes modelos de análise, que podem variar de acordo com as situações, os objetivos de pesquisa, ou ainda, a posição epistemológica dos pesquisadores (POUPART *et al.*, 1994, p. 33).

Por exemplo, um estudo qualitativo que desenvolvi outrora, em Souza (2016a), me possibilitou entender quais razões teriam contribuído para os elevados índices de reprovação na disciplina Geometria Analítica. Essa experiência do passado me fez pensar nas ocorrências do presente para observar fenômenos no cenário desta investigação que me ajudassem a responder à pergunta de pesquisa.

Entendo que algumas perspectivas caminham nessa direção, a exemplo do que fazem os educadores matemáticos em pesquisas que priorizam:

[...] a compreensão da dinâmica das salas de aula, a investigação de atividades que auxiliem no ensino e na aprendizagem da Matemática [...] para que possamos pensar em possibilidades de atualização e aprimoramento [...] das Tendências em Educação Matemática [...] Essas questões estão ligadas a uma abordagem qualitativa de pesquisa (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018, p. 77).

Nesse exercício de priorizar a compreensão, defini a abordagem qualitativa para me auxiliar no desenvolvimento desta pesquisa.

4.1. Etapas da pesquisa: o contexto e os participantes

Em 2018, com a iminente conclusão de pesquisas integradas ao E-Licm@t-Tube, alguns resultados já apontavam para ações, possibilidades e desafios que seriam discutidos em seu relatório final. No entanto, o Projeto continuava em andamento e o seu coordenador, a exemplo do que fez em anos anteriores, ainda buscava estabelecer parcerias com cursos de Licenciatura em Matemática a distância vinculados ao programa UAB⁵¹.

Lançado em 2006, esse programa visa a expansão e a interiorização da oferta de cursos de educação superior no Brasil, assim como, encoraja a colaboração entre as esferas públicas, por meio da implantação de polos estratégicos de EaD em algumas cidades do país. Com isso, diferentes instituições começaram a ofertar cursos de formação de professores. Essa iniciativa do governo federal despertou o olhar atento de pesquisadores que passaram a investigar entre

⁵¹ Decreto nº 5.800 de 08 de junho de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5800.htm. Acesso em: 02 abr. 2021.

tantos temas, a formação de profissionais para o exercício da função, os recursos utilizados para esse fim e o processo dinâmico das aulas na modalidade a distância.

Um retrato de pesquisas que consideram essa modalidade é o trabalho desenvolvido pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) que, anualmente, publica o Censo EAD.BR⁵². A saber, trata-se de um relatório analítico que mapeia a abrangência da EaD no Brasil para mostrar o número de estudantes atendidos e como os tipos de cursos e de instituições estão distribuídos geograficamente, assim como, para divulgar a inclusão das práticas docentes e o uso da tecnologia, dentre outros aspectos.

O trabalho realizado pelo GPIMEM também configura exemplos de pesquisas no cenário educacional a distância. Em suas diferentes investigações, as interações entre professores, estudantes e tecnologias são objeto de estudo de pesquisadores que buscam, por exemplo, entender como esses atores humanos e não humanos se relacionam. Criado em 1993, o GPIMEM desenvolve pesquisas há 21 anos sobre Educação a Distância online⁵³, 11 anos sobre vídeos e 14 anos sobre as Licenciaturas em Matemática a distância⁵⁴. Essa tradição de anos tem estimulado os membros desse Grupo a desenvolverem outras pesquisas, a exemplo daquelas que buscam compreender como as tecnologias digitais influenciam os cursos de Licenciatura em Matemática a distância e aquelas que analisam como as tecnologias digitais têm sido utilizadas por estudantes na formação de professores.

Nesse viés, como estudante da Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP e como membro do GPIMEM, em 2018, apresentei na atividade inaugural de verão⁵⁵ a minha pesquisa vinculada ao Projeto E-Licm@t-Tube. Nessa época, o cenário de investigação, o contexto e os participantes da pesquisa ainda não tinham sido definidos, mas havia uma tratativa em andamento, conduzida pelo coordenador desse Projeto, que também é meu orientador nesta pesquisa, junto à coordenadora⁵⁶ do curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel.

Após tratativas iniciais, realizadas pelo meu orientador, em momento considerado apropriado, entrei em contato formalmente, via *mail*, com a referida coordenadora para falar sobre o meu projeto de pesquisa. Em resposta ao meu *mail*, ela se manifestou assim:

⁵² Fonte: http://www.abed.org.br/site/pt/midiateca/censo_ead/. Acesso em: 20 abr. 2020.

⁵³ Em Borba, Malheiros e Amaral (2011, p. 40), é possível encontrar registros do “primeiro curso de extensão universitária, Tendências em Educação Matemática, totalmente à distância, ministrado por professores e pesquisadores do grupo”.

⁵⁴ Em Borba e Almeida (2015), há um panorama traçado acerca da utilização das tecnologias digitais nas Licenciaturas em Matemática vinculadas a UAB.

⁵⁵ A atividade inaugural de verão é um evento anual do PPGEM que normalmente ocorre no mês de março na UNESP, *campus* de Rio Claro.

⁵⁶ O nome da coordenadora do curso foi omitido por falta de autorização.

Prezado [...] Conversei com o Prof. Marcelo Borba pessoalmente quando estive em Pelotas. Ele me falou de sua intenção em desenvolver sua pesquisa numa disciplina de CLMD [Curso de Licenciatura em Matemática a Distância], no caso, [Á]lgebra Linear. De minha parte não tenho objeção e será uma satisfação o curso poder fazer parte de seu estudo [...] levarei o assunto ao Colegiado em reunião que deverá ser agendada para a primeira quinzena de março. Penso que não teremos impedimento por parte do grupo [...] (COORDENADORA, 2018).

Na oportunidade, o Colegiado do curso autorizou a realização da pesquisa, mas a disciplina estava sem professor e a UFPel dependia do encerramento do processo de seleção para contratar um docente substituto. Algum tempo depois, isso veio a ocorrer e o então professor selecionado me enviou *mail*, endereçado com cópias para a coordenadora do curso e para o professor Marcelo Borba, no qual escreve o seguinte:

Prezados Professores, Tudo bem? [...] neste semestre irei ministrar a disciplina de Álgebra Linear I para os alunos do Curso de Licenciatura em Matemática a Distância (CLMD - UFPEL). Entro em contato a pedido da [...] Coordenadora do Curso, para tratar assuntos de uma pesquisa que será aplicada por vocês em nossa Instituição e ainda para me colocar à disposição no que precisarem. Att, (PROFESSOR, 2018).

A mensagem do professor sinalizava que a tratativa havia se concretizado e, assim, a minha pesquisa podia ser realizada com estudantes da UFPel. Apoiado em algumas das minhas experiências – registradas em Souza (2016a), Souza e Borba (2018), Souza, Fontes e Borba (2019) – esclareço que o propósito inicial desta pesquisa era trabalhar conteúdos de Geometria Analítica, conforme apresentei em 2018 na atividade inaugural do PPGEM. Frente a essa disposição, no início da investigação o meu objetivo era compreender como os estudantes relacionam Álgebra e Geometria ao integrarem software, produção de vídeo e demonstrações matemáticas.

Com o passar do tempo, esse objetivo e a pergunta de pesquisa passaram por reformulações, visto que as produções dos estudantes não exploraram demonstrações matemáticas. Na investigação, pude contar com o apoio da coordenadora, do Colegiado, do professor da disciplina e de estudantes do curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel. Na época, a pesquisa teve como cenário a disciplina Álgebra Linear I que havia sido ofertada para três regiões do Rio Grande do Sul com características distintas.

Na região mais próxima de Pelotas, onde estão situados os municípios de São Lourenço do Sul e Turuçu, a agroindústria e o turismo são atividades predominantes. Dessa região, 12 estudantes com idades entre 21 e 41 anos realizaram a Avaliação Online e, dentre eles, as suas formações técnicas são observadas em diversas áreas como química, contabilidade, administração, telecomunicações, manutenção e suporte em informática. Apenas um deles é licenciado em Física e tem especialização em ensino de Matemática. Quanto à atividade

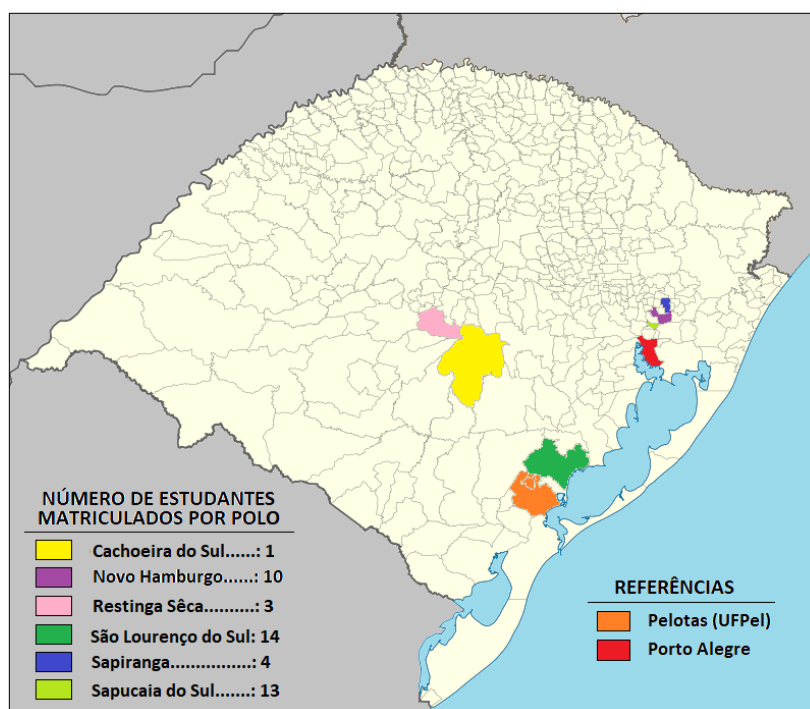
profissional exercida por esses estudantes, há vendedor, fiscal público fazendário, balconista e professor de física.

Por sua vez, na região metropolitana de Porto Alegre, o destaque se volta para o setor industrial que oferece oportunidades para municípios como Campo Bom, Eldorado do Sul, Morro Reuter, Novo Hamburgo, Portão, São Leopoldo, Sapiranga e Sapucaia do Sul. Dessa região, um total de 19 estudantes realizou a Avaliação Online com idades variando entre 32 e 42 anos. Há, também, nesse grupo vários integrantes com formação técnica em áreas como eletrotécnica, eletromecânica, mecatrônica, reparo de modem e linha telefônica, gestão de RH, meio ambiente, informática e contabilidade. Além disso, eles exercem diferentes profissões como reparador técnico, funcionário da prefeitura, motorista carreteiro, funcionário de empresa privada, professor de curso técnico, servente de pedreiro e auxiliar administrativo.

Já na região central do estado, que agrega os municípios de Restinga Sêca e Cachoeira do Sul, predominam atividades do setor rural como agropecuária, indústria e serviços. Dessa região, apenas um estudante estava matriculado na disciplina, contudo ele não realizou a Avaliação Online.

Nesse sentido, a Figura 16 ilustra os seis polos do curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, distribuídos geograficamente no mapa e o total de estudantes matriculados na disciplina Álgebra Linear I, por polo.

Figura 16 – Polos do curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao longo do semestre 2018/1, esse grupo de estudantes foi auxiliado por tutores presenciais que estavam disponíveis nos polos e tiveram o apoio de uma tutora a distância que, virtualmente, assistia-os da sede da UFPel, localizada em Pelotas.

Em termos de recursos não humanos, pude contar com as trocas de mensagens pelo sistema de webconferências, pelo *Hangout* do *Gmail*, pelo *WhatsApp* e por mail. Todavia, o suporte dado à pesquisa ficou centralizado no ambiente virtual de aprendizagem da instituição no qual me concederam um perfil com restrições, semelhante ao de um tutor a distância. Além disso, nas webconferências fui autorizado a acessar as sessões para participar das aulas previstas no plano de ensino da disciplina.

4.2. O plano de ensino e o ambiente virtual de aprendizagem da UFPel

Em vigor no ano de 2018, a versão de 2014⁵⁷ do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel⁵⁸ estrutura o seu currículo em quatro grupos: (i) atividades curriculares de natureza científico-cultural; (ii) atividades práticas como componente curricular; (iii) estágio curricular supervisionado; (iv) e atividades complementares. Em especial, o grupo (i) é constituído de atividades destinadas à formação do egresso nas áreas da Matemática e da Educação que se distribuem em disciplinas formadoras e pedagógicas (UFPEL/PPC/CLMD, 2014).

Segundo o PPC, a Álgebra Linear I está inserida no conjunto de disciplinas formadoras do grupo (i) e nela um total de 68 horas são igualmente distribuídas entre atividades teóricas e práticas (UFPEL/PPC/CLMD, 2014). Além disso, o acadêmico precisa ter Geometria Analítica como pré-requisito para cursá-la. Cabe destacar que a tecnologia do MOODLE é utilizada no curso, haja vista que possibilita aos estudantes construir novos conhecimentos e criarem uma cultura de compartilhamentos e de aprendizagens na medida em que interagem e socializam suas experiências em um ambiente de colaboração (UFPEL/PPC/CLMD, 2014).

Ao longo do semestre, o professor compartilhou, também, o plano de ensino da referida disciplina na sala virtual. Desse modo, ao fazer isso ele apresentou os elementos-chaves da disciplina Álgebra Linear I para os estudantes, dentre os quais destaco, de forma breve, alguns no Quadro 9.

⁵⁷ Essa versão do PPC já não está mais disponível no site do curso.

⁵⁸ O PPC atual está disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/matematicadiurno/files/2020/02/PPC-2019-Matem%C3%A1tica-3800.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

Quadro 9 – Recortes do plano de ensino de Álgebra Linear I

Elementos chaves (Álgebra Linear I)	Descrição
Ementa	O professor compartilha os conteúdos trabalhados na disciplina: matrizes e determinantes; sistema de equações lineares; vetores; produto escalar e vetorial; espaços vetoriais; uso de softwares; transformações lineares; autovalores e autovetores; e história.
Objetivos	O professor espera que os estudantes desenvolvam os conceitos fundamentais da Álgebra Linear, assim como, estejam habilitados para utilizar métodos básicos necessários à resolução de problemas.
Metodologia de ensino	O professor informa que seriam disponibilizados semanalmente os materiais base (teoria, exemplos e exercícios), as atividades, os aplicativos e as videoaulas no MOODLE ⁵⁹ .
Cronograma de execução	O professor divulga o planejamento da disciplina por semanas, o que nessa distribuição inclui o texto base, as atividades de fixação, as datas das webconferências e as datas das avaliações.
Atividades Discentes	O professor comunica que realizará duas avaliações nos polos de apoio presenciais e uma Avaliação Online em forma de questionário.
Bibliografia	O professor disponibiliza um conjunto de referências básicas e complementares, em especial, o livro produzido pelo LEMAD ⁶⁰ (material base da disciplina).

Fonte: Dados da pesquisa.

Em especial, o cronograma de execução da disciplina também foi distribuído por semanas no MOODLE, conforme previa o seu plano de ensino. Com isso, as aulas, os conteúdos e as avaliações, dentre outros materiais, foram inseridos de acordo com esse documento (consultar Apêndice B). Por sua vez, essa identificação realça as potencialidades e as limitações das configurações do ambiente.

4.2.1. Potencialidades e limitações

Segundo o PPC de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, nessa modalidade é imprescindível a escolha de um ambiente virtual de aprendizagem que assegure o cumprimento dos objetivos propostos no planejamento da disciplina. Por essa razão, apoiado nos exemplos de países que utilizam esse recurso e nas potencialidades que ele provê, o curso adota o MOODLE desde 2006 como tecnologia educacional para atender as demandas de estudantes e professores da instituição (UFPEL/PPC/CLMD, 2014).

Na disciplina Álgebra Linear I, especificamente, as potencialidades do MOODLE ofereceram a possibilidade de utilizar módulos para: criar, editar, ocultar recursos e atividades, organizar a distribuição das semanas ao longo do semestre, divulgar notícias, criar

⁵⁹ Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment

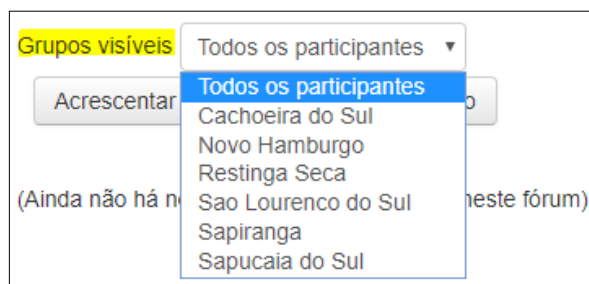
⁶⁰ Laboratório de Ensino de Matemática a Distância.

discussões temáticas, disponibilizar documentos em diferentes formatos, videoaulas de revisão do conteúdo e vídeos de webconferências gravadas, bem como, compartilhar links de eventos externos relacionados ao seu andamento.

Embora tenham sido disponibilizados fóruns de discussão na sala virtual da disciplina, não há nenhuma menção ao uso desse recurso no seu planejamento. A saber, ressalto que na *Metodologia de Ensino* constam apenas informações sobre o que seria disponibilizado no ambiente, no *Cronograma de Execução* há somente uma previsão das 19 semanas distribuídas entre o seu início e o seu encerramento, nas *Atividades Discentes* são exclusivamente apresentadas quais seriam as três avaliações semestrais e, por fim, nos *Critérios de Avaliação* são realçados unicamente os cálculos da frequência e da média do semestre.

Ademais, nesse cenário, os fóruns de discussão da disciplina não tiveram caráter avaliativo e a configuração de grupos visíveis,⁶¹ no ambiente, pode ter contribuído para o distanciamento entre polos e estudantes (Figura 17).

Figura 17 – Os grupos visíveis no fórum de dúvidas



Fonte: Dados da pesquisa.

Isso significa dizer que as configurações dos fóruns de discussão, disponibilizados na sala virtual, restringiram a participação dos grupos de estudantes nos debates com colegas de outros polos. Nesse caso, essas diferentes vinculações por polos nutriram unicamente nos acadêmicos a capacidade de visualização das postagens, sem que houvesse a possibilidade de qualquer interação nas atividades elaboradas pelo professor da disciplina.

4.3. As contribuições do professor da disciplina

No período destinado à produção dos dados, não pude me encontrar pessoalmente com o professor da disciplina, mas algumas vezes interagimos virtualmente pelo sistema de

⁶¹ Informações disponíveis em: <https://www.moodlelivre.com.br/submit-an-article/potal/tutoriais-e-dicas-moodle/video-grupos-e-agrupamento-no-moodle>. Acesso em: 20 abr. 2020.

webconferências, pelo *Hangout* do *Gmail*, pelo *WhatsApp* e por mail. Nessas interações, vieram à tona aspectos que remetiam a sua formação acadêmica e a sua experiência profissional.

Vale notar que ele possui Licenciatura em Matemática pela Universidade Católica de Pelotas, mestrado em Ciência da Computação pela UFPel e mestrado em Matemática pela Sociedade Brasileira de Matemática. No seu currículo, são mencionadas experiências como tutor a distância, como professor na rede municipal de Pelotas – RS e como professor formador no curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, inclusive, nesse último registro orientou estágios curriculares supervisionados. Na época da produção dos dados, trabalhou pela primeira vez nessa instituição com a disciplina Álgebra Linear I.

Sob a supervisão da coordenadora do curso, as contribuições desse professor como formador de futuros professores tiveram um papel fundamental no desenvolvimento desta investigação. Dentre outros fatores, atrelado à minha pesquisa, o referido docente inseriu a produção de vídeos na Avaliação Online, prevista no plano de ensino, assim como, cedeu-me espaço para interagir com os estudantes, nas webconferências, sobre essa atividade.

Em 22/04/2018, ao me enviar mail, esse professor fez o seu primeiro contato comigo no qual se apresenta e se coloca à disposição para colaborar com a pesquisa. Na oportunidade, ele já havia entregue à Coordenação do curso o plano de ensino da disciplina com as seguintes informações:

[...]

Semana 12[:] 09/07 a 15/07 [–] Semana das Avaliações Online [–] [...]

AO – Avaliação Online – Início – a ser postada via Moodle até domingo: 22/07 no máximo até às 23h55 (Conteúdos trabalhados na Semana 7)

Semana 13[:] 18/07 a 22/07 [–] Semana das Avaliações Online [–] [...]

AO – Avaliação Online – Término – a ser postada via Moodle até domingo: 22/07 no máximo até às 23h55 (Conteúdos trabalhados na Semana 7)

[...] (PROFESSOR, 2018, transcrição do plano de ensino).

Com todas as datas definidas no plano de ensino, o docente em questão realiza, então, a primeira webconferência em 25/04/2018 e se dirige aos estudantes, informando detalhes sobre essa atividade:

[...] e a Avaliação Online que vai ser dentro do MOODLE. Aí, eu penso um questionário, lá como foi esse questionário de Geometria Analítica, alguma lista de exercício ou alguma atividade prática que vocês possam aplicar, tá? Vamos pensar ainda [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 1).

Nesse dia estive presente (virtualmente) e acompanhei a webconferência, em resposta ao convite do professor. Pude cumprimentar os colegas (professor e tutora) no bate-papo

(chat) e fazer o contato inicial com os estudantes que participaram desta pesquisa⁶². Na ocasião, ao se referir a minha pesquisa, o professor então acrescentou:

[...] Bom pessoal, outra coisa que eu queria comentar [...] é um colega [...] pesquisador que [...] faz doutorado com o professor Marcelo Borba, que é [...] bem renomado [...] nas questões [...] de fundamentos [...] de educação a distância [...] que eu trabalhei com a professora [Coordenadora do Curso] [...] muitos textos [...], artigos [...] bem legal [...] e esse colega pesquisador vai tá trabalhando aqui na nossa disciplina também [...] se eu não me engano ele está [...] online aí no bate-papo [...] eu fiquei bem motivado de participar dessa pesquisa [...] vai ser bem legal para nós [...] tudo o que venha ajudar o nosso curso [...] vai ser [...] bom [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 1).

Com esse comunicado, o professor abriu portas para a realização desta investigação, mesmo que as orientações da Avaliação Online ainda estivessem em construção, em virtude da sua recente contratação e do plano de ensino ter sido entregue a Coordenação do curso naquela oportunidade. Outrossim, como as webconferências eram limitadas pelo tempo e pelo uso dos espaços da UFPel o professor em questão produziu várias videoaulas curtas no decorrer da disciplina com o objetivo de revisar os conteúdos das semanas e de resolver alguns exercícios, o que estava previsto no plano de ensino.

Em todas essas produções, de autoria do professor, ele utilizou um software instalado no seu computador que simula um quadro negro e uma caneta digitais em um tipo de mesa digitalizadora. Essa tecnologia o possibilitava escrever na tela com o mouse, gravar a sua voz e capturar um conjunto de áudios e de imagens que eram renderizados no formato de vídeo. Posteriormente, compartilhava esse material no seu canal do *YouTube*.

Em uma das videoaulas que produziu, tal docente disse que a revisão de conteúdos realizada em um polo o inspirou a disponibilizar a mesma revisão para todos os estudantes. Isso é ressaltado no seguinte excerto de sua fala:

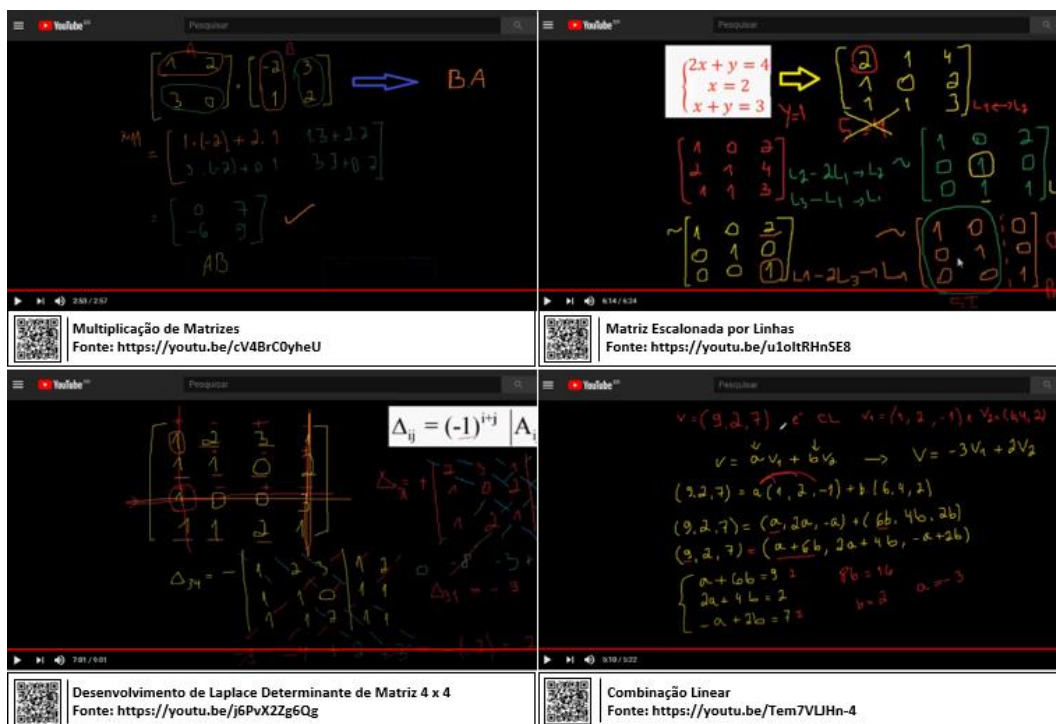
[...] acabei indo no polo aplicar outras atividades e aconteceu a possibilidade de aplicar uma revisão. Então eu consegui fazer uma revisão com uma colega. Agora essa mesma revisão pensei em fazer em vídeos para disponibilizar para todos os alunos. Também lá no polo de Novo Hamburgo uma aluna havia me solicitado então eu achei importante, certo? [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição de videoaula).

Com essa fala do professor, refleti sobre os vídeos que os acadêmicos produziram como atividade na disciplina e questioneei o seguinte: videoaulas e “vídeos” significam a mesma coisa para o professor? A “possibilidade de aplicar uma revisão” estava prevista no plano de ensino? Essa ideia do professor de “fazer em vídeos” foi influenciada pelos estudantes ou pela modalidade a distância? Outra coisa, esse “fazer em vídeos” teria conduzido os rumos da Avaliação Online?

⁶² Os estudantes preencheram um formulário de autorização, que foi criado no Google Forms, para a realização desta pesquisa. Uma cópia dele está disponível no Apêndice C.

Assim, em se tratando das videoaulas, a Figura 18 ilustra um recorte de algumas delas, produzidas pelo professor da disciplina.

Figura 18 – Exemplos que representam as videoaulas produzidas pelo professor



Fonte: Dados da pesquisa.

É possível que essas videoaulas tenham influenciado os estudantes na atividade de produção de vídeos. De todo modo, os procedimentos metodológicos que adotei para produzir dados na pesquisa me auxiliaram a conectar as questões levantadas com possíveis respostas.

4.4. Os procedimentos adotados na pesquisa

A realização desta pesquisa teve o seu planejamento conduzido pela Avaliação Online, atividade na qual os estudantes produziram os vídeos. Com isso, mapeei os fóruns de dúvidas, os chats das webconferências e as trocas de mensagens pelo *WhatsApp* para traçar a participação dos estudantes. Em relação a cada mídia, esse mapeamento me possibilitou separá-las em três grupos que identificam: (i) as postagens relacionadas aos conteúdos matemáticos; (ii) as postagens não relacionadas aos conteúdos matemáticos; e (iii) sem registros de postagens. Esclareço que esses procedimentos metodológicos (Apêndice D) me auxiliaram a perceber apenas possíveis indícios relacionados à pergunta desta pesquisa. Com

isso, optei por compartilhar essas postagens para articular compreensões sobre as escolhas dos estudantes e sobre como eles expressam conteúdos matemáticos, por meio de vídeos.

Em relação aos eixos temáticos de análise, defini três itens com base nos dados, a saber, a forma de apresentação dos vídeos, o uso da técnica matemática e as escolhas semióticas no discurso matemático. Na sequência descrevo como empreguei os procedimentos metodológicos para produzir dados nesta investigação.

4.4.1. As orientações da Avaliação Online

Em conformidade com o PPC de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, a Avaliação Online é considerada um dos possíveis instrumentos que o professor utiliza em uma disciplina para acompanhar o desenvolvimento do processo de aprendizagem. No referido documento, consta que o uso desse recurso oferece condições para o professor avaliar os estudantes, por meio de questões e problemas que envolvem conteúdos da disciplina, assim como, propicia aos próprios estudantes verificar o quanto aprenderam no semestre (UFPEL/PPC/CLMD, 2014). Por exemplo, na pesquisa de König (2019, p. 42), é destacado que os estudantes produziram vídeos “contando o que foi aprendido”, por meio de cartões postais, desenhos e textos.

Ademais, no plano de ensino de Álgebra Linear I, essa Avaliação Online é apontada apenas nos tópicos: (i) *Cronograma de Execução* para comunicar o seu período de realização, compreendida entre as semanas 12 e 13; (ii) nas *Atividades Discentes* para informar que o seu percentual é de 30% em relação à nota do semestre; e (iii) nos *Critérios de Avaliação* para realçar que o seu valor varia entre 0 e 10 pontos, com peso de 30% na nota do semestre.

Após o início das aulas, sob a supervisão da coordenadora do curso, as orientações dessa Avaliação Online passaram por ajustes com a colaboração do professor, sem que fossem alterados os itens (ii) e (iii), mencionados no parágrafo anterior. Conforme já discorri neste texto, mais precisamente no subcapítulo 4.3, esses ajustes possibilitaram inserir a produção de vídeos na Avaliação Online, o que viabilizou a realização desta pesquisa. Essa inserção é resultado das tratativas que tivemos desde o início do semestre 2018/1, nas quais dialogamos sobre apoio, planejamento, avaliação e participação na disciplina. Em um dos *mails* que enviei para esse professor, com cópia para o meu orientador, escrevi o seguinte:

Prezado prof. Luiz Carlos, [...] o prof. Marcelo Borba [...] me perguntou como estava o andamento da produção de dados. [...] mencionei [...]: (1) o apoio recebido pela coordenação e pelo professor; (2) o planejamento e a avaliação apresentados no 1º dia de aula; (3) a tímida participação dos estudantes no AVA.

Para mudar [...] (3), pensamos [...] incentivar os estudantes a produzirem vídeos em troca de atribuição de nota [...]. No entanto, [...] somente a flexibilização do item (2) permitiria [...] a atividade de produção de vídeos [...] valendo nota. Desse modo, (1) pode fazer a diferença para que melhoremos (3) e a minha pesquisa possa ser realizada. [...] não é nossa pretensão interferir [...] no andamento da disciplina [...], mas estamos apresentando [...] nossas dificuldades iniciais [...]. Um abraço (PESQUISADOR, 2018).

Na oportunidade, após conversar com a coordenadora do curso sobre essa possível atribuição de nota para os vídeos produzidos pelos estudantes, ele então respondeu o seguinte:

Olá Professor [Marcelo Borba], Tudo bem?
Tudo certo sim! A Avaliação Online (AO) será uma atividade com vídeos e representará 30% da nota do semestre, assim que possível Marcelo B. [Batista] e Eu vamos escrever a ideia dessa avaliação. [...]
Forte abraço e qualquer coisa estamos à disposição.
Att, (PROFESSOR, 2018).

Ressalto que essa resposta do professor trouxe tranquilidade para a pesquisa com relação aos vídeos que seriam produzidos pelos estudantes na disciplina. Mas, ainda era preciso definir as orientações que norteariam a sua realização atrelada à Avaliação Online. Na época, o professor solicitou e pôde contar com a minha colaboração. Assim, após dedicarmos um tempo para pensarmos juntos na elaboração dessa atividade, ele definiu e divulgou para os estudantes as orientações (consultar Apêndice E) sobre a produção de vídeos que envolveram: a escolha dos conteúdos estudados até a Semana 7 (matrizes, determinantes, sistemas de equações lineares, fatoração LU ⁶³ e métodos numéricos); o tempo do vídeo de até cinco minutos; os grupos compostos por dois ou três estudantes; o preenchimento e o carregamento do formulário de envio (consultar Apêndice F); dentre outros aspectos. Essas orientações nortearam as etapas preliminar e final da análise dos vídeos.

4.4.2. A análise dos vídeos

Conforme destacado no subcapítulo anterior, as orientações da Avaliação Online serviram como um procedimento metodológico para produzir dados nesta pesquisa. Apoiado nessas orientações, assisti aos vídeos, várias vezes, para registrar em uma tabela os conteúdos matemáticos abordados pelos estudantes, os tempos de duração desses vídeos e os nomes de cada um dos seus produtores. Além disso, identifiquei os possíveis cortes na íntegra desses vídeos, ou seja, os pontos de edição.

⁶³ É conhecida também por decomposição LU ou produto das matrizes L e U que determina a solução do sistema de equações lineares (MATERIAL DIDÁTICO PRODUZIDO PELO LEMAD, 2018).

Embora os estudantes tivessem atendido a uma demanda da disciplina, adotei também essa divisão dos vídeos em planos como um procedimento metodológico para identificar esses pontos de edição que auxiliaram o processo de análise. Posteriormente, organizei – no formato de Quadros – recortes de planos de alguns vídeos para trazer, no capítulo de análise, a identificação dos seguintes elementos: número do plano; tempo de duração do plano; alguns frames (imagens) para caracterizar a sequência no plano; o registro dos tempos das imagens no plano; e as falas dos estudantes (atores) no plano. Além disso, descrevi as trilhas sonoras desses recortes de planos que evidencio na análise dos dados. De forma geral, esse levantamento e essa organização me possibilitaram gerar um gráfico para visualizar o comportamento dos vídeos apoiado nas orientações da Avaliação Online (Apêndice G).

Além disso, transcrevi o conteúdo de todos os vídeos, relacionando-os a sequências de imagens. Com isso, realizei a análise fílmica dos vídeos em duas etapas, apoiado em Vanoye e Goliot-Lété (1994). Na primeira delas, desconstruí os vídeos para separar os elementos que fariam parte da análise, a saber, os componentes dos planos (situação, descrição, duração, recursos semióticos, movimento da câmera, personagem de campo, som), os conteúdos matemáticos, as formas de apresentação e as escolhas semióticas. Em seguida, descrevi cada um desses elementos isoladamente. Já na segunda etapa, reconstruí os vídeos buscando relacionar os elementos que havia descrito para apresentar interpretações de como os estudantes combinam os recursos semióticos em seus discursos. Logo após, observei como os produtores dos vídeos interagem com as mídias para perceber de que forma elas se harmonizavam e realizei uma análise multimodal para ressaltar os elementos que esses produtores dos vídeos consideraram significantes em seus discursos elaborados na Avaliação Online.

Em complemento à realização dessa atividade, utilizei também na pesquisa o questionário como um procedimento metodológico para produzir dados.

4.4.3. A aplicação de um questionário

Em abordagens qualitativas, uma escolha bastante utilizada como procedimento metodológico é a adoção do questionário. Apoiado em Goldenberg (2004), apropriei-me sobre o que ele dispõe em relação a sua natureza instrumental: ser menos dispendiosa; não exigir tanta habilidade para a sua aplicação; atingir uma quantidade relativa de estudantes ao mesmo tempo; e oferecer a liberdade para que eles pudessem se expressar sobre os vídeos.

Em especial, no questionário aplicado nesta pesquisa, elaborei algumas questões relacionadas às produções dos estudantes. Na ocasião, julguei que a aplicação desse questionário colaboraria de alguma forma para responder à pergunta de pesquisa visto que desenvolvê-la na modalidade a distância tem as suas dificuldades e as suas peculiaridades. Com isso, pretendi apenas obter e registrar as respostas dos estudantes que não conseguiria extrair ao utilizar outros instrumentos (procedimentos metodológicos). Além disso, analisei e apresentei essas respostas no capítulo de análise para situar o(a) leitor(a) acerca das escolhas dos estudantes.

Ademais, dado que meu foco principal esteve voltado para a análise dos vídeos que os acadêmicos em pauta produziram, estipulei apenas 10 questões abertas para evitar cansá-los na reta final do semestre 2018/1 (consultar o Apêndice H). Essas questões foram disponibilizadas por meio de um formulário criado no *Google Forms*, a fim de facilitar a organização dos dados.

Com as respostas obtidas a partir dessas questões, pensei na possibilidade de encontrar alguns elementos que servissem como complemento para os demais dados produzidos na investigação. Inspirado em trechos da música *Primeiros erros*, de Kiko Zambianchi, esse percurso metodológico me fez valorizar cada resposta para compartilhar com o(a) leitor(a) a minha compreensão acerca de como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos.

Desse modo, a seguir, no capítulo 5, apresento esse tema.

Aqui estou
O que você fez?
Olhe pra mim
[...]

Cecilia Krull⁶⁴

5 EM BUSCA DE COMPREENDER

A epígrafe acima é um recorte da trilha sonora de *Vis a Vis*, a série espanhola que realça o envolvimento de personagens com o crime dentro de uma penitenciária feminina. Nos episódios da referida série, as personagens (detentas espanholas) socializam experiências em diferentes momentos, sonham com a liberdade, falam sobre aflições, retratam visões de mundo, dentre tantos outros assuntos. É essa socialização de experiências que parece responder ao questionamento presente na música de Cecilia Krull.

Enquanto assistia aos episódios de *Vis a Vis* não imaginava refletir sobre a vida dessas personagens com as experiências dos estudantes na Avaliação Online, pois essas duas situações se configuram bastante diferentes. De todo modo, cabe destacar que as experiências desses dois grupos (personagens e estudantes) foram compartilhadas por meio de vídeos, a saber, as personagens revelam os seus feitos em trechos específicos na ficção e os estudantes exibem as suas escolhas semióticas relacionadas à Avaliação Online, no contexto da disciplina Álgebra Linear I. É em relação ao produto dessa atividade que busco responder à pergunta de pesquisa: Como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos? Ao longo deste capítulo, apresento a minha leitura sobre as escolhas semióticas que esses estudantes fizeram e sobre quais elementos eles consideraram significantes para produzir significados em seus discursos.

5.1. Os dados produzidos na Avaliação Online

Com vistas a compor uma linha do tempo sobre a disciplina Álgebra Linear I e de construir uma lógica que me ajudasse a responder à pergunta de pesquisa, recorri aos registros realizados pelos estudantes, professor e tutores no cenário da investigação. Singularmente, essa construção se originou nas escolhas semióticas que os participantes desta pesquisa fizeram para se expressar nos fóruns de dúvidas, nos chats das webconferências, no grupo e

⁶⁴ Here I am / What you did? / Look at me. Essa é uma cantora espanhola que tem várias experiências artísticas, herdadas do envolvimento da sua família com a música. Fonte: <https://www.antena1.com.br/artistas/cecilia-krull>. Acesso em: 26 jun. 2020.

no perfil privado do *WhatsApp*, nos vídeos produzidos na Avaliação Online, no formulário de submissão desses vídeos e no questionário.

Nesse percurso, surgiram vários questionamentos oriundos da pergunta norteadora da pesquisa que me convidaram a refletir sobre as possíveis dimensões envolvidas no contexto do curso, na atuação do professor e na contribuição dos tutores. Segundo Bicudo (1993), essas dimensões são perscrutadas para:

[...] buscar compreensões e interpretações significativas do ponto de vista da interrogação formulada [...] buscar explicações cada vez mais convincentes e claras sobre a pergunta feita. Essas configurações delineiam seus contornos conforme perspectivas assumidas pelo pesquisador (BICUDO, 1993, p. 18).

Nesse caminhar, surgiram também ideias, anotações, relações e interpretações acerca das combinações dos recursos semióticos que os estudantes (produtores dos vídeos) utilizaram na Avaliação Online. Mediante a realização dessa atividade, a proposta foi deixar os estudantes livres para produzirem os vídeos a seus modos com o conhecimento e os recursos que possuíam naquela ocasião, assim como, para que se engajassem com essa Avaliação. Desse modo, não foi oferecido nenhum curso de formação para que os participantes da pesquisa produzissem os vídeos. Nessa direção, em sua pesquisa Kovalski (2019, p. 83) explica que os estudantes deveriam produzir vídeos sobre geometria e que “[...] poderiam utilizar toda a sua criatividade e que não haveria interferência em seus roteiros, ou seja, a criação seria livre”.

Por sua vez, o professor da disciplina Álgebra Linear I, na qual os estudantes participantes desta pesquisa estavam matriculados, produziu e compartilhou no MOODLE vários vídeos com conteúdos de Álgebra Linear. Tal ação efetiva o cumprimento do plano de ensino, atendendo as necessidades dos estudantes.

Cabe ressaltar que os registros provenientes das participações nos fóruns de dúvidas e nos chats das webconferências são de responsabilidade dos próprios estudantes e encontram-se disponíveis na sala virtual da disciplina e no perfil do curso no *YouTube*, respectivamente. Quanto às mensagens trocadas pelo *WhatsApp*, elas estão armazenadas em arquivos pessoais do pesquisador, autor deste estudo. Além das transcrições de registros encontrados nessas mídias onde busquei por indícios, os dados desta investigação são complementados por 13 vídeos produzidos pelos referidos estudantes e pelas informações preenchidas no formulário de submissão da atividade enviado pelo MOODLE e das respostas que eles deram ao questionário elaborado no *Google Forms*. Evidencio que esses vídeos são protagonistas nesta pesquisa, pois eles estão diretamente ligados à pergunta que me propus responder, a saber,

como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos?

No próximo subcapítulo, apresento a análise dos vídeos e algumas informações que foram disponibilizadas nos formulários de submissão. Além disso, as orientações definidas pelo professor da disciplina Álgebra Linear I, na realização da Avaliação Online, foram levadas em consideração e, nesta pesquisa, me auxiliaram a analisar os vídeos. Apreciação analítica essa, a qual me apoiei no construto teórico seres-humanos-com-mídias, na teoria fílmica e na perspectiva linguística SF-ADM.

