UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Liliane Xavier Neves

Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB

Rio Claro

2020

LILIANE XAVIER NEVES

Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB

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", campus Rio Claro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba

Rio Claro – SP

2020

N518i

Neves, Liliane Xavier
Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB / Liliane Xavier Neves. -- Rio Claro, 2020
304 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Marcelo de Carvalho Borba

1. Educação matemática. 2. Sistêmico Funcional-Análise do Discurso Multimodal. 3. licenciatura em Matemática. 4. Universidade Aberta do Brasil (UAB). 5. Tecnologias digitais. I. Título.

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

LILIANE XAVIER NEVES

Intersemioses em vídeos produzidos por licenciandos em Matemática da UAB

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", campus Rio Claro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Educação Matemática.

Comissão Examinadora

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

Profa. Dra. Aparecida Santana de Souza Chiari
INMA/UFMS/Campo Grande (MS)

Prof. Dr. Danyal Farsani
Universidad de Chile/ Santiago

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

Profa. Dra. Vanessa Oechsler
IFSC/ Campus Gaspar (SC)

Rio Claro, SP, 4 de fevereiro de 2020.

Resultado: Aprovada

À minha família, em especial aos meus pais Raymundo e Nelma,
por sua capacidade de acreditar e investir em mim.
Sua dedicação e amor me deram força para seguir e vencer
todos os obstáculos tendo a certeza de que eu não estava sozinha.
Amo todos vocês imensamente e eternamente.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Marcelo Borba pelo incentivo e apoio que foram fundamentais para a realização desta pesquisa. As suas críticas e reflexões nas caminhadas, nas aulas, nas simples conversas contribuíram para o meu crescimento como investigadora e como educadora. Também foi com seu exemplo que percebi a importância de refletir sobre a natureza política do processo educativo.

Agradeço a colaboração das professoras Dra. Aparecida Chiari e Dra. Vanessa Oechsler e dos professores Dr. Danyal Farsani e Dr. Ricardo Scucuglia cujas contribuições foram fundamentais para o refinamento e concretização desta investigação.

Aos estudantes participantes da pesquisa pela disponibilidade e dedicação, sem as quais essa pesquisa não poderia se realizar. Agradeço a cada um de vocês que deixaram de lado todas as urgências de suas vidas, para produzirem os vídeos, até mesmo durante a madrugada. Sinto-me feliz pela conversa que tivemos sobre a importância da pesquisa para a Educação Matemática, o que me fez agradecer imensamente pela oportunidade de desenvolver essa pesquisa com vocês.

As professoras Ma. Rosely Ouais Pestana Bervian e Ma. Gerusa Soares Pinheiro que aceitaram e apoiaram a realização da produção dos dados desta pesquisa na UNEB, permitindo que eu utilizasse parte do seu tempo nas disciplinas e me apoiando neste que foi o meu primeiro contato com a EaD.

Aos membros do GPIMEM pelo acolhimento, momentos de descontração e aprendizado que fortaleceram as minhas concepções sobre o trabalho em grupo e que promoveram reflexões profundas sobre a pesquisa qualitativa. Agradeço também ao Geraldo Lima pela assistência sempre e pelas caronas para as reuniões do Kino-Olho.

Aos meus amigos do E-licm@t-Tube pelo companheirismo, amizade e união na execução das tarefas ligadas ao projeto de pesquisa e na organização dos Festivais. Foi um grande aprendizado.

A todos os meus professores pelo exemplo de amor e dedicação à prática docente, em especial, agradeço a Jane, Emília, Maria da Glória, Erinalva, Afonso, João Paulo, Hidelberto, Rodrigo, Heloísa, Marcelo e Ricardo, professores do ensino fundamental, do ensino médio, da graduação, do mestrado e do doutorado, alguns que sempre me serviram de inspiração e outros que passaram a me inspirar recentemente.