5.2. Análise dos vídeos

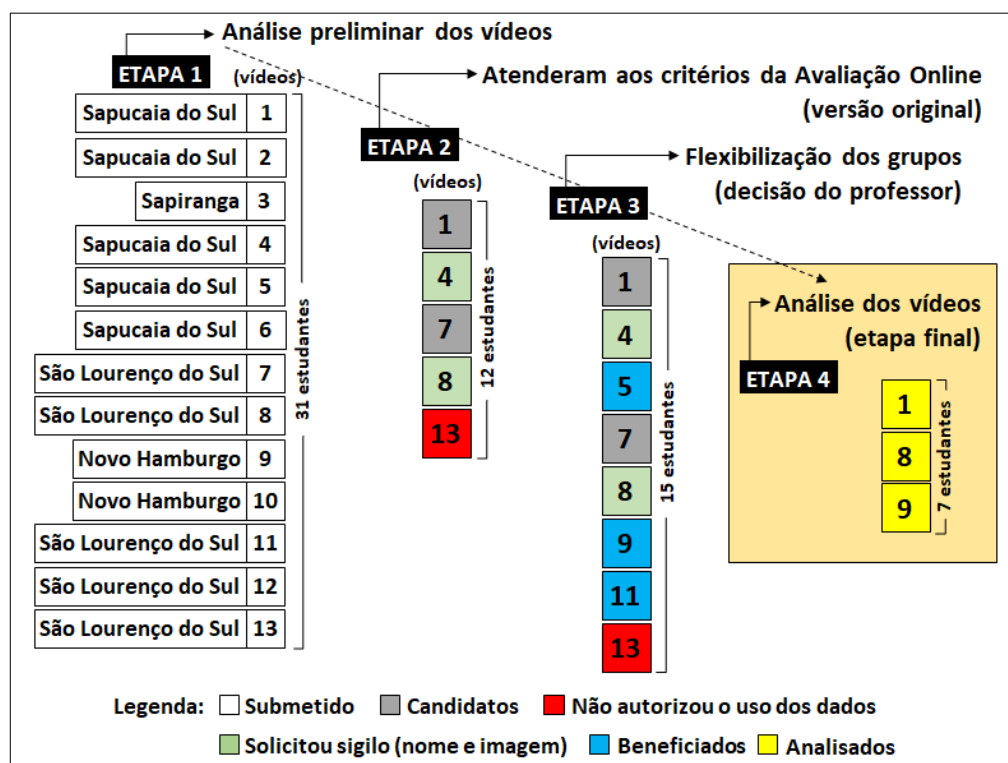
A partir do acesso aos vídeos produzidos para a Avaliação Online da disciplina Álgebra Linear I, realizei uma primeira análise com o intuito de buscar indícios de respostas à pergunta de pesquisa. Após realizar essa análise, que pode ser encontrada na íntegra no Apêndice I desta tese, revisei as orientações definidas pelo professor da disciplina Álgebra Linear I que deveriam ser observadas para a produção dos vídeos. Esse procedimento foi elementar para verificar se os produtores dos vídeos seguiram as orientações divulgadas ao longo da disciplina.

Ademais, dentre esses vídeos, foram identificadas produções individuais e coletivas, assim como, combinações de recursos semióticos de diferentes maneiras. Em razão dessas possibilidades, a análise preliminar foi realizada para selecionar os vídeos que fariam parte da sua etapa final e explorar essas combinações com as lentes teóricas adotadas na pesquisa.

Cabe ressaltar que as orientações da Avaliação Online, apresentadas no subcapítulo 4.4.1, deveriam ser observadas pelos estudantes ao produzirem os vídeos. Os registros mostram que dos 45 estudantes matriculados na referida disciplina, 31 participaram dessa atividade, a qual resultou em 13 vídeos, sendo que uma das produtoras do vídeo 12 e a produtora do vídeo 13 não preencheram o formulário de autorização para uso dos dados na pesquisa, assim como, outros três produtores dos vídeos 4, 8 e 11 optaram pelo sigilo dos seus nomes e das suas imagens.

Dos itens referentes à Avaliação Online, todos os produtores dos vídeos atentaram para a escolha do conteúdo, preencheram o formulário de submissão e enviaram os seus trabalhos até 19/08/2018. Por outro lado, os produtores não atenderam a recomendação do tempo em quatro vídeos. Desse modo, esses vídeos foram desconsiderados e não participaram da etapa seguinte da análise (Figura 19).

Figura 19 – As etapas consideradas na análise dos vídeos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Especificamente, quanto à etapa 3, não houve prejuízos para nenhum dos produtores dos vídeos, visto que o professor da disciplina flexibilizou a composição dos grupos a pedido de alguns estudantes, o que viabilizou cinco produções solo e três produções de quartetos. Cabe salientar que esses oito vídeos não seriam considerados na análise, caso essa composição não fosse flexibilizada ou, então, esse critério precisasse ser revisto.

Com relação aos conteúdos matemáticos dos vídeos, eles não foram discutidos com os estudantes por se tratar de uma escolha pessoal. Alguns desses discentes me procuraram individualmente para buscar esclarecimentos. Já aos outros, que produziram o vídeo conjuntamente, sugeri que tratássemos nos grupos do *WhatsApp*. Aliás, no uso desse aplicativo forneci *feedbacks* com sugestões de melhorias quanto à abordagem do conteúdo e ao emprego da técnica. Outrossim, por esse contato ter ocorrido tardiamente da parte dos estudantes, o volume de atividades na reta final do semestre 2018/1 impossibilitou a maioria dos ajustes sugeridos nas minhas considerações.

Quanto à etapa 3, cabe esclarecer que nem todos os vídeos, submetidos à análise preliminar, seriam analisados em um segundo momento. De todo modo, por se tratar de uma pesquisa qualitativa, dos 8 vídeos que atenderam a todos os critérios da Avaliação Online, selecionei apenas três deles para realizar uma leitura fílmica, com base no critério da

representatividade quanto à forma de apresentação, ao uso da técnica matemática e às escolhas semióticas presentes nos discursos desses vídeos.

Realço que os recursos semióticos e os conteúdos matemáticos dessas três produções foram submetidas a uma análise apoiada em Borba e Villarreal (2005), Vanoye e Goliot-Lété (1994) e O'Halloran (2005). O construto teórico seres-humanos-com-mídias foi empregado para observar como os estudantes interagiram com as mídias. Embora a análise fílmica seja utilizada em produções cinematográficas, ela foi adaptada, neste texto, para analisar os vídeos produzidos pelos estudantes.

Pontuo que, por várias vezes, assisti a todos os vídeos para fazer anotações, separar os seus elementos, elencar os seus recursos semióticos e construir as suas linhas do tempo. Por sua vez, a análise multimodal do discurso matemático foi realizada com o intento de compreender como os estudantes combinam esses recursos semióticos para produzir significados em seus discursos.

Nesta investigação, esses vídeos são protagonistas e ajudam a compor as 13 produções que resultaram da Avaliação Online, assim como, os seus produtores “representam eles mesmos os protagonistas” (BALTRUSCHAT, 2013, p.152). Segundo Baltruschat (2013, p.152), nesse “processo, eles [os protagonistas] são essencialmente os produtores [...], tanto os que reproduzem quanto os que estão sendo reproduzidos, ou seja, eles atuam por detrás e também diante da câmera” (BALTRUSCHAT, 2013, p.152).

Na sequência, apresento a análise do vídeo 1.

5.2.1. O vídeo 1 – Revisão de matrizes⁶⁵

Nesse vídeo, os membros do grupo assumem papéis definidos de frente para a câmera, a saber, um deles é o professor e os outros dois são estudantes que integram o cenário. Particularmente, os seus produtores caracterizam-se por não terem registros nos fóruns de dúvidas no decorrer do semestre e nem nas trocas de mensagens pelo *WhatsApp* no período que antecedeu o envio da atividade. No chat de uma das webconferências, há apenas o registro da participação de um dos integrantes. Além disso, os dois estudantes se mostraram bastante econômicos nas respostas do questionário.

De todo modo, entendo que o grupo admite como oportuna a forma como o conteúdo matemático foi apresentado no vídeo, pois, em resposta ao formulário enviado pelo

⁶⁵ Disponível em <https://www.algebralinear1.com/vídeo-1>. Acesso em: 17 abr. 2021.

MOODLE representando o grupo, um dos acadêmicos faz referência a uma abordagem didática e funcional ao dizer:

Emerson: O conteúdo escolhido foi sobre a adição e a transposta de matrizes. Esperamos que o vídeo acrescente mais uma forma de compreender o assunto de adição de matrizes e como funciona a transposta de uma matriz (PRODUTOR DO VÍDEO 1, 2018, transcrição do formulário).

A composição dos planos do vídeo 1, definida pelos seus produtores, é marcada pelo trabalho de edição (ver Quadro 10).

Quadro 10 – Os componentes dos planos do vídeo 1

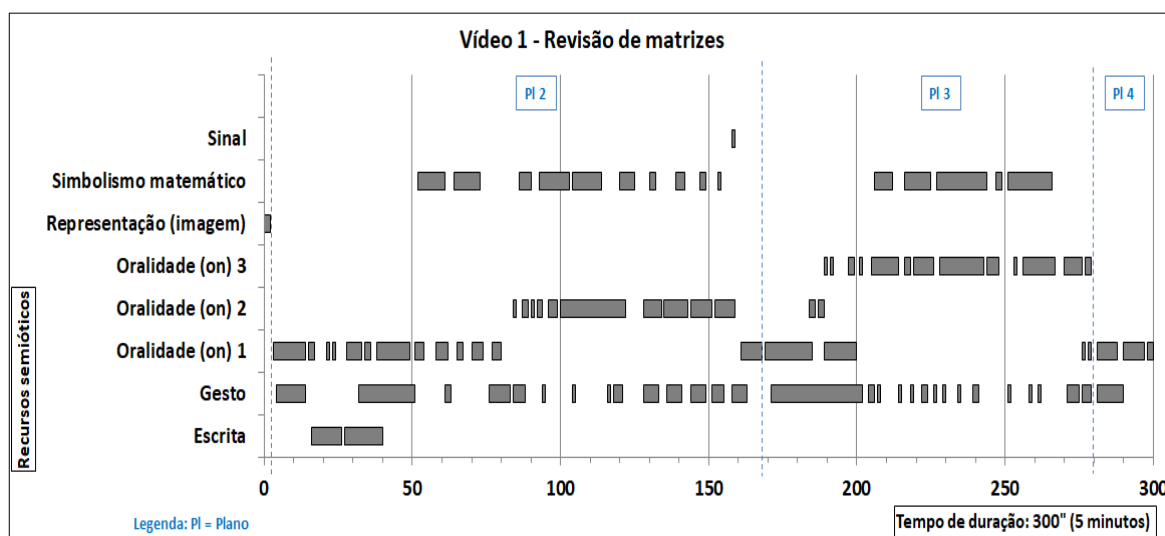
	Plano 1: Abertura	Plano 2: O início da aula e o exemplo 1	Plano 3: O meio da aula e o exemplo 2	Plano 4: O término da aula
Situação	Digital	Interna		
Descrição	Estampa a imagem da instituição.	Situa-se em um espaço físico do polo de Sapucaia do Sul.		
		Revela o laboratório de informática utilizado como sala de aula. O professor comunica aos estudantes que revisará o conteúdo de matrizes.	Utiliza o laboratório de informática como sala de aula.	
		Fica realçado no enquadramento um breve diálogo que resulta na participação dos personagens.		O professor olha e fala para fora do enquadramento.
Duração	3"	164"	113"	20"
Recursos semióticos	Sinal, simbolismo matemático, representação (imagem), oralidade (on) ⁶⁶ , gesto e escrita.			
Movimento da câmera		Manuseio realizado com as mãos sem o apoio de um tripé.		
Personagem de campo		O professor está de pé, faz movimentos leves, de perfil.		
		Os estudantes estão sentados, de costas.		-
		O professor se vira para o quadro, escreve, de costas.	-	
		Um dos estudantes faz movimentos leves, de costas, fica de pé. Ele também escreve, faz movimentos leves, de perfil.		
Som	Ausência de música ilustrativa.			
	-	Presença de discurso e de diálogo.		Presença de discurso.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa produção, embora sugira uma abordagem ampla do conteúdo de matrizes em forma de revisão, explora apenas a adição de matrizes e a transposta de uma matriz. Esse vídeo foi produzido por estudantes que combinam recursos semióticos, assim como, utilizam tecnologias convencionais presentes no cotidiano de uma sala de aula para produzir significado em seus discursos (Figura 20).

⁶⁶ O uso da oralidade (on) significa dizer que a audiência pode ver e ouvir os personagens.

Figura 20 – Os recursos semióticos combinados no vídeo 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme mencionado em parágrafo anterior, embora tenham sido pouco participativos e bastante econômicos com relação ao fornecimento de dados, há registros no vídeo 1 que possibilitam ter uma noção de como esses estudantes expressam conteúdos matemáticos. Por exemplo, em resposta ao item do questionário relacionado à motivação e a escolha do tema, um deles menciona o seguinte: “Ter mais ideias para produção do vídeo” (JULIANO, 2018, transcrição do questionário). Por um lado, entendo que essa resposta se conecta com as possibilidades de abordar o tema escolhido pelo grupo (revisão de matrizes). Por outro lado, esse “Ter mais ideias” não condiz com o que os produtores apresentam no vídeo 1, que explora apenas um exemplo de adição de matrizes e outro de transposta de uma matriz. Com relação ao tema, Oechsler e Borba (2020, p. 994)⁶⁷ observam que a afinidade com determinados conteúdos levam “os estudantes a escolherem os tópicos que pensaram [que] seria mais fácil de explicar”. Por exemplo, os autores em comento realizam uma análise multimodal do vídeo “soma das frações” e se apoiam nas escolhas dos seus produtores para fazer tal afirmação.

A afinidade e a facilidade mencionadas por Oechsler e Borba (2020) também podem ter influenciado os estudantes que produziram o vídeo 1. Nesse sentido, ao responder o item relacionado à escolha do tema, um dos autores do vídeo destaca o seguinte: “O que nos facilitasse mais o trabalho” (JULIANO, 2018, transcrição do questionário). Em especial, há uma aproximação da facilidade referida por esse estudante com a afinidade que o grupo

⁶⁷ [...] students chose topics that they thought would be easiest to explain.

possui com o conteúdo de matrizes. Segundo Kovalschki (2019, p. 118), a definição da escolha do tema na produção do vídeo, cria “um espaço para que o aluno exponha suas ideias e pensamentos acerca do conteúdo estudado”. Essa autora explica que as atividades realizadas pelo professor estimulam os estudantes a refletirem sobre como podem explorar “os conceitos estudados [nas aulas] em seus vídeos” (KOVALSCKI, 2019, p. 118) e acrescenta que a produção de vídeos, na sua pesquisa, possibilitou aos estudantes utilizarem os “seus celulares como resgate de seus costumes e tradições dentro do espaço escolar [...] como um meio de expressar sua identidade” (KOVALSCKI, 2019, p. 127).

Em outra resposta dada a esse mesmo item do questionário, outro estudante responde como o grupo escolheu o tema ao destacar que: “foi definido pelos outros [dois] integrantes” (ELAN, 2018, transcrição do questionário). Essa resposta sinaliza que a decisão pela escolha do tema não foi consenso do grupo. Diferente da experiência desses estudantes, na pesquisa de Paraizo (2018, p. 186) a escolha foi “realizada por consenso pela maioria dos grupos participantes da produção dos vídeos [...] um exercício de cooperação muito importante em todos os processos grupais, particularmente nos processos educativos”. Nesse sentido, é possível indiciar que os produtores do vídeo 1 não atentaram para a colaboração, ao realizarem a atividade.

Os estudantes também responderam se haviam elaborado um roteiro para produzir o vídeo 1. Dois deles disseram o seguinte: “Sim, um integrante [fez] um esboço e os demais fizeram pequenas alterações” (ELAN, 2018, transcrição do questionário); e “Sim. Para melhor distribuição das tarefas” (JULIANO, 2018, transcrição do questionário). Por sua vez, essas duas respostas relacionadas à etapa de elaboração do roteiro demonstram o envolvimento do grupo na pré-produção e na produção do vídeo. Em sua pesquisa, Miranda (2018, p. 97) enfatiza que o diferencial ao produzir um vídeo “se encontra na participação ativa do estudante [...] desde a elaboração de um roteiro [...] a autonomia [...] em escolher a forma de apresentação dos resultados obtidos”.

As informações trazidas nos parágrafos anteriores são importantes para situar o(a) leitor(a) acerca das escolhas dos produtores do vídeo 1, as quais me fizeram refletir sobre como eles expressam conteúdos matemáticos. Desse modo, adianto que do ponto de vista tecnológico a qualidade do vídeo pode comprometer o interesse da audiência, devido à forma como as imagens foram captadas.

Singularmente, isso pode ocasionar um impacto didático e pedagógico, embora ele possa servir para fomentar discussões tecnológicas. Nesse sentido, é importante ressaltar que em atividades colaborativas como a produção de vídeos, os estudantes precisam estar abertos

ao diálogo com o professor. Aliás, sugiro a qualquer interessado em produzir vídeos que atente para esse aspecto tecnológico, especialmente, se for abordar conteúdos matemáticos. Essa observação me conduziu a adaptar as imagens que compartilho nos subcapítulos posteriores.

Do ponto de vista da multimodalidade, os estudantes expressam conteúdos matemáticos a seus modos e, para fazer isso, revelam as suas escolhas ao utilizarem o pincel e o quadro branco. Isso me fez pensar que a qualidade do vídeo pode ter sido comprometida por essas escolhas.

5.2.1.1. *O uso da notação algébrica*

Dentre os recursos semióticos utilizados pelos produtores no vídeo 1, a escrita e o simbolismo matemático realçam dois aspectos dos planos 2 e 3 que marcam as atuações dos personagens e trazem indicativos de como esse grupo de estudantes expressa os conteúdos matemáticos. A saber: (i) no uso da notação algébrica; e (ii) na possibilidade de comparar as participações dos estudantes.

Por um lado, em (i), os elementos matemáticos que aproximam os personagens desse vídeo 1 são as barras utilizadas para representar incorretamente as matrizes. Por outro lado, a ausência ou o uso de algumas notações adicionais diferenciam as suas participações na representação dos elementos dessas matrizes, ao realizarem as operações.

Embora os produtores não tenham atentado para a convenção dos símbolos especiais elencada por O'Halloran (2015), o significado interpessoal no vídeo evidencia que esses produtores instituem relações entre participantes (números, elementos, operadores, matrizes) e processos (adição de matrizes e transposta de uma matriz), de acordo com o rigor das leis matemáticas. Inclusive, tais estudantes reconhecem as operações e constituem processos matemáticos, o que caracteriza o significado ideacional do discurso. Além disso, atentam (em partes) para os padrões convencionais em relação à realização das operações matemáticas e exibem os resultados decorrentes dos processos matemáticos. Com isso, ressaltam o significado textual do discurso relacionado ao simbolismo matemático.

Em sua instância, o uso da oralidade (on) como recurso semiótico da linguagem é combinado com o simbolismo matemático nesse discurso para destacar que os produtores: apropriam-se de definições interligadas (elementos, matrizes) e de expressões especiais (adição de matrizes, transposta de uma matriz) como estratégias gramaticais da linguagem matemática; carregam o significado ideacional no compartilhamento dos participantes e dos

processos matemáticos; evidenciam o significado interpessoal nas declarações que fazem apoiadas em raciocínios lógicos, por exemplo, “[...] a gente vai fazer o somatório dos elementos [...]”; e ressaltam o significado textual socializado em função dos argumentos matemáticos ao destacar a relação das operações “[...] o a um um com o b um um [...]”. Cabe destacar que os produtores recorrem ao uso da notação matemática para apresentar dois exemplos de operações de matrizes. É pertinente observar que o uso incorreto da notação não invalida a realização das operações e, segundo a perspectiva SF-ADM, o mais importante é perceber como o recurso semiótico do simbolismo matemático é utilizado na elaboração dos seus discursos.

Em (ii), na possibilidade de comparar as participações dos estudantes, o destaque fica marcado no uso do quadro pelos personagens (estudantes). No vídeo 1, ambos os acadêmicos colaboram com o professor na revisão do conteúdo, mas de um modo que expõe as diferentes características das suas atuações. Por exemplo, no plano 2, o primeiro deles parece mais espontâneo, seguro quanto ao uso da técnica e desenvolto ao expor os argumentos construídos a partir do seu raciocínio.

Por sua vez, no plano 3, o segundo estudante se apresenta de forma tímida e se apoia nas anotações do seu caderno. Teriam os produtores do vídeo 1 pensado nisso, em proporcionar ao espectador essa possibilidade de fazer comparações? Essas características são próprias desses estudantes? No meu entendimento, a resposta para essas perguntas é “sim”. E mais, o que chama atenção até esse ponto observado é a relação entre os itens (i) e (ii), pois os estudantes se mostram desatentos quanto ao uso incorreto da notação algébrica, algo que pode estar associado à espontaneidade de um e à timidez do outro.

Nesses trechos do vídeo 1, a estratégia gramatical do simbolismo matemático é utilizada pelos seus produtores para produzir significados em seus discursos. Nesse caso, o uso de símbolos especiais possibilita fazer combinações, com apoio na coerência lógica da Matemática. Isso destaca o significado ideacional do discurso quando os seus produtores reconhecem o padrão dos participantes (as barras, os índices dos elementos, a ordem das matrizes) e dos processos matemáticos (a adição de matrizes e a transposta de uma matriz), assim como, buscam relacioná-los por meio de leis matemáticas para configurar o significado interpessoal do discurso. Além disso, os produtores em questão organizam o resultado desses processos matemáticos no quadro, no qual ilustram as relações com uso do simbolismo matemático para caracterizar o significado textual do discurso.

Em especial, o uso da linguagem oral é combinado com o simbolismo matemático. Isso amplia as possibilidades de compreensão do discurso, pois a linguagem matemática

possibilita o uso de definições interligadas e de expressões especiais na comunicação como estratégia da gramática, o que provoca o efeito multiplicador ressaltado por Lemke (2010). E mais, a socialização dos participantes e dos processos matemáticos (no significado ideacional), os raciocínios lógicos originados nas convenções (no significado interpessoal) e a organização dos argumentos matemáticos (no significado textual) estão presentes nesses trechos do discurso.

No subcapítulo adiante, destaco a escrita e o simbolismo matemático como recursos semióticos que foram utilizados pelos produtores do vídeo 1 em alguns trechos.

5.2.1.2. *Escrita e simbolismo matemático*

No uso dos recursos semióticos da linguagem escrita e do simbolismo matemático, considere ambos, sendo empregados simultaneamente para produzir significado no discurso. Em especial, no início do vídeo os produtores utilizam a linguagem oral no instante em que o professor se dirige aos estudantes para dizer o seguinte:

Emerson (professor): “[...] pessoal! Vamos fazer uma revisão [...] a nossa prova tá chegando, acho bem importante recapitular aquela questão de matrizes [...] Vamos começar então falando sobre a adição de matrizes” (PROFESSOR⁶⁸, 2018, transcrição do vídeo 1).

No vídeo 1, o professor utiliza a linguagem oral e o simbolismo matemático, conforme elucida a Figura 21.

Figura 21 – O uso combinado da escrita com o simbolismo matemático



Fonte: Dados da pesquisa (Adaptados).

O trecho a seguir está relacionado a essa participação do professor quando ele diz:

Emerson (professor): Alguém... lembra desse assunto?

Juliano (estudante): Eu lembro professor!

⁶⁸ No vídeo esse estudante (Emerson) atua no papel de professor.

Emerson (professor): Aí tu... gostaria de... falar um pouco... a respeito... da adição... de matrizes para a turma?

Juliano (estudante): Claro professor! Claro que posso.

Emerson (professor): nós vamos fazer o seguinte: nós temos a matriz A... vamos supor uma aqui... um, dois, três, quatro... e temos a matriz B... que é quatro, três, dois, um [ele escreve, se vira para o estudante e diz] então faz favor fica à vontade aí (entre os instantes 53" e 75") (PROFESSOR; ESTUDANTE, 2018, transcrição do vídeo 1).

Esse trecho do vídeo apresenta um conteúdo matemático escolhido pelos estudantes que está de acordo com as orientações da Avaliação Online. Na pesquisa de Paraizo (2018, p. 85), os estudantes fizeram o mesmo em relação à escolha e, nesse sentido, o autor acentua que ao produzir o vídeo “[...] o educando poderá também expressar-se criativamente, ser atuante e edificador do seu próprio saber [...]”. Por sua vez, Santana (2018, p. 89) explica que antes da atividade a professora mostrou vídeos, explicou o conteúdo no contexto de algumas profissões a fim de que os estudantes pudessem compreendê-lo e, por essa razão, “[...] eles preferiram escolher um tema ligado a esse contexto para fazer o vídeo”.

Embora o vídeo 1 tenha um formato considerado tradicional por alguns autores, Santana (2018, p. 18) pondera que a estratégia de produzir vídeos “é diferente das aulas tradicionais centradas apenas na exposição de conteúdos e de avaliações escritas”. Na sua investigação, o pesquisador observa que os estudantes puderam se “expressar” e se tornar “autores do seu conhecimento e não apenas receptores de informação, além de se sentirem valorizados e incluídos na ação” (SANTANA, 2018, p. 18).

Após escrever o exemplo no quadro, o professor se dirige aos estudantes no mesmo instante em que um deles se levanta para realizar a operação de adição de matrizes. Isso revela que a motivação para a escolha dessa abordagem pode ter sido induzida “[...] pelo professor formador” (ELAN, 2018, transcrição do formulário), apoiada nas orientações da Avaliação Online, nas trocas de mensagens pelo *WhatsApp* e na maneira como o professor trabalhou os conteúdos ao longo do semestre 2018/1. Em sua investigação, Santana (2018) observa que os estudantes “acham importante a orientação do professor na construção do conteúdo a ser trabalhado [...] admitem que sem a ajuda [...] eles não saberiam produzir, não sentiriam segurança para a produção do vídeo” (SANTANA, 2018, p. 68).

Cabe destacar que o exemplo apresentado pelo personagem no vídeo 1 se difere um pouco do modelo conteúdo-exemplo-exercício priorizado pelo professor da disciplina, pois os produtores do vídeo optam por um caso específico para abordar o conteúdo de adição de matrizes. De todo modo, a estratégia gramatical do simbolismo matemático utilizada pelos produtores inclui o uso de símbolos especiais (por exemplo, o emprego das barras em referência as matrizes) que trazem uma densidade de configurações simbólicas para produzir

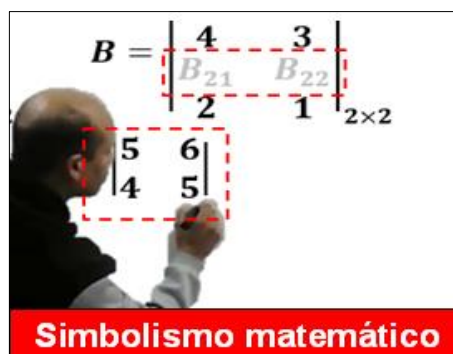
significado no discurso. Segundo O'Halloran (2015), esse uso pode realçar dificuldades com a Matemática na audiência, principalmente se a notação algébrica for desconhecida ou estiver incorreta.

É possível observar, com base no vídeo 1, que os produtores priorizam tão somente a realização de operações matemáticas nessa abordagem. Desse modo, a associação do símbolo ao seu significado trata de uma incorreção que, nesse caso, não influenciou o desenvolvimento do cálculo algébrico. Além disso, é possível perceber, no vídeo 1, que os produtores exploram o cálculo da matriz resultante da adição, embora o professor tenha utilizado a notação para o cálculo de determinantes. Com isso, fica evidente que as estratégias gramaticais utilizadas na comunicação seguiram parcialmente os padrões convencionais para organizar o significado textual do discurso.

Peculiarmente, essa interação dos produtores com as mídias revela uma fonte de saberes que emerge da combinação de recursos semióticos e pode evidenciar algumas dificuldades gramaticais quanto ao uso do simbolismo matemático. Contudo, ao longo da disciplina, como saber o que foi matematicamente significante para esses produtores do vídeo 1? Essa é uma pergunta difícil de ser respondida, visto que não foram deixados vestígios em participações nos fóruns de dúvidas, nos chats das webconferências e nas trocas de mensagens pelo *WhatsApp*. Por outro lado, Penn (2015) dá pistas de que o significante em qualquer meio aponta para um significado, ou seja, o significado se origina naquilo que é significante para quem atribui o sentido. Por exemplo, o uso das barras no contexto do vídeo 1 é significante para os seus produtores.

Na sequência, entre os instantes 89" e 158", o estudante recorre a linguagem oral e ao simbolismo matemático, assim como, utiliza o quadro e o pincel para identificar as matrizes quadradas de ordem 2 e os seus elementos (Figura 22).

Figura 22 – O uso do simbolismo matemático (1)



Fonte: Dados da pesquisa (Adaptados).

Convém ressaltar que, ao pausar o vídeo no instante 127", é possível constatar que, induzido pela escrita do professor no quadro, esse estudante também utiliza barras, em vez de colchetes, para se referir ao somatório das matrizes A e B. Penn (2015) notabiliza que o sentido de uma imagem visual é ancorado pelo texto que o acompanha, visto que os sistemas de signos necessitam da mediação da língua que extrai seus significantes (na forma de nomenclatura) e nomeia seus significados (na forma de uso). Nesse caso, o estudante atribui sentido e produz significado com uma notação (significante) que não influencia o resultado final do cálculo algébrico.

O detalhe é que esse uso incorreto da notação realça uma dificuldade com a gramática do simbolismo matemático e compromete a organização do significado textual do discurso, se forem observados os padrões convencionais desse recurso semiótico; assim como, revela que os produtores do vídeo 1 não associam o simbolismo matemático ao seu significado no uso das barras para falar de adição de matrizes, mas àquilo que é significante para atribuírem sentido e tornarem os seus discursos compreensíveis para a audiência.

Na sequência, o professor se vira para a turma e comenta o seguinte:

Emerson (professor): Na adição ali o colega Juliano explicou muito bem. Excelente! Meus parabéns! [Aqui ele olha para o Juliano e diz] Agora então te desafio na questão da transposta de uma matriz. Tu tá lembrando [...]?

Juliano (estudante): Ah, professor! Eu não me lembro muito bem [...].

(PROFESSOR; ESTUDANTE, 2018, transcrição do vídeo 1).

O professor, então, pergunta para o outro estudante e ele responde:

Elan (estudante): sim.

Emerson (professor): Peço a gentileza então ou tu quer que eu inicie? ou...

Elan (estudante): Não, eu tenho um exemplo aqui. Posso?

[...]

Emerson (professor): Sim, fica à vontade aí!

(PROFESSOR; ESTUDANTE, 2018, transcrição do vídeo 1).

Dando continuidade, o trecho a seguir ilustra a fala do estudante:

Elan (estudante): bom, temos aqui a matriz A igual a a i j e a transposta dessa matriz... ela fica... A t ... transposta, né?... igual a a j i. Posso fazer [...]

Emerson (professor): Excelente! É isso mesmo!

Elan (estudante): [após escrever a transposta da matriz A, ele pergunta] Era isso?

Emerson (professor): É isso aí! Muito obrigado Elan! (entre os instantes 206" e 276") (PROFESSOR; ESTUDANTE, 2018, transcrição do vídeo 1).

Esse breve diálogo dá início ao terceiro e último trecho no qual os produtores utilizam o simbolismo matemático para produzir significado no discurso. Nesse caso, o estudante utiliza o pincel e o quadro para apresentar o exemplo de uma matriz transposta de ordem 3 (Figura 23).

Figura 23 – O uso do simbolismo matemático (2)



Fonte: Dados da pesquisa (Adaptados).

Ao pausar o vídeo, é possível constatar que esse estudante utiliza uma notação diferente da literatura e que destoa do texto base adotado pelo professor da disciplina. Nesse material, a representação de matriz consta como $A = [a_{ij}]_{m \times n}$, ou simplesmente, $A = [a_{ij}]$ e o estudante utiliza $A = a_{ij}$. Essa observação acerca do estudante ignorar o uso de símbolos especiais da gramática do simbolismo matemático pode ser uma demonstração de que “tanto faz” para ele utilizar barras ou colchetes ao se referir à transposta de uma matriz. Segundo Oechsler e Borba (2020, p. 998),⁶⁹ “para produzir vídeos matemáticos, os alunos precisam entender o conteúdo profundamente. Caso contrário, eles podem cometer um erro conceitual ou operacional”. O detalhe trazido por Oechsler e Borba (2020) retrata justamente o que aconteceu com os produtores do vídeo 1 que combinaram também o uso de outros dois recursos semióticos da linguagem matemática.

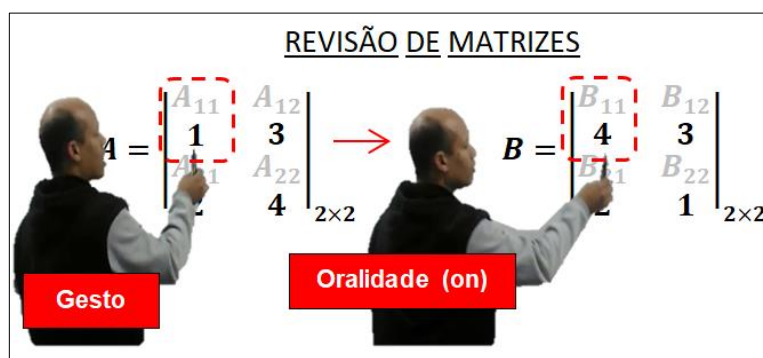
5.2.1.3. *Gesto e oralidade (on)*

A pesquisa de Neves e Borba (2019b, p. 232) faz referência a um vídeo no qual o estudante utiliza o teorema de Pitágoras e recorre a gestos para justificar que em um triângulo retângulo “as coordenadas dos dois pontos nos eixos x e y [indicam] que a medida coincide com a diferença das coordenadas nos eixos”. Na ocasião, esses autores enfatizam que o estudante deduz a equação da circunferência e cita os seus elementos sem especificá-los. Segundo os autores em questão, esse “estudante constrói o triângulo retângulo circunscrito à circunferência de centro (a, b) e considera o ponto (x, y) qualquer na circunferência” (NEVES; BORBA, 2019b, p. 231).

⁶⁹ To produce mathematical videos, students need to understand the content deeply. Otherwise, they could make a conceptual or operational error.

A exemplo desse estudante mencionado por Neves e Borba (2019b), há trechos distintos no vídeo 1 em que os produtores optam pelo uso da oralidade (on) combinado com gestos. Por exemplo, entre os instantes 4" e 14", o professor utiliza esses recursos semióticos da linguagem para se dirigir aos estudantes. Por sua vez, entre os instantes 35" e 80", após um breve diálogo com o professor, um dos estudantes realiza ação semelhante para identificar os índices dos elementos das matrizes que possibilitam realizar as operações de acordo com a definição. Esse procedimento, registrado no vídeo entre os instantes 84" e 158", é mostrado nos recortes da Figura 24.

Figura 24 – O uso de gesto e da oralidade (on) (1)



Fonte: Dados da pesquisa (Adaptados).

É válido frisar que um trecho da fala de Juliano carrega um significado interpessoal e reforça um discurso matemático que “geralmente” é proferido por professores, quando ele ressalta logo de início que aquela operação de adição de matrizes se trata de algo “bem simples”. Oechsler e Borba (2020) observam que essa suposta facilidade está relacionada à escolha do conteúdo. Diante dessa conjuntura, a afirmação desse estudante remete a pensar que situações como essa têm sido consideradas normais em ambientes educacionais e ganham cada vez mais espaço no discurso matemático.

Esse trecho do vídeo 1, referente à fala do estudante, traz o seguinte:

Juliano (estudante): [...] É bem simples! Como é uma matriz de dois por dois, as duas, então a gente vai fazer apenas o somatório dos elementos. [Aqui ele aponta para os elementos da matriz A, escreve no quadro e diz...] Aqui nós temos o a um um, o a um dois, o a dois um e o a dois dois e já desse outro lado aqui [ele faz a mesma coisa], a gente tem o b um um, o b um dois, o b dois um e o b dois dois. Quê que a gente vai fazer? A gente vai somar os elementos, o a um um com o b um um. Então nós vamos fazer o seguinte [aqui ele aponta para os elementos de mesmo índice nas duas matrizes para realizar o somatório]: um no [elemento] a um um é um [ele aponta para o elemento b um um] mais quatro vamos ficar com [e escreve na matriz resultante] cinco. [Ele repete a mesma ideia para os demais elementos até a conclusão da operação] E aqui no a um dois mais b um dois vai ser três mais três e nós vamos ficar com seis. Aqui no a dois um é dois com mais dois do b dois um

vamos ficar com quatro. O a dois dois é quatro com mais um do b dois dois nós vamos ficar com cinco [...] (ESTUDANTE, 2018, transcrição do vídeo 1).

Nesse caso, o estudante recorre ao uso de definições interligadas relacionadas à identificação (“matriz dois por dois”) e a operação (“somatório dos elementos”), assim como, ao uso de taxionomia técnica associada aos índices dos elementos das matrizes (“o a um um, o a um dois, o a dois um e o a dois dois”, entre outros) como estratégia gramatical da linguagem matemática para produzir significado no discurso, conforme destaca O’Halloran (2015).

É possível que esse estudante possua alguma familiaridade com o conteúdo de adição de matrizes, assim como, é aceitável que o uso da expressão “bem simples” seja facilmente compreendido naquele contexto em que as operações algébricas são realizadas sem dificuldades. Dessa forma, a questão é que, nos ambientes educacionais, o uso de expressões como essa para se referir a qualquer tema parece normalizar o discurso matemático. Entendo que independente da abordagem do conteúdo essa afirmação “bem simples” precisa considerar certos cuidados por não se tratar de uma verdade absoluta. Nessa ótica, Paraizo (2018, p. 77) explica que o envolvimento de estudantes e professores na “elaboração de vídeos [...] como uma produção conjunta [...] pode ser refletida como uma prática [...] utilizando uma linguagem de fácil entendimento”, o que ajuda a desconstruir certos discursos matemáticos e a entender o uso dessas expressões em determinados contextos.

Em outro trecho do vídeo, entre os instantes 161" e 200", o professor retoma a fala depois de acompanhar a solução apresentada pelo estudante e confirma que a adição de matrizes é mesmo algo “bem simples” e que, desse modo, não cabem complicações na abordagem do conteúdo. Esse breve discurso surge em função do que o estudante proferiu ao dizer que:

Estudante: [...] Esse é o resultado. tá bem prática pra [mim] professor.

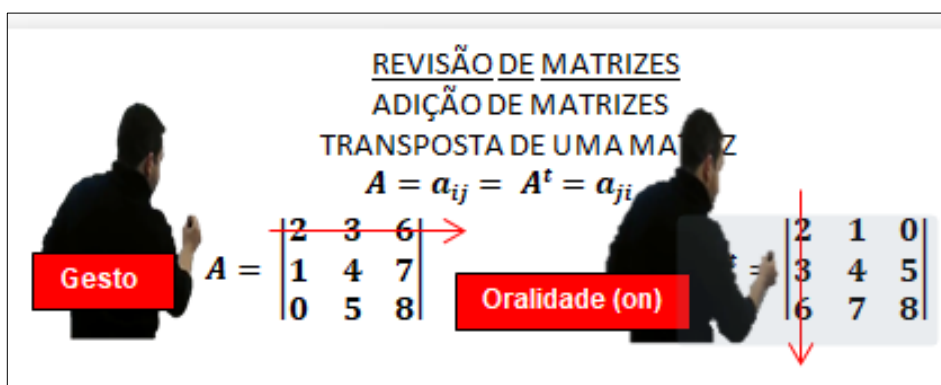
Professor: É isso aí mesmo! A questão de adição, ela é bem simples! Não tem muito o que [ele pensa, respira e diz]... complicar (ESTUDANTE; PROFESSOR, 2018, transcrição do vídeo 1).

Segundo Andrade e Massabni (2011, p. 835), a atividade prática é “uma forma de trabalho do professor [...] uma decisão pedagógica [...] um compromisso” que colabora com a formação do estudante. É oportuno salientar que, no vídeo, a fala do professor carrega o mesmo significado interpessoal associado ao discurso matemático do estudante. Em especial, esse vídeo é uma ficção que pode revelar a maneira como os seus produtores teoricamente veem os professores de Matemática com a formação acadêmica, a autoridade e o domínio sobre os conteúdos que ensinam. Nesse sentido, Neves (2020, p. 191) observa em um dos vídeos analisados na sua pesquisa que o “uso de afirmações e comandos imperativos

aparecem no discurso do estudante, repassando a atitude dominante normalizada no discurso matemático”. Em ambos os casos, isso pode ser um reflexo da sala de aula e uma herança das práticas pedagógicas de seus professores que perpassam as formações escolares e/ou acadêmicas desses estudantes.

Na sequência do vídeo, o outro estudante combina gesto e oralidade (on) para apresentar algo relacionado à transposta de uma matriz. Por exemplo, entre os instantes 206" e 276", ele aponta para a primeira e para a segunda matriz. Em seguida, afirma que na transposta de uma matriz a linha vira coluna (Figura 25).

Figura 25 – O uso de gesto e da oralidade (on) (2)



Fonte: Dados da pesquisa (Adaptados).

Particularmente, esse uso combinado no discurso do estudante não caracteriza uma substituição de um recurso semiótico por outro e sim que o gesto foi moldado pela oralidade (on) e vice-versa. Essa foi a forma escolhida pelos produtores do vídeo 1 para relacionar a linha de uma matriz com a coluna da outra matriz. Além disso, esse estudante utiliza definições interligadas que envolvem a transposta de uma matriz como estratégia gramatical da linguagem matemática para fazer as seguintes declarações:

Estudante: [...] essa é matriz dois três seis, um quatro sete, zero cinco oito. A transposta dessa matriz A t... [aqui ele escreve, fala e gesticula] ficaria dois um zero, três quatro cinco, seis sete oito... Ou seja..., a linha vira... coluna [aqui ele fala e gesticula] (ESTUDANTE, 2018, transcrição do vídeo 1).

Ao socializar os participantes (elementos, matrizes), os processos matemáticos realizados (transposta de uma matriz), os produtores acentuam o significado ideacional no discurso quando o estudante aponta as relações entre as matrizes que se originam em seu raciocínio lógico. Eles também ressaltam o significado interpessoal no discurso ao apresentarem a ideia de forma organizada por meio da oralidade (on) e de gestos, por exemplo, no trecho “a transposta dessa matriz ficaria”, assim como, confirmam o significado

textual do discurso elaborado pelo grupo ao destacarem no vídeo, por exemplo, que “a linha vira coluna”.

Em sua pesquisa, Kovalski (2019, p. 164) reforça que a “produção de vídeo como trabalho em grupo foi identificada pelos alunos como uma atividade em que a união e o pensar junto facilitaram seus estudos”. Em resposta ao item do questionário relacionado a esse tema um dos produtores explica que “[...] Quando você trabalha em cima de qualquer conteúdo reforça o saber, acredito que todos do grupo ampliaram sua fonte de saber sobre a matéria” (JULIANO, 2018, transcrição do formulário) e outro enfatiza que “com a produção de vídeos [...] Acredito que além do conteúdo, fez uma integração melhor entre todos e, aprendemos trabalhar em grupo” (ELAN, 2018, transcrição do formulário).

Kovalski (2019, p. 174) destaca ainda que os “grupos [...] além de interagir produzindo seus vídeos [...] se organizaram e se comprometeram uns com os outros [...] apresentaram seus vídeos [...] criaram e desenvolveram ideias”. Por sua vez, Paraizo (2018, p. 164) interpreta que “a maior limitação encontrada [...] foi o fator tempo para a realização da tarefa”. Nesse sentido, ao considerarem os aspectos negativos na atividade realizada pelo grupo, um dos produtores do vídeo 1 também aponta o pouco “tempo individual do grupo para produção do vídeo” (JULIANO, 2018, transcrição do formulário) e outro atribui “A [qualidade da] gravação” (ELAN, 2018, transcrição do formulário). Essas respostas estão relacionadas às dificuldades que o grupo teve para se reunir, definir as escolhas, elaborar o roteiro e fazer as gravações, pois os seus membros (produtores do vídeo 1) trabalhavam e moravam em municípios diferentes.

Na sequência, compartilho a minha análise em relação ao vídeo 8.

5.2.2. O vídeo 8 – Determinantes de matrizes⁷⁰

O vídeo 8 foi produzido por três estudantes que apresentam um jogo didático sobre determinantes de matrizes. Tais graduandos não responderam ao questionário relacionado à pesquisa e, ao longo do semestre, apenas Marcos teve a participação registrada em fóruns de dúvidas, em chats das webconferências e no *WhatsApp*. Essas observações são importantes para situar o(a) leitor (a) e podem sugerir que a produção do vídeo foi idealizada por esse estudante quando em uma troca de mensagens pelo *WhatsApp* ele escreve o seguinte:

⁷⁰ Disponível em <https://www.algebralinear1.com/vídeo-8>. Acesso em: 17 abr. 2021.

Marcos: Na verdade, sabe qual foi a minha ideia inicial? [...] Depois de confeccionarmos o jogo, pensei em só apresentar [...] Então explicaríamos [...] e dois membros do trio jogariam um pouco para mostrar como funciona na prática [...]

Pesquisador: [...] isso pode ser bem original [...]

Marcos: [...] Mas acredito que essa prática fugiria da ideia principal do vídeo, que é EXPLICAR um conteúdo [...] pra finalizar, não existe a necessidade de se explicar um conteúdo de fato? (MARCOS, 2018, transcrição do *WhatsApp*).

O discurso proferido nesse vídeo, apresentado em quatro planos (Quadro 11), é atribuído ao grupo que produziu significados com o uso de recursos semióticos da linguagem [oralidade (off), oralidade (on) e gesto] e da exibição visual [animação (imagem) e representação (imagem)].

Quadro 11 – Os componentes dos planos do vídeo 8

	Plano 1: Abertura	Plano 2: A apresentação do jogo	Plano 3: As regras do jogo	Plano 4: O fechamento
Situação	Digital	Interna		Digital
Descrição	Identifica a instituição, os produtores e o título do vídeo.	Espaço físico não identificado.		-
		Um dos produtores comunica que apresentará uma didática para o conteúdo de determinantes de matrizes.	Apresenta o funcionamento do jogo.	
Duração	4"	35"	145"	7"
Recursos semióticos	Animação (imagem), gesto, oralidade (on), oralidade (off) ⁷¹ e representação (imagem).			
Movimento da câmera		Manuseio realizado com as mãos sem o apoio de um tripé.		Não há uso de câmera.
Personagem de campo		Os personagens estão sentados, fazem movimentos leves, de frente.		-
Som	Ausência de música ilustrativa.			
	-	Presença de discurso e ausência de diálogo.		-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas combinações semióticas representam as escolhas dos estudantes que produziram um vídeo didático e recreativo. Por exemplo, o acadêmico Marcos insinua isso ao responder o item 3 do formulário de submissão do vídeo e dizer o seguinte:

Marcos: O vídeo como já sugere o título está relacionado com determinantes de matrizes, matrizes essas de ordem 2 e 3. A ideia do vídeo foi a de criar um jogo didático, pois nós, como futuros professores acreditamos que essa metodologia de ensino é de muita importância para um bom aprendizado dos alunos, pois eles estarão aprendendo brincando, se divertindo. Na vida tudo que é feito com alegria e prazer tende a entregar um resultado muito satisfatório. Na matemática não é diferente. Assim, esperamos que esse vídeo sirva como inspiração para a criação de

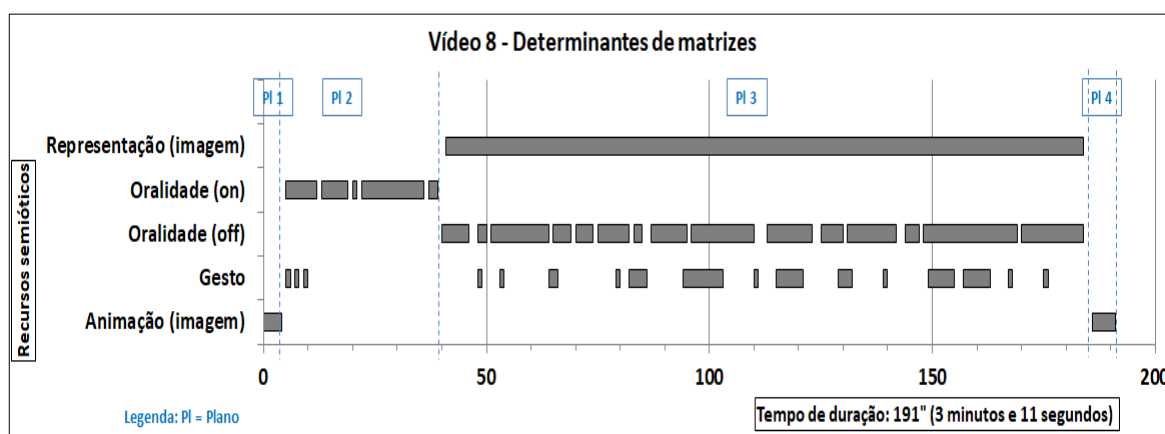
⁷¹ O uso da oralidade (off) significa dizer que a audiência se limita a ouvir os personagens sem poder vê-los.

outros jogos que futuramente possam ser aplicados dentro de sala de aula” (MARCOS, 2018, transcrição do formulário).

Nessa resposta, Marcos justifica a razão do grupo ter explorado determinantes de matrizes por meio de um jogo, além disso, revela o que eles, como “futuros professores”, esperam de uma metodologia de ensino. Em consonância com essa fala do estudante, a decisão de produzir o vídeo foi pautada no que eles consideram por “bom aprendizado”. Todavia, produzir conteúdos matemáticos, didáticos e recreativos se configura como um desafio para esses produtores que tem a esperança de inspirar “a criação de outros jogos”. O exposto vai ao encontro do que observa Pereira (2019, p. 37): jogos e materiais audiovisuais são “tecnologias atrativas” e “mobilizam as juventudes”. Em sua pesquisa, essa autora pondera com base na falas dos estudantes que “o uso das tecnologias não garante o interesse ou mesmo a aprendizagem” (PEREIRA, 2019, p. 108).

A Figura 26 ilustra os recursos semióticos que os produtores do vídeo 8 utilizam para apresentar o jogo.

Figura 26 – Os recursos semióticos combinados no vídeo 8



Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, abordo algumas combinações de escolhas semióticas dos produtores do vídeo 8.

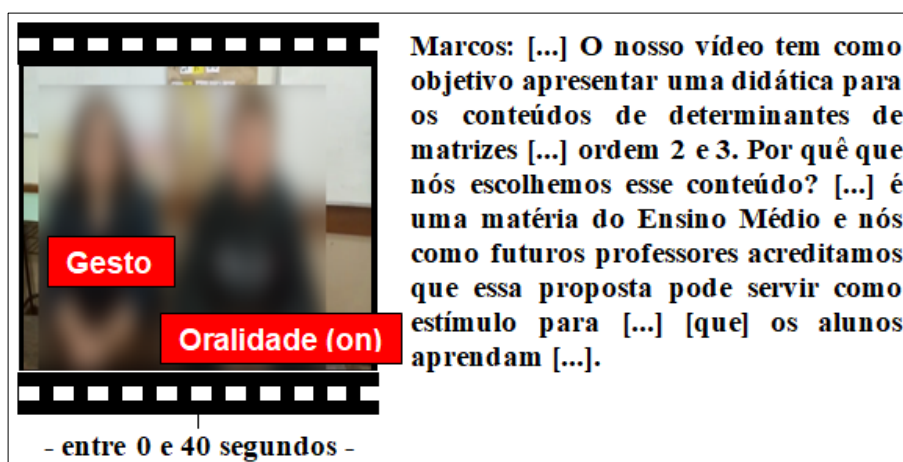
5.2.2.1. Gesto e oralidade (on)

Ao realizarem uma pesquisa, Neves e Borba (2019, p. 233) ressaltam que “os gestos recontextualizaram a ideia expressa na linguagem verbal oral”. Esses autores se apoiam na análise de um vídeo que relaciona a equação da circunferência com aspectos do cotidiano para

sugerir que essa recontextualização se origina na combinação desses recursos semióticos. Em outra pesquisa coordenada por Oechsler e Borba (2020, p. 997)⁷², esses autores destacam que a “oralidade, ligada aos gestos, ajuda o espectador a entender o que a estudante estava escrevendo (na forma simbólica) no quadro”.

Essas duas pesquisas refletem a importância da combinação de recursos semióticos na abordagem do conteúdo. No caso do vídeo 8, os produtores também utilizam esses recursos da linguagem intrasemioticamente para apresentar um jogo que envolve conteúdos de “determinantes de matrizes” (Figura 27).

Figura 27 – O uso de gesto e oralidade (on)



Fonte: Dados da pesquisa.

O'Halloran (2015) sobreleva que o uso de expressões especiais como estratégia gramatical da linguagem requer um cuidado para não distanciar as pessoas da Matemática. Em especial, nesse trecho do vídeo 8, Marcos endereça especificamente o conteúdo do vídeo para estudantes do Ensino Médio. Destarte, é importante assinalar que esse grupo de estudantes não representa todas as pessoas. Nesse sentido, foi conveniente um esclarecimento sobre o assunto, visto que muitas dessas pessoas podem não estar familiarizadas com o uso do termo “determinantes de matrizes”, algo que pode tornar o discurso dos produtores do vídeo desinteressante e incompreensível para outros públicos.

Segundo Marcos, esse vídeo apresenta uma proposta didática que visa a aprendizagem. Kovalscki (2019, p. 118) destaca em sua pesquisa que “as atividades desenvolvidas nas aulas sempre incitavam os alunos a refletir em como poderiam utilizar os conceitos estudados em

⁷² Orality, connected with gestures, helps the viewer understand what the student was writing (in the symbolic mode) in the board.

seus vídeos”. Essa proposta, apresentada pelos produtores do vídeo 8, pode ser um reflexo das inquietações do grupo relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Matemática vivenciadas na sala de aula.

Seguindo esse viés, Paraizo (2018, p. 86) dispõe que o “vídeo [...] lúdico, contextualizado de acordo com a realidade [...] é sempre bem visto e pode ajudar o estudante a relembrar conteúdos e aprender novos assuntos matemáticos”. Nesse sentido, o vídeo 8 oferece meios para significar esse discurso de apresentação e em determinados trechos o gesto é moldado pela oralidade (on) e vice-versa, tal qual o gesto é moldado também pela oralidade (off) e pela representação (imagem), assim como, a oralidade (off) molda a representação (imagem) nessa produção que ilustra uma combinação recíproca no uso de recursos semióticos.

5.2.2.2. *Gesto, oralidade (off) e representação (imagem)*

No trecho do vídeo 8, entre os instantes 41 e 185 segundos, os produtores utilizam uma combinação de recursos semióticos da linguagem (gesto e oralidade (off)) e da representação (imagem). De acordo com O’Halloran (2005), essa é uma combinação intersemiótica caracterizada pelo uso de mais de um recurso semiótico. No caso desse vídeo, a representação (imagem) do simbolismo matemático utilizada pelos seus produtores por meio de cartelas molda a oralidade (off) e os gestos.

Em relação às escolhas dos produtores desse vídeo, é possível inferir que a representação também é moldada pelo uso desses recursos semióticos e que há uma harmonização entre eles, de modo que a escolha pela representação condiciona o uso da oralidade (off) e dos gestos e vice-versa.

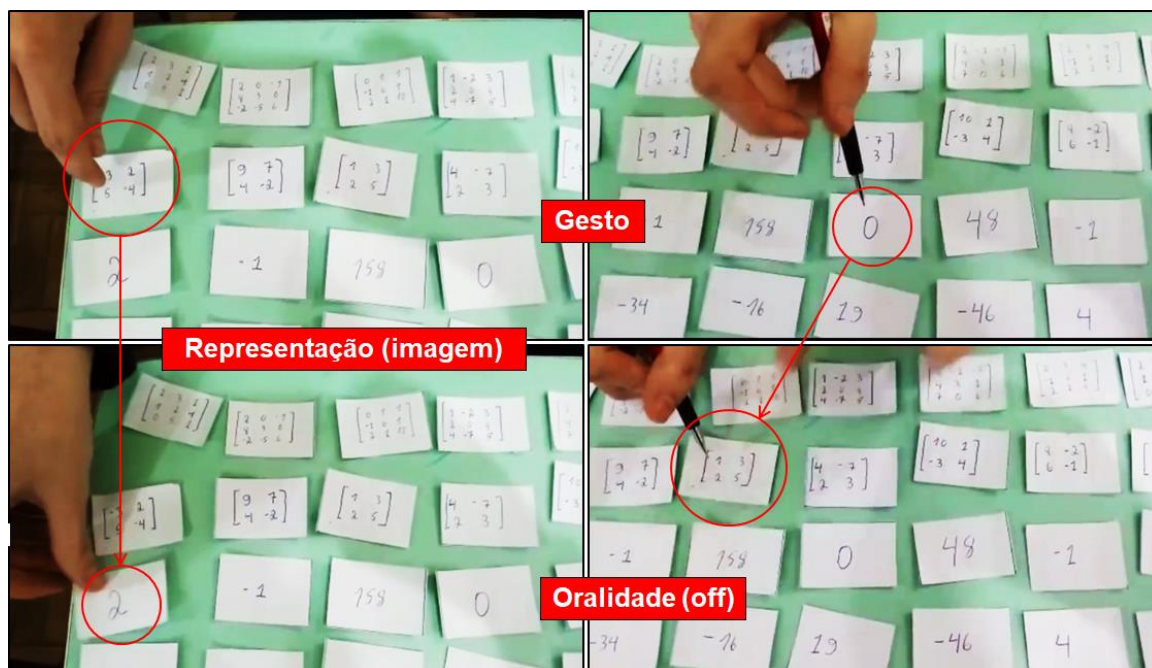
Por exemplo, em um trecho do vídeo, a proposta do grupo apresentada por Marcos ressalta o seguinte:

Marcos: [...] é um jogo da memória sobre determinantes de matrizes [...] [Aqui ele gesticula e fala] composto [...] por 32 peças. 16 [...] são matrizes [...] [Ele aponta e fala] e as outras 16 [...] são [...] resultados de determinantes [E novamente gesticula e fala] [...] Como [...] funciona? [...] entre três ou quatro participantes. As 32 peças são viradas com a sua imagem [...] de cabeça para baixo [...] Por exemplo, se eu pegar essa cartela aqui [ele segura, aponta e fala] [...] que é uma matriz dois por dois em que os números são menos três, dois, cinco e menos quatro. Eu vou ter que achar a [...] determinante correspondente a essa matriz que seria [ele aponta e fala] o dois, né? Acontecendo isso, eu posso pegar [ele realiza o movimento] essas duas cartelas pra mim [ele gesticula e fala] [...] somando um ponto [...] outro exemplo, eu vou tirar de novo outra cartela. [ele gesticula e fala] [...] essa aqui que é o determinante 0 [zero], né? Eu deveria procurar encontrar a matriz correspondente a essa [e mais uma vez gesticula e fala] determinante 0 [zero] [...] [e novamente gesticula e fala] Se, por exemplo, eu retirar essa matriz aqui [ele aponta e fala] um, dois, três e cinco,

eu percebo que eu não somaria ponto. Por quê? [Ele fala e gesticula levemente em referência às diagonais principal e secundária] Porque a determinante dessa matriz é -1 [...] (ESTUDANTE 10, 2018, transcrição do vídeo 8).

Isso configura uma maneira qualitativamente diferente se caso os referidos produtores tivessem utilizado a escrita e a oralidade (off). Em vista disso, nenhum desses recursos semióticos assume o papel de protagonismo em substituição aos demais (Figura 28).

Figura 28 – O uso do gesto, da representação (imagem) e da oralidade (off)



Fonte: Dados da pesquisa.

Oeschler e Borba (2020, p. 998)⁷³ destacam em sua pesquisa que ao produzirem um vídeo os estudantes “não podiam apenas falar sobre o conteúdo – primeiro, eles precisavam entender o que comunicar”. Nesse sentido, em outro estudo, realizado por Souza, Fontes e Borba (2019, p.74), é observado que por meio de um vídeo os produtores compartilham a solução de um exercício “evidenciada pela fala do estudante que explica o significado das expressões algébricas”. No caso do vídeo 8, um dos seus produtores faz algo semelhante ao apresentar o jogo da memória sobre determinantes de matrizes.

Nessa combinação de recursos semióticos da linguagem e da exibição visual, que Neves (2020) considera como intersemioses, dois trechos merecem destaque. Por exemplo, no primeiro deles, Marcos se refere à “matriz dois por dois” que tem como elementos os números “menos três, dois, cinco e menos quatro”, ao mesmo tempo em que aponta para o valor do seu

⁷³ [...] could not just talk about content—first, they needed to understand what to communicate.

“determinante correspondente [...] dois”. Já no segundo trecho, o referido acadêmico aponta novamente para outra cartela com o valor do “determinante 0” e, em seguida, repete o procedimento, só que utiliza uma cartela, na qual representa uma matriz com os elementos “um, dois, três e cinco”.

Esses exemplos ilustram o uso combinado dos recursos semióticos da linguagem [gesto e oralidade (off)] que caracteriza um trecho do discurso em que ambos se moldam reciprocamente no sentido de que a oralidade (off) molda o gesto e o gesto molda a oralidade (off). A Figura 28, exibida anteriormente, ilustra essa ocorrência em vários trechos do vídeo 8. Além disso, nesse vídeo os produtores utilizam expressões especiais (determinantes de matrizes, determinante correspondente a essa matriz) e correntes de raciocínios implícitos relacionados aos cálculos dos determinantes como estratégia gramatical da linguagem e do simbolismo matemático, respectivamente, para explicar o funcionamento desse jogo da memória. Com isso, os participantes (matrizes e resultados dos determinantes) e os processos (cálculo de determinantes) são apresentados para a audiência na realização das operações matemáticas que realçam o significado do discurso identificado por meio da metafunção ideacional ao enfatizar que se trata de “um jogo da memória sobre determinantes de matrizes [...] composto [...] por 32 peças. 16 [...] são matrizes [...] e as outras 16 [...] são [...] resultados de determinantes”.

Por sua vez, ao utilizar afirmações que relacionam matrizes e determinantes, é possível identificar o emprego da metafunção interpessoal no discurso do estudante quando ele diz: “se retirar essa matriz aqui um, dois, três e cinco, eu percebo que eu não somaria ponto [...] Porque a determinante dessa matriz é -1 [...]”. Já ao mostrar o funcionamento do jogo, do início ao fim, o produtor dá relevo ao tema do vídeo que é apresentado de forma organizada por meio das cartelas. Desse modo, a metafunção textual do discurso é caracterizada na produção do significado.

Além disso, no uso do recurso semiótico da exibição visual [representação (imagem)], os mesmos dois trechos da Figura 28 são observados novamente. No primeiro deles, Marcos aponta para a “matriz dois por dois” que tem como elementos os números “menos três, dois, cinco e menos quatro” e para o seu “determinante correspondente [...] o dois”. Já no segundo trecho ele utiliza o gesto para indicar por meio de cartelas que a representação do valor do “determinante 0” não está associada a matriz com os elementos “um, dois, três e cinco”.

Em relação à estratégia gramatical desse recurso semiótico, os produtores exploram essas representações para condicionar os raciocínios implícitos em relação ao cálculo dos determinantes. Desse modo, a metafunção ideacional é realçada no uso dos participantes e

processos, a metafunção interpessoal é identificada na apresentação das informações pontuais em relação à imagem como um todo e a metafunção textual é destacada na representação das relações matemáticas entre determinantes e matrizes.

Em seguida, apresento a análise que fiz sobre o vídeo 9.

5.2.3. O vídeo 9 – Aplicações de sistemas de equações lineares⁷⁴

Os planos do vídeo 9 revelam as escolhas da sua produtora quanto aos componentes, aos equipamentos e ao cenário (Quadro 12).

Quadro 12 – Os componentes dos planos do vídeo 9

	Plano 1: Abertura.	Plano 2: Exemplos de aplicações no cotidiano e o uso da técnica matemática.
Situação	Interna	Digital
Descrição	No enquadramento da câmera a personagem que atua como vlogger ⁷⁵ possibilita o acesso visual ao seu quarto de dormir. Ela olha, fala e se dirige ao público.	A vlogger fala e se dirige ao público do seu quarto de dormir.
Duração	32"	186"
Recursos semióticos	Animação (escrita), animação (simbolismo matemático), animação (sinal), oralidade (off), oralidade (on), representação (imagem) e representação (vídeo).	
Movimento da câmera	A câmera está fixa e não há registros de movimento.	Não há uso de câmera e a tela é capturada por meio de um software.
Personagem de campo	A vlogger está sentada, faz movimentos leves, de frente.	-
Som	Ausência de música ilustrativa.	
	Presença de discurso e ausência de diálogo.	

Fonte: Elaborado pelo autor.

As combinações de recursos semióticos nesse vídeo, resultam das escolhas individuais da sua produtora que, ao responder o item do questionário referente à motivação, justifica o seguinte: “Preferi fazer o trabalho de forma individual, pois [...] assim posso fazer tudo da forma que eu quiser sem ninguém ficar questionando ou criticando [...]” (GEOVANA, 2018, transcrição do questionário).

Essa resposta sinaliza a espontaneidade da estudante que, por um lado, teve uma “tímida” participação no grupo do *WhatsApp*. Todavia, as demais mensagens enviadas para o meu perfil privado possibilitam afirmar que, por outro lado, ela se mostrou bastante

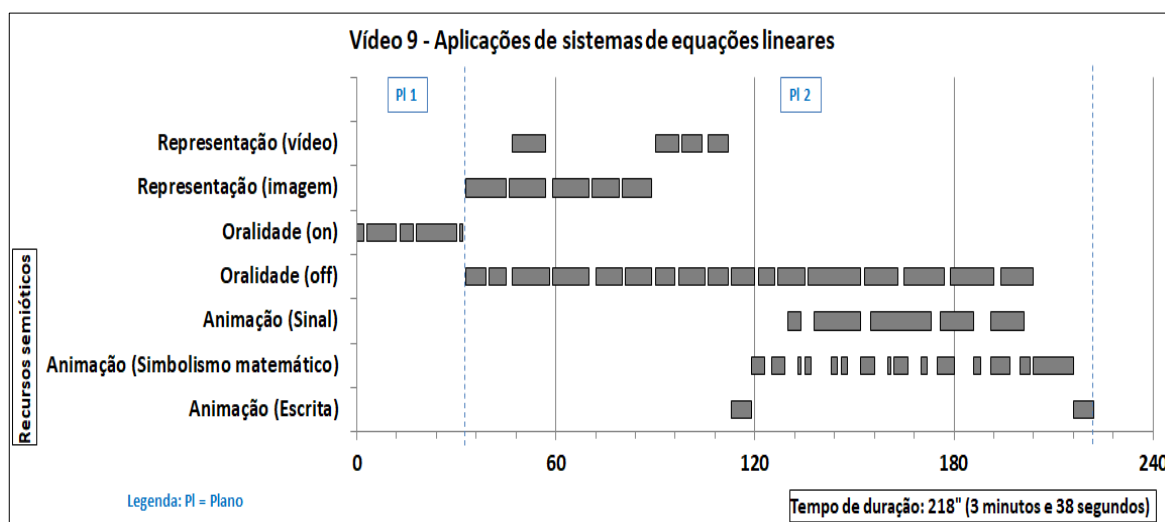
⁷⁴ Disponível em <https://www.algebralinear1.com/vídeo-9>. Acesso em 17 abr. 2021.

⁷⁵ Vlogger é um(uma) profissional que escolhe conteúdos específicos para produzir vídeos endereçados à web. Fonte: <https://neilpatel.com/br/blog/vlog-o-que-e/>. Acesso em 12 jan. 2021.

interessada em relação às melhorias que sugeri acerca do seu vídeo (Apêndice J). Outra informação importante é que, ao longo do semestre, essa estudante teve vários registros de participação nos fóruns de dúvidas e nos chats das webconferências, além de ter respondido ao questionário desta pesquisa.

O vídeo 9 foi produzido por uma estudante que combina diferentes recursos semióticos em seu discurso, exemplifica o emprego da técnica matemática e mostra aplicações de sistemas de equações lineares presentes no cotidiano das pessoas. A Figura 29 ilustra a combinação de recursos semióticos utilizada pela produtora no vídeo.

Figura 29 – Os recursos semióticos combinados no vídeo 9



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em especial, por meio de uma produção caseira, a personagem que atua como vlogger se dirige ao público para compartilhar um tema do seu interesse relacionado ao conteúdo de Álgebra Linear. Paraizo (2018, p. 188) valoriza atividades que envolvem estudantes e produção de vídeos por conceber que essa junção “pode ser uma grande aliada no processo concreto de aprendizagem da Matemática contextualizada na vida dos sujeitos educandos”. Nesse sentido, Santana (2018, p. 45-46) acrescenta que essa possibilidade de atividade oferece condições para que o estudante “possa assumir o seu papel de sujeito participante e construtor do seu próprio conhecimento”. Em vista disso, o autor acrescenta que em atividades dessa natureza os estudantes “não podem ser espectadores de sua aprendizagem, mas protagonistas”.

De forma geral, esse protagonismo elucidado no vídeo 9 acentua que a Matemática tem a sua importância e o seu valor no cotidiano. No entanto, essa Matemática que perpassa a vida

escolar e acadêmica dos estudantes ainda parece sem sentido e gera muitas dúvidas às pessoas que se perguntam por que precisam aprender determinado conteúdo. Em resposta ao item 3 do formulário de submissão do vídeo, a produtora sugere isso ao destacar que associada à escolha de produzi-lo, havia a esperança de que mais pessoas pudessem “ver a utilidade do sistema de equações lineares”. Ao mencionar “enquanto que você só aprende o conteúdo, fica se perguntando o porquê precisa saber isso”, ela potencializa algo que parece ter incomodado a sua vida escolar e/ou acadêmica. Assim, ao produzir o vídeo tal discente demonstra ter enfrentado algumas dificuldades na disciplina Álgebra Linear I e opta explorar um formato associado à visibilidade na internet para encenar uma personagem que se preocupa com questões da sala de aula e para realçar aplicações matemáticas que envolvem o cotidiano das pessoas. Essas dificuldades a que me referi estão relacionadas, por exemplo, às seguintes postagens nos fóruns de dúvidas:

Geovana: Eu não entendi como [...] transformar uma matriz qualquer em forma em escada [...] na questão 2 [...] fiz assim, mas não está certo

Professor: [...] Tente rever este passo.. $L_2 + L_3 \rightarrow L_2/L_3$ (GEOVANA; PROFESSOR, 2018, transcrição do fórum de dúvidas).

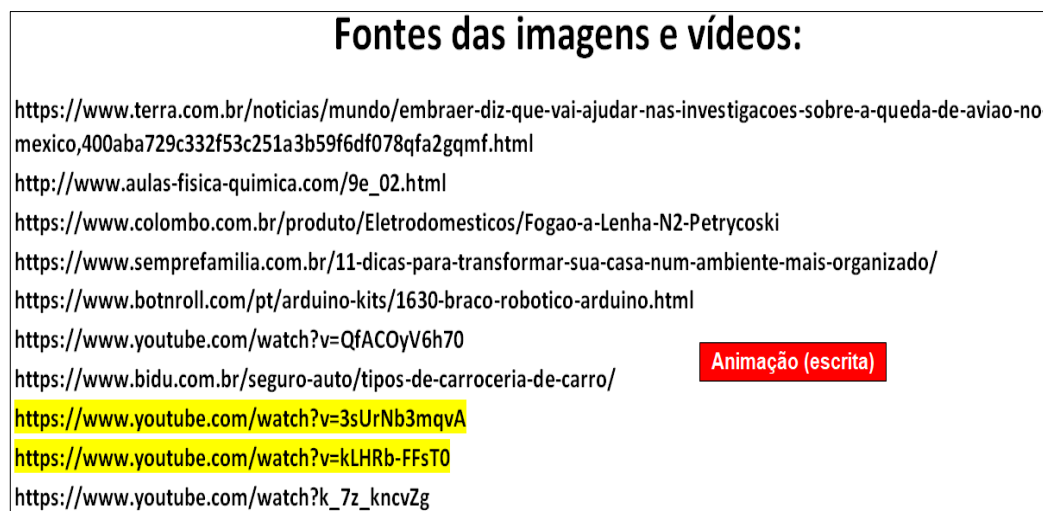
Em resposta ao item do questionário referente à escolha do conteúdo, a produtora acentua que “[...] esse tema [...] era um dos temas em que [...] mais tinha facilidade, além de ser um conteúdo que aparece muito no cotidiano” (GEOVANA, 2018, transcrição do questionário). Com isso, a estudante em questão admite que a “facilidade” e o “cotidiano” pesaram na sua escolha para produzir o vídeo. Essa “facilidade”, traduzida na sua produção, é um indício de que ela pode ter superado algumas dificuldades ao longo da disciplina, o que é fruto da sua interação com as mídias que, por conseguinte, resultou na exploração de aplicações do “cotidiano” e no conhecimento produzido com as buscas que ela faz na internet. Nesse sentido, essas buscas representam as interações dessa estudante com as mídias e, conforme acentuam Borba e Canedo Junior (2020, p. 192), elas apontam para a compreensão do vídeo como ator educacional, pois as “mídias, vistas como coautoras das expressões multimodais geradas, apresentam novas formas da matemática se expressar”.

A produtora ainda respondeu se havia elaborado um roteiro para o seu vídeo ao destacar: “Sim, pois acredito ser muito melhor de trabalhar desta forma, saber o que você deve fazer, o que deve vir em seguida” (GEOVANA, 2018, transcrição do questionário). Com essa resposta, a acadêmica aponta que a elaboração e uso do roteiro pode ser notado, por exemplo, em trechos da sua produção que combinam o uso de imagens, vídeos e fundo branco, nos quais são destacadas aplicações de sistemas de equações lineares. Kovalscki (2019) também notou o uso do roteiro nos vídeos que os estudantes participantes da sua

pesquisa produziram. Inclusive, a estudiosa observou que embora tenha sido a primeira produção dos estudantes “o comprometimento do grupo, a criatividade na criação do roteiro, a espontaneidade dos personagens. demonstraram que compreenderam o conteúdo [sic]” (KOVALSCKI, 2019, p. 173).

Essa observação sublinha, na pesquisa de Kovalski (2019), como os estudantes estavam envolvidos com a produção do vídeo. Em relação à participante desta investigação que produziu o vídeo 9, o seu envolvimento com a Avaliação Online revela uma parte das suas interações com as mídias na elaboração do roteiro. Aliás, ressalto que a produtora do vídeo 9 pode ter sido influenciada pelas referências destacadas, com tarja amarela, na Figura 30.

Figura 30 – As referências utilizadas no vídeo 9 (3'38")



Fonte: Dados da pesquisa (extraído do vídeo 9).

Em especial, no vídeo 9, o encantamento da sua produtora com algumas aplicações de sistemas de equações lineares presentes no cotidiano e a sua opção pelo uso da técnica matemática são, também, compartilhados com a audiência. Por sua vez, em fóruns de dúvidas e em sessões de webconferências, as suas dificuldades relacionadas aos conteúdos de Álgebra Linear aparecem em evidência no período que antecedeu a realização dessa Avaliação Online.

Ao manifestar quais aspectos positivos a produtora destaca em seu vídeo, ela ressaltou “As utilidades que foram mostradas” (GEOVANA, 2018, transcrição do questionário). Esse foi o modo que a estudante em pauta escolheu para expressar conteúdos matemáticos por intermédio do vídeo 9 e, embora a sua resposta tenha sido curta, ela demonstra alguma satisfação com as conexões que conseguiu fazer associada às aplicações matemáticas.

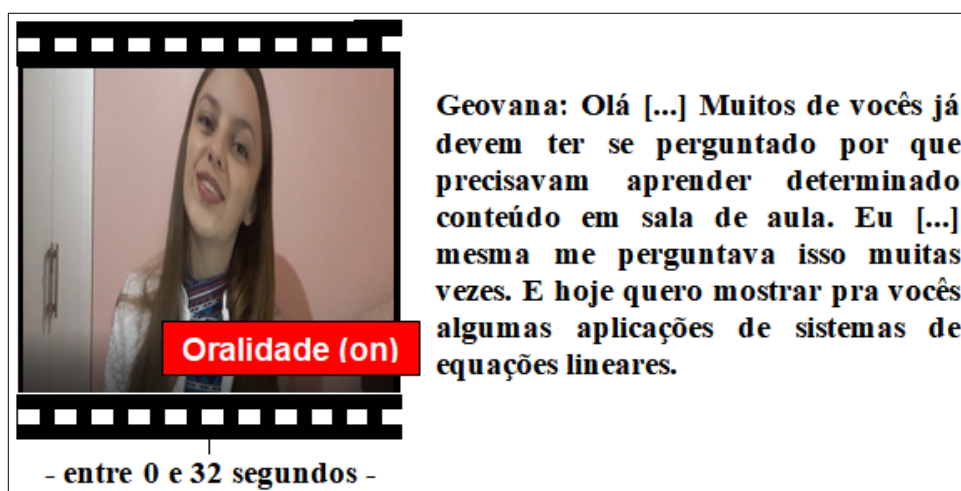
Em sentido oposto a essas utilidades mencionadas pela produtora, perguntei se ela destacaria algo relacionado a aspectos negativos e a sua manifestação foi a seguinte: “Acredito que, no vídeo, eu esteja falando de uma forma muito ‘robotizada’, e isso poderia ser de forma mais espontânea, cativando mais as pessoas” (GEOVANA, 2018, transcrição do questionário).

Essa resposta está associada às limitações de uma estudante que, em processo de formação sem qualquer experiência com atividades de ensino e produção de vídeos, recorre à oralidade (on) como um recurso semiótico da linguagem e usa o cotidiano das pessoas para ressaltar a importância de aplicações matemáticas.

5.2.3.1. Oralidade (on)

Na pesquisa desenvolvida por Cabral e Pereira (2015, p. 141), a produção de vídeo “possibilitou [...] o uso de instrumentos que normalmente não são propostos em aulas tradicionais e concedeu a eles [estudantes] a liberdade de expor a sua criatividade, sem o uso de ‘fórmulas’ prontas para a apresentação dos trabalhos”. De forma geral, o recurso semiótico da oralidade (on) foi utilizado pela produtora no vídeo 9 para introduzir as aplicações de sistemas de equações lineares (Figura 31).

Figura 31 – O uso da oralidade (on)



Fonte: Dados da pesquisa.

Essa liberdade que é explorada na fala da Geovana possibilita inferir que estudar determinados conteúdos é uma necessidade distante da realidade das pessoas e esse detalhe é o elemento principal que fomenta o seu questionamento. De todo modo, as interações da

produtora com as mídias na etapa de pré-produção do vídeo viabilizaram a sua aproximação com aplicações de sistemas de equações lineares. Além disso, a produção sugere que a inspiração para abordar esse tema emergiu dessa sua inquietação. A Figura 31 apresentada anteriormente ilustra um ambiente familiar, no qual a personagem assume o papel de protagonismo para atrair a audiência. Em especial, a descontração, a simulação, a atração e a encenação de personagens são elementos bastante característicos em produções como essa e são utilizados intencionalmente para carregar as mensagens de um “sentido simbólico” (VANOYE; GOLLOT-LÉTÉ, 1994, p. 61).

No caso do vídeo 9, a produtora recorre a “aplicações de sistemas de equações lineares” com vistas a mostrar para as pessoas “por que precisavam aprender determinado conteúdo em sala de aula”. O’Halloran (2015) alerta que embora seja uma estratégia gramatical da linguagem matemática, esse uso de expressões especiais pode dificultar a familiarização das pessoas com essa Ciência, porque nem todas elas conhecem alguns termos utilizados na produção. Desse modo, a personagem revela, por meio da oralidade (on), uma aparente satisfação com a escolha do tema, apoiada nas suas referências. Em vista disso, o sentido simbólico da mensagem presente no vídeo está na personagem querer expor uma utilidade da Matemática para despertar o interesse das pessoas. Esse pode ser um exemplo de que “o vídeo como forma de expressão (artística) é também um elemento importante a incluir em âmbito pedagógico” (MOREIRA; NEJMEDDINE, 2015, p. 20).

Nesse sentido, Moreira e Nejmeddine (2015, p.25) acrescentam que as produções acadêmicas podem realçar “o crescimento do fenômeno dos vídeos baseados na web [sic]”, o qual evidencia a captura, a edição, o compartilhamento, além do uso de equipamentos acessíveis e de softwares gratuitos e livres. Principalmente, essa inclusão do vídeo nas atividades matemáticas tem viabilizado o desenvolvimento de pesquisas na sala de aula, a exemplo das investigações mencionadas no capítulo 2, realizadas por Oliveira (2018), Silva (2018), Oechsler (2018), Fontes (2019) e Souza, Fontes e Borba (2019).

Dando prosseguimento, subsequentemente, realço o uso combinado de recursos semióticos que Neves (2020) destaca como intersemioses, a saber, a oralidade (off) com a representação (imagem e vídeo).

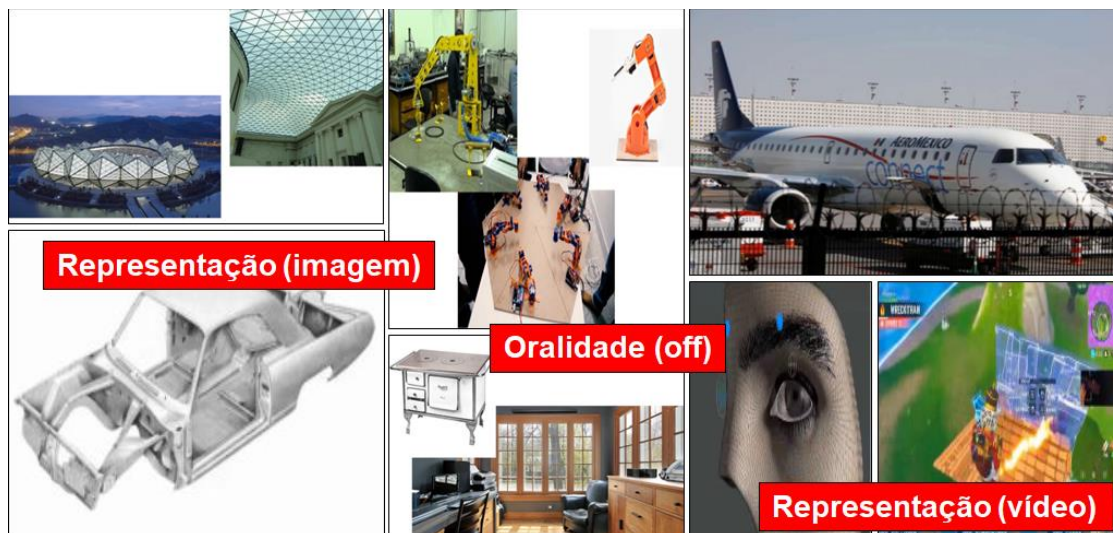
5.2.3.2. *Oralidade (off) e representação (imagem e vídeo)*

No vídeo 9, as representações são harmonizadas com a fala da personagem no instante compreendido entre os segundos 33 e 114. Em outro trecho desse vídeo, a produtora opta pelo

uso combinado de recursos semióticos da linguagem [oralidade (off)] e da exibição visual [representação (imagem) e representação (vídeo)] para produzir significado em seu discurso sem limitá-lo ao uso de um método ou a resolução de um exercício. A estudante se apropria desses recursos semióticos que se harmonizam e que se moldam reciprocamente para mostrar que existem várias aplicações de sistemas de equações lineares presentes no cotidiano das pessoas. Um exemplo dessa harmonização é destacado na pesquisa de Neves e Borba (2019b, p. 232), a fim de observar que a “combinação da linguagem oral com as imagens promoveu o efeito que possibilita a expansão semântica”. Com isso, esses autores acentuam que a facilidade encontrada pelos estudantes ao “relacionar conteúdo matemático com problemas práticos pode ser uma das potencialidades do uso de vídeos nas aulas de Matemática” (NEVES; BORBA, 2019b, p. 232).

No caso do vídeo 9, a produtora intenciona relacionar as representações com aplicações matemáticas e utiliza sistemas de equações lineares para expandir o significado do seu discurso. A Figura 32 ilustra recortes do vídeo 9 explorados pela sua produtora como exemplo dessas possíveis aplicações matemáticas.

Figura 32 – Exemplos de aplicações de sistemas de equações lineares



Fonte: Dados da pesquisa.

A produtora explora essas representações presentes em estruturas de tetos de centros de exposições, galpões e shoppings, de braços robóticos, de escoamento do ar na fuselagem de um avião, da carroceria de um carro, na variação da temperatura de um ambiente, de computação gráfica e de jogos computacionais para que seja possível perceber a utilidade de

sistemas de equações lineares e suas soluções aplicadas a problemas de engenharia e, assim, frisar a importância do estudo desse conteúdo.

As observações registradas em relação ao vídeo 9, corroboradas na figura anterior, vão ao encontro da sugestão de Rose (2015), de que as representações da mídia são mais que discursos, um amálgama complexo de texto, escrito ou falado, de imagens visuais e de várias técnicas para modular sequências, fala, fotografia e a localização de ambas.