A todos os funcionários da UNESP que tive contato e me auxiliaram quanto aos procedimentos burocráticos, sendo pacientes e prestativos. Em especial, agradeço a Inajara, José e Elisa que me socorreram quando me deparei com as burocracias ou problemas técnicos, sempre com competência inigualável.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro, por todo apoio e pelas contribuições nas jornadas que apresentei.

A UESC, universidade na qual iniciei minha formação e que agora, como docente, tornou possível que eu chegasse a esse momento, em que pleiteio o doutorado.

Aos meus colegas da área de Matemática da UESC, que apoiaram a minha decisão de fazer o doutorado em Educação Matemática na UNESP e fizeram questão de assumir a minha carga horária na universidade, permitindo que eu estivesse aqui. Tenho muita sorte de ter colegas como vocês.

Aos membros do GPEMAC, por me apontarem caminhos no amplo campo da Educação Matemática, sendo fundamentais na minha decisão de seguir na linha de pesquisa que escolhi. Agradeço também a minha colega Eurivalda pela oportunidade de participar do seu projeto PEA, que me fez ver de perto os problemas da Educação e me fazendo refletir sobre o meu papel como educadora.

Às minhas amigas Maria Francisca e Simone que me acolheram com carinho em sua casa quando estive em Rio Claro para cursar disciplina no verão de 2016.

Aos meus amigos Rosane, Elisângela, Camila, Ana Amélia, Wellington, Denison e Carlinha, pela torcida, palavras de incentivo, força e alegria. Vocês me apoiaram em momentos específicos e decisivos e eu nunca esquecerei.

À Placido pelo apoio em Salvador durante as produções dos dados e pelas palavras de incentivo nos momentos difíceis que enfrentei. Muito Obrigada.

Aos meus amigos Bárbara, Jonson, Marli, Carla e Ana Paula pela parceria, momentos divertidos e boas conversas nesses quatro anos. Vocês tornaram mais leve a vida em Rio Claro. Amizades para a vida inteira.

Aos meus queridos tios Norma Xavier (in memoria) e Raimundo Xavier pelas palavras de incentivo e pelas conversas em que compartilharam sua sabedoria comigo.

À minha família pelas orações, amor, cuidado e apoio incondicional. Agradeço todos os dias por ter vocês.

À Deus, que me faz sentir segura e cuja fé não me deixa vacilar.

Ninguém educa ninguém,
ninguém educa a si mesmo,
os homens se educam entre si,
mediatizados pelo mundo.

Paulo Freire (2015)

RESUMO

A revolução tecnológica da comunicação audiovisual vivenciada na contemporaneidade evidencia o papel educativo das mídias digitais e demanda novos papéis a serem desempenhados pelas instituições educacionais e o seu corpo docente, incentivando metodologias que valorizem a aprendizagem dialógica e a produção conjunta de conhecimento. Os vídeos se sobressaem como uma tecnologia que estimula os sentidos na produção de conhecimento matemático, levando a uma nova forma de conhecer. Nesse contexto, a pesquisa apresentada neste relatório buscou compreensões em torno da seguinte pergunta: Como licenciandos em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos ao utilizarem vídeos digitais para expressar ideias matemáticas? Essa pergunta reflete o interesse nas escolhas de recursos semióticos como linguagem, simbolismo matemático, imagens, linguagem corporal, músicas e sons, além do papel dos vídeos digitais na realização de suas combinações a fim de produzir significados no discurso matemático. A pesquisa foi desenvolvida com duas turmas do curso de licenciatura em Matemática de Educação a Distância da Universidade do Estado da Bahia, a partir da proposta de uma atividade de produção de vídeos sobre ideias matemáticas. A metodologia aplicada foi qualitativa e a observação participante virtual foi adotada para acompanhamento das produções de vídeos em fóruns do ambiente virtual de aprendizagem do curso. Os estudantes realizaram reuniões presenciais para a execução da produção dos vídeos e geraram relatórios desses encontros e roteiros dos vídeos, os quais se constituem como dados da pesquisa, assim como os próprios vídeos e as transcrições resultantes dos fóruns. A Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal foi adotada como abordagem teórica, fundamentando a investigação em torno das estratégias utilizadas nas combinações dos recursos semióticos, as intersemioses, nos vídeos produzidos pelos estudantes. Foram selecionados cinco vídeos com base na visualização repetitiva e comparação dos eventos críticos. A análise multimodal dos vídeos selecionados sugere que os estudantes participantes da pesquisa recorrem à linguagem verbal, às imagens matemáticas e ao simbolismo matemático em intersemioses para expressar ideias matemáticas, sem alterar suas funcionalidades específicas para o vídeo em um contexto formal inserido para explicar a ideia matemática. Recursos cinematográficos foram utilizados para introduzir o problema matemático em um contexto de aplicabilidade. Os gestos foram utilizados com o intuito de reforçar ou materializar elementos do discurso matemático no vídeo. A música funcionou como elemento motivador, invocando emoções a fim de proporcionar um ambiente informal para a discussão matemática; as imagens em movimento foram utilizadas para situar o problema matemático proposto no vídeo em um contexto considerando imagens reais, além de proporcionarem a demonstração de simulações de eventos matemáticos. Desta forma, a natureza multimodal do vídeo possibilitou que os sujeitos da pesquisa realizassem intersemioses entre os recursos semióticos presentes no discurso matemático tradicional e outros recursos específicos da linguagem cinematográfica. Essas combinações potencializaram as possibilidades de expansão semântica nas intersemioses realizadas com esses recursos semióticos.