Em especial, quando a produtora desse vídeo 9 faz as suas escolhas semióticas para abordar o conteúdo matemático e combina a oralidade (off) com a representação, ela elege como significantes esses recursos semióticos para produzir significado em seu discurso. Assim, nessa produção, a oralidade (off) dá sentido à representação das imagens e dos vídeos pela forma como esses recursos se harmonizam, o que é evidenciado no seguinte excerto:

Geovana: Mas pra quê que é utilizado isso? [...] você já viu aquelas estruturas triangulares nos tetos dos centros de exposições em galpões ou shoppings? No processo de dimensionamento dessas estruturas você sempre chega em um sistema de equações lineares [...] O posicionamento das juntas de um robô é feita através da resolução de sistemas de equações lineares [...] centenas de vezes por segundo [...] No cálculo [...] das estruturas de um avião sempre aparecerá um sistema de equações lineares [...] No escoamento do ar sobre a fuselagem de um avião e sobre a carroceria de um carro [...] No cálculo da variação da temperatura em um ambiente ou de uma chapa metálica cai-se num sistema de equações lineares. Em computação gráfica encontra-se sistema de equações lineares todo o tempo [...] programas cad no qual figuras são criadas rotacionadas [...] envolve a resolução de sistemas de equações lineares. Por trás das figuras dos jogos [...] há sistemas de equações lineares sendo resolvidos (PRODUTORA, 2018, transcrição do vídeo 9).

Por um lado, embora a produtora utilize a linguagem em seu discurso, nesse trecho do vídeo, ela não faz essa opção para justificar o uso de termos (variáveis, operadores) e de operações matemáticas (escalonamento, por exemplo) associadas à resolução de sistemas de equações lineares. Por essa razão, o significado destacado por O'Halloran (2015) não se configura nesse discurso devido à ausência da metafunção ideacional. Além disso, a linguagem também não é utilizada para organizar esses termos e essas operações matemáticas, porque ambos estão ausentes e, portanto, como a metafunção textual não é identificada considero linguisticamente que não há um significado produzido nesse trecho do discurso.

Por outro lado, em relação ao significado interpessoal, a produtora vincula aplicações matemáticas à resolução de sistemas de equações lineares. Desse modo, embora não tenha sido utilizado nenhum cálculo matemático, assim como, a conexão entre as representações e a fala não tenha uma relação direta é possível caracterizá-lo, pois a produtora faz várias afirmações para mostrar as utilidades e estabelecer a posição da Matemática em seu discurso ao mencionar, por exemplo, que o “posicionamento das juntas de um robô é feita através da resolução de sistemas de equações lineares [...] centenas de vezes por segundo”.

Quanto ao uso do recurso semiótico da exibição visual [representação (imagem) e representação (vídeo)] e às metafunções do discurso, não há uma caracterização dos significados ideacional e interpessoal. Por exemplo, os participantes e os processos relacionados aos sistemas de equações lineares estão ausentes nas representações utilizadas pela produtora do vídeo. Dessa maneira, embora não seja explorada nenhuma referência ao cálculo matemático, nas representações é possível ter uma noção para caracterizar o seu significado interpessoal apoiado nas menções que a produtora faz à “resolução de sistemas de equações lineares [...]” nas “centenas de vezes por segundo” e “no cálculo” das “figuras [...] rotacionadas”. Cabe observar que essa produtora fala e mostra alguns exemplos de aplicações, mas deixa para o(a) leitor(a) a tarefa de imaginar como isso pode ser feito.

Nesse sentido, a produtora valoriza o uso da linguagem e da exibição visual para relacionar esses recursos semióticos e ocorrências como essa caracterizam as intersemioses ressaltadas por Neves (2020). Além disso, essa combinação da oralidade (off) com a representação produz um efeito conjunto que salienta as potencialidades individuais desses recursos semióticos.

Segundo Lemke (2010, p. 459), esse efeito conjunto ressalta que “nenhuma tecnologia é uma ilha”. Na visão desse autor, o que há nesse efeito conjunto é uma relação interdependente de habilidades, a qual se estabelece por meio de práticas para produzir significado. Desse modo, tal estudioso acrescenta que “os letramentos produzem ligações essenciais entre significados e fazeres” (LEMKE, 2010, p. 456). No entendimento desse autor, os fazeres estão atrelados às escolhas dos produtores de significados.

Ao construir essa relação no vídeo 9, a sua produtora tenta passar uma imagem diferente daquela que as pessoas normalmente têm acerca da Matemática ser sem sentido, chata, difícil e destinada para poucos. O trabalho de Scucuglia, Borba e Gadanidis (2012) busca desconstruir essa imagem – que a produtora do vídeo 9 explicita – para reconstruir outra imagem da Matemática – que essa mesma produtora tenta transmitir – por defenderem a valorização dessa Ciência. Em pesquisas realizadas por esses autores, há um investimento em PMD produzidas por coletivos de seres-humanos-com-mídias em face da capacidade de diálogo que esse recurso pedagógico pode oferecer aos diferentes cenários da sala de aula.

Essas PMD possibilitam que humanos vivenciem experiências de mundo em atividades educacionais e espaços diversos. Em Brum *et al.* (2019, p. 17), por exemplo, os estudantes expressam o quanto se agradaram em trabalhar com essa proposta que “permitiu desconstruir estereótipos em relação à Matemática”. Segundo Loizos (2015), o mundo no qual os humanos vivem é influenciado pelos meios de comunicação, cujos resultados dependem, amiúde, de

elementos visuais que não podem ser ignorados. Por exemplo, os tetos, os braços robóticos, a fuselagem do avião, a carroceria do carro e o ambiente (tridimensionais) são utilizados pela produtora do vídeo 9 para mostrar algumas aplicações de sistemas de equações lineares ilustradas por meio das imagens (bidimensionais). Apoiado nas ideias de Loizos (2015), a Figura 33 utilizada neste subcapítulo representa um conjunto de objetos tridimensionais reduzidos a bidimensionais que não estão isentos de problemas de interpretação.

Ulteriormente, compartilho a minha leitura acerca do uso combinado da animação (simbolismo matemático e sinal) com a oralidade (off).

5.2.3.3. *Animação (simbolismo matemático e sinal) e oralidade (off)*

No trecho final do vídeo 9, há uma combinação de recursos semióticos da linguagem [oralidade (off)] e da exibição visual (animação). De acordo com O'Halloran (2005), a multisssemiose se caracteriza pela produção de significados em combinações que empregam mais de um recurso semiótico. Em especial, a produtora do vídeo 9 recorre à oralidade (off) e à animação para sinalizar algumas operações e resolver o exercício com o uso do simbolismo matemático.

Pereira (2019, p. 38) observa, em sua pesquisa, uma combinação de recursos semióticos realizada por estudantes que utilizam “novas formas de oralidade e escrita que se apresentam nos artefatos culturais deste tempo”. Em vista disso, é possível inferir que a produtora do vídeo 9 esteja inserida nesse contexto, pois ela recorre a essas “novas formas de oralidade e escrita” para produzir significado em seu discurso. Nessa observação, Pereira (2019) faz uma referência aos jovens *YouTubers* participantes da sua pesquisa que também fizeram as suas escolhas semióticas para produzir conteúdo por meio de vídeos. A autora em cena complementa, ainda, que essa realidade vivenciada pelos produtores de conteúdos, na plataforma citada, tem possibilidade de adentrar a sala de aula e de transformar a produção de vídeos.

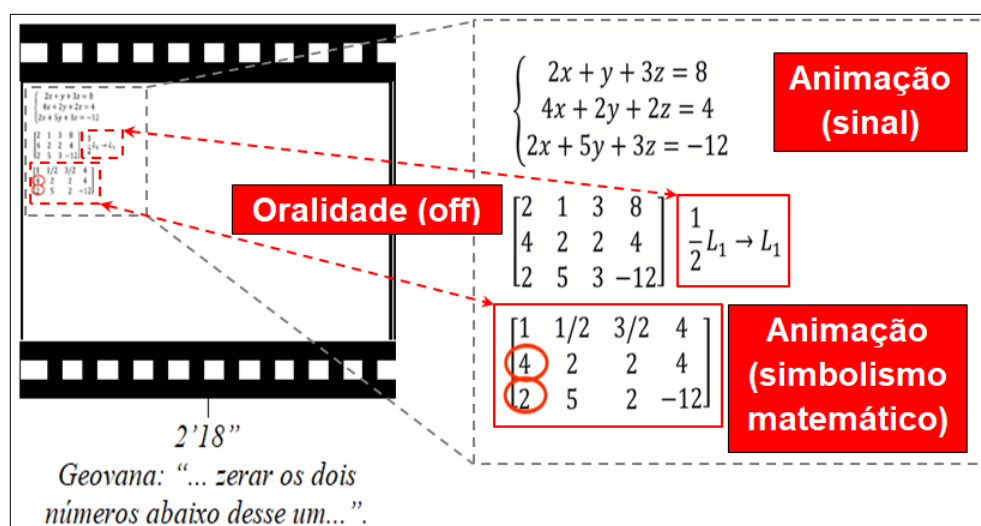
Em relação ao vídeo 9, é importante destacar, também, que o emprego dos recursos semióticos não caracteriza uma substituição, pois o simbolismo matemático como evolução da escrita não substitui a oralidade (off). Pelo contrário, nessa produção ambos se combinam e o discurso da personagem em alguns trechos é moldado pelo uso da animação (simbolismo matemático).

É assim que a produtora escolhe utilizar a exibição visual para realizar as operações matemáticas associadas a um sistema de equações lineares. Por sua vez, na pesquisa de Neves

e Borba (2019b, p. 232) são observados alguns recursos semióticos adicionais sendo utilizados por um estudante para produzir significados em seu discurso. Por exemplo, os autores ressaltam que o simbolismo matemático “foi usado para resolver o problema [...] a equação foi deduzida a partir da interação da imagem [...] com relações matemáticas e operações. Nessa interação, os gestos [...] auxiliaram [...] o discurso manifestado pela linguagem oral” (NEVES; BORBA, 2019b, p. 232).

No caso da Figura 33, que ilustra um trecho do vídeo 9, não há uso de imagem e nem de gesto pela produtora, mas sim de algumas operações matemáticas que são auxiliadas pela combinação da oralidade (off) com a animação (simbolismo matemático e sinal).

Figura 33 – O uso da oralidade (off) e da animação (sinal e simbolismo matemático) (1)



Fonte: Dados da pesquisa.

Essa escolha da produtora foi empregada para orientar o espectador na resolução do exercício quando ela ressaltava o seguinte: “Então agora que você já viu diversas utilidades do sistema de equações lineares, vamos resolver um bem simples?” (GEOVANA, 2018, transcrição do vídeo 9). Nessa resolução do exercício, a produtora não faz referência à representação geométrica, aos planos, à quantidade de incógnitas e à classificação do sistema, mas exibe certo domínio sobre o uso da técnica matemática. Esse domínio da personagem passa ao espectador uma segurança ao empregar o simbolismo matemático na resolução do sistema de equações lineares. Escolher esse conteúdo e a forma de apresentá-lo foi uma opção da produtora. Essa conjuntura vai ao encontro da observação realizada por Oechsler e Borba

(2020, p. 997)⁷⁶, na amplitude de sua pesquisa: “a estudante faz uso de símbolos matemáticos [...] para mostrar o seu cálculo; oralidade, para explicar o que ela estava escrevendo na forma de símbolos” (OECHSLER; BORBA, 2020, P. 997).

No caso do vídeo 9, a produtora recorre à oralidade (off) e às imagens capturadas da tela de um computador para realizar esse procedimento similar ao descrito por Oechsler e Borba (2020). Isso pode sinalizar que, de acordo com o PPC de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, o professor esteve atento aos objetivos da disciplina quando desenvolveu, em suas aulas, conceitos fundamentais da Álgebra Linear e utilizou métodos de resolução de problemas. É importante enfatizar isso, porque dentre os vários conteúdos estudados na disciplina, a estudante (autora do vídeo 9) optou por abordar sistemas de equações lineares.

No vídeo 9, a produtora ressalta, ainda, a matriz ampliada do sistema e com o uso de sinais identifica as linhas em que ela realiza as operações matemáticas sem alterar a sua equivalência. Esse procedimento pode ser observado quando a produtora diz:

Geovana: Qual é a primeira coisa que a gente vai ter que fazer? A gente vai escrever a matriz ampliada [...] agora [...] a gente precisa que o dois se transforme em um. Pra isso a gente vai multiplicar toda a primeira linha por um meio (GEOVANA, 2018, transcrição do vídeo 9).

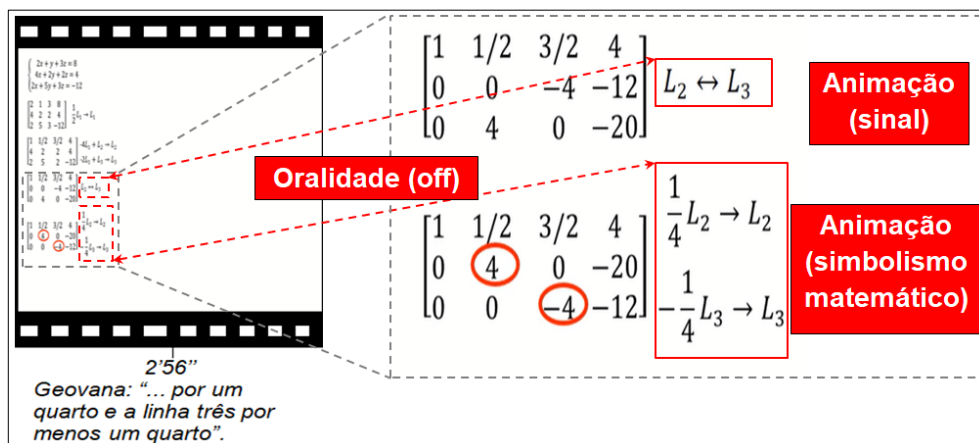
Nesse caso, a produtora utiliza definições interligadas como estratégia gramatical da linguagem e faz uma referência ao sistema de equações lineares ao mencionar a escrita dessa “matriz ampliada”. Em especial, embora a produtora não diga o que representa esse número “dois”, é possível inferir que ele é o pivô (inicial) das operações equivalentes na matriz ampliada em questão. Com isso, a acadêmica mostra que o uso do método de eliminação de Gauss-Jordan auxilia no desenvolvimento do cálculo algébrico. Desse modo, ao resolver o exercício acrescenta que:

Geovana: [...] Agora como zerou ali os dois primeiros elementos da linha dois e o primeiro elemento da linha três então a gente vai só permutar as duas linhas. Agora a gente precisa que o quatro e o menos quatro se transforme em um. Pra isso a gente vai multiplicar a linha dois por um quarto e a linha três por menos um quarto [...] (GEOVANA, 2018, transcrição do vídeo 9).

O resultado das operações descritas nesse excerto é ilustrado na Figura 34.

⁷⁶ [...] the student made use of mathematical symbols [...] to show her computation; orality, to explain what she was writing in the form of symbols [...].

Figura 34 – O uso da oralidade (off) e da animação (sinal e simbolismo matemático) (2)



Fonte: Dados da pesquisa.

As Figuras, 33 e 34, ilustram as operações realizadas pela produtora e são representativas com relação ao uso do recurso semiótico da linguagem [oralidade (off)] no vídeo 9. Em seu discurso, por exemplo, a produtora utiliza alguns participantes como “o dois”, “a primeira linha” e “o primeiro elemento”, tal qual processos como “o dois se transforme em um”, “permutar as duas linhas” e “multiplicar a linha dois por um quarto”. Em relação ao uso da linguagem pela produtora, esses participantes e processos – justificados nas operações matemáticas – acentuam o significado do seu discurso que é identificado por meio da metafunção ideacional. Por sua vez, ao realizar seguidamente essas operações e utilizar afirmações que evidenciam a equivalência nos processos, o significado interpessoal é realçado pela presença da metafunção nesse discurso do vídeo 9. Já a sequência de passos definida pela produtora do vídeo posto em discussão para resolver o sistema de equações lineares organiza o significado textual do seu discurso.

Além disso, as Figuras, 33 e 34, apresentadas anteriormente ilustram, ainda, o uso da animação (simbolismo matemático e sinal) na realização das operações. Nesse caso, a produtora do vídeo 9 utiliza como estratégia gramatical da exibição visual: (i) as convenções especiais para exibir as relações descritas simbolicamente; (ii) a densidade da interação visual para relacionar as informações em uma única imagem matemática; (iii) o raciocínio implícito para representar a existência das relações entre as equações; e (iv) a incorporação de elementos simbólicos para realçar a equivalência matemática nas operações.

Em relação ao recurso semiótico da exibição visual e à análise das metafunções no discurso da produtora, o significado ideacional do vídeo 9 se configura no uso dos participantes e dos processos, assim como, na organização desses elementos representados por

meio da animação (simbolismo matemático e sinal). Além disso, o uso de operações elementares e a sinalização dos participantes (pivôs) envolvidos na representação dos processos, como um todo, exibem informações sobre o que é realizado pontualmente. Esse detalhe configura o significado interpessoal no discurso da produtora. Já a representação parcial e representação completa das relações matemáticas organizam esse discurso e, desse modo, caracterizam o seu significado textual.

5.3. Uma síntese do capítulo

A pergunta “O que você fez?” que consta na epígrafe deste capítulo é uma metáfora relacionada à socialização de experiências. Essa pergunta me fez refletir sobre o que os estudantes fizeram na Avaliação Online ao produzirem significados nos vídeos 1, 8 e 9. Desse modo, ao analisá-los busquei algo que me ajudasse a responder à pergunta de pesquisa e, portanto, precisei fazer escolhas apoiado na análise preliminar dos vídeos (Apêndice I). Com isso, extraí os elementos que considerei significantes de cada um dos vídeos para organizá-los nos seguintes grupos: (i) a forma de apresentação; (ii) o uso da técnica matemática; e (iii) as escolhas semióticas no discurso matemático.

No grupo (i), é possível observar que os estudantes utilizaram três formas de apresentação diferentes na produção dos vídeos. Em especial, destaco o lúdico no vídeo 8 e o vlog no vídeo 9 não por serem melhores ou piores que outras produções, mas simplesmente porque os seus produtores se arriscaram ao explorar abordagens diferentes da videoaula, que é bastante utilizada por professores no modelo de ensino tradicional. Nesse sentido, o Quadro 13 exibe a forma de apresentação dos vídeos analisados nesta investigação.

Quadro 13 – Grupo (i): A forma de apresentação dos vídeos (etapa final)

MÍDIAS		VÍDEO		
		1	8	9
VIDEOAULA	Utiliza			
	Câmera	■	■	
	Pincel e quadro	■		
LÚDICA	Utiliza			
	Câmera		■	
	Representação		■	
VLOG	Utiliza			
	Câmera web			■
	Fundo digital			■

Fonte: Dados da pesquisa.

Outra observação pertinente é a diversidade presente na abordagem dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas de equações lineares, conforme ilustra o Quadro 14.

Quadro 14 – Grupo (ii): O uso da técnica matemática (etapa final)

CONTEÚDOS		VÍDEO		
		1	8	9
MATRIZES				
DETERMINANTES				
SIST. EQ. LINEARES				
RESOLVE EXERCÍCIO				
Exemplo	Utiliza jogo			
Aplicação cotidiana	Mostra			

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse grupo (ii), que acentua o uso da técnica matemática, os produtores resolvem pelo menos um exercício referente aos conteúdos de Álgebra Linear. De acordo com os vídeos, que são os principais dados desta investigação, o uso da Matemática está associado à resolução de exercícios. Esse detalhe é evidenciado nos três vídeos analisados, até mesmo naqueles em que os produtores utilizam um jogo (vídeo 8) ou enfatizam aplicações cotidianas (vídeo 9).

No grupo (iii), as escolhas dos produtores mostram que o uso combinado da linguagem com a exibição visual prevaleceu nos vídeos 8 e 9. Em sua instância, os produtores do vídeo 1 optaram pela linguagem e pelo simbolismo matemático. Em particular, as representações realçam, também, o simbolismo matemático e essa escolha moldou o discurso dos produtores nos vídeos 8 e 9, assim como, o uso da escrita e do simbolismo matemático moldou o discurso dos produtores no vídeo 1.

Nessa continuidade, o Quadro 15 apresenta as escolhas semióticas dos estudantes nessas três produções. Cabe observar que os quadrados sem preenchimento de cor representam que os recursos semióticos da exibição visual (imagem e animação) nos vídeos 1 e 8 foram utilizados apenas para identificar os seus produtores, a instituição e/ou os títulos dessas produções.

Quadro 15 – Grupo (iii): As escolhas semióticas no discurso matemático (etapa final)

RECURSOS SEMIÓTICOS		VÍDEO		
		1	8	9
LINGUAGEM				
Escrita		■		
Gesto		■	■	
Oralidade	Off		■	■
	On	■	■	■
Sinal				■
SIMBOLISMO MATEMÁTICO		■		
EXIBIÇÃO VISUAL				
Representação	Imagem	□	■	■
	Vídeo			■
Animação			□	■

Fonte: Dados da pesquisa.

Outra especificidade que recebe notoriedade é a transição que envolve as formas linguísticas e simbólicas no vídeo 1, assim como, as formas linguísticas e visuais nos vídeos 8 e 9. Dessa maneira, apoiado nas linhas do tempo desses três vídeos, essas transições que observei, a partir da leitura fílmica, me possibilitaram separá-las para descrevê-las e reconstruí-las para interpretá-las (VANOYE; GOLLOT-LÉTÉ, 1994), assim como, me fizeram observar se constavam as ocorrências de intersemioses (combinações de recursos semióticos), de ressemiotizações (recontextualização dos significados) e de expansões semânticas (contextualização dos novos significados), destacadas por Neves (2020).

Desse modo, verifiquei se os significados produzidos na forma linguística são recontextualizados e se eles se expandem semanticamente na forma simbólica ou na forma visual (em qualquer ordem). No meu entendimento, isso caracteriza o processo de ressemiotização que privilegia as diferentes experiências humanas e que constitui uma perspectiva complementar a multimodalidade na análise dos vídeos.

As ressemiotizações precedem as expansões semânticas nos discursos e são elas que possibilitam contextualizar os novos significados provenientes das intersemioses. Nesse sentido, as escolhas semióticas, as intersemioses, as ressemiotizações e as expansões semânticas (nessa ordem) se entrelaçam em uma noção que associa o significado multiplicador ressaltado por Lemke (2010) no uso combinado da linguagem, do simbolismo matemático e da exibição visual.

Nessa combinação, as escolhas semióticas trazem uma harmonização para os discursos, moldam e são moldadas umas pelas outras e são elas que auxiliam os produtores dos vídeos a

expressarem conteúdos matemáticos a seus modos. Realizo tal exposição, embora tenha observado que as ressemiotizações e as expansões semânticas não se destacaram nos vídeos 1, 8 e 9, devido à ênfase dos seus produtores não se voltar para as múltiplas representações.

Como palavras finais deste capítulo, registro que na sequência apresento as minhas considerações em relação a esta tese de doutorado.

Quando não houver saída
[...]
Ainda há de haver esperança
[...]
Enquanto houver sol
[...]

Sérgio Britto⁷⁷

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos? Embora essa pergunta tenha conduzido esta investigação e envolva formação inicial de professores, esclareço que a ênfase nas respostas foi dada ao protagonismo dos estudantes na produção dos vídeos. De todo modo, tal pergunta me levou a buscar indícios nos dados para apresentar, neste capítulo, possíveis⁷⁸ respostas a tal questionamento. Acrescento que fiz uma opção pela abordagem qualitativa para ampliar o meu entendimento sobre os fenômenos observados no contexto da disciplina e analisei vídeos considerando que eles são os principais dados desta investigação. Essa escolha me possibilitou relacionar seres-humanos-com-mídias, análise multimodal e teoria fílmica, assim como, compartilhar a minha leitura acerca desse material.

Outrossim, destaco que nesta tese recorri a trechos de letras de música que me inspiraram a escrever todos os seus capítulos como, *Enquanto houver sol*, de Sérgio Britto. Fiz essa escolha para traduzir as minhas aproximações com os temas centrais desta investigação, igualmente para ressaltar que as letras de música desses compositores se apoiam em referências construídas ao longo das suas carreiras. Em especial, essas aproximações estão associadas à inquietude que perpassa a minha trajetória acadêmica e profissional compartilhada no capítulo 1 e que ainda se transforma em esperança pelo fato deste pesquisador (que vos escreve) acreditar na mudança da vida humana pela Educação.

Aproveito para esclarecer que a minha intenção com o desenvolvimento desta pesquisa não foi avaliar os conteúdos matemáticos abordados pelos estudantes, embora na condição de pesquisador tenha apontado equívocos em determinados momentos ou complementado

⁷⁷ É compositor e músico brasileiro com o maior número de canções gravadas pela banda Titãs. Após a instalação da ditadura militar no Brasil, ele deixa o país com a sua família para se exilar no Chile e crescer ouvindo a música clássica que o seu pai apreciava (Fonte: <https://www.lettras.com.br/sergio-britto/biografia>. Acesso em: 26 jun. 2020).

⁷⁸ Quando utilizo o termo “possíveis” pontuo que podem existir outras respostas não mencionadas neste texto que ajudem a responder à pergunta de pesquisa. Aliás, mesmo que tivesse acesso a todas as informações disponíveis ainda assim utilizaria a expressão “possíveis respostas”, visto tratar-se da minha interpretação.

alguma informação para favorecer a compreensão do(a) leitor(a). Além disso, considero fundamental destacar que ao produzirem vídeos os estudantes participantes desta pesquisa revelam uma parte das suas bagagens acadêmicas que ajudaram a construir as suas referências. Em vista disso, ao analisar os vídeos, saliento que a minha pretensão foi realçar as escolhas semióticas que esses acadêmicos fizeram apoiados nas suas referências, a fim de compreender como eles produziram significados em seus discursos.

6.1. As referências do percurso no cenário da investigação

Borba (2021) considera que em tempos de COVID-19 a pesquisa qualitativa vê os dados como uma voz revelando que a ascensão do escritório em casa, associado à educação e ao isolamento social, pode ajudar a pensar sobre questões relacionadas ao lugar do conhecimento e às noções de seres-humanos-com-mídias. Nesse sentido, o autor reflete sobre o papel da casa como uma “coisa” física e emocional na escola pandêmica e dos coletivos de pais-casa-internet-aluno-professor como agentes produtores de conhecimento.

Esclareço que apesar de os dados produzidos nesta investigação não terem relação direta com a pandemia, esta tese ganha importância no cenário da Educação Matemática por abordar a produção de vídeos no contexto da EaD (online). Além de apresentar uma forma alternativa para professores e estudantes trabalharem conteúdos matemáticos no ensino remoto emergencial, em razão do vírus SARS-CoV-2 ter empurrado as famílias e os seus lares para o centro de um coletivo que produz conhecimento, conforme assinala Borba (2021).

Em especial, considerei os dados produzidos nesta pesquisa como uma voz que retrata apenas uma das realidades da EaD com estudantes que já utilizam os seus lares para produzirem conhecimento. Ao revisitar os registros no cenário desta investigação, encontrei indícios relacionados às escolhas desses estudantes, os quais sinalizaram o percurso que escolhi para responder à pergunta de pesquisa. Isso me ajudou a vislumbrar aspectos que passariam despercebidos se não interagisse com as mídias para perceber as escolhas dos estudantes em relação aos conteúdos matemáticos, à forma de apresentação e ao uso da técnica.

Além disso, ao fazer uma analogia entre a trilha sonora composta para a série *Vis a Vis* e a produção dos estudantes na Avaliação Online, pontuo que em ambas os produtores se apoiaram nas suas referências. Por exemplo, ao ressaltar a parceria com o compositor Manel

Santisteban, Cecilia Krull⁷⁹ revela as suas referências. No caso dos estudantes do curso de Licenciatura em Matemática à distância da UFPel, os vídeos 1, 8 e 9 mostram que as referências desses discentes se pautaram nas orientações da Avaliação Online.

Com isso, apoiado na análise fílmica, realizei uma leitura desses vídeos como um produto para separar os seus elementos constitutivos e destacar os seus recursos semióticos. Essa escolha me possibilitou estender a minha percepção para, também, realizar uma leitura multimodal dos vídeos, assim como, convocou-me a revisitar os dados para estruturar a tese. Em especial, os elementos que apresentei no Apêndice J e neste capítulo (6) indicaram que as referências dos discentes participantes desta pesquisa se pautaram nas orientações da Avaliação Online e na forma como o professor conduziu as aulas, inclusive, na forma como ele produziu as suas videoaulas.

Ressalto que ao me dispor a realizar esta investigação, tive o propósito de observar uma situação da sala de aula na qual os estudantes de Álgebra Linear I tinham que produzir vídeos em resposta à Avaliação Online. Essa decisão surgiu em meio a trocas de mensagens com o professor da disciplina, na qual concordamos que se propuséssemos um minicurso limitaríamos a capacidade de expressão desses estudantes e induziríamos a forma como eles produziram os seus vídeos, o que poderia conferir outros resultados para esta pesquisa.

É claro que a indisponibilidade de tempo, devido às ocupações desses estudantes com outras atividades acadêmicas e profissionais, também colaborou para essa tomada de decisão. Nesse sentido, entendemos que tais discentes poderiam utilizar os seus dispositivos móveis para realizar a Avaliação Online, tendo à disposição a nossa colaboração.

Cabe pontuar que os participantes desta pesquisa tiveram a liberdade de se expressar a seus modos ao realizarem a atividade proposta. Todavia, o professor da disciplina explicou que, para produzirem os vídeos, tais acadêmicos precisariam atentar para os critérios da atividade. Ademais, o referido professor informou aos graduandos em questão que poderiam utilizar o equipamento tecnológico e empregar os conhecimentos matemáticos que julgassem necessários.

De algum modo, as suas bagagens escolares e acadêmicas os ajudaram como produtores de vídeos a construir as suas referências, definirem as suas escolhas e, assim, atenderem a demanda da Avaliação Online. Em suas essências e limitados pelo tempo de duração, os vídeos que esses estudantes produziram revelam algo relacionado aos seus processos de elaboração, as suas: visões de mundo; escolhas semióticas; e formas de expressão.

⁷⁹ Fonte: <https://www.antena1.com.br/noticias/conheca-cecilia-krull-dona-do-hit>. Acesso em 10 abr. 2021.

No meu entendimento, os vídeos elaborados nessa atividade foram moldados pelos conhecimentos matemático e tecnológico dos seus produtores, pelas suas referências construídas no cenário da disciplina, pelas mídias utilizadas em suas produções e pelos critérios definidos pelo professor. Ao elegerem os recursos semióticos e os conteúdos matemáticos como elementos significantes na composição dos vídeos, os estudantes investiram na elaboração dos seus discursos. Em especial, as referências nas quais eles se embasaram pesaram nas tomadas de decisões, levando-os a pensar em maneiras de se expressar por meio dos vídeos e a fazer escolhas com relação às formas de apresentação, aos recursos semióticos e aos conteúdos matemáticos. Desse modo, os estudantes recorreram aos conteúdos matemáticos sugeridos na Avaliação Online e aos recursos semióticos para produzirem significados em seus discursos.

Convém observar que, a exemplo das interações desses produtores de vídeos com as mídias no cenário da investigação, as referências são, também, percebidas nas composições – retratadas por meio das epígrafes utilizadas nos seis capítulos deste estudo – inspiradas em profissionais como: Nando Reis, ao compartilhar as suas experiências de vida em letras autobiográficas; Edgar Scandurra, ao compor e a projetar o seu modo de tocar guitarra com as cordas invertidas; Herberth Vianna, ao elaborar hits de sucesso apoiado em romances da literatura brasileira; Kiko Zambianchi, ao persistir em alcançar o topo das paradas de sucesso nacional; Cecília Krüll, ao tirar proveito da sua herança artística familiar; e Sérgio Britto, ao se interessar pela música que o seu pai ouvia no período do exílio.

Em especial, as referências do cenário literário e musical desses profissionais ajudaram a elaborar as suas composições. Analogamente, as referências construídas pelos estudantes no percurso da disciplina Álgebra Linear I nortearam a produção dos seus vídeos. Com isso, inserido parcialmente nesse cenário, busquei a todo o momento refletir sobre a pergunta que conduziu esta investigação: Como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos?

Acentuo que o ponto chave para as possíveis respostas relacionadas a essa pergunta são as referências desses estudantes que perpassam as suas vidas escolares e acadêmicas, o que inclui nesse contexto a disciplina Álgebra Linear I. Desse modo, entendo que o cenário da investigação descrito nesta tese evidencia a influência de algumas dessas referências como a do professor, a da tutora, a dos colegas, a do pesquisador, tal qual a influência das interações com as mídias.

Os vários registros desses estudantes me levaram a pensar que as orientações da Avaliação Online não estavam claras ou que a condição de assumirem o papel de

protagonistas pode ter causado algum estranhamento em relação à atividade que requereu deles expressarem conteúdos matemáticos por meio de vídeos.

6.2. Os conteúdos matemáticos expressos por meio de vídeos

Em busca de responder à pergunta que conduziu esta pesquisa foram exibidos, de forma organizada, no subcapítulo 5.3 os elementos que, na minha leitura, são considerados significantes para os produtores dos vídeos no contexto da disciplina. Desse modo, ao considerar a interação entre os recursos semióticos, interpretei o significado presente nos vídeos considerando o contexto como uma realização seletiva da parte dos seus produtores. Por exemplo, com relação ao uso da tecnologia na forma de apresentação, as interações dos estudantes com o pincel e o quadro no vídeo 1 se deram pela facilidade de encontrar esses recursos nos polos. Por sua vez, a produtora do vídeo 9 recorreu aos slides na abordagem dos conteúdos. Quanto à forma lúdica associada a jogos, a representação de operações matemáticas na forma de papel foi utilizada no vídeo 8.

Na abordagem dos conteúdos que envolvem o uso da técnica matemática, em especial, os produtores do vídeo 1, limitam-se a resolver exemplos de matrizes e a produtora do vídeo 9 faz o mesmo ao escolher sistema de equações lineares. Por sua vez, os produtores do vídeo 8 apresentam uma didática para o conteúdo de determinantes.

Quanto às escolhas dos estudantes e aos significados produzidos em seus discursos, eles estão associados ao uso dos recursos semióticos da linguagem [gesto, oralidade (off), oralidade (on) e escrita] que prevaleceu nos vídeos, seguido do simbolismo matemático, assim como, da exibição visual [representação (imagem)]. Em sua instância, o recurso semiótico da linguagem (sinal) foi o menos utilizado pelos produtores dos vídeos. Cabe observar que a linguagem escrita foi substituída, no vídeo 8, pela representação de imagens e, no vídeo 9, pela animação.

Já as combinações da oralidade (on) com gesto (vídeo 1), da oralidade (off) com gesto (vídeo 8) e da oralidade (off) com animação (simbolismo matemático) (vídeo 9) se destacam nessas produções. De forma geral, em todos os vídeos a oralidade (on) e/ou a oralidade (off) como recursos da linguagem foram combinadas com o simbolismo matemático para produzir significados nos discursos dos estudantes. Assim como, o uso combinado da oralidade (off) com a representação trouxe destaque para o vídeo 8, na apresentação do jogo, e para o vídeo 9, no compartilhamento de aplicações cotidianas.

Desse modo, compreendo que os estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam os conteúdos matemáticos por meio dos vídeos moldados pelas suas referências, pelos critérios definidos para a realização da Avaliação Online, bem como, pelos seus conhecimentos matemático e tecnológico. Particularmente, a referência dos vídeos produzidos pelo professor da disciplina em pauta realça o uso de alguns recursos semióticos [escrita, oralidade (off), simbolismo matemático e sinal].

De algum modo, esses recursos semióticos estão presentes nas produções dos estudantes, a exemplo da escrita ou da substituição da escrita pela representação no vídeo 9. A substituição é privilegiada também nas produções 1, 8 e 9 que optam pela oralidade (on) para produzir significados em trechos dos seus discursos em vez da oralidade (off) que é utilizada pelo professor. Quanto ao simbolismo matemático, essa escolha semiótica foi unânime entre os produtores dos vídeos se o seu uso for considerado nas representações por meio de imagem, animação e slide. Com relação ao sinal, esses vídeos revelam que os seus produtores optaram pelo uso desse recurso semiótico.

Intersemioticamente, ressalto que esses vídeos utilizam as seguintes combinações de recursos: (i) linguagem e simbolismo matemático; e (ii) linguagem e exibição visual. Em (i), a representação foi utilizada pelos produtores do vídeo 1 apenas para identificar a instituição e em (ii) para substituir o uso da escrita e do simbolismo matemático nos vídeos 8 e 9.

Já intrasemioticamente, os produtores dos vídeos valorizam, em seus discursos, os recursos semióticos da linguagem [escrita, gesto, oralidade (off) e oralidade (on)]. Em relação ao uso dos recursos semióticos do simbolismo matemático, os produtores adotam um modo comum em ambientes educacionais que priorizam as tecnologias do pincel e do quadro (vídeo 1), assim como, do lápis e papel (vídeo 8). Quanto à exibição visual, os recursos semióticos são utilizados para representar o simbolismo matemático por meio de imagem (vídeo 8), assim como, slide e animação (vídeo 9).

Além disso, apoiado no formulário de envio dos vídeos, é possível acrescentar que os estudantes expressam conteúdos matemáticos em algumas produções, pautando-se na compreensão, no entendimento e na aprendizagem da audiência. De todo modo, a forma como os estudantes expressam conteúdos matemáticos por meio dos vídeos 1, 8 e 9 reflete as suas visões a respeito da Matemática e do ensino de Matemática que são exploradas dentro e fora da sala de aula. Por um lado, de acordo com as orientações da Avaliação Online, alguns estudantes não exploraram as potencialidades matemáticas e tecnológicas na abordagem dos conteúdos que podiam trazer um diferencial para a produção dos vídeos.

6.3. Importância para a Educação Matemática e pesquisas futuras

Nesta investigação, apresentei uma abordagem para ler os vídeos que os estudantes produziram na Avaliação Online apoiado na adaptação da teoria de análise fílmica. Em especial, nesta proposta, considerei que essas produções são simbólicas em relação ao contexto da disciplina e percebi a necessidade de desconstruí-las para obter um conjunto de elementos distintos dos próprios vídeos. No meu entendimento, essa percepção se mostrou como uma possibilidade de abertura à compreensão e viabilizou organizar esses vídeos a partir dos eixos que emergiram da análise, a saber, a forma de apresentação, o uso da técnica matemática e as escolhas semióticas.

Esse exame técnico me fez estender o meu registro perceptivo para usufruir das informações presentes no corpus de análise com mais acuidade, aprimoramento e expertise, a fim de compreender os significados produzidos nesses vídeos, a saber, essa leitura fílmica foi uma etapa necessária que adotei nesta investigação e que antecedeu a análise multimodal desses vídeos para focar, de forma específica, nas intrassemioses, ressemiotizações e expansões semânticas.

Os vídeos 1, 8 e 9 representam um elemento potencial em seus processos de formação inicial como “futuros” professores. As possibilidades desse elemento potencial não se esgotam na elaboração final da Avaliação Online. Pelo contrário, essas possibilidades lançam sementes e não tornam essa atividade um fim, mas um meio de produzir conhecimento para a transformação da sociedade. Nesse sentido, os estudantes podem utilizar uma atividade similar em suas práticas para: (i) estender essa experiência acadêmica até a sala de aula da Educação Básica (vídeo 8); (ii) explorar aplicações matemáticas presentes no cotidiano das pessoas (vídeo 9); (iii) estimular atividades didáticas na formação acadêmica que possam visar o aprendizado (vídeos 1 e 8); e (iv) incentivar a criação de jogos com materiais recicláveis (vídeo 8).

É importante frisar que esses estudantes tiveram as suas primeiras experiências com a produção de vídeos na Avaliação Online, a exemplo dos professores mencionados por Engelbrecht *et al.* (2020), os quais nesses tempos de enfrentamento da COVID-19, ao elaborarem e disponibilizarem materiais online, sentiram-se isolados e desconfortáveis. Isso me fez pensar que, analogamente, os estudantes da UFPel podem ter experimentado situações semelhantes ao produzirem os vídeos. A Avaliação Online e a COVID-19 mostraram que é preciso rever algumas situações, reinventar-se a partir das dificuldades e desenvolver um novo olhar para os trabalhos futuros.

Considero que se esta pesquisa sinaliza a possibilidade de realizar trabalhos futuros, isso é também uma contribuição para a Educação Matemática e para a sequência das ações que poderão ser continuadas em outros projetos, a saber, por esta tese: apresentar uma proposta de análise dos dados para desenvolver pesquisas cuja fonte de dados são vídeos; divulgar uma cultura de produção de vídeos em disciplinas específicas de cursos de Licenciatura em Matemática a distância; abrir caminhos para vincular abordagens com vídeos considerando a ementa desses cursos que valorizem o aspecto conceitual e as técnicas matemáticas; fomentar o debate que trazem reflexões para a formação inicial de professores de Matemática; e analisar os resultados desta tese e que consequências ela poderá trazer para o professor presencial, a distância, em modalidade de trabalho remoto, a exemplo do que foi adotado por inúmeras instituições de ensino, de diversos níveis, no país nesse contexto pandêmico.

Essa leitura está associada às minhas experiências pessoais que perpassam a minha vida acadêmica e profissional, ao meu convívio com estudantes, professores, coordenação e secretaria do PPGEM, às reuniões do GPIMEM, às conversas com o orientador, à minha participação na organização dos Festivais de vídeos. Certamente, esses elementos influenciaram na produção dos dados e se configuram como as diferentes “vozes” humanas que permeiam de alguma forma os seis capítulos desta tese.

Não posso deixar de mencionar as “vozes” não humanas (tecnologias impregnadas de humanidade) que também viabilizaram aos estudantes a elaboração dos seus discursos na EaD e que me propiciaram percorrer os diferentes caminhos em busca de indícios para responder à pergunta de pesquisa. Sobretudo, foram as interações desses estudantes nos cenários de gravação que fizeram toda a diferença no sentido de produzir os principais dados desta investigação. Com isso, percebi que as “vozes” dos estudantes presentes nos vídeos podem revelar um perfil que permeia os cursos de Licenciatura em Matemática a distância. Nesse sentido, eles (os vídeos) ainda não se tornaram parte de uma cultura acadêmica que possa transformar a realidade da sala de aula e nem como as pessoas veem a Matemática.

Em especial, Borba (2021) considera que a necessidade de oferecer educação para os filhos em casa e de encontrar respostas para determinadas questões configura uma possível tendência na literatura nesses tempos de isolamento social motivado pela COVID-19. O autor relembra a iniciativa de um projeto de pesquisa, desenvolvido antes da pandemia, que convida estudantes a produzirem vídeos matemáticos com a ajuda de pais, amigos e diferentes mídias pode ser uma alternativa para a educação nesses tempos difíceis.

Essa possibilidade de colaboração já é uma realidade na modalidade EaD, embora ela ainda não tenha uma característica sólida que ajude a estender os seus benefícios para o

ensino remoto emergencial. As dificuldades escolares e acadêmicas mostraram a necessidade de reconsiderar o planejamento das ações com a pandemia. Por exemplo, a inserção da EaD no ensino presencial ou o ensino presencial na EaD podem servir de ponto inicial para as reflexões de professores, estudantes e pesquisadores. Conforme já afirmei neste texto, compreendo que os estudantes podem utilizar o vídeo na comunicação matemática para estimular reflexões técnicas e tecnológicas que viabilizem oportunidades acadêmicas de colocar a sala de aula em movimento.

Em relação à etapa final da produção de dados, ela é decorrente do diálogo com as vozes da literatura e do convívio com os membros do GPIMEM, assim como, das minhas interações com as mídias que me levaram a produzir conhecimento a partir das várias consultas às fontes de dados. Em especial, nas reuniões semanais desse grupo de pesquisa, o meu exercício de ouvir os colegas me ajudou na elaboração das várias versões desta tese até chegar a sua redação definitiva. Segundo Borba, Almeida e Gracias (2019, p. 65), esse “compartilhamento entre os pares” é o parâmetro de um coletivo pensante que considera o conhecimento como um produto das interações de seres-humanos-com-mídias. Reconheço que essas interações foram, da minha parte, menos intensas devido à minha formação acadêmica, todavia o importante é que elas ocorreram e pesaram na elaboração dessas versões por entender que “[...] a tese [...] tem [...] um aspecto coletivo [...] a autoria é individual [...] mas há diversas vozes no relatório de pesquisa” (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018, p. 67).

Com essas experiências, pude vivenciar um processo de transformação pessoal e profissional, pois iniciei esta investigação de um modo para concluí-la de outro, com outra visão, com amadurecimento. Esse processo ocorreu naturalmente entre erros e acertos, em discussões no GPIMEM, em participações nos eventos, em conversas com amigos e em aconselhamentos com o orientador. A partir desta investigação aceitei a ideia de que existem muitas possibilidades para os estudantes expressarem conteúdos matemáticos, realizarem escolhas semióticas, elaborarem discursos e produzirem significados por meio de vídeos.

Após concluir esta pesquisa, indico possibilidades de estudos de recepção em pesquisas futuras que envolvam escolhas, usos, estratégias gramaticais de recursos semióticos e produção de significados, que representam a continuidade da produção de vídeos. No entanto, ressalvo que isso pode não ser compreendido sem a análise dos significados produzidos com o emprego de recursos semióticos. Assim, assinalo que a pesquisa multimodal oferece potencial para estudos e aplicações em sala de aula, assim como, oferece uma contribuição possível para a pesquisa e para as práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Helber Rangel Formiga Leite. **Polidocentes-com-Mídias e o Ensino de Cálculo I**. 2016. 219 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2016.
- ALRO, Helle; SKOVSMOSE, Ole. **Diálogo e aprendizagem em Educação Matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.
- ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. curi Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>. Acesso em: 16 out. 2020.
- ARAÚJO, Jussara de Loiola; BORBA, Marcelo de Carvalho. Construindo Pesquisas Coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola (org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. p. 31-51.
- ASSAYAG, Rosana Matsushita; MARIN, Andrea Cristina; RASERA, Elisete Aparecida. A webconferência como ferramenta de interação e de condução do protagonismo do aluno: um estudo de caso em um programa de educação corporativa. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 25., 2019, Poços de Caldas. **Anais [...]**. Poços de Caldas: Editora ABED, 2019, p. 1-9. Disponível em: <http://www.abed.org.br/hotsite/24-ciaed/pt/anais/>. Acesso em 20 jan. 2021.
- BALTAREJO, Bruno. O que é filme e o que é vídeo? - Fundamentos da Edição EP01. [S. l.: s. n.], 2019. 1 vídeo (4 min e 43 seg). Publicado pelo canal AvMakers. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FZLRI96HpXQ>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- BALTRUSCHAT, Astrid. A interpretação de filmes segundo o método documentário. In: WELLER, Wivian; PFAFF, Nicolle (org.). **Metodologias da pesquisa qualitativa em Educação: teoria e prática**. Petrópolis: Editora Vozes, 2010, p. 151-181.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Pesquisa em educação matemática. **Pró-posições**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 18-23, mar. 1993. Disponível em: <https://www.fe.unicamp.br/lancamentos/pro-posicoes-v-4-n-1-1993>. Acesso em: 24 ago. 2020.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. **Filosofia da educação matemática**. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- BORBA, M. de C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. In: BICUDO, M. A. V. (org.). **Pesquisas em educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 285-295.
- BORBA, Marcelo de Carvalho. 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, Marcelo de Carvalho. Potential scenarios for Internet use in the mathematics classroom. **ZDM Mathematics Education**, [s.l.] v. 41, n. 4, 2009, p. 453-465. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/71269>. Acesso em: 04 abr. 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho. 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, Marcelo de Carvalho; ALMEIDA, Helber Formiga Leite de; GRACIAS, Telma Aparecida de Souza. **Pesquisa em ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

BORBA, Marcelo de Carvalho; CANEDO JUNIOR, Neil da Rocha. Modelagem matemática com produção de vídeos digitais: reflexões a partir de um estudo exploratório. **Com a palavra, o professor**, [s.l.], v. 5, n. 11, jan.-abr. 2020. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/561>. Acesso em: 14 jun. 2020.

BORBA, M. C.; CHIARI, A. S. S. Diferentes usos de Tecnologias Digitais nas Licenciaturas em Matemática da UAB. **Nuances: estudos sobre educação**, Presidente Prudente, v. 25, n. 2, p. 127-147, 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/2829/2691>. Acesso em: 15 set. 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho; CHIARI, Aparecida Santana de Souza; ALMEIDA, Helber Formiga Leite de. Interactions in virtual learning environments: new roles for digital technology. **Educational Studies in Mathematics**, [s.l.], v. 98, p. 1-18, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/170886>. Acesso em: 15 set. 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos; AMARAL, Rubia Barcelos. **Educação a distância online**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BORBA, Marcelo de Carvalho; NEVES, Liliane Xavier; DOMINGUES, Nilton Silveira. A atuação docente na quarta fase das tecnologias digitais: produção de vídeos como ação colaborativa nas aulas de matemática. **Revista de Educação Matemática e Tecnologia Iberoamericana**, Recife, v. 9, n. 2, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/index>. Acesso em: 13 mar. 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho; OECHSLER, Vanessa. Tecnologias na educação: o uso de vídeos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v.11, n. 2, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8434>. Acesso em 19 ago. 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SCUCUGLIA, Ricardo Rodrigues da Silva; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SCUCUGLIA, Ricardo Rodrigues da Silva; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

BORBA, Marcelo de Carvalho; VILLARREAL, Mónica Ester. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization**. New York: Springer, 2005.

BRUM, Aline de Lima; PEREIRA, Elaine Côrrea. Construção de novos espaços de aprendizagem com a inserção dos dispositivos móveis. **Educação Matemática em Revista**, [s.l.], v. 23, n. 59, p. 69-85, 2018. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/revista/index.php/emr/issue/view/82>. Acesso em: 14 fev. 2020.

BRUM, Aline de Lima; FELCHER, Carla Denize Ott; MACHADO, Celiane Costa; PEREIRA, Elaine Côrrea. A produção de performance matemática digital a partir da obra “o diabo dos números”. **REnCiMa**, Liberdade, v. 10, n. 6, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/issue/view/71>. Acesso em: 14 fev. 2020.

CABRAL, Luciana Ferrari Espindola; PEREIRA, Marcus Vinicius. Produção de vídeos por estudantes do ensino médio a partir de uma visita ao jardim botânico do Rio de Janeiro para promoção do ensino de botânica. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [s.l.], v. 5, n. 3, 2015. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/3037>. Acesso em 30. jan. 2020.

CALDEIRA, Josyele Ribeiro. A redação de vestibular como gênero: configuração textual e processo social. 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado em Letras) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CAMPOS, Gilda Helena Bernardino de; HEINSFELD, Bruna Damiana; SILVA, Maria Paula Rossi Nascentes da. **Práticas pedagógicas, inovação e tecnologias: breves indagações**. 1. ed. Curitiba: CRV, 2018.

CANEDO JUNIOR, Neil da Rocha. Modelagem matemática com vídeos digitais: investigando possibilidades para a sala de aula de matemática. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 22., 2018, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: [s.n.], 2018. p. 1-12. Disponível em <http://eventos.sbem.com.br/index.php/EBRAPEM/index/pages/view/anais2018>. Acesso em: 04 fev. 2019.

CANEDO JUNIOR, Neil da Rocha. Propor e responder tarefas com vídeos: uma possível interlocução entre modelagem e produção de vídeos digitais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 23., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: [s.n.], 2019. Disponível em: <http://eventos.sbem.com.br/index.php/EBRAPEM/EBRAPEM2019/schedConf/presentations>. Acesso em: 12 jun. 2020.

CARVALHO, Geciara da Silva. Produção de vídeos multimodais: possibilidade didático-pedagógica para o ensino de integrais múltiplas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 23., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: [s.n.], 2019. Disponível em: <http://eventos.sbem.com.br/index.php/EBRAPEM/EBRAPEM2019/schedConf/presentations>. Acesso em: 12 jun. 2020.

CHIARI, Aparecida. Santana de Souza. **O papel das tecnologias digitais em disciplinas de álgebra linear a distância: possibilidades, limites e desafios**. 2015. 206 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2015.

CORTELLA, Mario Sergio. **Não nascemos prontos!:** provocações filosóficas. Petrópolis: Vozes, 2015.

DESLAURIERS, Jean-Pierre; KÉRISIT, Michèle. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, Jean; DESLAURIERS, Jean-Pierre; GROULX, Lionel-H; LAPERRIÈRE, Anne; MAYER, Robert; PIRES, Álvaro P. **A pesquisa qualitativa:** enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2012. p. 127-153.

DINIZ, Leandro do Nascimento. **O papel das tecnologias da informação e comunicação nos projetos de modelagem matemática**. 2007. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2007.

DOMINGUES, Nilton Silveira. **O papel do vídeo nas aulas multimodais de Matemática Aplicada: uma análise do ponto de vista dos alunos**. 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014.

DOMINGUES, Nilton Silveira. Vídeos digitais nos cursos de licenciatura em matemática da UAB: o festival. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 20., 2016, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: [s.n.], 2016. p. 1-12. Disponível em: <http://www.ebrapem2016.ufpr.br/anais/>. Acesso em: 13 jun. 2017.

DOMINGUES, Nilton Silveira. **Festival de vídeos digitais e Educação Matemática: uma complexa rede de Sistemas Seres-Humanos-Com-Mídias**. 2020. 279 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2020.

DOMINGUES, Nilton Silveira; BORBA, Marcelo de Carvalho. A produção de vídeos digitais com conteúdos de matemática nos diferentes níveis de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2019. Disponível em <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 10 out. 2019.

ENGELBRECHT, Johann; BORBA, Marcelo de Carvalho; LLINARES, Salvador; KAISER, GABRIELE. Will 2020 be remembered as the year in which education was changed? **Springer**, [s.l.], v. 52, p. 821-824, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-020-01185-3>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ENGELBRECHT, Johann; LLINARES, Salvador; BORBA, Marcelo de Carvalho. Transformation of the mathematics classroom with the internet. **ZDM Mathematics Education**. [S.l.]. n. 52, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4>. Acesso em 30 nov. 2020.

FEI, Lim Victor. **A systemic functional multimodal discourse analysis approach to pedagogic discourse**. 2011, 239 f. Thesis (Doctoral in philosophy) – National University of Singapore, Singapore, 2011.

FELCHER, Carla Denize Ott; PINTO, Ana Cristina Medina; FERREIRA, André Luis Andrejew; CÔRREA, Adriane Rodrigues. Produzindo vídeos, construindo conhecimento: uma investigação com acadêmicos de matemática da Universidade Aberta do Brasil. **Revista Redin**, v. 6, n. 1, 2017. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/640>. Acesso em: 14 fev. 2019.

FONTES, Bárbara Cunha. O Audiovisual na educação matemática: um olhar para a comunicação da matemática a partir de vídeos produzidos por alunos da UAB. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 21, 2017, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: [s.n.], 2017. Disponível em <http://eventos.sbem.com.br/index.php/EBRAPEM/index/pages/view/anais2018>. Acesso em: 24 fev. 2018.

FONTES, Bárbara Cunha. **Vídeo, comunicação e educação matemática: um olhar para a produção dos licenciandos em matemática a distância**. 2019. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2019.

FONTES, Bárbara Cunha; CANEDO JUNIOR, Neil da Rocha; FERREIRA, André Luís Andrejew; DOMINGUES, Nilton Silveira; BORBA, Marcelo de Carvalho. Educação Matemática e Vídeos Digitais: diálogos, reflexões e análises. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2019. Disponível em <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 19 out. 2019.

FRANKENSTEIN, Marilyn. Educação Matemática crítica: uma aplicação da epistemologia de Paulo Freire. In: BICUDO, M. A. V. (org). **Educação Matemática**. 2.ed. São Paulo: Centauro, 2005, p. 101-140.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FURTADO DA CUNHA, Maria Angélica; COSTA, Marcos Antonio; CEZÁRIO, Maria Maura. Pressupostos teóricos fundamentais. In: Maria Angélica Furtado da Cunha; Mariangela Rios de Oliveira; Mário Eduardo Martelotta. (org.). **Linguística Funcional - teoria e prática**. 2ed. São Paulo: Parábola, 2015, v. 1, p. 21-47.

GADANIDIS, George; SCUCUGLIA, Ricardo Rodrigues da Silva. Windows into elementary mathematics: alternate public images of mathematics and mathematicians. **Acta Scientiae** (ULBRA), [s.l.], v. 12, p. 8-23, 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/2>. Acesso em: 02 jul. 2018.

GIMENEZ, Hercules. Matemática, arte e tecnologia: percepções dos professores inscritos no iii festival de vídeos digitais e educação matemática sobre performance matemática digital. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 23., 2019, São Paulo. **Anais [...]**, [s.n.], 2019. Disponível em: <http://eventos.sbem.com.br/index.php/EBRAPEM/EBRAPEM2019/schedConf/presentations>. Acesso em: 12 jun. 2020.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. 8.ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

HALLIDAY, Michael A. K. **Language as social semiotic: The social Interpretation of language and meaning**. London: Edward Arnold, 1978.

HALLIDAY, Michael A. K. **An introduction to functional grammar**. 2ª ed. London: Arnold, 1994.

HALLIDAY, Michael. A. K.; HASAN, Ruqaiya. **Language, context, and text: aspects of language in a social-semiotic perspective**. Geelong, Victoria: Deakin University Press, 1985 [Republished by Oxford University Press 1989].

IEDEMA, Rick. Resemiotization. **Semiotica**, [s.l.], v. 1, n. 4, p. 23-39, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/249934478_Resemiotization. Acesso em: 23 out. 2019.

JAVARONI, S. L.; ZAMPIERI, M. T. O Uso das TIC nas Práticas dos Professores de Matemática da Rede Básica de Ensino: o projeto Mapeamento e seus desdobramentos. **Bolema**, v. 29, n. 53, p. 998-1022, 2015, Rio Claro (SP). Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2015000300998&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 abr. 2019.

KÖNIG, Alice Trisch. **Matemática e sementes: articulação de saberes em uma escola multisseriada do Litoral Norte do Rio Grande do Sul**. 2019. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

KOVALSCKI, Adriana Nebel. **Produção de vídeo e etnomatemática: representações de geometria no cotidiano do aluno**. 2019. 192 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

LEMKE, Jay L. Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J. R. & VEEL, R. (Eds.), **Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science**. London: Routledge, 1998, p. 87-113.

LEMKE, Jay L. Mathematics in the middle: measure, picture, gesture, sign, and word. In: M. Anderson, A. Saenz-Ludlow, S. Zellweger, S. and V. V. Cifarelli (eds), **Educational Perspectives on Mathematics as Semiosis: From Thinking to Interpreting to Knowing**. Ottawa: Legas, 2003, p. 215-234.

LEMKE, Jay L. Letramento metamidiático: transformando significados e mídias. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v. 49, n. 2, p. 455-479, dez. 2010. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-18132010000200009&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 13 jun. 2018.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: 34, 1993.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução Carlos Irineu da Costa. 2ª edição. Rio de Janeiro: 34, 2010.

LINCOLN, Yvonna S.; GUBA, Egon G. **Naturalistic Inquiry**. London: Sage Publications, 1985.

LOIZOS, Peter. Vídeo, filme e fotografias como documentos de pesquisa. In: BAUER, Martin W.; GASKELL, George (org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Tradução Pedrinho Guareschi. Petrópolis: Vozes, 2015, p. 137-155.

LYONS, J. **Linguagem e linguística: uma introdução**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1987.

MAIA, Fernanda Camargo Guimarães Pereira. **Multimodalidade e design poliscópico aplicados ao jornalismo de moda: uma análise do Red Carpet Project**. 2018. 142 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

MARTELOTTA, Mário Eduardo; KENNEDY, Eduardo. A visão funcionalista da linguagem no século XX. In: FURTADO DA CUNHA, Maria Angélica; OLIVEIRA, Mariangela Rios de; MARTELOTTA, Mário Eduardo (org.). **Linguística Funcional: teoria e prática**. São Paulo: Parábola, 2015, p. 11-20.

MAZZI, Lucas Carato. **Experimentação-com-GeoGebra: revisitando alguns conceitos de análise real**. 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014.

MIRANDA, Renan Santos. **A aprendizagem ativa no ensino da temática ambiental: instigando o pensamento reflexivo de estudantes no ensino fundamental**. 2018. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

MODESTO, Artarxeres Tiago Tácito. Abordagens funcionalistas. **Letra Magna**. Ano 3, n.04, 2006. Disponível em: <http://www.letramagna.com/anteriores4.html> Acesso em: 27 out. 2018.

MORAN, José Manuel. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**. São Paulo, n. 2, p. 27-35, jan./abr. 1995. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131>. Acesso em: 21 jun. 2018.

MOREIRA, J. António; NEJMEDDINE, Fouad. **O vídeo como dispositivo pedagógico e possibilidades de utilização didática em ambientes de aprendizagem flexíveis**. Santo Tirso: Printhauss, 2015.

MOTA, Janine Freitas; LAUDARES, João Bosco. Desenvolvimento do pensamento geométrico com metodologia para o estudo das superfícies no espaço – plano, cilindros e quádricas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: UFRB, 2010. Disponível em: <http://www.gente.eti.br/lematec/CDS/ENEM10/>. Acesso em: 8 nov. 2018.

NEVES, Maria Helena de Moura. Uma visão geral da gramática funcional. **Alfa**, São Paulo, v. 38, p. 109-127, 1994. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/alfa/issue/view/293>. Acesso em: 30 jun. 2018.

NEVES, Liliane Xavier. Vídeos e articulação de representações múltiplas: produções na educação a distância. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 21, 2017, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: UFPel, 2017. Disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/xxiebrapem/anais-xxi-ebrapem-2/>. Acesso em: 04 jul. 2018.

NEVES, Liliane Xavier. **Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB**. 2020. 304 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2020.

NEVES, Liliane Xavier; BORBA, Marcelo de Carvalho. Intersemioses na produção de vídeos com conteúdo matemático. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2019a. Disponível em <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 10 out. 2019.

NEVES, Liliane Xavier; BORBA, Marcelo de Carvalho. Análise do discurso multimodal de um vídeo com conteúdo matemático. **Educação Matemática Debate**, [s.l.], v. 3, n. 9, p. 220-235, set./dez., 2019b. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/emd/issue/view/38>. Acesso em: 08 mar. 2020.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. Infor, Inov. Form., **Rev. NEaD-Unesp**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. Disponível em: <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/infor2120167>. Acesso em: 27 out. 2018.

OECHSLER, Vanessa. Alunos da educação básica produzindo vídeos: aspectos metodológicos. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 20., 2016, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: [s.n.], 2016. Disponível em: <http://www.ebrapem2016.ufpr.br/anais/>. Acesso em: 13 jun. 2017.

OECHSLER, Vanessa. **Comunicação Multimodal: produção de vídeos em aulas de Matemática**. 2018. 311 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2018.

OECHSLER, Vanessa; BORBA, Marcelo de Carvalho. Mathematical vídeos, social semiotics and the changing classroom. **ZDM Mathematics Education**. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01131-3>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O'HALLORAN, Kay L. Classroom discourse in mathematics: a multisemiotic analysis. **Linguistics and Education**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 359-388, 2000. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0898-5898\(99\)00013-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0898-5898(99)00013-3). Acesso em: 19 jun. 2019.

O'HALLORAN, Kay L. **Multimodal discourse analysis**: systemic functional perspectives. Continuum, London: Oxford Journals, 2004.

O'HALLORAN, Kay L. **Mathematical discourse**: language, symbolism and visual images. London: Continuum, 2005.

O'HALLORAN, Kay L. Systemic functional-Multimodal Discourse Analysis (SF-MDA): constructing ideational meaning using language and visual imagery. **Visual communication**, [s.l.], v. 7, n. 4, p. 443-475. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1470357208096210>. Acesso em: 14 jun. 2020.

O'HALLORAN, Kay L. Historical changes in semiotic landscape. From calculation to computation. In: JEWITT, C. **The routledge handbook of multimodal analysis**. New York: Routledge, 2011, p. 98-113.

O'HALLORAN, Kay L. Multimodal discourse analysis. In: HYLAND, K.; PALTRIDGE, B. (Eds.), **Companion to Discourse** (120-137). London & New York: Continuum. Disponível em: <https://docplayer.com.br/265203-Analise-de-filmes-conceitos-e-metodologia-s.html>[http://multimodal-analysis-lab.org/_docs/pubs14-OHalloran\(in%20press%202011\)-Multimodal_Discourse_Analysis.pdf](http://multimodal-analysis-lab.org/_docs/pubs14-OHalloran(in%20press%202011)-Multimodal_Discourse_Analysis.pdf). Acesso em: 30 jun. 2020.

O'HALLORAN, Kay L. The language of learning Mathematics: a multimodal perspective. **The Journal of Mathematical Behavior**. Elsevier. v. 40, p. 63-74, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/the-journal-of-mathematical-behavior/vol/40/part/PA>. Acesso em: 08 jul. 2019.

OLIVEIRA, Luana Pedrita Fernandes. Uso e produção de vídeos nas aulas de matemática do ensino fundamental. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 20., 2016, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: [s.n.], 2016. Disponível em: <http://www.ebrapem2016.ufpr.br/anais/>. Acesso em: 13 mar. 2017.

OLIVEIRA, Luana Pedrita Fernandes. **Paulo Freire e produção de vídeos em Educação Matemática**: uma experiência nos anos finais do Ensino Fundamental. 2018. 106 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2018.

OLIVEIRA, Luana Pedrita Fernandes. BORBA, Marcelo de Carvalho. Festival de vídeos digitais e educação matemática na escola básica e a imagem pública da matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2019. Disponível em <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 10 out. 2019.

OLIVEIRA, José Claudio; SCHIMIGUEL, Juliano. **REAe**. São Caetano do Sul, v. 2, n. 5, jan./jun. 2018. Disponível em:

http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_estudos_aplicados/article/view/5042/2488. Acesso em: 30 abr. 2019.

O'TOOLE, M. **Engaging with art**. CD ROM. Murdoch University, Perth, 1999.

PARAIZO, Ricardo Ferreira. **Aprendizagem pela modelagem matemática associada a questões ambientais num contexto de produção de vídeos no ensino médio**. 2018. 344 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2018.

PENAFRIA, Manuela. **Análise de filmes** – conceitos e metodologia(s). In: Congresso SOPCOM, abril de 2009, p. 1-10. Disponível em: <https://docplayer.com.br/265203-Analise-de-filmes-conceitos-e-metodologia-s.html>. Acesso em: 20 jun. 2020.

PEREIRA, Gabriela Pereira de. **Desenho de mangá e paper toys: a cultura otaku e a linguagem audiovisual articulando matemática e arte na educação superior**. Pelotas: UFPel, 2019. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

PIRES, Carolina Zeferino. Texto, gênero e leitura: uma discussão sob o viés da linguística sistêmico-funcional. In: II Congresso Internacional de Estudos em Linguagem. **Anais [...]**. Campinas. 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/ciel-2017/papers/texto--genero-e-leitura--uma-discussao-sob-o-vies-da-linguistica-sistemico-funcional?lang=pt-br>. Acesso em: 22 maio. 2021.

POSTAL, Jairo; POSTAL, Márcia Rita Lazzarini. **Linguagem, língua e comunicação**. 5. ed. São Paulo: Catálise, 2014.

POUPART, Jean; DESLAURIERS, Jean-Pierre; GROULX, Lionel-Henri; LAPERRIÈRE, Anne; MAYER, Robert; PIRES, Álvaro. Apresentação. In: POUPART, Jean; DESLAURIERS, Jean-Pierre; GROULX, Lionel-Henri; LAPERRIÈRE, Anne; MAYER, Robert; PIRES, Álvaro. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 2012, p. 31-39.

REIS, Marina. **Glossário de estudos da narrativa**. Narrativa do cinema, [s.l.], 2009. Disponível em <https://narrativadocinema.wordpress.com/glossario/>. Acesso em: 30 set. 2020.

RIBEIRO, Leila Beatriz; WILKE, Valéria Cristina Lopes; OLIVEIRA, Carmem Irene C. de. O texto fílmico: suas leituras e práticas pedagógicas. In: 10º Encontro Anual da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação. **Anais [...]**. Brasília, 2001. Compós. ENAP: Universidade de Brasília/Faculdade de Comunicação/Programa de Pós-Graduação. Disponível em: http://www.compos.org.br/menu_anais.php?idEncontro=Ng==. Acesso em: 12 ago. 2019.

ROSE, Diana. Análise de imagens em movimento. In: GASKELL; George; BAUER, Martin W. (org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Tradução de Pedrinho Guareschi. 13 ed. Petrópolis: Vozes, 2015, p. 343-364.

SANTANA, Cosmerina Angélica Soares Cruz de. **Produção de vídeo estudantil como estratégia para aprendizagens matemáticas**. 2018. 140 f. Dissertação (Mestrado) –

Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2018.

SANTOS, Záira Bomfante. A linguística sistêmico-funcional: algumas considerações. **Soletras Revista**. Rio de Janeiro: UERJ. v. 28, p. 164-181. 2014. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/soletras/article/view/12994>. Acesso em: 17 mar. 2020.

SANTOS, Vera Lucia Pontes dos; COSTA, Cleide Jane de Sá Araújo. A observação online como instrumento investigativo: uma experiência utilizando fórum de discussão. *Debates em Educação*. Maceió, vol. 7, n. 15 p. 56-77. Jul/dez 2015. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/issue/view/171>. Acesso em: 20 abr. 2019.

SCUCUGLIA, Ricardo Rodrigues da Silva. **A investigação do teorema fundamental do cálculo com calculadoras gráficas**. Rio Claro: UNESP, 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006.

SCUCUGLIA, Ricardo Rodrigues da Silva. BORBA; Marcelo de Carvalho; GADANIDIS, George. Cedo ou tarde, matemática: uma performance matemática digital criada por estudantes do Ensino Fundamental. **REAMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, v. 7, n. 11, p. 39-64, jul./dez., 2012. Disponível em: <http://www.rematec.net.br/index.php/rematec/issue/view/12/11>. Acesso em: 18 ago. 2018.

SILVA, Sandro Ricardo Pinto da. A produção de vídeos no estágio supervisionado em um curso de Matemática a distância. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 20., 2016, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: EBRAPEM, 2016. Disponível em: http://www.ebrapem2016.ufpr.br/wp-content/uploads/2016/04/gd6_sandro_silva.pdf. Acesso em 26 set. 2019.

SILVA, Sandro Ricardo Pinto da. **Vídeos de conteúdo matemático na formação inicial de professores de matemática na modalidade a distância**. Rio Claro: UNESP, 2018. 247 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2018.

SOUTO, Daise Lago Pereira. **Transformações expansivas em um curso de Educação Matemática a distância online**. 2013. 279 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

SOUZA, Marcelo Batista de. Ensino de geometria analítica auxiliado por software. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016a, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2016a. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/relatos-3.html>. Acesso em: 12 set. 2017.

SOUZA, Marcelo Batista de. A anatomia de um arremesso: explorando o conceito de parábola com simulações no software GeoGebra. In: CONFERÊNCIA DO GRUPO DE

PESQUISA EM INFORMÁTICA, OUTRAS MÍDIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 19. **Anais [...]**. Rio Claro, 2016b.

SOUZA, Marcelo Batista de. Integrando software, vídeo e demonstração matemática. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 21, 2017, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: UFPel, 2017. Disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/xxiebrapem/anais-xxi-ebrapem-2/>. Acesso em: 04 jul. 2018.

SOUZA, Marcelo Batista de. Vídeos educacionais matemáticos: um ensaio apoiado na teoria da análise fílmica. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 22, **Anais [...]**. Belo Horizonte, 2018. Disponível em <http://eventos.sbem.com.br/index.php/EBRAPEM/index/pages/view/anais2018>. Acesso em: 04 fev. 2019.

SOUZA, Marcelo Batista de. Em cena a produção de vídeo e o protagonismo acadêmico na comunicação de ideias matemáticas. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 23., **Anais [...]**. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://eventos.sbem.com.br/index.php/EBRAPEM/EBRAPEM2019/schedConf/presentations>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SOUZA, Marcelo Batista de; BORBA, Marcelo de Carvalho. Ensaio: análise fílmica de um vídeo produzido por estudantes de licenciatura em matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. São Paulo: SBEM, 2019. Disponível em <https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>. Acesso em: 10 out. 2019.

SOUZA, Marcelo Batista de; BORBA, Marcelo de Carvalho. Estimulando a produção colaborativa de artefatos e vídeos digitais sobre conteúdos de geometria analítica. In: FÓRUM DO GT-6 DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2018, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: SBEM, 2018. Disponível em: https://ocs.ifes.edu.br/index.php/Vitoria_01/GT6. Acesso em: 10 out. 2019.

SOUZA, Marcelo Batista de; FONTES, Bárbara Cunha; BORBA, Marcelo de Carvalho. A coparticipação da tecnologia digital na produção de conhecimento matemático. In: CONGRESSO INTERNACIONAL TIC E EDUCAÇÃO, 5., Lisboa. **Anais [...]**. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, p. 705-718, 2018. Disponível em <http://ticeduca2018.ie.ulisboa.pt/>. Acesso em: 12 mar. 2019.

SOUZA, Marcelo Batista de; FONTES, Bárbara Cunha; BORBA, Marcelo de Carvalho. A coparticipação da tecnologia digital na produção de conhecimento matemático. **Sisyphus**, Lisboa, v. 7, n. 1, p. 62-82, 2019. Disponível em <<https://revistas.rcaap.pt/sisyphus/issue/view/949>>. Acesso em: 06 mar. 2019.

SOUZA, Marcelo Batista de; LOBO, Felipe Leite; MOREIRA, João Luis Gomes; ALENCAR, Márcio Aurélio Santos. Uma abordagem metodológica voltada para o ensino-aprendizagem de algoritmos. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 11, p. 490-499, 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41694>. Acesso em: 06 mar. 2019.

SOUZA, Marcelo Batista de; MOREIRA, João Luís Gomes. Integrando jogos de lógica matemática no ensino de algoritmos: relatos de experimentos. **Ciência e tecnologia**, [s.l.], v. 1, p. 12-26, 2015. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/rct/article/view/2707>. Acesso em: 06 mar. 2019.

STEIBRUCH, Alfredo; WINTERLE, Paulo. **Geometria analítica**. São Paulo: Pearson Makron Books, 1987.

TIKHOMIROV, Oleg 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.

UFPel. **Projeto político do curso – licenciatura em matemática a distância**. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, p. 1-95. 2014.

UFRR. **Projeto político pedagógico do curso – licenciatura plena em matemática a distância**. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista, p. 1-174. 2014. Disponível em: http://ufrr.br/eadmat/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=55:projeto-politico-pedagogico&id=10:downloads&Itemid=286. Acesso em: 12 abr. 2019.

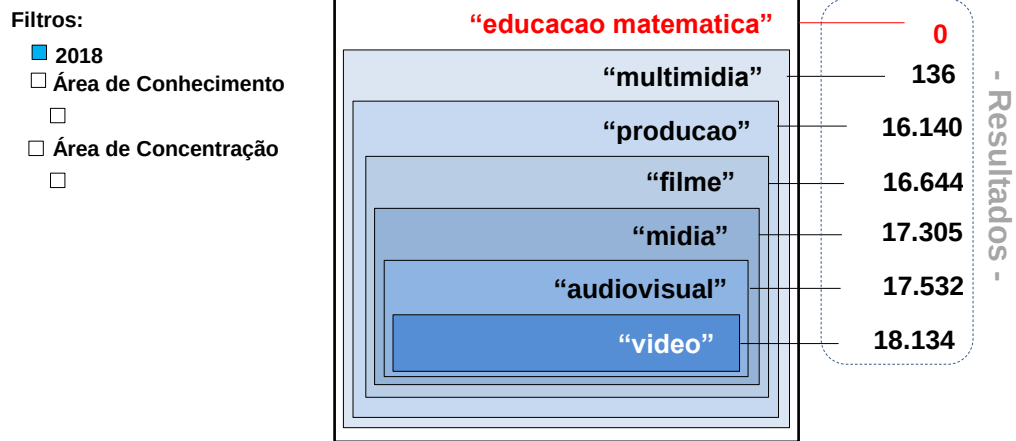
VANOYE, Francis; GOLIOT-LÉTÉ, Anne. **Ensaio sobre a análise fílmica**. Campinas: Papirus, 1994.

VILLARREAL, Mónica Ester; BORBA, Marcelo de Carvalho. Collectives of humans-with-media in mathematics education: notebooks, blackboards, calculators, computers and ... notebooks 100 years of ICMI. **ZDM Mathematics Education**, [s.l.], v. 42, p. 49–62, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/71562>. Acesso em: 30 jun. 2019.

WALSH, Maureen. **Multimodal literacy: researching classroom practice**. Australia: Primary English Teaching Association (e:lit), 2011.

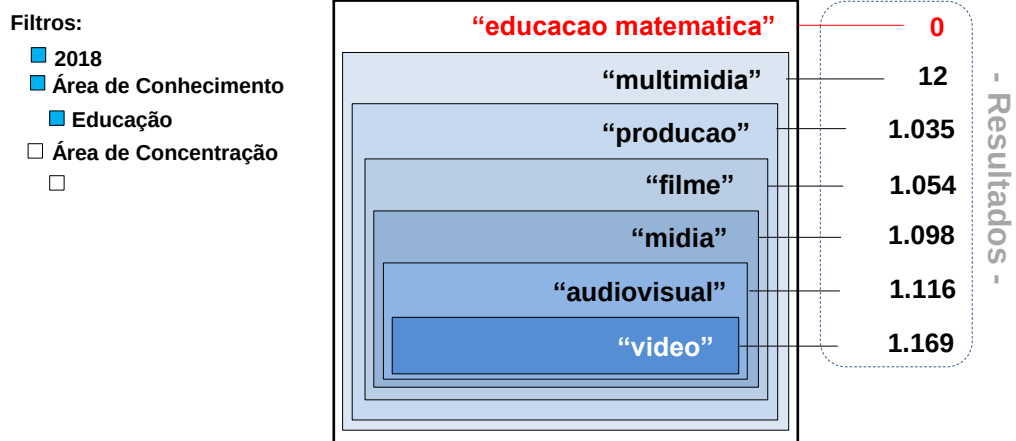
APÊNDICE A – OUTRAS BUSCAS REALIZADAS

Figura 35 – Outras buscas realizadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (1)



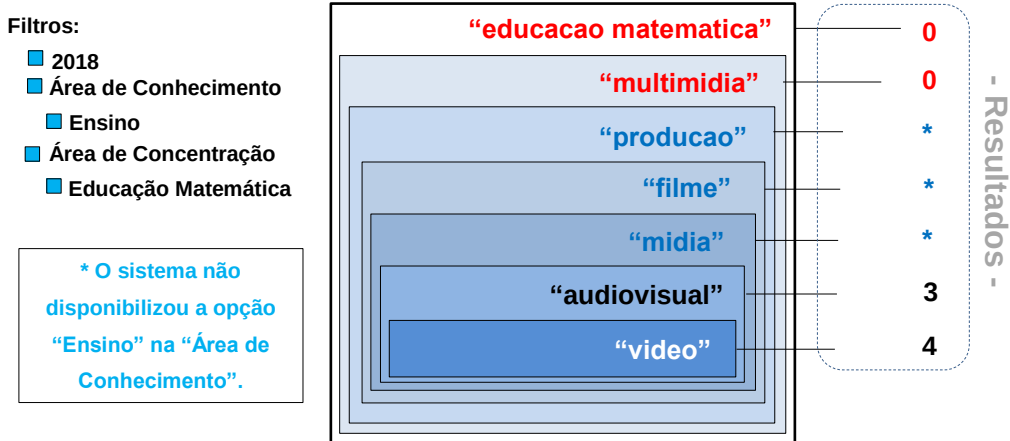
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36 – Outras buscas realizadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (2)



Fonte: Elaborado pelo autor.

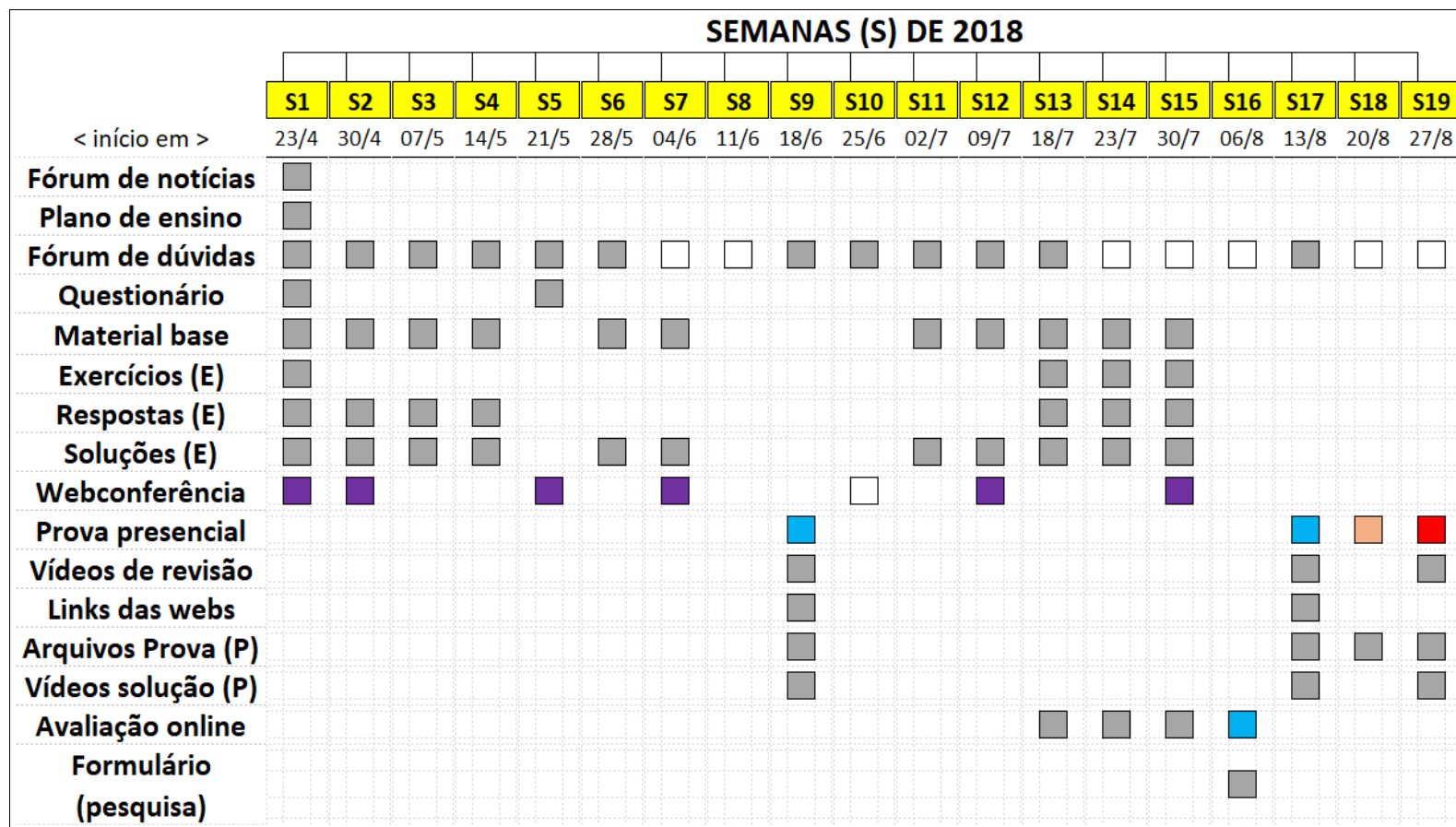
Figura 37 – Outras buscas realizadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (3)



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B – A DISTRIBUIÇÃO DO CRONOGRAMA NO MOODLE

Figura 38 – Distribuição do cronograma no ambiente virtual de aprendizagem



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C – (CÓPIA) FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO DA PESQUISA**Autorização**

Prezado (a),

no período de abril a agosto do ano de 2018, será desenvolvida a pesquisa de doutorado intitulada, inicialmente, “Integrando Softwares, Demonstrações e Produção de Vídeos” pelo pesquisador Marcelo Batista de Souza, na turma de Álgebra Linear do 4º semestre do curso de Licenciatura em Matemática à Distância da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). O objetivo da pesquisa é investigar como os estudantes expressam seus conhecimentos, ao desenvolverem atividades que requerem o uso de demonstrações matemáticas, estando engajados na produção de vídeos. A pesquisa será desenvolvida com o foco voltado para o conjunto de atividades vinculado à disciplina ministrada pelo professor LUIZ CARLOS LEMOS JUNIOR na Unidade Acadêmica de Educação à Distância da UFPEL. Uma atividade de produção de vídeos planejada em conjunto pelo pesquisador e pelo referido professor será o tema central da pesquisa caracterizada como Avaliação Online (AO). Os estudantes matriculados na disciplina foram devidamente esclarecidos pelo professor responsável sobre os procedimentos da pesquisa.

Pesquisador Responsável: Marcelo Batista de Souza (marcelolada@gmail.com)

Orientador Responsável: Marcelo de Carvalho Borba

Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)/ Rio Claro

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Eu, estudante da Universidade Federal de Pelotas, concordo em participar da pesquisa intitulada, “Integrando Softwares, Demonstrações e Produção de Vídeos”, desenvolvida pelo pesquisador Marcelo Batista de Souza e orientada pelo Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba da Universidade Estadual Paulista, UNESP – Rio Claro, com o intuito de contribuir com o encaminhamento dos seus procedimentos metodológicos que serão conduzidos por meio de produção de dados no ambiente virtual e entrevista. Além disso, autorizo que os vídeos produzidos na atividade sejam analisados pelos membros da pesquisa e por outras pessoas que o pesquisador julgar pertinente e que sejam divulgados na Internet com propósitos relacionados à pesquisa.