Palavras-chave: Recursos semióticos. Multimodalidade. Análise do discurso multimodal. Tecnologias digitais. Expansões semânticas.

ABSTRACT

The technological revolution of audiovisual communication experienced in contemporary times highlights the educational role of digital media and demands new roles to be played by institutions and their teachers, encouraging methodologies that value dialogical learning and the joint production of knowledge. Videos stand out as a technology that stimulates the senses in the production of mathematical knowledge, leading to a new way of knowing. In this context, the research presented in this report sought understandings around the following question: How do students of a distance learning mathematics degree course combine semiotic resources when using digital videos to express mathematical ideas? This question reflects the interest in resources functionalities such as language, mathematical symbolism, images, body language, music and sounds, as well as the role of digital videos in making their combinations to produce meaning in mathematical discourse. The research was developed with two classes of the Distance Education Mathematics undergraduate course of Bahia State University, from the proposal of a video production activity on mathematical ideas. The applied methodology was qualitative, and virtual participant observation was adopted to follow the video productions in forums of the course virtual learning environment. The students held face-to-face meetings to produce the videos and generated reports of these meetings and video scripts, which constitute the research data, as well as the videos themselves and the resulting transcripts of the forums. The Functional Systemic - Multimodal Discourse Analysis was adopted as a theoretical approach, basing the investigation around the strategies used in the combinations of semiotic resources, the intersemioses, in the videos produced by the students. Five videos were selected based on repetitive viewing and comparison of critical events. The multimodal analysis of the selected videos shows that the students participating in the research use verbal language, mathematical images and mathematical symbolism in intersemioses to express mathematical ideas without changing their video-specific functionality. Other resources were introduced to reinforce aspects of mathematical discourse in the video: The gestures were used in order to reinforce or materialize elements of the mathematical speech in the video; music acted as a motivating element, invoking emotions to provide an informal environment for mathematical discussion. Moving images were used to place the proposed mathematical problem in the video in a context considering real images, besides providing the demonstration of simulations of mathematical events in the video. Thus, the multimodal nature of video made it possible for the research subjects to intersemiose the semiotic resources present in traditional mathematical discourse and other specific resources of audiovisual language. These combinations potentiated the possibilities of semantic expansion in intersemioses performed with these semiotic resources.