Os dados coletados serão utilizados unicamente com finalidades acadêmicas e os sujeitos terão suas identidades preservadas caso assim desejarem e abaixo se manifestarem.

E-mail:

Nome:

Autorização:

() Autorizo a utilização do meu nome e imagem para fins de pesquisa.

Declaração:

(...) Declaro não ser necessário manter o sigilo do meu nome e imagem.

(...) Declaro ser necessário manter o sigilo do meu nome e imagem.

APÊNDICE D – OUTROS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com a realização da pesquisa utilizei também outros procedimentos metodológicos para produzir dados.

A observação nos fóruns de dúvidas

Em busca de me aproximar dos estudantes participantes da pesquisa nos fóruns de dúvidas 1, 2, 3 e 4: (a) auxiliei no esclarecimento de alguns exercícios; (b) disponibilizei links de vídeos da internet; (c) produzi vídeos curtos para atender demandas pontuais; e (d) também estimei o uso dessa tecnologia na resolução da lista de exercícios. No entanto, observei que eles não reagiram aos comentários que fiz e nem as ações que propus, algo que me fez pensar nos rumos que a pesquisa poderia tomar.

Ao longo das 19 semanas, previstas no plano de ensino da disciplina, decidi mudar de estratégia para produzir dados com a observação. A partir de então, nos demais fóruns de dúvidas, em vez de utilizar esse procedimento metodológico para interagir com os estudantes, apenas acompanhei a participação deles para documentá-la em arquivos e relacioná-la à Avaliação Online, pois estava em busca de compreender como eles expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos.

Segundo Santos e Costa (2015, p. 66), a observação “é um instrumento utilizado no espaço real e, mais recentemente, no ciberespaço e, neste último, tem-se a vantagem do registro das interações que serve como parâmetro para a investigação”.

Em especial, nesta investigação registrei as primeiras observações desse acompanhamento em uma tabela criada exclusivamente para traçar o panorama das postagens. Inicialmente, verifiquei se havia a participação ou a ausência de participação dos estudantes nos fóruns de dúvidas e, a partir desse levantamento, compilei os registros para situar as semanas em que isso ocorreu.

Nessa organização, identifiquei os estudantes, o município no qual eles residiam, o polo a qual estavam vinculados e as postagens de cada um deles para categorizá-las. De forma condensada, a Figura 39 mostra apenas onde elas estão concentradas nos fóruns de dúvidas da disciplina.

Figura 39 – Mapa da participação dos estudantes nos fóruns de dúvidas

ESTUDANTE	MUNICÍPIO	POLO	FÓRUM DE DÚVIDAS																			TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	Cachoeira do Sul	Cachoeira do Sul																				
	Campo Bom	Novo Hamburgo																				
1 Geovana	Morro Reuter			3	2	3		2			2	1			2							15
2 Ismael	Novo Hamburgo										1											1
3													1									1
	Portão																					
4	São Leopoldo		1																		1	
5	Restinga Sêca	Restinga Sêca					2														2	
6	São Lourenço do Sul	São Lourenço do Sul			2						2										4	
				2		1							1								4	
												1										1
9	Turucu		1																		1	
10 Cleo	Sapiranga	Sapiranga					1						1								1	
11 Victor												2	8	3	1							15
	Eldorado do Sul	Sapucaia do Sul																				
	São Leopoldo																					
12	Sapucaia do Sul		2																		2	
																		1			1	
TOTAL	8	6	6	3	5	3	3	2				6	3	11	3	3			1		49	

Legenda:

(iii) Não houve registros de postagens

O estudante não concedeu autorização

(i) Postagens relacionadas aos conteúdos matemáticos

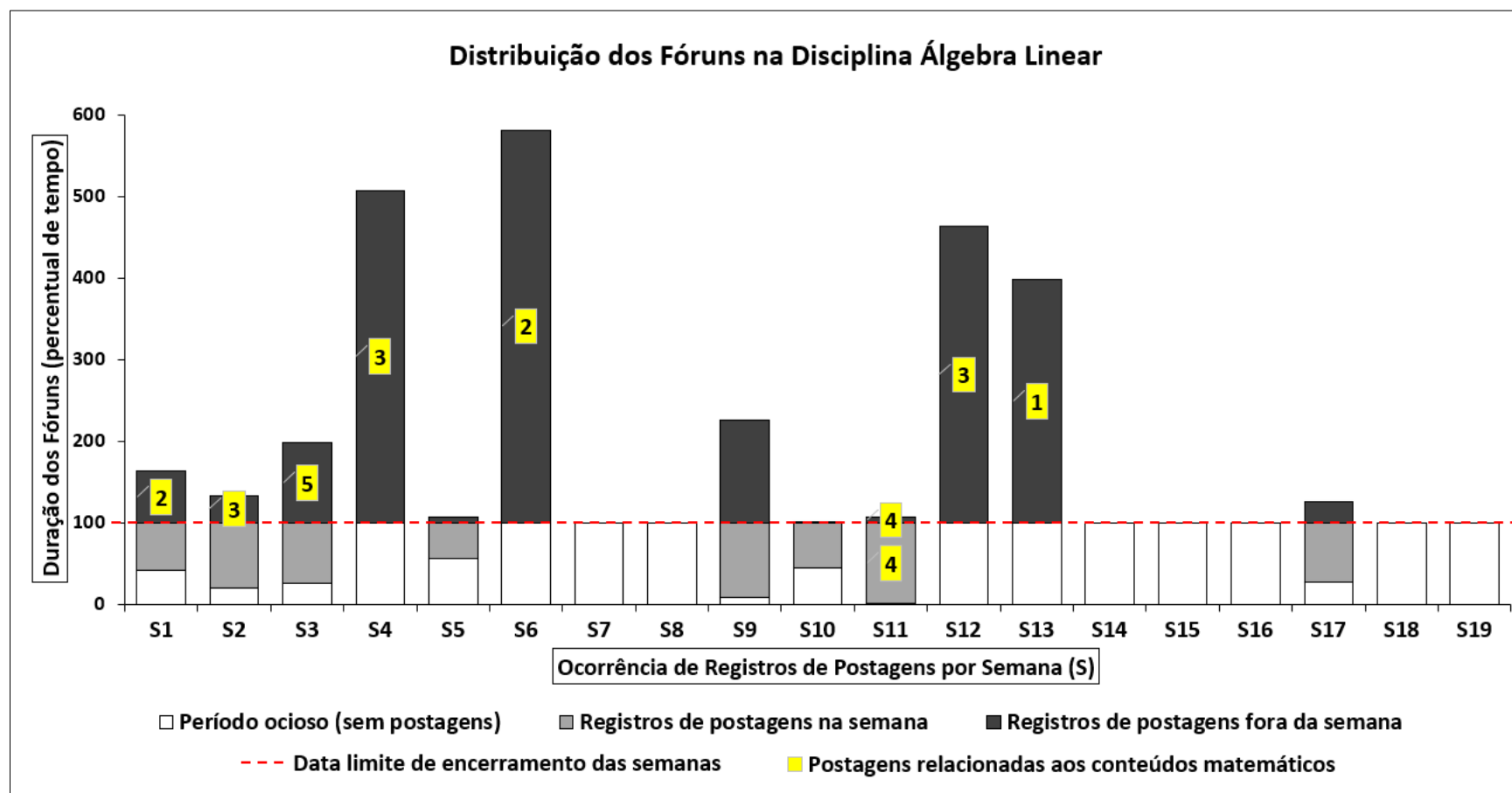
(ii) Postagens não relacionadas aos conteúdos matemáticos

Fonte: Elaborado pelo autor

Na época, apenas a íntegra dos registros de participação dos estudantes relacionados aos conteúdos matemáticos foi identificada por polos. Com esse mapeamento realizado, analisei essas postagens para saber quais relações tinham com os conteúdos das semanas, se nelas os estudantes contribuíam com os colegas ou se expunham dúvidas para o professor, se eram dúvidas de Álgebra Linear I ou de Matemática básica, se estavam associadas a conteúdos da Avaliação Online, entre outros. Além disso, com o procedimento da observação, verifiquei como se deu a dinâmica de funcionamento dos fóruns de dúvidas para relacionar essas postagens à forma como os estudantes expressam conteúdos matemáticos nos vídeos que produziram.

Esse comportamento foi registrado em outra tabela para gerar o gráfico apresentado na Figura 40.

Figura 40 – A distribuição dos fóruns na disciplina



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa dinâmica de funcionamento dos fóruns de dúvidas, identifiquei uma ociosidade predominante nas discussões, uma “tímida” participação dos estudantes nos debates e um excedente de postagens após a data limite das semanas, a saber, nesse último item se concentram a maioria das postagens relacionadas aos conteúdos matemáticos.

Nesta investigação, também foram consideradas as postagens dos estudantes nos chats das webconferências.

A imersão nas webconferências

No curso de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel, a webconferência funciona como uma sessão dedicada à realização de aulas síncronas que aproximam o professor dos estudantes por meio do uso da tecnologia. Segundo Assayag, Marin e Rasera (2019, p. 4) essa tecnologia oferece “um diferencial [...] espaço de diálogos, focado na linguagem, na interação, na transversalidade de conteúdos” e, em especial, na UFPel as webconferências previstas no plano de ensino de Álgebra Linear I seguiram a recomendação do PPC. Desse modo, o professor da disciplina então definiu as datas e os horários das semanas que foram combinados com a coordenadora do curso.

De posse dessas informações compartilhadas pelo professor, imergi nas webconferências e produzi dados para esta pesquisa. A cada sessão, recebia dele um convite para participar e me integrar aos estudantes, mas estive virtualmente presente naquelas que ocorreram nas semanas 1, 2, 5, 7 e 12. Desse modo, acompanhei os debates no chat em paralelo as demais postagens dos estudantes nas outras formas de comunicação. Com essa participação, percebi a dinâmica de funcionamento das sessões, produzi vídeos e sugeri outros disponíveis na internet, assim como, fiz anotações. Houve uma sessão pela qual não participei (semana 15), mas pude assisti-la posteriormente. Além disso, apenas uma delas não aconteceu por não ter havido expediente no *campus* Anglo (semana 10). Em algumas oportunidades, interagi pelo chat e registrei a participação dos estudantes em arquivos, após o encerramento das referidas sessões. Na sessão da semana 5, falei sobre a minha pesquisa e sobre a produção de vídeos na Avaliação Online a pedido do professor.

Todos os chats das sessões foram registrados em uma tabela e os números desse mapeamento são mostrados na Figura 41.

Figura 41 – Mapa da participação dos estudantes nas webconferências

MUNICÍPIO		POLO	WEBCONFERÊNCIAS							TOTAL						
			1	2	3	4	5	6	7							
1	Cachoeira do Sul	Cachoeira do Sul														
2	Campo Bom	Novo Hamburgo				2				2						
3	Morro Reuter		2	8		4	7		8	2	1	1	33			
4	Novo Hamburgo															
5	Portão				2								2			
6	São Leopoldo				1		1						2			
7	Restinga Sêca	Restinga Sêca	1										1			
8	São Lourenço do Sul	São Lourenço do Sul	1		12	21	13	6	18	17		13	5	10	8	124
9	Turucu		3													3
10	Sapiranga	Sapiranga		4	3	15	5	10	3			16	2	11	5	74
11	Eldorado do Sul	Sapucaia do Sul														
12	São Leopoldo															
13	Sapucaia do Sul		11	8	11	12	11	10	1			4	2	4	1	75
TOTAL		6	18		24	43	43	22	45	28		41	11	26	15	316

Legenda:  Webconferência cancelada  (i) Postagens relacionadas aos conteúdos matemáticos
 Sem registros de postagens  (ii) Postagens não relacionadas aos conteúdos matemáticos

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Desse montante apenas as postagens relacionadas aos conteúdos matemáticos foram consideradas para, a exemplo de como foi observado nos fóruns de dúvidas, saber se os estudantes conseguiam acompanhar o andamento das aulas, se eram participativos, se contribuíam com os colegas, se expunham dúvidas para o professor, se eram dúvidas associadas aos conteúdos da Avaliação Online, entre outros.

Em relação a essa Avaliação Online também foram consideradas as interações ocorridas no *WhatsApp*.

As interações no WhatsApp

Apoiado em Oliveira e Schimiguel (2018), adotei o *WhatsApp* na pesquisa para produzir dados sobre a Avaliação Online motivado pela “tímida” participação dos estudantes nos fóruns de dúvidas. Esses autores ressaltam que o uso desse aplicativo extrapola as paredes físicas da sala de aula e essa ideia de utilizá-lo como procedimento metodológico surgiu após uma conversa que tive com o professor da disciplina. Na oportunidade, demonstrei interesse e me disponibilizei para auxiliar os estudantes, discutir ideias e apresentar sugestões que pudessem ajudá-los a produzir vídeos com conteúdos de Álgebra Linear. O professor, que desde o início demonstrara disposição para colaborar com a pesquisa, expôs para os estudantes essa ideia quando disse o seguinte:

[...] não sei se vocês acham válido a criação de um grupo no *WhatsApp* para tratar sobre a Avaliação Online. Eu achei legal a ideia! [...] Acho que vai somar o trabalho de vocês [...] podem sair comentários interessantes [...] a gente pode trocar ideias [...] criar um grupo [...] dos vídeos para a elaboração da atividade online [...] vamos adicionar também o professor Marcelo. Ele tem mais contato com esse tipo de atividade [...] então nós vamos fazer esse grupo no *WhatsApp*! Eu achei interessante essa ideia que o professor Marcelo sugeriu que aí qualquer dúvida [...] a gente pode tá auxiliando vocês [...] dá pra vocês conversarem, trocarem experiências ali, tirarem dúvidas [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência).

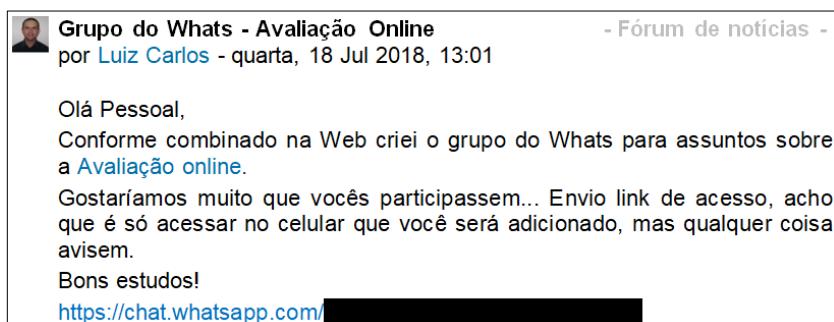
Naquela oportunidade, a colaboração do professor aproximou os estudantes da minha atividade de pesquisa. Ele então criou o grupo no *WhatsApp* “AO⁸⁰ – Álgebra Linear” e compartilhou o link no fórum de notícias da disciplina para que todos pudessem acessá-lo.

Depois da criação do grupo no *WhatsApp*, ilustrada na Figura 42, a maioria dos estudantes aderiu ao uso do aplicativo, assim como, começou a participar e a enviar mensagens. De forma geral, me coloquei a disposição para conversar sobre os vídeos, busquei interagir e esclareci algumas dúvidas. Ressaltei que não eram esperados vídeos profissionais,

⁸⁰ Segundo o professor, AO é uma referência à Avaliação Online de Álgebra Linear I.

que gostaria de contribuir na forma como seriam produzidos esses vídeos, que acreditava na realização da atividade como forma de aprender e que apostava na comunicação matemática por meio dessa tecnologia.

Figura 42 – Postagem do professor no fórum de notícias da disciplina



Fonte: Dados da pesquisa.

Por exemplo, a pesquisa de Felcher *et al.* (2017, p. 9) revela pela experiência desse grupo de pesquisadores que é “possível aprender matemática interpretando papéis, pesquisando, criando, contextualizando, reproduzindo, adaptando roteiros”. Desse modo, com as observações de Felcher *et al.* (2017) ressaltei para os estudantes que a escolha de como produzir os vídeos na Avaliação Online era pessoal e acentuei que cada um teria a liberdade para expressar os conteúdos matemáticos a seus modos, assim como, cada um poderia utilizar os recursos artísticos e tecnológicos que julgasse necessário.

Passada essa exposição introdutória, solicitei então aos estudantes que me fossem enviadas as primeiras versões desses vídeos à medida que ficassem prontas para, ao assisti-las, pudesse estar em condições de realçar aspectos positivos e negativos, assim como, de sugerir melhorias em relação a essas produções.

Apoiado nas interações que surgiram, com esse propósito fiz um levantamento e criei arquivos também para identificar e enumerar as participações desses estudantes. Os registros dessas interações foram documentados em um único arquivo que trazem a íntegra da participação dos estudantes. A Figura 43 exibe apenas os números desse mapeamento que realizei no grupo do *WhatsApp* e que foram registrados em uma tabela para situar essas participações.

Figura 43 – Mapa da participação dos estudantes no grupo do *WhatsApp*

MUNICÍPIO		POLO	WHATSAPP (INTERAÇÕES)		
					TOTAL
1	Cachoeira do Sul	Cachoeira do Sul			0
2	Campo Bom	Novo Hamburgo	11		11
3	Morro Reuter		10		10
4	Novo Hamburgo		9		9
5	Portão		17		17
6	São Leopoldo				0
7	Restinga Sêca	Restinga Sêca			0
8	São Lourenço do Sul	São Lourenço do Sul	73	5	78
9	Turucu				0
10	Sapiranga	Sapiranga	67	12	79
11	Eldorado do Sul	Sapucaia do Sul			0
12	São Leopoldo		2		2
13	Sapucaia do Sul		33	2	35
TOTAL		6	222	19	241

Legenda: (i) Postagens relacionadas aos conteúdos matemáticos
 (ii) Postagens não relacionadas aos conteúdos matemáticos
 Sem registros de postagens

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com esse mapeamento, considere as postagens relacionadas aos conteúdos matemáticos para saber se os estudantes expunham dúvidas sobre conteúdos de Álgebra Linear I ou sobre como eles podiam produzir os vídeos na atividade da disciplina apoiados nas orientações da Avaliação Online.

APÊNDICE E – AS ORIENTAÇÕES DA AVALIAÇÃO ONLINE



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE FÍSICA E MATEMÁTICA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA A DISTÂNCIA



Prof.^a [REDACTED]
Prof. Luiz Carlos Lemos Junior
Prof. Marcelo Batista de Souza

Avaliação Online – Álgebra Linear I

Orientações:

- Escolha um conteúdo estudado até a Semana 7;
- Grave um vídeo de até **5 min** com situações que envolvam o conteúdo escolhido;
 - Alguns exemplos de vídeos:
 - Situações do dia-a-dia que abordem este conteúdo;
 - Apresentar a demonstração de um Teorema estudado;
 - Gravação de uma aula para os colegas.
- Esta tarefa pode ser em grupo de até **2** ou **3** componentes.
- Após a gravação/edição você deverá postar o vídeo em algum site de carregamento (ex: Youtube; Google Drive) e guardar/anotar o link do vídeo. Obs: No Youtube é possível carregar o vídeo em modo não listado, assim ele só fica disponível para quem possui o link. No Google Drive é necessário compartilhar com os professores, coloquem os e-mails: [REDACTED]
- Conforme combinado na Web iremos criar um grupo no whats para auxiliar na orientação da avaliação online;
- Preencher a o Formulário de envio da atividade online;
- Carregar o Formulário de envio da atividade online em .PDF no espaço dentro da ~~Semana 15~~ Semana **17**;

Prazo de envio será até as 23h59min às 23h55min do dia ~~05/08~~ **19/08**

APÊNDICE F – O FORMULÁRIO DE ENVIO DO VÍDEO NO MOODLE

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE FÍSICA E MATEMÁTICA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA A DISTÂNCIA



Prof. Luiz Carlos Lemos Junior

Prof. Marcelo Batista de Souza

Avaliação Online – Álgebra Linear IFORMULÁRIO PARA ENVIO NO MOODLE

1- Nome completo dos componentes (em ordem alfabética):

2- Título do Vídeo:

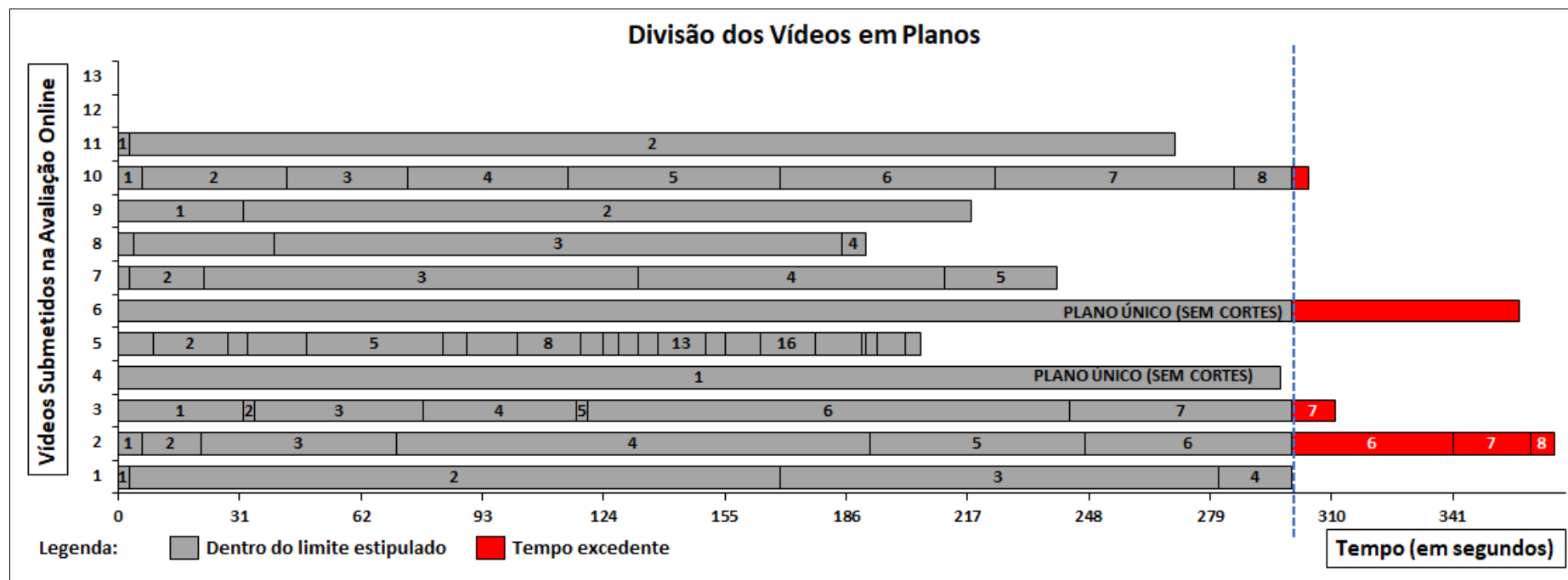
3- Relato do vídeo (coloque o conteúdo escolhido e o que você espera com este vídeo):

4- Coloque o link para acessar o vídeo (muito importante, pois temos que acessar o vídeo para realizar a análise e atribuir a nota):

Obs. Salvar em .pdf e postar dentro do espaço correspondente na Semana 17, prazo de envio até às 23h e 55min do dia 19/08/2018.

APÊNDICE G – O PANORAMA GERAL DOS VÍDEOS

Figura 44 – Panorama geral dos vídeos produzidos pelos estudantes



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE H – O QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

Quadro 16 – Questionário aplicado na pesquisa (Estudantes)

Questões para os Estudantes	
1	Você produziu o trabalho em grupo ou fez isso de forma individual?
2	Qual foi a motivação para essa escolha?
3	Como você(s) definiu(ram) a escolha do tema?
4	Para essa produção (do vídeo) você(s) chegou(aram) a elaborar algum roteiro? Se sim ou se não, por gentileza, justifique.
5	Você(s) já havia(m) tido alguma experiência de produzir um material (seja vídeo, artefato, protótipo, jogo, origami, entre outros) com conteúdo matemático que pudesse ser útil para outras pessoas interessadas em aprender mais sobre o assunto que você(s) abordou(aram)?
6	Você(s) acha(m) que durante o processo de produção de um vídeo é possível aprender matemática? E você(s) pode(m) contar o que aprendeu(ram)? Na sua visão, o que os seus colegas aprenderam com essa experiência?
7	Você recomendaria o vídeo produzido para estudantes com dificuldade de aprender o conteúdo abordado?
8	Você destacaria aspectos positivos no vídeo produzido?
9	Você destacaria aspectos negativos no vídeo produzido?
10	Com toda a sinceridade, como você reagiu (e como os seus colegas reagiram) ao ler as minhas considerações apontando aspectos positivos e negativos sobre o vídeo produzido? Elas serviram para alguma coisa?

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE I – A ANÁLISE PRELIMINAR DOS VÍDEOS

Neste Apêndice descrevo como selecionei os vídeos para analisá-los em seguida. Inicialmente, dos 13 vídeos produzidos na Avaliação Online, apenas 11 são apresentados nos Quadros 17 a 27, assim como, suas descrições e seus endereços de acesso. Esses vídeos que os produtores concederam autorização para uso dos dados na pesquisa foram agrupados em um site⁸¹, devido um deles já se encontrar indisponível, sete constarem como não listados, apenas um ter a visibilidade pública no *YouTube* e outros dois terem sido compartilhados no *Google Drive*.

Quadro 17 – Vídeo 1 – Revisão de matrizes

Tempo: 5'00" (4 planos). Produtores: Elan, Emerson e Juliano.
Descrição: Em um laboratório de informática, os produtores simulam o ambiente de uma sala de aula. Há interação entre professor e estudantes na revisão do conteúdo que envolve as operações adição de matrizes e transposta de uma matriz.
Recursos semióticos: Escrita, gesto, oralidade (on), representação (imagem), simbolismo matemático e sinal.
Formulário de envio - Relato dos estudantes sobre o vídeo: “O conteúdo escolhido foi sobre a adição e a transposta de matrizes. Esperamos que o vídeo acrescente mais uma forma de compreender o assunto de adição de matrizes e como funciona a transposta de uma matriz” (PRODUTORES DO VÍDEO 1, 2018).
Observações: o áudio é compreensível, mas há trepidações e perda de foco na captação das imagens. Não constam informações sobre qual software foi utilizado na edição do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 18 – Vídeo 2 – Operações com matrizes

Tempo: 6'07" (8 planos). Produtores: Igor, Pâmela e Cleano.
Descrição: O vídeo explora em uma sentença a multiplicação de escalar por uma matriz e a subtração de matrizes. Os produtores utilizam matrizes quadradas de ordem dois para destacar que o resultado das operações será outra matriz de mesma ordem.
Recursos semióticos: animação, escrita, gesto, oralidade (on), representação (simbolismo matemático) e simbolismo matemático.
Formulário de envio - Relato dos estudantes sobre o vídeo: “Através do vídeo conseguimos demonstrar operações com matrizes, com foco em multiplicação escalar e subtração, esperando o fácil entendimento dos alunos com a utilização dessa plataforma digital” (PRODUTORES DO VÍDEO 2, 2018).
Observações: há instabilidade, perda de foco e trepidações em alguns trechos do vídeo. Não há sincronia entre áudio e imagem no intervalo de tempo entre 21 e 71 segundos. Em partes do vídeo, o áudio está bom, mas a captação aberta registra conversas de outro ambiente, por exemplo, entre os instantes 71 e 191 segundos e entre os instantes 288 e 304 segundos há problemas na captação do áudio. Além disso, não é possível afirmar qual software foi utilizado na edição do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

⁸¹ <https://www.algebralinear1.com>

Quadro 19 – Vídeo 3 – Aplicações de matrizes

Tempo: 5'11" (7 planos). Produtores: Cleo, Cleusa, Victor e Junior
Descrição: Os produtores utilizam multiplicação de matrizes para calcular os custos da produção de pastéis, empadas e quibes, a quantidade de peças fabricadas em uma linha de produção e os pontos da tabela de classificação de um campeonato de futebol.
Recursos semióticos: gesto, oralidade (on), representação (simbolismo matemático) e sinal.
Formulário de envio - Relato dos estudantes sobre o vídeo: “Multiplicação de matrizes” (PRODUTORES DO VÍDEO 3, 2018).
Observações: há problemas na captação das imagens, por exemplo, entre os instantes 132 e 263 segundos a imagem está ilegível. Além disso, não é possível afirmar qual software foi utilizado na edição do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 20 – Vídeo 4 – Multiplicação de matrizes

Tempo: 4'57" (plano único). Produtoras: Jaqueline e Olívia.
Descrição: As produtoras investem na multiplicação de matrizes para encontrar a quantidade de gramas de proteínas, gorduras e carboidratos contidas em frutas, leites e cereais. Com essa operação, elas simulam a quantidade de alimentos que um atleta precisa ingerir diariamente.
Recursos semióticos: animação, oralidade (off), representação (imagem), representação (simbolismo matemático) e sinal.
Formulário de envio - Relato das estudantes sobre o vídeo: “Escolhemos a multiplicação de matrizes numa situação prática (calcular as quantidades diárias de proteínas, gorduras e carboidratos) indicadas por uma nutricionista a um atleta. Esperamos o maior entendimento dessa parte teórica da multiplicação de matrizes por quem assistir ao vídeo. Saber que em situações cotidianas podemos aplicar a teoria” (PRODUTORAS DO VÍDEO 4, 2018).
Observações: o áudio do vídeo é bom. Entre áudio e slides há sincronia na edição do vídeo que é feita com o software <i>ApowerEdit</i> . As produtoras utilizam elipses para identificar os elementos das matrizes, setas para apontar quais linhas e colunas estão envolvidas na multiplicação dessas matrizes, assim como, cores para realçar a matriz resultante. É possível que o vídeo tenha sido gravado mais de uma vez, pois ele possui um plano único.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 21 – Vídeo 5 – Soma de matrizes

Tempo: 3'25" (21 planos). Produtor: Nicolas.
Descrição: Por meio do lúdico, o produtor representa alguns valores numéricos que são atribuídos aos elementos de duas matrizes. Ele usa tampinhas de garrafas plásticas de diferentes cores, associadas a números em um jogo matemático, para simular um desafio que envolve a soma de matrizes.
Recursos semióticos: escrita, gesto, oralidade (off), oralidade (on), representação (imagem) e simbolismo matemático.
Formulário de envio - Relato das estudantes sobre o vídeo: “Escolhi fazer uma espécie de jogo com a soma de duas matrizes 3X3 utilizando tampinhas de garrafa com diferentes cores que equivalem a diferentes valores” (PRODUTOR DO VÍDEO 5, 2018).
Informações técnicas: o áudio é bom, mas em vários trechos as imagens são ilegíveis, desfocadas e tremidas, a exemplo do que pode ser visto entre os instantes 83 e 118 segundos. Possivelmente, essas imagens foram capturadas com a câmera de um telefone celular sem uso de tripé. Não há a informação de qual software foi utilizado na edição do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 22 – Vídeo 6 – Matrizes e Determinantes

Tempo: 5'58" (plano único). Produtor: Maurício.
Descrição: O produtor recorre ao cotidiano das pessoas que consomem água, bolo e café em lanchonetes. Apoiado no consumo de três dias, ele mostra como obter o custo de cada um desses itens ao aplicar a regra de Sarrus no cálculo de determinantes de matrizes.
Recursos semióticos: escrita, gesto, oralidade (off) e representação (simbolismo matemático).
Formulário de envio - Relato das estudantes sobre o vídeo: “Matrizes e determinantes, tem como objetivo ilustrar uma aplicação prática do conteúdo” (PRODUTOR DO VÍDEO 6, 2018).
Observações: o áudio é bom e não apresenta ruídos. Há alguma instabilidade na captação das imagens. No vídeo são utilizadas cores para destacar as variáveis envolvidas no problema. O vídeo possui um plano único e pode ser que ele tenha sido gravado mais de uma vez.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 23 – Vídeo 7 – Matrizes e determinantes

Tempo: 4'00" (5 planos). Produtoras: Catiane, Fransine e Richelle.
Descrição: As produtoras combinam as mídias quadro e giz para calcular determinantes de matrizes de ordem 2 e 3 pela regra de Sarrus. Em seguida, elas utilizam o aplicativo <i>Mathematics</i> para verificar se o resultado está correto e para destacar algumas das funcionalidades desse aplicativo.
Recursos semióticos: escrita, gesto, oralidade (off), oralidade (on), representação (imagem), representação (aplicativo), simbolismo matemático e sinal.
Formulário de envio - Relato das estudantes sobre o vídeo: “O conteúdo escolhido foi matrizes e determinantes, utilizando ferramentas tecnológicas, achamos interessante produzir um vídeo utilizando ferramenta tecnológica que auxilia no cálculo de diversos” (PRODUTORAS DO VÍDEO 7, 2018).
Observações: o volume está baixo, mas é compreensível. Em alguns trechos, as imagens ficaram instáveis e desfocadas. Não foi possível identificar o software utilizado na edição do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 24 – Vídeo 8 – Determinante de matrizes

Tempo: 3'11" (4 planos). Produtores: Alessandra, Débora e Marcos.
Descrição: Os produtores apresentam um jogo didático que envolve o exercício da memória e o cálculo de determinantes de matrizes. Segundo eles, essa abordagem é uma alternativa para tornar as aulas do Ensino Médio atrativas e, com isso, estimular os estudantes para que aprendam em meio à diversão.
Recursos semióticos: animação, gesto, oralidade (off), oralidade (on) e representação (imagem).
Formulário de envio - Relato das estudantes sobre o vídeo: “O vídeo como já sugere o título está relacionado com determinantes de matrizes, matrizes essas de ordem 2 e 3. A ideia do vídeo foi a de criar um jogo didático, pois nós, como futuros professores acreditamos que essa metodologia de ensino é de muita importância para um bom aprendizado dos alunos, pois eles estarão aprendendo brincando, se divertindo. Na vida tudo que é feito com alegria e prazer tende a entregar um resultado muito satisfatório. Na matemática não é diferente. Assim, esperamos que esse vídeo sirva como inspiração para a criação de outros jogos que futuramente possam ser aplicados dentro de sala de aula” (PRODUTORES DO VÍDEO 8, 2018).
Observações: as imagens são instáveis. De forma geral, o áudio está bom, mas há perda de foco na gravação e não é possível afirmar qual software foi utilizado na edição do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 25 – Vídeo 9 – Aplicações de sistemas de equações lineares

Tempo: 3'38" (2 planos). Produtora: Geovana.
Descrição: A produtora questiona por que precisava aprender determinados conteúdos matemáticos. Ao fazer buscas na internet, ela encontra várias aplicações de sistemas de equações lineares no cotidiano e compartilha isso com o público.
Recursos semióticos: animação, oralidade (off), oralidade (on), representação (imagem) e representação (vídeo).
Formulário de envio - Relato das estudantes sobre o vídeo: “O conteúdo escolhido foi Sistema de Equações Lineares e com esse vídeo espero que mais pessoas possam ver a utilidade do sistema de equações lineares, pois enquanto que você só aprende o conteúdo, fica se perguntando o porquê precisa saber isso.” (PRODUTORA DO VÍDEO 9, 2018).
Observações: há sincronia entre o áudio e as imagens do vídeo. Ambos estão bons. Não é possível identificar qual software foi utilizado na edição.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 26 – Vídeo 10 – Sistemas de equações lineares

Tempo: 5'04" (8 planos). Produtores: Carla, Ismael, Leomar e Viviane.
Descrição: Os produtores exploram um sistema de equações lineares para fazer cálculos de previsões relacionados à quantidade, ao custo e ao lucro baseado em uma linha de produção de camisetas.
Recursos semióticos: escrita, gesto, oralidade (on), simbolismo matemático e representação (escrita).
Formulário de envio - Relato das estudantes sobre o vídeo: “Apresentamos uma atividade de Sistema, onde podemos fazer cálculos para chegar a quantidade de um produto, valor de cada produto e o lucro real” (PRODUTORES DO VÍDEO 10, 2018).
Observações: as imagens são instáveis. O áudio é bom, mas em alguns momentos há ruídos, possivelmente, captados pelo uso de um microfone “muito” aberto. Por exemplo, entre os instantes 53 e 192 segundos é possível ouvir uma conversa de fundo. O vídeo foi editado com o aplicativo <i>Kinemaster</i> .

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 27 – Vídeo 11 – Resolução de sistemas de equações lineares

Tempo: 4'30" (2 planos). Produtora: Maria.
Descrição: Dentre as 25 notas (de R\$ 5,00 e R\$ 10,00) das quais dispõe, a produtora resolve um sistema de equações lineares pelos métodos da eliminação e de Gauss-Jordan para informar a quantidade que precisa ser combinada no pagamento de R\$ 200,00.
Recursos semióticos: animação, gesto, oralidade (off) e representação (imagem).
Formulário de envio - Relato das estudantes sobre o vídeo: “Escolhi sistema de equação linear, e no vídeo explico como resolver um sistema de equação linear, espero que fique claro as maneiras de resolver sistema.” (PRODUTORA DO VÍDEO 11, 2018).
Observações: o áudio é bom. Não é possível afirmar qual software foi utilizado na edição do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os destaques e a organização dos vídeos em grupos

Após concluir a análise dos vídeos resultantes da Avaliação Online, foi possível extrair os elementos significantes de cada um deles para organizá-los nos seguintes grupos: (i) a

forma de apresentação; (ii) o uso da técnica matemática; e (iii) as escolhas semióticas no discurso matemático.

No grupo (i) prevaleceu a videoaula como forma de apresentação dos vídeos. De todo modo, o lúdico e o vlog também se destacam nas outras abordagens diferentes desse formato. O Quadro 28 exhibe a forma de apresentação dos vídeos analisados nesta investigação.

Quadro 28 – Grupo (i): A forma de apresentação dos vídeos (etapa preliminar)

MÍDIAS		VÍDEO												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VIDEOAULA	Utiliza													
	Câmera	■	■	■		■	■	■	■		■	■		
	Câmera web				■									
	Pincel e quadro	■	■	■				■			■			
	Representação						■							
	Slides				■									
	Simula													
	Caneta e mesa													
LÚDICA	Retroprojektor											■		
	Utiliza													
	Câmera								■					
VLOG	Representação					■			■					
	Utiliza													
	Câmera web									■				
	Fundo digital									■				

Fonte: Elaborado pelo autor.

No grupo (ii), que destaca o uso da técnica matemática, os produtores resolvem pelo menos um exercício referente aos conteúdos de Álgebra Linear. De acordo com os vídeos, que são os principais dados desta investigação, o uso da Matemática está associado à resolução de exercícios. Esse detalhe é evidenciado em todos os vídeos, mesmo naqueles em que os produtores utilizam jogos ou enfatizam aplicações cotidianas.

Outra observação importante é que o conteúdo de matrizes recebeu a primazia dentre as escolhas dos produtores, seguido por sistemas de equações lineares e determinantes, conforme exhibe o Quadro 29.

Quadro 29 – Grupo (ii): O uso da técnica matemática (etapa preliminar)

CONTEÚDOS		VÍDEO												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MATRIZES														
DETERMINANTES														
SIST. EQ. LINEARES														
RESOLVE EXERCÍCIO														
Exemplo														
	Utiliza jogo													
Aplicação cotidiana	Mostra													
	Relaciona													

Fonte: Elaborado pelo autor.

No grupo (iii) as principais escolhas dos estudantes para produzir significados em seus discursos mostram que a prioridade foi dada aos recursos semióticos da linguagem, seguido do simbolismo matemático que foi utilizado nos vídeos por meio da escrita ou da representação (Quadro 30).

Quadro 30 – Grupo (iii): As escolhas semióticas no discurso matemático (etapa preliminar)

RECURSOS SEMIÓTICOS		VÍDEO												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
LINGUAGEM														
Cordel														
Escrita														
Gesto														
Música														
Oralidade	Off													
	On													
Sinal														
SIMBOLISMO MATEMÁTICO														
EXIBIÇÃO VISUAL														
Representação	Aplicativo													
	Imagem													
	Mat. concreto													
	Site													
	Vídeo													
Animação														

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe observar que os quadrados sem preenchimento de cor representam, por exemplo, que os recursos semióticos da exibição visual (imagem e animação) nos vídeos 1, 2, 4, 7, 8 e 11 foram utilizados apenas para identificar os produtores, a instituição e/ou os títulos das produções. Por sua vez, no vídeo 5 há breves diálogos entre uma figurante que utiliza os recursos semióticos da linguagem [gestos e a oralidade (on)] para responder ao interlocutor

(produtor) no qual participa da produção com a oralidade (off). Esse mesmo recurso é utilizado no vídeo 7 pelas suas produtoras para confirmar se a operação realizada no quadro estava correta. Nesse vídeo 7, as produtoras utilizam também sinais para identificar o resultado de operações matemáticas. Por fim, o vídeo 6 prioriza a representação da escrita e do simbolismo matemático, mas o produtor reforça esse uso com o pincel em um único trecho dessa produção.

APÊNDICE J – ALGUNS INDÍCIOS DEIXADOS PELOS ESTUDANTES

Quando me vi diante dos dados produzidos nesta investigação não sabia por onde começar a análise, embora estivesse convicto de que era preciso aguçar os sentidos e reunir elementos para compreender como estudantes de Licenciatura em Matemática a distância da UFPel expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos. Desse modo, ao seguir o mapeamento dos dados apresentados no capítulo 4, pontuei dúvidas, apontei erros e complementei alguma informação para facilitar o entendimento do(a) leitor(a).

Com isso, direcionei o foco da pesquisa para as escolhas dos estudantes que, ao longo do semestre 2018/1, puderam interagir por meio de canais (mídias) para solicitar esclarecimentos, questionar e expor ideias referentes aos conteúdos da disciplina Álgebra Linear I, assim como, para tratar sobre a produção de vídeos na Avaliação Online. Em especial, neste Apêndice trago mensagens que ilustram a participação desses estudantes nos fóruns de dúvidas, nos chats das webconferências e no *WhatsApp* para apresentar indícios relacionados à pergunta de pesquisa.

Nos fóruns de dúvidas

[...] posso fazer esse exemplo nos vídeos [...] pegar também algum outro [...] posso lançar aqui uma questão [...] e vocês [...] podem me enviar pelo fórum. Será? *Mas, vocês não vão muito no fórum, né?* [...] *alguns me falaram que tem vergonha de lançar [dúvidas] lá no fórum*, mas é interessante, tá? Então dada uma matriz [...] tem que [...] verificar as submatrizes [...], se os determinantes forem diferentes de zero a gente vai ter uma única fatoração LU, tá? [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição de webconferência, grifo nosso).

Nessa webconferência realizada em 01/08/2018, o professor abordou a decomposição *LU* que é uma variante do método de eliminação de Gauss, a saber, ela é utilizada para decompor a matriz dos coeficientes *A* do sistema dado, $Ax = b$, no produto de duas matrizes triangulares, *L* e *U*, sendo *L* a matriz triangular inferior e *U* a matriz triangular superior. Então substitui-se a resolução do sistema linear $Ax = b$ por dois sistemas, $(LU)x = b$, sendo $Lx = b$ e $Ux = y$.

Nesse dia, o professor mostrou apenas um exemplo e esse trecho é uma resposta ao estudante que pediu o seguinte: *“faz mais um exemplo”* (CLÉO, 2018, transcrição da webconferência, grifo nosso). Ao ler a postagem, o professor disse que podia atender esse pedido nos vídeos de revisão ou que lançaria uma questão para todos compartilharem as suas

soluções. Depois disso, ele lembrou que alguns estudantes tinham vergonha de postar as suas dúvidas nos fóruns.

Independente das razões que influenciaram os estudantes, essa participação nos fóruns de dúvidas ficou evidenciada no mapeamento apresentado no Apêndice D. Nesse mapeamento, identifiquei e enumerei os tipos de postagens que foram separadas em grupos. Em especial, neste subcapítulo ressalto que direcionei o foco para algumas postagens do grupo (i) mencionado no Apêndice D e me preendi as postagens relacionadas aos conteúdos matemáticos para investigar se haviam indícios de como os estudantes se expressam matematicamente que pudessem me auxiliar a responder à pergunta de pesquisa. A Figura 45 mostra um recorte de duas postagens relacionadas à multiplicação de matrizes.

Figura 45 – Uma postagem de Marcos no fórum de dúvidas 1 (1)

Dúvida lista 1 por Marcos - segunda, 30 Abr 2018, 20:11	- Fórum de dúvidas 1 - (23/04 a 29/04)
[...] a resposta final de uma determinada multiplicação de matrizes é $\begin{pmatrix} 3 & 5 \\ 8 & 7 \end{pmatrix}$ Tem diferença se a minha resposta final for essa abaixo? $\begin{pmatrix} 3 & 8 \\ 5 & 7 \end{pmatrix} \dots$	
Re: Dúvida lista 1 por [REDACTED] - segunda, 30 Abr 2018, 20:59 [...] Suponha [...] A.B [...] ao efetuarmos a multiplicação entre a linha 1 de A pela coluna 1 de B produzimos o elemento a₁₁, da mesma forma que [...] entre a linha 1 de A pela coluna 2 de B produzimos o elemento a₁₂. Ou seja os elementos tem sua posição [...] na matriz resultante desta multiplicação [...] se os elementos estão em "ordem" diferentes são matrizes diferentes [...]	

Fonte: Dados da pesquisa.

Na oportunidade esse estudante não revela qual é a sua dificuldade com a multiplicação de matrizes, pois ele não apresenta como desenvolveu os cálculos para chegar a solução. Nessa postagem, ele apenas dá ênfase a “resposta final” de um suposto exercício sem utilizar a devida notação matemática. De todo modo, a dúvida do estudante foi prontamente assistida pela tutora que supôs uma multiplicação entre as matrizes A e B para acentuar como os seus elementos seriam obtidos.

Cabe ressaltar três observações nesse recorte de postagens. A primeira é o uso incorreto da palavra “ordem” para associá-la as respostas elencadas pelo estudante. A segunda é o uso da notação incorreta para se referir aos índices dos elementos “a₁₁” e “a₁₂” que deveriam vir

subscritos. A terceira é a menção aos elementos resultantes da multiplicação. No caso em questão, se a matriz resultante fosse C então esses elementos seriam " c_{11} " e " c_{12} ", e não " a_{11} " e " a_{12} ". Será que esses três detalhes afetaram a comunicação? Não, visto que ele parece ter compreendido a explicação da tutora, mas acrescenta não ter conseguido resolver os exercícios sobre demonstração. Contudo, o professor sugere como ele podia fazer isso. Nessa discussão, apenas acompanhei sem interferir nas contribuições da tutora e do professor. Prefiro elaborar um vídeo sobre multiplicação de matrizes, colaborar com o esclarecimento de dúvidas, assim como, estimular os estudantes a integrarem demonstrações matemáticas e produção de vídeos na Avaliação Online (Figura 46).

Figura 46 – Uma postagem de Marcos no fórum de dúvidas 1 (2)

Re: Dúvida lista 1 por Marcos - terça, 1 Mai 2018, 00:44	- Fórum de dúvidas 1 - (23/04 a 29/04)
Entendido. Os primeiros sete exercícios consegui resolver sem grandes problemas. Porém do exercício 8 em diante não consegui resolver nenhum, [...]	
Re: Dúvida lista 1 por Luiz Carlos - terça, 1 Mai 2018, 14:08	
[...] Quanto aos exercícios que envolvem demonstração é assim mesmo, [...] tenta fazer o primeiro sem olhar na solução, pensa bastante o que você precisa mostrar [...]	
Re: Dúvida lista 1 por Marcelo Batista - sexta, 4 Mai 2018, 10:43	
Olá [...] Estou elaborando um vídeo "curtinho" sobre a multiplicação de matrizes. Talvez, possa ajudá-lo!	
Vídeo disponível em: https://youtu.be/KUSOErMEIhQ	
	

Fonte: Dados da pesquisa.

Em outra participação, a estudante Geovana menciona um conteúdo da segunda webconferência. Ela posta que não entendeu como se resolvem as questões e nem como se transforma uma matriz qualquer em forma de escada. Vale ressaltar que a maneira como a estudante escreve não possibilita entender qual é a sua dificuldade acerca do conteúdo. Por sua vez, o professor parece ter percebido e orienta a estudante sobre a necessidade de ler, identificar e compreender quais operações elementares podem ser feitas em uma matriz para que, ao passar por transformações até reduzi-la à forma escada, sejam encontradas as matrizes equivalentes. Na resposta do professor há uma menção ao material da disciplina e, por meio de um exemplo, ele comenta passo-a-passo a transformação de uma matriz $A_{3 \times 3}$ dos coeficientes das variáveis mais a coluna dos termos independentes e realça quais operações

elementares foram necessárias para encontrar a matriz reduzida à forma escada $A'_{3 \times 3}$ (Figura 47).

Figura 47 – Uma postagem de Geovana no fórum de dúvidas 2

Atividades da página 25 por Geovana - terça, 1 Mai 2018, 10:43	- Fórum de dúvidas 2 - (30/04 a 06/05)
Eu não entendi como [...] transformar uma matriz qualquer em forma em escada.	
Re: Atividades da página 25 por Luiz Carlos - terça, 1 Mai 2018, 15:30	
[...] tem que ler [...] quais operações elementares podemos fazer com as matrizes [...] toda matriz A ($m \times n$) é equivalente a uma matriz linha reduzida à forma escada [...]. Assim devemos aplicar algumas operações elementares na matriz original [...]	
Re: Atividades da página 25 por Geovana - terça, 1 Mai 2018, 20:05	
Na questão 2, letra b, da página 25, fiz assim, mas não está certo.	
$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 3 & 5 \\ 1 & -2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_2 \leftrightarrow L_3} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 3 & 5 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_2 + L_3 \rightarrow L_2 / L_3} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 4 & 6 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_1 - L_2} L_1$	
O que fiz errado?	
Re: Atividades da página 25 por Luiz Carlos - terça, 1 Mai 2018, 22:09	
[...] Tente rever este passo.. $L_2 + L_3 \rightarrow L_2 / L_3$ [...]	

Fonte: Dados da pesquisa.

Em seguida, a estudante se encoraja e expõe a resolução do exercício que tentou fazer nesse mesmo tópico do fórum de dúvidas. Sem ter a certeza de como articulou as operações elementares, ela então apresenta o desenvolvimento dos cálculos e questiona para saber o que fez errado. O professor então identifica a operação elementar incorreta sem fazer referência ao emprego do método e sugere a estudante que reveja o passo 2, ou seja, $L_2 + L_3 \rightarrow L_2 / L_3$, pois ele não está de acordo com as três operações elementares que podem ser feitas sobre as linhas de uma matriz, a saber: (i) *permutação* da i -ésima com a j -ésima linha ($L_i \leftrightarrow L_j$); (ii) *multiplicação* da i -ésima linha por um escalar não nulo k ($L_i \rightarrow kL_i$); e (iii) *substituição* da i -ésima linha pela i -ésima linha mais k vezes a j -ésima linha ($L_i + kL_j \rightarrow L_i$)⁸².

No comentário do professor ele acrescentou que faria diferente esse passo 2 e definiria $L_2 - L_3 \rightarrow L_2$ e $L_3 + L_1 \rightarrow L_3$ como operações elementares para encontrar a matriz equivalente seguinte. Dois detalhes são observados nessa postagem. O primeiro deles pode supostamente revelar uma dificuldade que a estudante tinha com a operação subtração, pois

⁸² Cabe observar que a notação utilizada neste texto está de acordo com o material base da disciplina.

não havia a necessidade de trocar as linhas ($L_2 \leftrightarrow L_3$) no passo 1. O segundo detalhe é que a estudante não atentou para as três operações elementares sugeridas pelo professor. Digo isso, porque ela considerou a divisão entre duas linhas (L_2/L_3).

Em outra participação o Marcos questiona a solução de um exercício que envolvia a redução de uma matriz à forma escada e ele faz isso ao perceber que a solução disponibilizada pelo professor no MOODLE não estava de acordo com os seus estudos (Figura 48).

Figura 48 – Uma postagem de Marcos no fórum de dúvidas 3

Re: Dúvidas? - Fórum de dúvidas 3 -
por Marcos - quarta, 16 Mai 2018, 10:19 (07/05 a 13/05)

Na letra b do exercício 2 da página 35 a matriz "final" está de fato reduzida a forma escada?
Note que a coluna destacada em preto na imagem tem em todos seus elementos o número 1 e de acordo com o que eu estudei uma das condições para que uma matriz esteja reduzida a forma escada é a de que "encontrando o primeiro elemento não nulo de uma linha os elementos da COLUNA serão igual a zero. O que não é o caso desse exercício.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 2 & 7 \\ 2 & -1 & 0 & 1 & 8 \\ 0 & 3 & 6 & 0 & 8 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_2 \leftarrow L_2 - 2L_1} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 2 & 7 \\ 0 & -3 & -6 & -3 & -6 \\ 0 & 3 & 6 & 0 & 8 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_2 \leftarrow -\frac{L_2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 2 & 7 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 3 & 6 & 0 & 8 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_1 \leftarrow L_1 - L_2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 3 & 6 & 0 & 8 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_3 \leftarrow L_3 - 3L_2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 2 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_3 \leftarrow -\frac{L_3}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\frac{2}{3} \end{bmatrix}$$

Re: Dúvidas?
por [redacted] - quinta, 17 Mai 2018, 23:55

[...] está correto [...] a matriz encontrada não está reduzida a forma escada, [...]

Fonte: Dados da pesquisa.

Nessa postagem, o estudante realça que em uma matriz reduzida à forma escada “encontrando o primeiro elemento não nulo de uma linha os [demais] elementos da coluna serão igual a zero”, mas essa ideia não condiz com o material da disciplina. De todo modo, o estudante não observou que a resposta estava incompleta, pois havia a necessidade de realizar as seguintes operações elementares na matriz:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\frac{2}{3} \end{bmatrix} \begin{matrix} L_1 \leftarrow L_1 - L_3 \\ L_2 \leftarrow L_2 - L_3 \end{matrix} \sim \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & \frac{17}{3} \\ 0 & 1 & 2 & 0 & \frac{8}{3} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -\frac{2}{3} \end{bmatrix} \begin{matrix} L_2 \leftarrow L_2 - L_3 \\ L_3 \leftarrow L_3 + L_1 \end{matrix}$$

O detalhe é que quaisquer afirmações sobre o comportamento ou a solução da matriz podiam ser feitas somente depois de esgotadas as operações elementares. Cabe observar que não foi possível saber se a resposta disponibilizada no MOODLE estava incompleta.

Outrossim, embora seja possível entender o que o estudante quis dizer, a forma como ele escreve está incorreta, pois a definição de uma matriz $A_{m \times n}$ linha reduzida à forma escada diz que: (i) o primeiro elemento não nulo de uma linha não nula é 1; (ii) cada coluna que contém o primeiro elemento não nulo de alguma linha tem todos os seus outros elementos iguais a zero; (iii) toda linha nula ocorre abaixo de todas as linhas não nulas; e (iv) se as linhas 1, ..., r são as linhas não nulas, e se o primeiro elemento não nulo da i -ésima linha ocorre na k_i -ésima coluna, então $k_1 < k_2 < \dots < k_r$.

Ressalto que o item (i) do parágrafo anterior não pode ser utilizado em soluções incompletas, ou isoladamente dos demais itens (ii), (iii) e (iv), para afirmar que uma matriz está reduzida à forma escada. Isso vale para o exemplo trazido pelo estudante, mesmo que o primeiro elemento não nulo da linha 3 seja igual a 1. E mais, pelas operações elementares realizadas no mesmo passo, que resultaram no elemento a_{34} igual a 1, não implica dizer que os demais elementos calculados a_{14} e a_{24} seriam de pronto iguais a 0.

No fórum de dúvidas a participação de outra estudante questiona a resposta de um exercício referente a uma fábrica que produziu quatro dúzias de camisetas por R\$ 636,00, tendo custado a peça branca R\$ 12,00 e a colorida R\$ 15,00. Ciente disso, a estudante precisava informar quantas camisetas a fábrica teria produzido e, por sua vez, lucrado se fossem vendidas as brancas por R\$ 20,00 e as coloridas por R\$ 25,00 (Figura 49).

Figura 49 – Uma postagem de Gabriela no fórum de dúvidas 3

Re: Dúvidas? - Fórum de dúvidas 3 -
por [Gabriela](#) - quarta, 16 Mai 2018, 14:16 (07/05 a 13/05)

Na pag 36... Questão 1) b a resposta não seria 424 ao invés de 224 [...] Pois $28 \times 20 = 560$ e $20 \times 25 = 500$ somando 1060 e subtraindo a despesa de 636 = 424 lucro.

Re: Dúvidas?
por [Marcelo Batista](#) - quinta, 17 Mai 2018, 10:40

[...] concordo com você, pois [...] podemos chegar a solução [...]:

	Custo	Qtd produzida	Vendeu	Lucro
Branca (x)	12. 28 = 336	28	28.20 = 560	224
Colorida (y)	15.20 = 300	20	20.25 = 500	200
Total	636	48	1060	424

[...]

Fonte: Dados da pesquisa.

Infelizmente, não há registros nessa postagem de como a estudante 2 desenvolveu os cálculos para chegar as quantidades de 20 brancas e 28 coloridas. Além disso, não há dúvidas

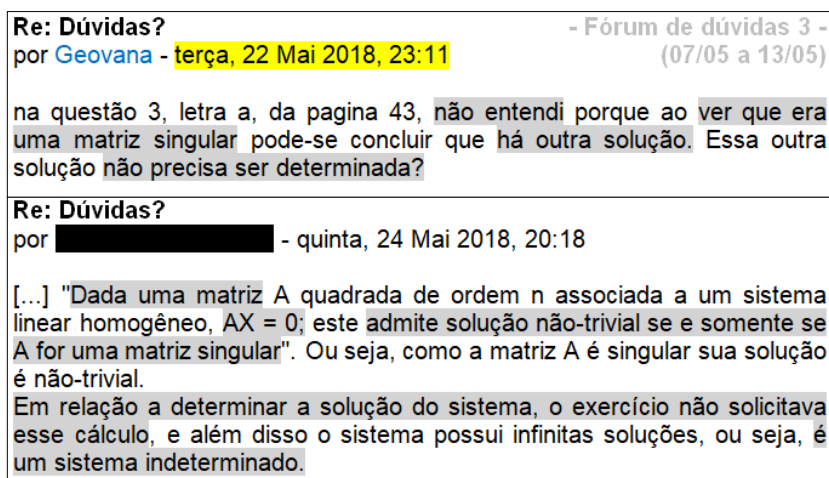
de que o seu questionamento é apresentado com segurança. Mas, ela resolveu o exercício ou se limitou a olhar a solução? Ambas as situações podem ter acontecido.

Com isso, ao ler que a fábrica havia produzido 4 dúzias de camisetas, Branca (x) e Colorida (y), ela compreendeu que a forma algébrica para representar essa informação seria por meio da equação $x + y = 48$ (I), assim como, entendeu que a outra equação $12x + 15y = 636$ (II) estaria associada aos custos da peça branca de R\$ 12,00, da peça colorida de R\$ 15,00 e do total para produzi-las de R\$ 636,00. Nesse caso, seja de uma forma ou de outra, ela calculou as quantidades de camisetas brancas e coloridas com esse sistema de equações lineares.

Em outra participação a estudante Geovana disse não ter entendido a relação da matriz singular com a solução de um exercício. Naquela ocasião, ela fez referência a solução não-

trivial do sistema de equações lineares dado por
$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 = 0 \\ x_1 - 2x_2 - 3x_3 = 0 \\ -3x_1 - x_2 + 2x_3 = 0 \end{cases}$$
 (Figura 50).

Figura 50 – Uma postagem de Geovana no fórum de dúvidas 3



Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse questionamento, a estudante expressa, de forma confusa, o que ela não havia entendido. Cabe enfatizar que no material da disciplina consta um teorema que diz o seguinte: “Dada uma matriz A quadrada de ordem n associada a um sistema linear homogêneo, $A.X = 0$; este admite solução não-trivial se e somente se A for uma matriz singular”. Ora, se o enunciado do problema pedia para determinar a solução não-trivial do sistema linear homogêneo é porque ele admite também a solução trivial (0,0,0) como uma das suas respostas. E mais, se o sistema linear homogêneo admite solução não-trivial é porque trata-se de uma matriz singular de ordem n, não invertível, e que, portanto, está associada as suas

várias soluções. Desse modo, o referido sistema linear homogêneo pode ser escrito na forma

$$\text{matricial } A.X = 0, \text{ ou seja, } \overbrace{\begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & -3 \\ -3 & -1 & 2 \end{bmatrix}}^A \cdot \overbrace{\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}}^X = \overbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}}^0.$$

Isso possibilita que sucessivas operações elementares sejam realizadas em A para encontrar a matriz linha reduzida à forma escada, conforme destacado a seguir:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & -3 \\ -3 & -1 & 2 \end{bmatrix} L_1 \leftarrow \frac{1}{2}L_1 &\sim \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 1 & -2 & -3 \\ -3 & -1 & 2 \end{bmatrix} L_2 \leftarrow L_2 - L_1 \\ L_3 \leftarrow L_3 + 3L_1 &\sim \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & -\frac{5}{2} & -\frac{5}{2} \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} L_2 \leftarrow -\frac{2}{5}L_2 \\ &\sim \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} L_1 \leftarrow L_1 - \frac{1}{2}L_2 \\ L_3 \leftarrow L_3 - \frac{1}{2}L_2 &\sim \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Ainda na parte final da postagem, a estudante questiona se “essa outra solução não precisa ser determinada” e a tutora responde que “o exercício não solicitava esse cálculo”. É importante observar que, nesse caso, não tem como determinar se o sistema linear homogêneo admite solução não-trivial sem a realização dos cálculos e isso pode ser feito, pelo menos, de três maneiras: (i) se for possível reduzir a matriz A à forma escada; (ii) se no escalonamento da matriz A não for encontrada a matriz identidade; e (iii) se o determinante da matriz A for igual a zero.

Em outra participação no fórum de dúvidas essa mesma estudante compartilha a sua dificuldade referente ao cálculo do determinante de uma matriz pela definição. Vale ressaltar que ela não diz exatamente qual é essa dificuldade.

Por sua vez, a tutora acentua que o cálculo do determinante por meio da definição é bastante “trabalhoso”. Nessa postagem, ela expõe uma limitação do MOODLE e a sua dificuldade de explicar apenas com a escrita como se calcula o determinante da matriz baseado nas escolhas dos elementos.

Na oportunidade, a estudante fez referência à permutação utilizada no cálculo do determinante da matriz $A = \begin{bmatrix} 4 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$. Desse modo, ela escreve que não entendeu porque esse “(-1) ficou elevado a 3” (Figura 51).

Figura 51 – Uma postagem de Geovana no fórum de dúvidas 4

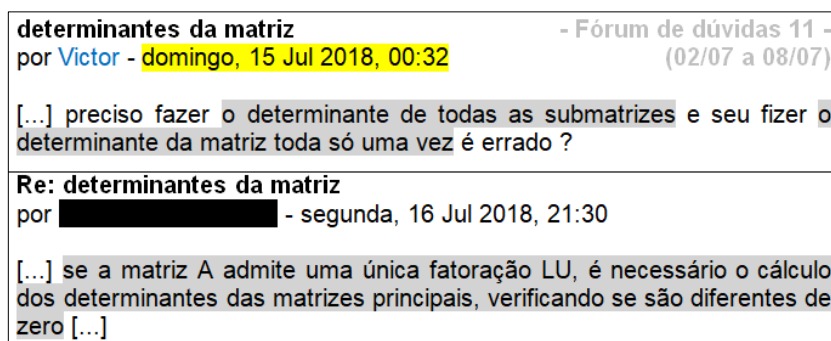
Dúvida por Geovana - quarta, 23 Mai 2018, 11:25	- Fórum de dúvidas 4 - (14/05 a 20/05)
Não entendi como calcular o determinante de uma matriz através da definição, [...]	
Re: Dúvida por [REDACTED] - quinta, 24 Mai 2018, 22:47	
[...] O cálculo de determinante através da definição é bem trabalhoso, e não saberia te explicar apenas escrevendo, pois você escolhe os elementos da matriz para multiplicar e a partir dessa escolha é que os cálculos são feitos. [...]	
Re: Dúvida por Geovana - segunda, 28 Mai 2018, 15:42	
[...] olhando o arquivo das soluções, não entendi porque, na letra b da 1, da página 47, o (-1) ficou elevado a 3 em uma parte ali, pois os elementos são a13a22a31, então ali seria necessário somente uma mudança. Temos 321, então só mudaríamos o 3 e o 1 de lugar, obtendo 123, que seria então só uma mudança.	
Re: Dúvida por Luiz Carlos - terça, 29 Mai 2018, 12:47	
[...] Inversão é quando um inteiro precede outro menor que ele. No caso a primeira inversão é 3,2 pois o 3 está antes do 2 e é maior do que ele. Outra é o 3,1 [...] outra é 2,1... Assim ficamos com 3 inversões. [...]	

Fonte: Dados da pesquisa.

Cabe ressaltar ainda que essa estudante faz uso incorreto da notação matemática, pois os índices dos elementos deveriam vir subscritos, assim como, vale questionar alguns pontos para esclarecer o que pode estar relacionado à sua dificuldade de entendimento. Primeiro, ela sabia que o determinante de uma matriz de ordem 3 é definido pelo somatório $\det A = \sum_{\sigma=1}^{n!} (-1)^j a_{1\sigma(1)} a_{2\sigma(2)} a_{3\sigma(3)}$? Segundo, ela tinha conhecimento que esse j é o número de inversões $\sigma = \{\sigma(1), \sigma(2), \sigma(3)\}$? Terceiro, ela tinha o entendimento de que esse somatório é estendido a todas as $3!$ permutações σ no conjunto $S = \{1, 2, 3\}$? Quarto, ela compreendia que todas as permutações possíveis σ são $\overbrace{\{1, 2, 3\}}^1, \overbrace{\{1, 3, 2\}}^2, \overbrace{\{2, 1, 3\}}^3, \overbrace{\{2, 3, 1\}}^4, \overbrace{\{3, 2, 1\}}^5, \overbrace{\{3, 1, 2\}}^6$? Quinto, ela entendia que as permutações no conjunto $S = \{3, 2, 1\}$ com $\sigma = \{\sigma(1), \sigma(2), \sigma(3)\} = \{3, 2, 1\}$ teria esse $j = 3$? Talvez, as respostas sejam não e o professor intervém ao perceber a dificuldade da estudante. Ao mesmo tempo, ele esclarece que essas inversões se dão do maior para o menor valor. Ou seja, dada a ordem numérica 1, 2, 3 então em $\widehat{3, 2, 1}$ a primeira inversão fica configurada em $\widehat{3, 2}$, a segunda inversão em $\widehat{3, 1}$ e a terceira em $\widehat{2, 1}$, o que é diferente da forma como ela posta ao ressaltar que “só uma mudança” seria feita na troca do 3 pelo 1.

Nessa mesma linha de dúvidas envolvendo o cálculo do determinante de matrizes, o estudante Victor expõe a sua dificuldade. Para tal, ele elenca duas questões gerais. Na primeira ele pergunta se precisa calcular “o determinante de todas as submatrizes” e na segunda quer saber se é errado calcular “o determinante da matriz toda só uma vez” (Figura 52).

Figura 52 – Uma postagem de Victor no fórum de dúvidas 11



Fonte: Dados da pesquisa.

Em especial, ao expor a sua dúvida, a tutora compreende o que o estudante quis dizer, inclusive sabe que o seu questionamento está associado a fatoração LU e que esse conteúdo ainda não tinha sido abordado na webconferência e nem nos vídeos de revisão produzidos pelo professor. De todo modo, a tutora responde de forma parcial às perguntas que o estudante faz e não orienta como calcular o determinante de uma matriz pelo método da fatoração LU . Talvez, fosse necessário acrescentar que se uma matriz A de ordem n possui todas as suas submatrizes principais com determinantes diferentes de zero então ela pode ser expressa como $A = L \cdot U$ (I), que é uma maneira única, onde $L = (m_{ij})$ é uma matriz triangular inferior, onde os m_{ij} são os elementos multiplicadores do método de eliminação de Gauss e $U = (u_{ij})$ é uma matriz triangular superior.

Por exemplo, se A for uma matriz quadrada de ordem 3 então:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ m_{21} & 1 & 0 \\ m_{31} & m_{32} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_{11}^{(n-1)} & a_{12}^{(n-1)} & a_{13}^{(n-1)} \\ 0 & a_{22}^{(n-1)} & a_{23}^{(n-1)} \\ 0 & 0 & a_{33}^{(n-1)} \end{bmatrix}.$$

Digo isso, porque seria possível calcular os determinantes das submatrizes principais

$$A_1 = [a_{11}], A_2 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \text{ e } A_3 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix},$$

assim como, seria possível verificar que são todos diferentes de zero e que a fatoração LU nada mais é do que uma multiplicação

de matrizes. Mas, e se essa matriz A fosse de ordem 100, 1.000 ou 10.000? Não restaria outra coisa a dizer, a não ser que o cálculo do determinante de todas as suas submatrizes seria “trabalhoso”. Desse modo, cabia acentuar na postagem que para minimizar os cálculos seria recomendável utilizar a decomposição LU em vez de outros métodos. Nesse sentido, depois de trabalhar esse conteúdo em uma webconferência o professor então pergunta o seguinte:

[...] o quê que vocês acharam desse método [...] decomposição LU ? [...] pegou a matriz A é [...] escalonar [...] [daí] ela fica [...] triangular superior [...] a gente aplicou esses métodos [...] usou [...] multiplicadores [...] monta uma L de forma que a diagonal principal é toda [igual a] um e os elementos abaixo [dela] são os multiplicadores [...] e [...] garante que [...] a U [...] é a triangular inferior com os multiplicadores [...] Outra coisa [...] a gente pode [...] resolver um sistema de equações lineares [...] Mas, é um sistema 3×3 [...] pra quê aplicar a fatoração LU ? Então vocês podem [...] [para] uma matriz muito grande [...] tá utilizando computadores [...] quem partir para a área da computação [...] matemática computacional [...] ela pode nos gerar um ganho, porque [...] um sistema de equações lineares com a fatoração LU [...] é mais fácil para resolver, porque na verdade [a matriz] já tá escalonada [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência).

Cabe observar que no mapeamento dos fóruns de dúvidas as participações desses estudantes revelam que apenas uma postagem foi feita dentro do período específico da semana, algo que pode sinalizar dificuldades relacionadas aos conteúdos de Álgebra Linear I em paralelo com o desenvolvimento das atividades de outras disciplinas naquele semestre, sem contar que alguns deles trabalhavam. Além disso, dentre as demais postagens, duas foram feitas em um fórum diferente daquele disponibilizado na semana e o período da noite apresenta um número maior de registros.

Do ponto de vista do significado produzido nos discursos, em todas as postagens nos fóruns de dúvidas, os estudantes utilizam os recursos semióticos da linguagem (escrita e layout) e, de forma específica, alguns acrescentam o simbolismo matemático e a representação. Nesses casos, isso facilitou o trabalho do professor e da tutora que prontamente responderam as dúvidas. A maioria dessas postagens tinha relação com os conteúdos trabalhados nas semanas. Não houve nenhum registro de contribuição relacionada à discussão entre estudantes, mesmo entre aqueles vinculados a um mesmo polo. Talvez, muitos deles se falassem pessoalmente nos polos e/ou nas cidades onde residiam ou trabalhavam e pensassem que não fosse necessário se expor nos fóruns de dúvidas. Isso pode ter ocorrido também pela configuração dos grupos visíveis e pelos fóruns de discussão da disciplina não terem o caráter avaliativo que mencionei no subcapítulo 4.2.1. As dúvidas postadas nos fóruns não eram direcionadas ao professor e nem a tutora.

Por fim, é difícil dizer se as postagens dos estudantes nesses fóruns contribuíam para esclarecer as dúvidas dos colegas, mas elas revelam indícios relacionados às escolhas dos

estudantes. Com relação à Avaliação Online, há o registro de uma estudante que postou apenas uma dúvida sem mencionar qualquer conteúdo matemático, mas esse tema foi abordado também nas sessões de webconferências.

Nas webconferências

De forma geral, nas webconferências o professor utilizou equipamentos (câmera, microfone, caneta digital e mesa digitalizadora) conectados a um computador para se comunicar com os estudantes. Não é possível dizer se esses estudantes estavam presentes nos polos durante à realização das sessões ou se acessavam de outros locais o link disponibilizado no MOODLE. De todo modo, após o encerramento das sessões, os vídeos eram postados como não listados no *YouTube* para que todos pudessem acessá-los no perfil do curso.

Já na webconferência 1, realizada em 25/04/2018, o professor se dirigiu aos estudantes e disse o seguinte:

[...] vocês trabalharam em Álgebra Linear com [...] representações [...] Aqui [em Álgebra Linear I] com o $\mathcal{H}^n$ [...], n maior ou igual a 4, a gente acaba não conseguindo fazer essa representação geométrica [...] acaba trabalhando com vetores e realizando operações [...] algébricas [...], certo? Sobre a Álgebra Linear [...] vamos pensar em computação! Quando a gente acessa uma página do Google e faz uma pesquisa [...] ele [o algoritmo] vai fazer [...] um cálculo [...] Vocês podem ver [...] quantos resultados possíveis ele conseguiu encontrar [...] então ali tá envolvido [...] o conteúdo que a gente vai ver hoje [...] de matrizes, certo? [...] uma das [suas] utilidades [...] tá [...] na computação [...] em engenharia a gente utiliza bastante [...] ela é muito importante, tá? E esse $\mathcal{H}^n$ é [com o] que se trabalha [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 1).

Nessa webconferência, o professor deu início as aulas de Álgebra Linear I e se beneficiou da tecnologia para tornar a sua fisionomia conhecida pelos estudantes, tutores e pesquisador. Nesse dia, foram identificados pelo chat apenas 14 perfis participantes, distribuídos entre estudantes, tutores, equipe técnica e pesquisador. Todavia, no *YouTube* consta que o vídeo dessa sessão teve 67 visualizações. Isso pode sinalizar que os ausentes acessaram o conteúdo da aula.

No início dos trabalhos, houve um momento de apresentação do professor e da tutora. De forma geral, o professor falou sobre a sua formação e a tutora a distância incentivou os estudantes a participarem dos fóruns de dúvidas. Depois disso, ele tratou sobre os administrativos ao destacar a ementa do curso, a sala virtual, o material base, os exercícios, o questionário (teste diagnóstico), as avaliações, a nota do semestre e o cabeçalho das semanas no MOODLE.

Passado esse momento de apresentação, o professor recorreu aos slides que traziam o conteúdo de matrizes (definição, matrizes especiais, propriedades e operações). Na oportunidade, ele resolveu dois exercícios, a saber, um que exigia o uso da técnica e outro que envolvia demonstração. Em especial, nesse último o professor explorou a resolução para orientar os estudantes acerca dessas questões. Nesse dia, ele deu dicas de softwares como o *GeoGebra* e apresentou o site *Matrix Calculator*⁸³ a fim de mostrar as suas utilidades.

Uma semana depois o professor abordou uma introdução de sistemas de equações lineares na webconferência 2, realizada em 02/05/2018. Na oportunidade, ele abordou a definição, discutiu a classificação desses sistemas e mostrou exemplos, inclusive, alguns que possibilitaram explorar o significado geométrico das soluções. O professor também trouxe outras definições, seguidas de exemplos, destacou a representação matricial, a matriz reduzida à forma escada, as linhas de equivalência e as operações elementares que podem ser realizadas nos sistemas de equações lineares.

Nesse dia, os registros do chat identificaram 17 participantes entre estudantes, tutores, técnico e pesquisador. Além disso, o vídeo dessa sessão disponibilizado no *YouTube* teve 51 visualizações.

No início dessa webconferência o professor destacou o seguinte:

[...] nessa aula nós vamos trabalhar os sistemas de equações lineares [...] a gente vai ver que tem uma relação entre sistemas de equações lineares e matrizes [...] representação matricial [...] a gente vai precisar resolver [...] e aí a gente vai aprender métodos para fazer essa solução, ok? (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 2).

Em seguida, o professor explorou o conceito e apresentou o exemplo de sistema de equações lineares $S: \begin{cases} 2x + y = 5 \\ x + y = 3 \end{cases}$, junto com a solução $x = 1$ e $y = 2$, para perguntar aos estudantes: “você podem responder aí como eu posso resolver essa equação, esse sistema de equações lineares? Você lembram, disso?” (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 2).

Naquela oportunidade, a resposta de um estudante destacou o uso de dois métodos e outras duas ressaltaram a realização de operações elementares como passo inicial para resolver o sistema de equações lineares. Em especial, essa participação configura nas webconferências uma marca das interações entre professor e estudantes (Figura 53).

⁸³ Disponível em: <https://matrixcalc.org/pt/>. Último acesso realizado em: 04 abr. 2020.

Figura 53 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 2 (1)

Bate-papo

Público **Opções** - Webconferência 2 - 02/05/2018

Polo NH 20:34
Por adição
Ou substituição 20:34

Jorge 20:35
se multiplicar por (-1) uma das equação
... 20:35

Marcos 20:35
posso multiplicar umas das equações por menos 1

Enviar

Sistema de Equações Lineares - Exemplos

Exemplo 1: No sistema de equações lineares

$$\begin{cases} 2x + y = 5 \\ x + y = 3 \end{cases} \quad x = 2 \text{ e } y = 1$$

$2x + y = 5$

ifm

Fonte: Dados da pesquisa.

Mais adiante, ele se refere ao exemplo de sistema de equações lineares $S: \begin{cases} x - 2y = 5 \\ 3x - 6y = -7 \end{cases}$ e mostra uma representação do gráfico de S que elaborou no *GeoGebra* para perguntar o seguinte: “Se a gente fosse trabalhar com função aqui, nós temos x e y , né? Uma equação em x e em y que tipo de função representaria? Qual é o nome dessa função?” (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 2) (Figura 54).

Figura 54 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 2 (2)

Bate-papo

Público **Opções** - Webconferência 2 - 02/05/2018

Geovana 20:56
Afim?

Jaqueline 20:56
afim

Geovana 20:56
pq não se interceptam

... 20:56

Enviar

Sistema de Equações Lineares - Exemplos

Exemplo 1: No sistema de equações lineares

$$\begin{cases} x - 2y = 5 \\ 3x - 6y = -7 \end{cases}$$

$x - 2y = 5$

$3x - 6y = -7$

ifm

Fonte: Dados da pesquisa.

Em resposta ao professor, por exemplo, a Geovana respondeu com outra pergunta, o que pode ter revelado a sua insegurança em relação ao conteúdo.

Por outro lado, no mesmo instante em que o professor responde positivamente a dúvida, a Jaqueline afirma que é afim e ele então acrescenta: “O quê que acontece? Por quê que não tem solução, pessoal?” (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 2). A Geovana então justifica que S não tem solução, porque as retas “não se interceptam”. Cabe observar que se as retas possuem esse comportamento a solução de S é vazia, o que é diferente da justificativa apresentada pela estudante.

Por sua vez, ele volta a questionar:

[...] Por quê que elas não se interceptam? O quê que acontece? [...] Será que mais adiante [...] se eu tirar o zoom [...], diminuir o zoom [...] elas têm um ponto em comum? Será? Não? Por quê que elas não se interceptam, né? Então o quê que a gente pode fazer aqui [...] a primeira [...] nós temos que isolar [...] o y [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 2).

Assim, o professor isola a variável nas duas equações lineares de S e escreve y em função de x , ou seja, $y = \frac{1}{2}x - \frac{5}{2}$ e $y = \frac{1}{2}x + \frac{7}{6}$. Em resposta ao questionamento do professor, outra estudante então disse que as retas não possuem pontos em comum, porque elas são paralelas e isso independe de tirar ou diminuir o zoom.

Em outro assunto, o professor utiliza como exemplo a matriz $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 1 \\ -5 & 2 \end{bmatrix}$ para realizar operações elementares e encontrar a matriz B (identidade). Em dado momento, ele ressalta o seguinte:

[...] na primeira linha tá tudo, ok? [...] A partir da segunda linha eu tenho que tentar zerar aquele dois [...] O quê que eu tenho que fazer. Vamos ver? [...] eu vou fazer linha 2... menos duas vezes a linha 1 [$L_2 - 2.L_1$]. Boa Geovana [...] vou botar aqui. A colega sugeriu ali [...] Ó, pessoal! [...] Eu comecei a passar a limpo aqui e apareceu uma matriz interessante. Qual é o nome dela... se eu deixasse assim? [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 2).

O professor refere-se somente a operação elementar realizada na linha 2 com $L_2 - 2.L_1 \rightarrow L_2$, na qual L_1 e L_2 de $A' = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ ? & ? \end{bmatrix}$ apresentam a característica de uma matriz identidade. Com isso, ele interage e continua a realizar as operações elementares na linha 3 ($L_3 + 5.L_1 \rightarrow L_3$) para encontrar $B = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$ equivalente à matriz A . Na ocasião, o professor trouxe esse exemplo para introduzir o conteúdo de matrizes reduzidas à forma escada e identificar as quatro condições destacadas no subcapítulo anterior. Ele falou sobre o algoritmo utilizado para reduzir uma matriz à forma escada, realizou as operações elementares em uma matriz $A_{3 \times 4}$ e comentou:

[...] Eu ia falar uma coisa com vocês agora que é muito legal um colega mandando dúvidas [...] eu vi lá na plataforma [MOODLE] o pessoal pedindo ajuda e é complicado, né? A gente responder uma dúvida assim lá no chat, no fórum [...] se eu falar muita coisa, mostrar a solução, será que vai ajudar o colega ou não? A gente sempre tenta dá um auxílio [...], né? [...] começa [...] a ajudar e depois o colega se vira [...] e [...] receber um retorno assim: consegui professor! É coisa muito boa [...] assim muito legal [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 2).

Com esse trecho, ele enfatiza a participação dos estudantes, destaca os limites no esclarecimento de dúvidas e ressalta a sensação do professor quando uma dificuldade é superada.

Já na webconferência 3, realizada em 23/05/2018, o professor deu continuidade ao conteúdo de matrizes reduzidas à forma escada. Nesse dia, ele resolveu exercícios de sistemas de equações lineares, abordou o posto de uma matriz e destacou a relação do conteúdo com a solução desses sistemas. Além disso, o professor discutiu soluções e explorou temas como: o sistema linear homogêneo; os métodos de Gauss e de Gauss-Jordan; e o cálculo da matriz inversa. Em dado momento, ele voltou a utilizar o site *Matrix Calculator* para mostrar as operações elementares realizadas em uma matriz.

Naquela sessão foram identificados 18 participantes entre estudantes, tutores e pesquisador. Ademais, os 23 registros de visualizações que o vídeo teve no *YouTube* sugere que ele não foi assistido por todos os ausentes.

Nesse dia, em atendimento ao pedido do professor, falei sobre a minha pesquisa para os estudantes e sobre a produção de vídeos na Avaliação Online no qual destaquei:

[...] Nossa principal intenção [...] é aproveitar [...], o uso frequente de celulares para envio [...] de vídeos [...] as pessoas curtem assistir [...] e compartilhar. Nossa proposta em trabalhar com esses vídeos curtos é envolver [...] conteúdos que tenham a essência da disciplina Álgebra Linear [...] conjuntamente ou isoladamente a gente consiga produzir [...] Pode ser uma videoaula, [...] um vídeo utilizando um software com captura de tela, [...] que utilize arte, [...] jogos, etc. A criatividade é de cada um e o conhecimento também [...] eu vou tá aqui para ajudá-los [...] não sei se tem como compartilhar a minha tela só para mostrar [exemplos nos quais] [...] apenas quis expressar uma ideia matemática [...] (PESQUISADOR, 2018, transcrição da webconferência 3).

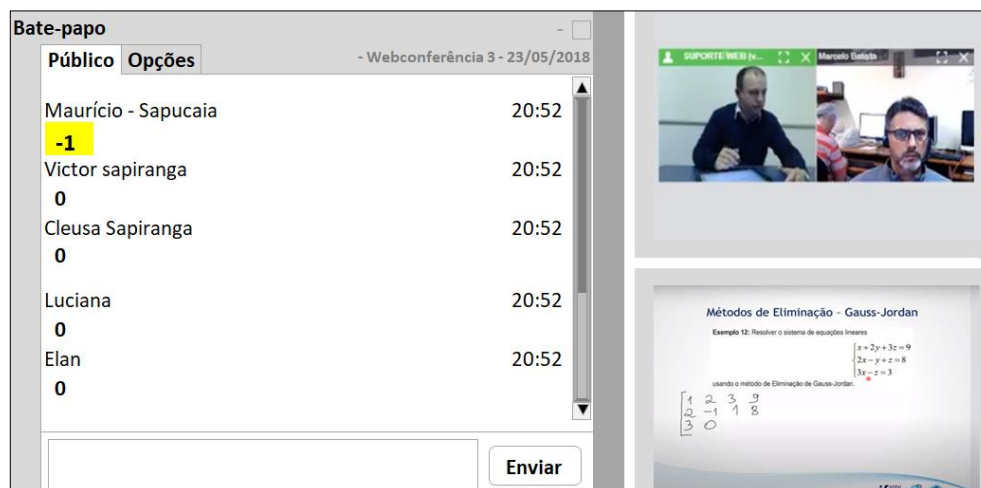
Nesse espaço cedido pelo professor compartilhei exemplos⁸⁴ de vídeos curtos com conteúdos matemáticos para mostrar aos estudantes que é possível produzi-los. Encerrada a minha participação, o professor deu sequência à aula e resolveu esse sistema de equações

lineares $S: \begin{cases} x + 2y + 3z = 9 \\ 2x - y + z = 8 \\ 3x - z = 3 \end{cases}$. Ao interagir com os estudantes e apontar para a terceira

⁸⁴ Disponíveis em: <https://youtu.be/8UhpTbTe49s> e <https://youtu.be/Pb7PwYX0mck>. Acesso em: 07 jun. 2020.

equação de S , o professor perguntou: “Qual é o coeficiente do y nessa parte?” (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 3) (Figura 55).