Keywords: Semiotic resources. Multimodality. Multimodal discourse analysis. Mathematical Education. Semantic expansions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
ABED	Associação Brasileira de Educação a Distância
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
E-licm@t-Tube	Pesquisa Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância
FTC	Faculdade de Ciência e Tecnologia
GPIMEM	Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática
GPEMAC	Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Matemática em Ambiente Computacional
M^3	M^3 Matemática Multimidia
PCLM	Projeto do Curso de Licenciatura em Matemática
PMD	Performance Matemática Digital
SF-ADM	Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal
TSF	Teoria Sistêmico Funcional
UNEAD	Unidade Acadêmica de Educação a Distância
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UNEB	Universidade do Estado da Bahia
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
UFBA	Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa foram analisadas as intersemioses para a expressão de ideias matemáticas em vídeos digitais. Segundo Van Leeuwen (2005), recursos semióticos são meios comunicativos produzidos fisiologicamente ou tecnologicamente para produzir significados, como linguagem verbal, simbolismo matemático, imagens, expressões faciais, gestos, música e som. O processo de combinação de recursos semióticos são as intersemioses através das quais o significado é proveniente. As combinações supracitadas resultaram na produção de significados condicionados às escolhas dos recursos e à tecnologia utilizada, neste caso, o vídeo digital. Essa análise ofereceu uma resposta à seguinte questão proposta nesta pesquisa: Como licenciandos em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos ao utilizarem vídeos digitais para expressar ideias matemáticas?

O foco desta investigação está nas contribuições da *combinação dos recursos semióticos como parte do desenvolvimento da aprendizagem matemática* pela sua possibilidade de potencializar o discurso matemático no meio digital, além de analisar *o papel dos vídeos nesse processo*. A leitura dos resultados da pesquisa não deve desconsiderar *o contexto* em que esta foi desenvolvida, a saber, duas turmas de um curso de licenciatura em Matemática da modalidade de Educação a Distância da Universidade do Estado da Bahia. Os dados foram produzidos em períodos distintos: no segundo semestre de 2016, com estudantes na disciplina Geometria Analítica II e no primeiro semestre de 2017, com estudantes na disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática. Nesses períodos, a partir da proposta de uma atividade de produção de vídeos sobre o conteúdo das disciplinas, foram promovidas discussões no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) do curso com o intuito de possibilitar reflexões, por parte dos licenciandos participantes, sobre o uso e a produção de vídeos nas aulas de Matemática. Os *fóruns abertos para as discussões sobre o processo de produção de vídeos* no ambiente online chamam a atenção para as possibilidades de construção e compartilhamento de conhecimentos teóricos e práticos no ciberespaço[1]. Os destaques supracitados apontam para os temas que são introdutórios nessa tese, os quais são apresentados em quatro seções: Vídeos digitais e a expressão do conhecimento matemático; Representações múltiplas e multimodalidade na produção de vídeos; A pesquisa E-licm@t-Tube e os Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática; Reflexões sobre a produção de vídeos na formação inicial do professor de Matemática na Educação a Distância.

[1] Segundo Lévy (2010), o ciberespaço é o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores.

1.1. Sobre a trajetória do pesquisador

Ao propor uma investigação o pesquisador assume o compromisso de andar em torno de uma pergunta olhando-a sob diversas perspectivas em busca de compreensões a seu respeito (BICUDO, 1993). Essas compreensões estão condicionadas às concepções do pesquisador referentes às noções de Educação, de Ciência e visão de conhecimento. Bogdan e Biklen (2006) afirmam que pesquisadores devem observar seu próprio estado de subjetividade e seus efeitos sobre os dados, porém nunca devem acreditar que serão completamente bem-sucedidos, visto que, até mesmo pela elaboração da pergunta de pesquisa perpassam subjetividades. Sobre esse aspecto, informo que esta seção foi escrita em primeira pessoa e nela são descritos elementos do meu percurso formativo a fim de que o leitor entenda as escolhas realizadas durante o desenvolvimento da pesquisa, assim como na elaboração deste relatório, de forma que possa verificar de qual perspectiva, do ponto de vista pessoal, o fenômeno em questão é analisado.

O meu interesse pela Matemática começou no período escolar pela influência e motivação de professores de Matemática inspiradores. Esse interesse evoluiu culminando com a minha decisão em cursar Bacharelado em Matemática na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), primeira etapa do meu projeto pessoal de lecionar em uma universidade. Durante o curso de Bacharelado passei por experiências que me fizeram refletir sobre a importância da formação pedagógica também para professores da área de Ciências Exatas das universidades. Esse era um pensamento recorrente, responsável também por questionar minha metodologia nos primeiros anos atuando como professora.

Com respeito à minha primeira experiência como docente, ministrei aulas de Matemática e Geometria durante os dois anos finais da minha graduação, em turmas de quinta à oitava série, para estudantes do ciclo normal e estudantes do ciclo de Jovens e Adultos. Os cursos de formação promovidos pela escola, a troca de experiências com outros professores nas reuniões de planejamento e a participação nas atividades da escola, de forma geral, contribuíram na composição da educadora que sou hoje e que continua em formação.

No mestrado em Matemática na Universidade Federal de João Pessoa pesquisei na área de Geometria Diferencial. Em seguida, comecei a ministrar aulas como professora visitante na UESC. As minhas inquietações com relação à necessidade de uma formação pedagógica me levaram a participar do Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Matemática em Ambiente Computacional (GPEMAC). O GPEMAC realiza pesquisas no campo da Educação Matemática fundamentando-se, principalmente, em teorias da Didática Francesa e os cenários de pesquisas são os cursos de Ciências Exatas da própria UESC, além das escolas da região de influência dessa universidade. A partir dessa iniciativa me senti motivada a implementar mudanças na minha prática docente com o uso de tecnologias, principalmente nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral. Destaco esse ponto, visto que, depois de finalizada a elaboração deste relatório, percebi que os exemplos criados por mim para discussão das noções teóricas estavam relacionados a essa disciplina.

Vivenciei novas experiências educacionais atuando como professora por três anos na Universidade Federal da Bahia (UFBA), em um novo campus situado na cidade de Barreiras, oeste da Bahia. Dentre elas a mais marcante foi a minha participação na pesquisa intitulada "Um estudo sobre o domínio das Estruturas Aditivas com estudantes das séries iniciais do Ensino Fundamental no Estado da Bahia – Projeto Estruturas Aditivas", que abrangeu todo o estado da Bahia com o apoio de universidades parceiras. A implementação dessa pesquisa me deu a oportunidade de conhecer a realidade das escolas públicas daquela região e o potencial do educador matemático em intervir sobre essa realidade.

Após retornar a lecionar na UESC, voltei a participar do GPEMAC. Um dos focos desse grupo de pesquisa é o uso de tecnologias para a mobilização de representações múltiplas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral e Geometria Analítica, temas considerados por mim importantes para a aprendizagem. Quando iniciei o doutorado trouxe essa ideia comigo, no entanto, no início do delineamento da pesquisa, fui incentivada a tratar de representações múltiplas sob uma nova roupagem, dando um passo além do que aquele que já foi dado na década de 90, quando esse tema já foi discutido (BORBA; VILLARREAL, 2005).

O projeto de pesquisa intitulado "Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância - E-licm@t-Tube", já estava em andamento sob a coordenação do prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba, orientador da pesquisa aqui relatada. Esse projeto busca analisar possibilidades do uso e da produção colaborativa de vídeos digitais com conteúdo matemático elaborados por estudantes de cursos de licenciatura em Matemática da modalidade a distância. Tendo o perfil de projeto integrado, as pesquisas de mestrado e doutorado, vinculadas ao E-Licm@t-Tube, se articulam como (sub)projetos que são desenvolvidos em uma relação direta com o projeto maior. Considerando o tema vídeos e Educação Matemática, central no projeto maior, percebi que as combinações de representações poderiam tomar uma dimensão diferente no vídeo devido à sua possibilidade de unir elementos visuais, gráficos, oralidade, gestos, expressões corporais e sons com o propósito de expressar uma ideia. Essa reflexão e os estudos teóricos me levaram à pergunta de pesquisa: *Como licenciandos em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos ao utilizarem vídeos digitais para expressar ideias matemáticas?*