Figura 55 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 3 (1)



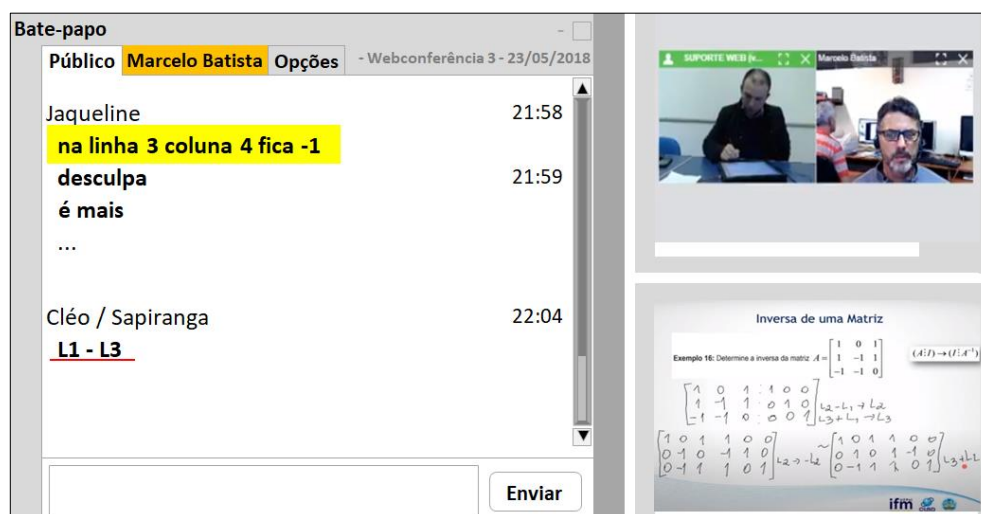
Fonte: Dados da pesquisa.

Ao ler essas respostas no chat, o professor perguntou: “Zero? Todo mundo pegou? Ele tá escondido lá, né? Não tem o y ali então é zerado, tranquilo?” (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 3). Talvez, na oportunidade o Maurício tenha respondido “-1” por desatenção. Todavia, os demais colegas reconheceram que a terceira equação de S era equivalente a $3x + 0.y - z = 3$.

Mais adiante, ao abordar o conteúdo da inversa de uma matriz, o professor pode contar com a participação dos estudantes que sugerem resultados de operações elementares e apresentam questionamentos que o ajudam a corrigir erros na matriz equivalente à matriz original.

Talvez, a dúvida da Jaqueline esteja associada ao seu cálculo impreciso que a levou rever e concordar com o professor. De todo modo, outra dúvida relacionada ao elemento a_{15} apontada por outra estudante, que aparece na sequência da resolução, fez o professor verificar os cálculos para corrigir o sinal do referido elemento de acordo com a sugestão do Cléo (Figura 56).

Figura 56 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 3 (2)



Fonte: Dados da pesquisa.

Por sua vez, em 06/06/2018, a webconferência 4 foi realizada com a participação de 14 estudantes mais o pesquisador. Já os registros no *YouTube* se limitaram a 27 visualizações, o que sinaliza a possibilidade de o vídeo ter sido assistido por todos os ausentes. Nesse dia, o professor abordou o conteúdo de determinantes, mais especificamente o conceito de permutação que é utilizado no cálculo do determinante de uma matriz.

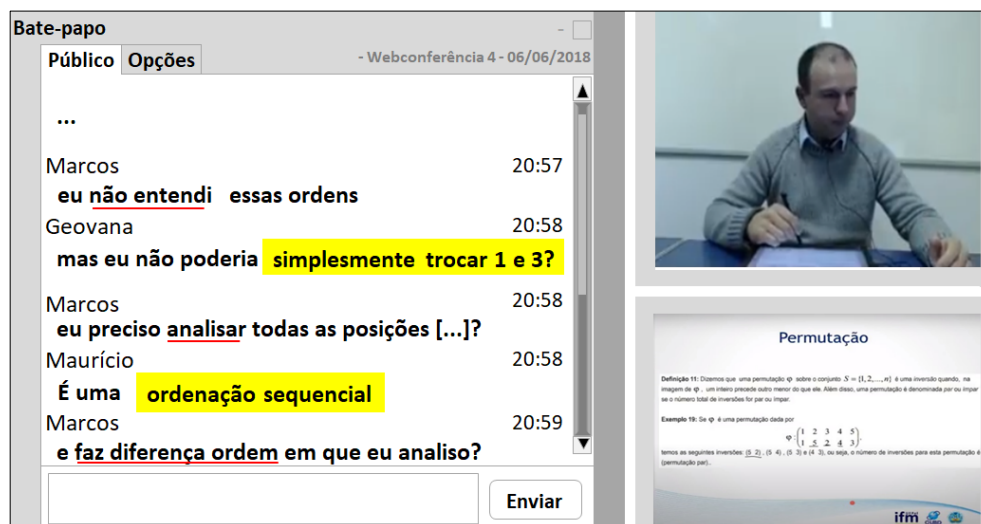
Em seguida, trouxe exemplos, enfatizou as propriedades, trabalhou a regra de Sarrus e o teorema de Laplace, que envolve o somatório do cálculo dos cofatores dos elementos da matriz. Além disso, o professor mostrou como calcular a adjunta e a inversa de uma matriz com o uso desses cofatores e finalizou a sessão com a regra de Cramer.

Nos registros do chat desse dia constam alguns questionamentos dos estudantes em relação ao conceito de permutação que é utilizado no cálculo do determinante de uma matriz. Na ocasião, o professor falou sobre esse conceito de permutação φ e apresentou um exemplo no qual dizia que se $\varphi = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 1 & 5 & 2 & 4 & 3 \end{pmatrix}$ então o número de inversões para essa permutação seria quatro, ou seja, na sequência destacada em amarelo no conjunto φ , essas inversões ficariam representadas por (5, 2), (5, 4), (5, 3) e (4, 3).

O professor então reforça uma parte da definição para dizer que, dada uma inversão, um inteiro precede outro menor do que ele, pois na segunda linha de φ o “3” não precede o “2”. Mais adiante, para esclarecer do que se tratavam essas permutações o professor apresentou a matriz $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$ e disse que o seu determinante seria definido pelo somatório $\det A = \sum_{\sigma=1}^n (-1)^j a_{1\sigma(1)} a_{2\sigma(2)}$ com j igual ao número de inversões $\sigma = \{\sigma(1), \sigma(2)\}$, ou seja, igual a

2. Ele acrescentou que esse somatório é estendido a todas as $2!$ permutações σ no conjunto $S = \{1, 2\}$ e que, nesse caso, elas seriam representadas por $\overbrace{\{1, 2\}}^1$ e $\overbrace{\{2, 1\}}^2$. Dito isso, o professor apresentou essa mesma ideia para o cálculo do determinante de uma matriz de ordem 3, o que levou o Marcos e a Geovana a questionarem (Figura 57).

Figura 57 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 4



Fonte: Dados da pesquisa.

Antes de responder aos estudantes, o professor ressaltou que para realizar esse cálculo o somatório seria $\det A = \sum_{\sigma=1}^{n!} (-1)^j a_{1\sigma(1)} a_{2\sigma(2)} a_{3\sigma(3)}$ com $j=3$, ou seja, j igual ao número de inversões $\sigma = \{\sigma(1), \sigma(2), \sigma(3)\}$ e o $3!$ ficaria $\overbrace{\{1, 2, 3\}}^1, \overbrace{\{1, 3, 2\}}^2, \overbrace{\{2, 1, 3\}}^3, \overbrace{\{2, 3, 1\}}^4, \overbrace{\{3, 2, 1\}}^5, \overbrace{\{3, 1, 2\}}^6$.

O professor leu as postagens dos estudantes no chat e disse o seguinte:

[...] Sim [ele responde para a Geovana e se refere ao conjunto $\{3, 2, 1\}$]. Ó, tu podes trocar o 3 com o 1, [...] o quê que [...] no vídeo [...] mostra, né? Trocar o 3 com o 1 [...] volta [...] o conjunto original, né? 1, 2, 3. Então a gente troca o 3 com o 1 vai me dá... uma forma. [Nesse ponto, ele lê a postagem do Mauricio e responde] [...] uma ordenação sequencial? É. Olha aqui. Tu podes dizer 3, 2, 1. Tu vais ter que olhar em ordem como se fosse uma expressão numérica [...] da esquerda para a direita, certo? [O professor aponta para o 3 com a caneta digital. Em seguida, aponta para o 2 e para o 1.] Então a gente tem o 3, vai olhar o 2 que é menor que 3 e o 1 que é menor que 3. Aí olha para o próximo. [Agora aponta para o 2] Tem o 2 que é maior que 1 então vai ter outra inversão aqui [...] o que nos importa é saber qual vai ser esse valor aqui [ele aponta para o j no somatório], se vai dar par ou ímpar [...] por quê que é importante verificar se vai dar par ou ímpar? Porque nós temos esse “-1” aqui elevado no j , certo? [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 4).

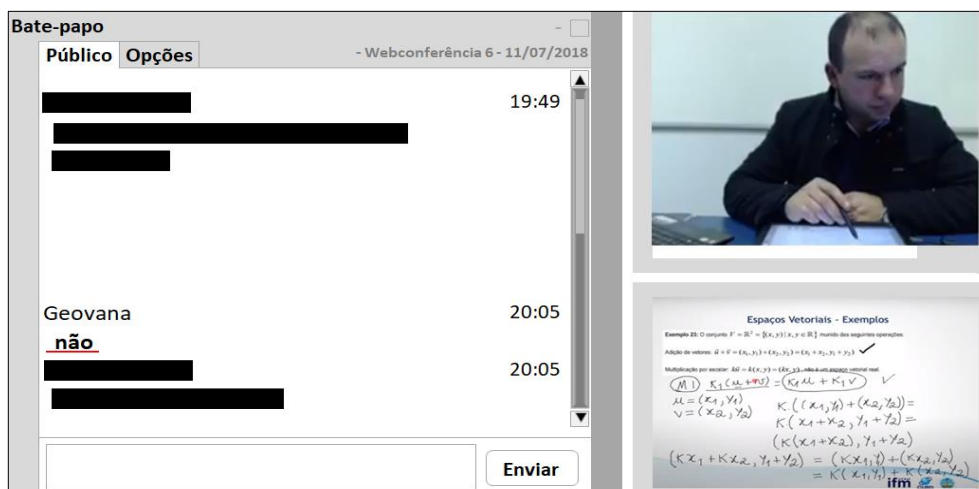
Cabe observar que a Geovana postou em 23/05/2018 uma questão semelhante no fórum de dúvidas 4 e ao responder o professor lembrou de um vídeo sugerido pela tutora. Nessa ocasião, o pensamento de ambos (estudante e professor) estava correto, pois segundo ele o importante é verificar se o número de inversões é par ou ímpar. Em seguida, em relação a ordem de análise, ele explicou para o Marcos que:

[...] Não, tu poderias analisar o 2 e o 1 primeiro, o 3 e o 1 primeiro, o 3 e o 2. Na verdade, [...] não interessa qual [...] tu vais analisar primeiro. Tu não vais ficar invertendo os números de lugar, trocando os números de lugar [Aqui ele fala de um modo diferente do que é mostrado no vídeo referido pela Geovana]. Tu vais olhar o 2 e o 1 ali tem uma inversão, o 3 e o 2, e o 3 e o 1, tá? [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência).

Por sua vez, na webconferência 5 realizada em 11/07/2018, entre estudantes e pesquisador estiveram virtualmente presentes apenas nove participantes e os registros no *YouTube* indicam que o vídeo teve 35 visualizações, o que pode sinalizar que todos os ausentes tiveram acesso a essa sessão. Nesse dia, o professor falou sobre espaço vetorial (propriedades, definição, exemplos, exercícios) e subespaço vetorial, apresentou teoremas e alguns exemplos de demonstrações.

Em dado momento, ao verificar se era espaço vetorial o conjunto $V = \mathcal{H}^2 = \{(x, y) | x, y \in \mathcal{H}\}$, munido das operações (i) $\vec{u} + \vec{v} = (x_1, y_1) + (x_2, y_2) = (x_1 + x_2, y_1 + y_2)$ e (ii) $k\vec{u} = k(x, y) = (kx, y)$, ele destaca o trecho $(k(x_1 + x_2), x_1 + x_2)$ e pergunta: “vocês sabem me dizer por quê que a primeira deu certo?” (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 5) ilustrada na Figura 58.

Figura 58 –Interações entre professor e estudantes na webconferência 6



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao ler a postagem de uma estudante e dizer que deu certo, ele reforça o seguinte:

[...] [ele aponta para a tela com a caneta digital identificada pelo pontinho vermelho] deu certo porque [...] essa aqui é uma parte da multiplicação por escalar usual, né? O quê que a gente faz? Multiplica o escalar... [ele lê a mensagem de uma estudante] tá? Soma usual, beleza? Mas, ainda além da soma usual... obrigado por contribuir [...] k [...] constante multiplica a primeira componente do vetor [...] A segunda que ele não multiplica, né? Então provavelmente a primeira partezinha vai funcionar, [...] porque ela é usual [...] [ele agora aponta para os resultados da multiplicação do escalar k pelo segundo componente do vetor] [...] só que aqui um deu y_1 e o outro deu $2y_1$ então não [...] vai ser um espaço vetorial, tá gente? [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 6).

Esses termos y_1 e $2y_1$ que o professor faz referência realçam a manipulação da segunda componente do vetor, mais precisamente no uso da propriedade distributiva em relação à adição de escalares, e mostram que os valores encontrados são diferentes. Desse modo, ele conclui que a propriedade não é válida para o conjunto V , que não é um espaço vetorial. Em seguida, o professor mostra a relação dessa combinação linear com o espaço vetorial, resolve exercícios que recaem nos sistemas de equações lineares e estimula a participação dos estudantes.

Essa forma de conduzir as sessões foi uma estratégia adotada pelo professor que realizou em 01/08/2018 a webconferência 7. Nesse dia, a aula contou com 12 participantes entre estudantes e tutores, além disso, as 34 visualizações registradas no *YouTube* sugerem que vários ausentes assistiram ao vídeo dessa sessão. Em especial, nessa webconferência o professor explora um exemplo de decomposição LU para falar que a solução geral de um sistema de equações lineares é determinada pelo produto de duas matrizes, ou seja, $A_{m \times n} = L_{m \times t} \cdot U_{t \times n}$.

Assim, ele considera a matriz $A = \begin{bmatrix} 3 & -1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & -2 & 1 \end{bmatrix}$ e disse que a matriz L seria uma matriz

triangular inferior com todos os elementos da diagonal principal iguais a 1, ou seja, $L =$

$\begin{bmatrix} 1 & l_{12} & l_{13} \\ m_{21} & 1 & l_{23} \\ m_{31} & m_{32} & 1 \end{bmatrix}$, onde $m_{21} = \frac{a_{21}}{a_{11}}$, $m_{31} = \frac{a_{31}}{a_{11}}$ (no primeiro passo) e $m_{32} = \frac{a_{32}}{a_{22}}$ (no

segundo passo) seriam os multiplicadores e os demais elementos l_{12} , l_{13} e l_{23} seriam todos nulos. Ele acrescenta que a matriz U seria uma matriz triangular superior do tipo $U =$

$\begin{bmatrix} u_{11}^{(2)} & u_{12}^{(2)} & u_{13}^{(2)} \\ 0 & u_{22}^{(2)} & u_{21}^{(2)} \\ 0 & 0 & u_{33}^{(2)} \end{bmatrix}$ e que, nesse caso, os elementos seriam definidos como resultado das

operações elementares.

Ao escrever a matriz L , o professor pergunta quais seriam os valores de l_{12} , l_{13} e l_{23} visto que ela tem a característica de uma matriz triangular inferior. Desse modo, o Marcos e o

Cléo respondem. Em seguida, o professor fala sobre o uso dos pivôs e dos multiplicadores no escalonamento da matriz para zerar os elementos m_{21} , m_{31} e m_{32} de L e como essa decomposição LU se assemelha em partes ao método de Gauss. Com isso, o Marcos afirma que o m_{21} seria igual a $a_{21}/\text{pivô}$ (Figura 59).

Figura 59 – Interações entre professor e estudantes na webconferência 7

The screenshot shows a web conference interface. On the left is a chat window titled 'Bate-papo' with tabs for 'Público' and 'Opções'. The chat history shows messages from Marcos and Cléo / Sapiiranga. Marcos asks 'a21/pivo' and 'isso é fórmula'. Cléo / Sapiiranga responds 'será multiplicado sempre pela linha do pivo?'. On the right is a video feed of a man (the professor) sitting at a desk. Below the video feed is a whiteboard with handwritten mathematical notes and equations related to LU decomposition.

Fonte: Dados da pesquisa.

Mais adiante, o Marcos questiona se “aquilo” tratava de uma “fórmula”. Ele expõe a dúvida após o professor escrever a operação $L_2 - m_{21} \cdot L_1 \rightarrow L_2$ para encontrar a linha 2 da matriz $A^{(1)}$ equivalente à matriz $A^{(0)}$. Nesse caso, o estudante não associou a definição dessas operações elementares a exemplo de como utilizou o método de Gauss em outros momentos. De todo modo, o professor responde o seguinte:

[...] É tipo uma fórmula que, na verdade, se tu parar pra pensar [...] é o que a gente tava sempre fazendo naqueles procedimentos [...] a gente pega a linha 2 menos tantas vezes que eu preciso igualar a linha 1 pra zerar este elemento da linha 2, né? [...] Sempre pode colocar assim linha 2 menos o multiplicador m_{21} vezes a linha 1 que vai me dá a linha 2, tá? [...] na verdade, um método, né? [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição do vídeo da webconferência 7).

O Marcos observa aquelas operações elementares e faz outra pergunta. Na oportunidade, ele queria saber se essa multiplicação “sempre” incluirá a linha do pivô e o professor enfatiza que sim. Por sua vez, o Cléo utiliza a operação elementar sugerida pelo professor e responde que o primeiro elemento resultante é igual a “0”.

Cabe observar que nas sessões de webconferência as participações dos estudantes revelam uma limitação quanto à tecnologia do chat. Do ponto de vista do uso dos recursos semióticos, em todas as postagens os estudantes utilizam apenas a escrita e o simbolismo matemático para produzir significados em seus discursos, mais precisamente ao solicitar o

esclarecimento de dúvidas e ao interagir com o professor. Com isso, diferente dos fóruns de dúvidas houve mais registros de contribuição relacionada à participação dos estudantes.

No mais, os conteúdos trabalhados nas webconferências tinham relação com a orientação das semanas no MOODLE e os registros revelam indícios referentes às escolhas dos estudantes. Além disso, mostram que eles conseguiam acompanhar o andamento das aulas, eram participativos, assim como, expunham dúvidas para o professor sobre o conteúdo matemático e sobre a Avaliação Online. Essa atividade também recebeu atenção no grupo do *WhatsApp*.

No WhatsApp

[...] durante a semana [...] vou colocar [no MOODLE] [...] uns vídeos mais focados em questões [...] para a avaliação [...] um pessoal andou me pedindo, porque não tão conseguindo ir assistir nos polos [...] vou colocar outras revisões, tá? [...] Agradeço a paciência [...] a parceria aí nas aulas [...] a recepção que vocês sempre fazem pra mim nos polos [...] espero poder estar contribuindo. Foi muito legal conhecê-los! [...] e essa na verdade é a nossa última web [...] tá certo gente? Mas, foi muito legal trabalhar com vocês [...] (PROFESSOR, 2018, transcrição da webconferência 7).

Com essas palavras finais o professor concluiu a webconferência da semana 15 e encerrou o ciclo de participações no chat. Cabe ressaltar que os últimos registros no fórum de dúvidas datam da semana 13, o que significa dizer que outros assuntos não relacionados à Avaliação Online passaram a circular no grupo do *WhatsApp* “AO – Álgebra Linear”, mas foram descartados na pesquisa.

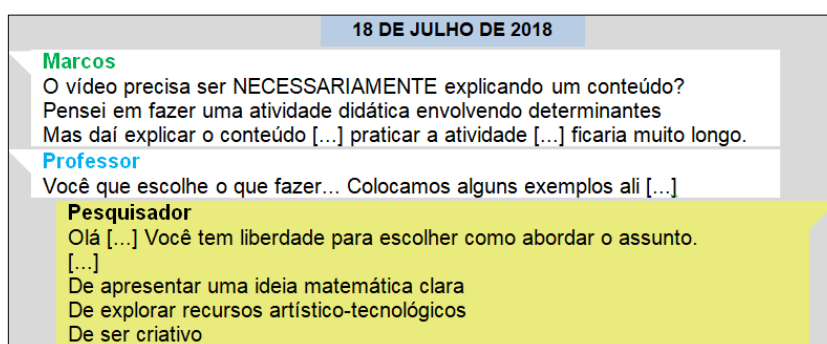
Depois de analisar os registros que constam nesse grupo, é possível dizer que nem todos os estudantes postaram suas dúvidas ou solicitaram algum esclarecimento sobre a atividade que envolveu a produção de vídeos. Talvez, as orientações da Avaliação Online tivessem sido compreendidas pelos estudantes ou as respostas até aquele momento fornecidas pelo professor e/ou pelo pesquisador tenham sido suficientes para atender aos questionamentos. É importante reforçar que nesse grupo, criado em 18/07/2018, as mensagens referentes à fase de produção dos vídeos ocorreram até a data de 08/08/2018. Além disso, constam nesta pesquisa, alguns registros de mensagens privadas enviadas por escolha dos estudantes e de grupos menores que seguiram a orientação do pesquisador.

Cabe acrescentar que, da parte dos estudantes, não foram solicitados esclarecimentos de dúvidas e nem foram discutidos os conteúdos matemáticos abordados nos vídeos. Dentre as sugestões que fiz com relação ao aprofundamento dos conteúdos e ao uso da nomenclatura, elas se configuram como reações ao conteúdo dos vídeos que me foram enviados pelos

estudantes para uma análise preliminar. Nessa análise, aponte os aspectos positivos e negativos que podiam ser melhorados nesses vídeos. E mais, todos esses estudantes que me enviaram os vídeos, além do professor, receberam um *feedback*.

De forma geral, os dados relacionados às trocas de mensagens no *WhatsApp* mostram que havia uma preocupação desses estudantes em saber como podiam produzir esses vídeos. Um exemplo disso é a dúvida do Marcos que expressa a sua dificuldade. O professor então esclarece que podiam ser abordados nos vídeos, por exemplo, uma situação cotidiana, a demonstração de um teorema e a gravação de uma aula para os colegas (Figura 60).

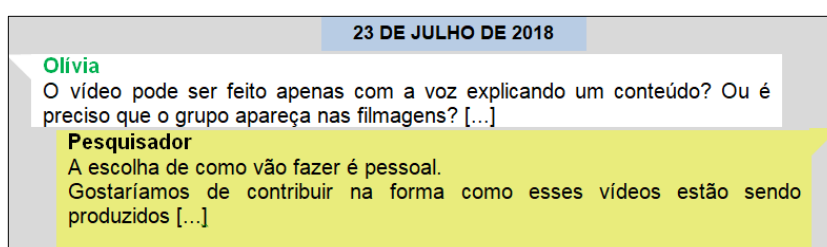
Figura 60 – Postagem de Marcos no grupo do *WhatsApp*



Fonte: Dados da pesquisa.

Em outras palavras, o professor ressalta que a escolha de como produzir os vídeos seria uma decisão do grupo. Por isso, reforcei as suas considerações e acrescentei alguns elementos para auxiliar nos esclarecimentos. Dias depois, a Olívia expôs uma dúvida (Figura 61).

Figura 61 – Postagem de Olívia no grupo do *WhatsApp*



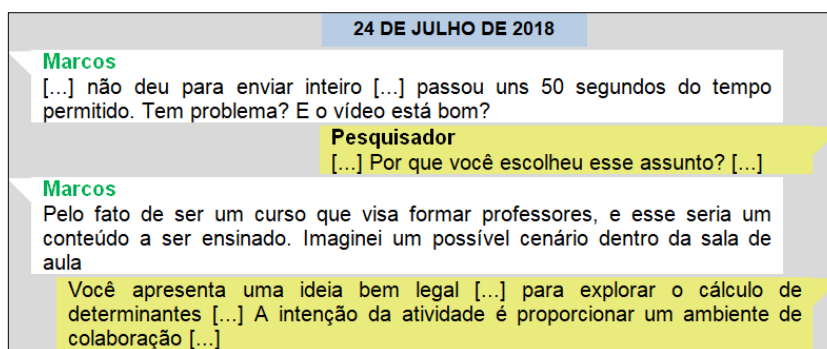
Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse caso, reiterarei que a escolha de como fazer isso era uma decisão coletiva e que nós (professor e pesquisador) não esperávamos receber vídeos profissionais. Na verdade, a única intenção com a realização dessa Avaliação Online era responder a seguinte pergunta de pesquisa: como esses estudantes expressam conteúdos matemáticos por meio de vídeos? Em

vista disso, ressaltei que nós (professor e pesquisador) gostaríamos de contribuir na forma como esses vídeos seriam produzidos por acreditar que os estudantes podem ser criativos quando: se envolvem com a Matemática; desenvolvem técnicas de produção; utilizam diferentes tecnologias; compartilham ideias; e combinam recursos semióticos a seus modos.

Passados alguns dias, o Marcos enviou a primeira versão do vídeo que produziu e expôs as suas primeiras dificuldades relacionadas a essa experiência (Figura 62).

Figura 62 – Postagens de Marcos no perfil privado do *WhatsApp* (1)



Fonte: Dados da pesquisa.

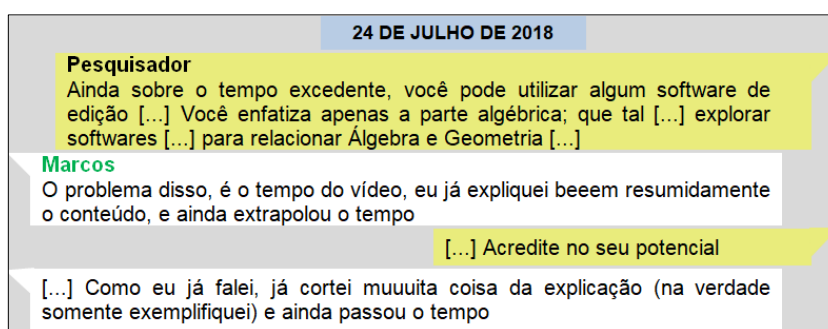
Na ocasião, o Marcos fez referência ao tamanho do arquivo e ao tempo do vídeo sem perceber que ambos estavam relacionados. Depois de algumas horas, tratei sobre as observações referentes ao seu vídeo e enfatizei que a minha intenção era apenas contribuir com o seu trabalho. Aproveitei para perguntar por que havia escolhido aquele assunto e ele respondeu que o cálculo de determinantes seria um dos conteúdos ensinados no curso de formação de professores de Matemática. Além disso, questionei por que ele havia produzido o vídeo sozinho, visto que na Avaliação Online continha uma orientação para que a atividade fosse feita em grupos de dois ou três estudantes. Ele então disse que se tratava apenas de uma desatenção e que, ao tomar conhecimento desse item, as cartas do jogo didático já tinham sido confeccionadas. Com isso, sugeri apenas ao Marcos que justificasse o porquê da sua escolha e acrescentei que a intenção da atividade visava proporcionar um ambiente de discussão e de aprendizagem entre estudantes sobre os conteúdos explorados nos vídeos.

Nesse sentido, König (2019, p. 118) observou que “trabalhar em grupo era tão natural que os pequenos problemas eram imediatamente resolvidos coletivamente, sem imposições nem grandes discussões”. No caso desse estudante o coletivo também foi priorizado e a versão final do vídeo 8 contou com a participação de outras duas colegas. Quanto à ideia de o vídeo ser “bem” legal, quis elencar os aspectos positivos, mas propus um desafio ao pedir

para explicar ou demonstrar por que o determinante de uma matriz quadrada de ordem 2 é calculado pelo produto dos elementos da diagonal principal subtraído do produto dos elementos da diagonal secundária. Quis lembrá-lo sobre o conteúdo de permutações no qual ele e outros colegas questionaram o professor na webconferência 4.

Observei também problemas técnicos na gravação relacionados às trepidações e perda de foco que comprometiam a qualidade do seu vídeo. Além disso, sugeri que não produzisse arquivos “grandes”, que fizesse a gravação em ambientes claros (Figura 63).

Figura 63 – Postagem de Marcos no perfil privado do *WhatsApp* (2)

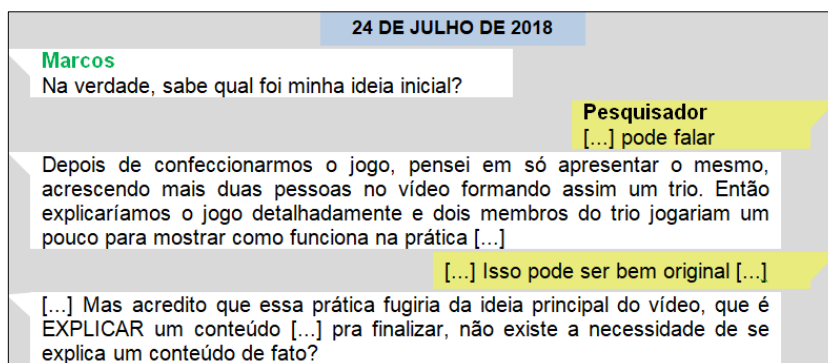


Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse instante, sugeri que o tempo excedente do vídeo poderia ser tratado com algum software de edição e ressaltei que ele teria a possibilidade de recortar, acelerar ou atrasar algumas partes ou, até mesmo, inserir legendas ou músicas de fundo, entre outros. No mais, realcei que ele enfatizava apenas a parte algébrica e tentei estimulá-lo a utilizar softwares para buscar relacionar Álgebra e Geometria em seu trabalho.

Na sequência das mensagens, ele revela qual foi a sua ideia inicial (Figura 64).

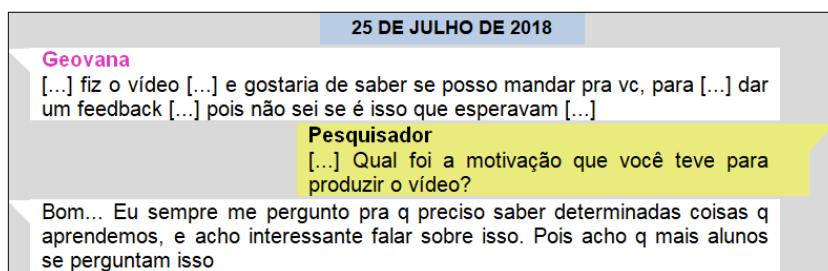
Figura 64 – Postagem de Marcos no perfil privado do *WhatsApp* (3)



Fonte: Dados da pesquisa.

Na oportunidade, expressei que ele deveria investir nessa ideia. Além disso, reforcei que não esperava um vídeo profissional e que apenas pretendia contribuir na forma como esse vídeo seria produzido. Por sua vez, a Geovana entra em contato e diz que gostaria de enviar o vídeo que produziu para receber um *feedback* (Figura 65).

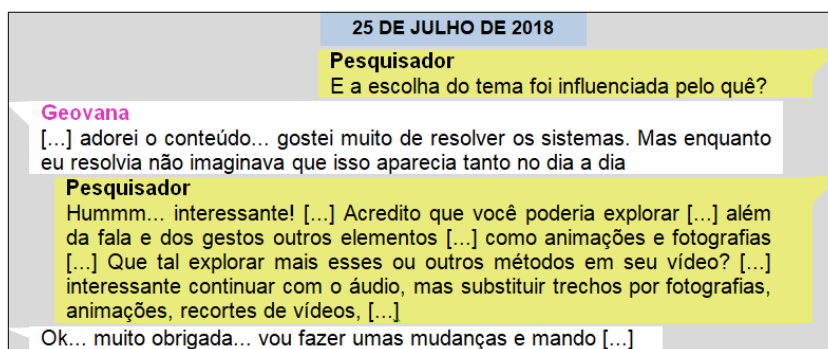
Figura 65 – Postagem de Geovana no perfil privado do *WhatsApp* (1)



Fonte: Dados da pesquisa.

Em tom de dúvida, a estudante acrescenta que não sabia se era isso que nós (professor e pesquisador) esperávamos e pela sua resposta não é possível dizer que a motivação tenha se originado na disciplina Álgebra Linear I. Parece algo relacionado às suas experiências anteriores que “sempre” a moveram e a levaram a questionar a utilidade do conhecimento que se “aprende” (Figura 66).

Figura 66 – Postagem de Geovana no perfil privado do *WhatsApp* (2)



Fonte: Dados da pesquisa.

A Geovana respondeu que havia gostado de resolver os exercícios e que não imaginava a presença dos sistemas de equações lineares no cotidiano, algo que chama atenção, pois no início do semestre ela expôs algumas dificuldades em relação a vários conteúdos e ao uso de diferentes técnicas na resolução dos exercícios. Em Borba, Neves e Domingues (2018, p. 19), os autores enfatizam que “as relações entre a Matemática e o cotidiano podem tomar outros

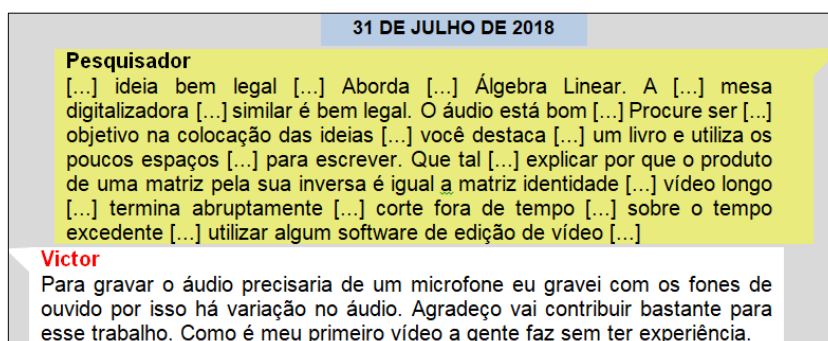
contornos devido à dinamicidade do vídeo com as experiências humanas podendo ser expressas de forma mais realista”. Por exemplo, em um trecho inicial do vídeo produzido pela Geovana, ela compartilha alguns dos seus momentos na disciplina.

Passadas algumas horas, fiz observações relacionadas ao seu vídeo com a intenção de contribuir. Dentre os aspectos positivos mencionei que: (i) ela demonstrava certo domínio e coragem ao utilizar um texto, a fala e alguns gestos para comunicar uma ideia matemática envolvendo sistemas de equações lineares aplicados a situações do cotidiano; (ii) a sua ideia de mostrar exemplos de aplicações de sistemas de equações lineares e de ressaltar a utilidade da Matemática no dia-a-dia era “bem legal”; (iii) ela abordava um dos assuntos estudados na disciplina Álgebra Linear I; (iv) o áudio, o vídeo, o texto e a fala estavam “muito bons”; (v) ela havia utilizado apenas uma parte do tempo recomendado na Avaliação Online e, com isso, sugeri que incrementasse o vídeo com imagens, recortes de vídeos, animações, entre outros.

Quanto aos aspectos negativos que podiam ser melhorados no seu vídeo, destaquei que: (i) valorizasse essa Matemática a qual fez referência e propus que utilizasse softwares para relacionar Álgebra e Geometria nas aplicações de sistemas lineares; (ii) explorasse o método de eliminação de Gauss-Jordan ou a regra de Cramer em vez de apenas mencioná-los; (iii) atentasse para o uso correto da nomenclatura; (iv) abordasse essas aplicações ao combinar áudio com fotografias, animações, recortes de vídeos, entre outros; (iv) mostrasse os vários exemplos que utiliza no vídeo integrados ao seu texto, pois todos eram legais para enfatizar a presença dos sistemas de equações lineares em diferentes áreas do conhecimento.

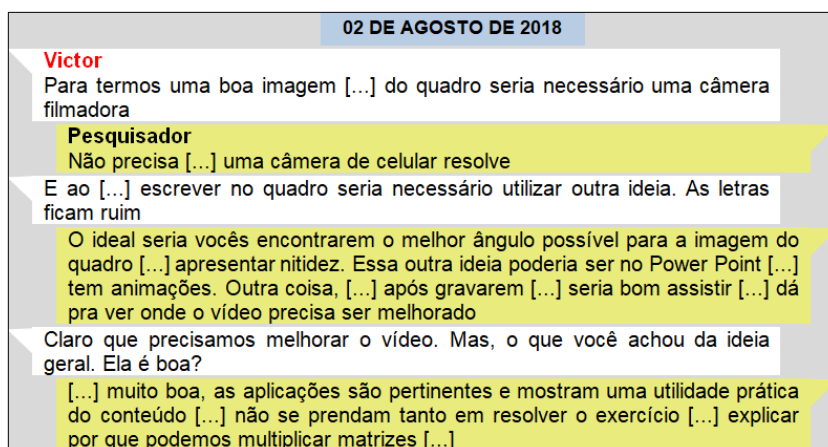
Outro contato recebido foi do Victor querendo saber sobre a necessidade de os estudantes aparecerem no vídeo. Na oportunidade, ele fez referência aos seus colegas do polo de Sapiranga que juntos produziram o vídeo *Aplicação de Matrizes*. Ressaltei que a escolha de como produzi-lo seria dos produtores e em relação à sua primeira versão enviei algumas mensagens com as observações que fiz.

Ao reconhecer que tinha bastante coisa para melhorar na sua produção, o estudante justificou que possuía recursos limitados e que não tinha nenhuma experiência em produção de vídeos. Três dias depois, o Victor me enviou uma nova versão, agora com a participação de todos os membros do grupo. Na ocasião, perguntei se haviam atentado para as sugestões que fiz e ele respondeu que leram todas (Figura 67).

Figura 67 – Postagem de Victor no perfil privado do *WhatsApp* (1)

Fonte: Dados da pesquisa.

O Victor acrescentou que o grupo havia abordado outro conteúdo. De todo modo, o estudante reconheceu que podia melhorar o vídeo, informou que o grupo iria se reunir para tratar sobre a atividade e pediu sugestões ilustradas na Figura 68.

Figura 68 – Postagem de Victor no perfil privado do *WhatsApp* (2)

Fonte: Dados da pesquisa.

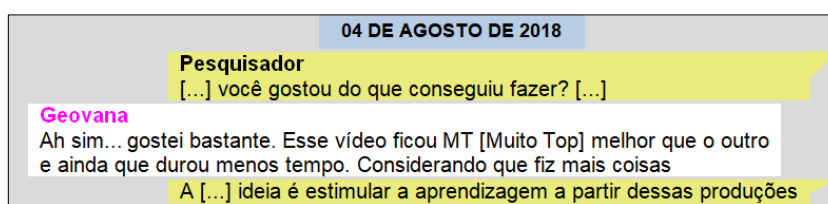
O estudante ressalta que o grupo precisaria de uma câmera filmadora para conseguir “boas” imagens do quadro. Em outras palavras, ele parece dizer que o resultado da filmagem não agradou o grupo e que, por isso, pensaram em utilizar outra ideia. Ressaltei que utilizassem os recursos do *PowerPoint* e que assistissem ao vídeo após o encerramento da gravação para identificar trechos que precisariam ser editados.

O estudante então perguntou sobre a ideia que o grupo apresentou no vídeo, algo que me agradou bastante ao vê-los utilizar aplicações de sistemas de equações lineares. Contudo, sugeri apenas que não se prendessem tanto em resolver exercícios.

Passado esse momento de troca de mensagens com o Victor, ele não mais entrou em contato para tratarmos sobre o vídeo produzido pelo grupo. Dias depois, o grupo submeteu o vídeo pelo MOODLE e, com isso, apurei que a decisão dos estudantes havia prevalecido.

Por fim, nas interações referentes aos ajustes das primeiras versões do vídeo, a Geovana foi uma das únicas estudantes que enviou mensagem com a expectativa de receber um *feedback* e, em uma dessas ocasiões, perguntei se ela havia gostado do que tinha conseguido fazer (Figura 69).

Figura 69 – Postagem de Geovana no perfil privado do *WhatsApp* (3)



Fonte: Dados da pesquisa.

Na oportunidade, percebi que o diálogo com a estudante ao longo da atividade fez toda a diferença na produção do vídeo. Em outras palavras, ela mesma declarou que gostou bastante da sua nova versão, que havia ficado “muito top” e que apresentava uma qualidade superior quando comparada a versão anterior. Além disso, a estudante demonstrou satisfação com o resultado final do vídeo ao mencionar a redução do seu tempo de duração e ao acréscimo que ela fez de mais elementos nessa produção. Ao ler o que ela escreveu, concordei e destaquei que nessa nova versão do vídeo tinha apenas alguns trechos na fala que apareciam embolados e que se ela quisesse poderia ajustá-los no trabalho de edição. Com isso, enfatizei no final da troca de mensagens que a ideia de envolver vídeos no ensino de Matemática é estimular a aprendizagem dos conteúdos e da técnica de como produzi-los.

Em síntese, as participações dos estudantes são representativas, pois vários temas aparecem no formato de dúvidas que foram respondidas. Em especial, dúvidas relacionadas ao conteúdo para saber se era preciso explicá-lo, se podia ser apresentado apenas com a voz (off) ou se havia a necessidade dos produtores aparecerem no vídeo, assim como, dúvidas acerca do formulário de envio, da possibilidade do vídeo ser equiparado a uma miniaula, da qualidade das primeiras versões, daquilo que esperávamos (professor e pesquisador) como atividade da disciplina.

Do ponto de vista da comunicação, prevaleceu a linguagem escrita nas postagens como o recurso semiótico mais utilizado pelos estudantes e essas postagens revelam indícios

relacionados às escolhas dos estudantes. Todavia, para produzir significados em seus discursos há registros nessas trocas de mensagens de alguns estudantes que se apropriaram da representação e do próprio vídeo elaborado na Avaliação Online.