Essa pergunta motivou os meus estudos no doutorado, tratando-se de uma interrogação que faz sentido para mim, o que é um fator importante para a pesquisa, como pontua Bicudo

(1993). Nesta reflexão considero que a produção de vídeos com conteúdo matemático, do modo como proposto nesta investigação levará a uma análise das potencialidades do vídeo como recurso pedagógico, suscitando reflexões sobre esse tema entre os participantes da pesquisa.

1.2 Vídeos digitais e a expressão do conhecimento matemático

Com o acesso às novas tecnologias e a democratização da internet, o ciberespaço tornou-se um lugar para a realização de processos de socialização e de produção e compartilhamento de conhecimentos. Esse lócus oferece uma nova forma de apresentação do conhecimento que se configuram em fluxos reorganizados de acordo com objetivos e contextos singulares, diferentes da organização linear tradicionalmente utilizada nas instituições educacionais (OECHSLER; BORBA, 2020). As mídias, por meio das tecnologias digitais, ampliam a capacidade de comunicação, além de se colocar como espaço de debates sobre os mais variados temas, influenciando no processo de formação do indivíduo na modernidade.

Segundo Setton (2015), entre as particularidades do mundo contemporâneo evidencia-se o papel educativo das mídias, que assumem sua participação na formação moral e cognitiva do indivíduo, na medida em que são responsáveis pela produção de informações e valores, definindo a cultura da mídia[2], presente nesse cenário, como matriz de cultura. Essa autora complementa que, a reciprocidade e troca de saberes característicos dos fenômenos midiáticos e realizadas no ciberespaço, destacam o abismo existente entre as práticas sociais atuais e a maioria das práticas escolares institucionalizadas. As novas formas de relação entre o indivíduo e o conhecimento impostas nesse novo cenário, então, demandam mudanças qualitativas nos processos de constituição dos saberes nas instituições educacionais, assim como, um novo papel para o professor, mais alinhado à prática de incentivo à aprendizagem e ao gosto pela descoberta, além do compartilhamento de conhecimentos em um ambiente dialógico estabelecido pela relação horizontal na sala de aula (FREIRE, 2015).

Segundo Gino, Mill e Nagem (2013), entre as atribuições das instituições educacionais está o compromisso com o desenvolvimento do pensamento crítico com o intuito de formar cidadãos conscientes do seu papel social e preparados para atuarem profissionalmente na sociedade em que está inserido. Dessa forma, a fim de cumprir sua função essas instituições devem promover ações que suscitem reflexões sobre temas relacionados à realidade social dos estudantes, além de fazer uso das mídias digitais que estão disponíveis fora da sala de aula para

---

[2] Setton (2015, p. 16) propõe analisar "as culturas das mídias como um estudo integrado das formas simbólicas – ações, objetos, moralidades, produções e linguagens da sociedade – que tem origem em processos historicamente específicos e socialmente datados;".

a construção do conhecimento. De fato, como afirmado por Setton (2015), ao expressar os conflitos, lutas internas, medos e fantasias da sociedade moderna, a cultura midiática assume a sua capacidade de fazer um diagnóstico de uma sociedade fazendo com que as mídias sejam admitidas enquanto produtoras de cultura.

Com respeito à Matemática e a sua imagem pública (SCUCUGLIA, 2014) e considerando o papel das mídias na sociedade moderna, novas ações realizadas por meio das mídias e tecnologias digitais tem potencial para fomentar representações alternativas nos cenários educacionais e sociais, diferentes dos estereótipos associados à essa disciplina e que estão vinculadas às relações de poder entre professores e estudantes. Os vídeos digitais têm se destacado como mídias inseridas no contexto educacional, visto que, mais do que inovações tecnológicas, como discutido no início desta seção, vivencia-se atualmente uma revolução tecnológica da comunicação audiovisual.

Borba e Oechsler (2018) apresentam os resultados de um levantamento de publicações em revistas nacionais e internacionais, bem como em teses e dissertações, entre janeiro de 2004 e dezembro de 2015, período que compreende a quarta fase das tecnologias digitais (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018), sobre o uso de vídeos em aulas de Matemática. Como resultado os autores afirmam que os vídeos aparecem nas publicações como recurso para gravação de aulas com o intuito de realizar uma análise da prática pedagógica, como recurso didático e como possibilidade de atividade de produção de vídeos, tanto por alunos quanto por professores, o que estabelece três grupos nos quais os vídeos se enquadram de acordo com o seu uso nas pesquisas analisadas.

Ferrés (1995) discute sobre as possibilidades do vídeo como um recurso educacional que levaria a uma nova forma de conhecer e afirma, fundamentado nas ideias de McLuhan, que "o uso de novas tecnologias provocam alterações nas formas de pensamento e de expressão, nos processos e atitudes mentais, nas pautas de percepção, na proporção dos sentidos." (FERRÉS, 1995, p.13). Essas ideias estão de acordo com a noção de seres humanos – com – mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005), a qual expressa a visão de conhecimento que compõe os alicerces dessa pesquisa. Essa concepção assume que o ser humano é constituído também por tecnologias e as tecnologias são permeadas pelo humano, as quais interagem na produção de conhecimento. Dessa forma, o conhecimento se realiza com uma mídia, seja ela a oralidade, a escrita ou celulares e está condicionado a ela. Segundo Borba (2012), as tecnologias digitais, como os celulares e a internet, têm moldado não apenas a forma como o conhecimento é produzido, mas também a forma como o indivíduo se constitui enquanto humano.

Nesse contexto, os vídeos que expressam ideias matemáticas sobressaem como uma tecnologia que estimula os sentidos na produção de conhecimento. A audição e a visão são realçadas pela combinação de imagens, sons, músicas, cenários, expressões corporais, movimentos de câmera, de forma que a compreensão da ideia matemática seja realizada não somente pelos processos dedutivos e analíticos, mas também pelos sentidos. Como um vídeo que mostra dois estudantes indecisos sobre uma questão matemática, quando decidem telefonar para uma terceira pessoa que poderá resolver o impasse. O som do toque do telefone torna a simulação mais próxima da realidade. Ou como um vídeo que mostra imagens referentes a aplicações da Matemática com o acompanhamento de uma trilha sonora empolgante ou alegre, associando os resultados práticos da Matemática a algo descontraído. Tais associações são usuais no cinema, que "comunica as ideias por meio das emoções." (FERRÉS, 1995, p. 15).

Quando estudantes e professores se envolvem em atividades de produção de vídeos sobre ideias matemáticas, participam de um processo que requer um esforço para que estes se expressem no formato audiovisual, realizando o que Wohlgemuth (2005) apresenta como uma síntese estética com significações lógicas concordantes. Para realizar essa síntese, com o propósito de expressar uma ideia matemática em um vídeo, o interlocutor mobiliza múltiplos recursos com o intuito de produzir significados. O processo de "pensar para o formato audiovisual", então, traz consigo a questão sobre como o processo de produção de vídeos que expressam ideias matemáticas possibilitam a construção do conhecimento.

A produção de um vídeo revela etapas formadas por ciclos de aprofundamento teórico ou técnico seguido de momentos para organização e síntese das ideias que serão expressas no formato audiovisual. Para as sínteses estéticas são realizadas escolhas dos recursos que serão utilizados na mensagem final. Esse processo viabiliza a reorganização do pensamento e conduz à metáfora seres-humanos-com-vídeos digitais (DOMINGUES, 2014).

Borba, Neves e Domingues (2018) e Neves e Borba (2018) apresentam o esquema da Figura 1 para discutirem sobre as possibilidades de compartilhamento de conhecimentos teóricos e técnicos entre estudantes e professores durante o processo de produção de vídeos que expressam ideias matemáticas. Segundo esses autores, o processo possibilita uma relação horizontal (FREIRE, 2015), visto que, os estudantes têm oportunidade de compartilhar com os professores os conhecimentos técnicos obtidos a partir de suas experiências com tecnologias digitais. Os autores também observam que o ambiente dialógico estabelecido na realização do processo de produção do vídeo sobre ideias matemáticas viabiliza a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento.

Figura 1 - Conhecimento compartilhado na produção de vídeos em Matemática.

Fonte: (BORBA; NEVES; DOMINGUES, 2018, p. 9).

Em sua análise, Borba, Neves e Domingues (2018) consideram que a produção de conhecimento acontece em meio a etapas, não ordenadas, do processo e que compreendem aprofundamento sobre o conceito matemático que será tratado no vídeo, síntese lógica e estética e compartilhamento de conhecimento técnico com vistas à edição e à produção do vídeo. A síntese estética e lógica caracterizada pela organização dos múltiplos recursos exige o conhecimento desses recursos no contexto da Matemática, em geral, e dos seus significados no contexto social vivenciados pelos interlocutores ou pela audiência. Nesta pesquisa o interesse está nas escolhas semióticas dos participantes para a produção de vídeos que expressam ideias matemáticas e nos significados produzidos a partir da combinação, ou seja, das intersemioses, dos recursos semióticos escolhidos.

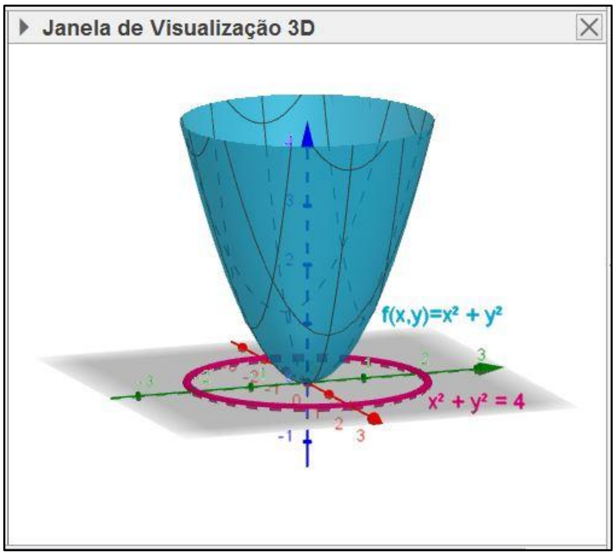
1.3 Representações múltiplas e multimodalidade na produção de vídeos

Segundo Borba e Villarreal (2005), na década de 90 as discussões sobre as contribuições do uso de representações múltiplas para a aprendizagem da Matemática intensificaram-se, principalmente para tópicos como Funções, devido à acessibilidade a computadores e calculadoras gráficas, além da inserção de softwares matemáticos no mercado. Borba, Scucuglia e Gadanidis (2018) afirmam que, nesse período, a base tecnológica das atividades contava, entre outras coisas, com softwares de geometria dinâmica que promoviam experimentação e visualização pela manipulação de seus recursos e demonstrações realizadas com a prova do arrastar, possibilitando que professores de Matemática ultrapassassem o limite para a zona de risco (BORBA; PENTEADO, 2001). Esses autores explicam que, ao realizarem atividades matemáticas investigativas de caráter aberto com o apoio de tecnologias, os professores entram em uma zona de risco. Com isso, as tecnologias representam um fator importante na caracterização deste cenário, promovendo “uma reorganização sobre as dinâmicas e relações de poder na sala de aula.” (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018,

p. 23). O acesso às tecnologias, então, viabiliza a constituição de ambientes de aprendizagem matemática nos quais diferentes representações são combinadas de maneira que se realize a construção do conhecimento.

Sobre as representações múltiplas em Educação Matemática, Goldin e Shteingold (2001) explicam que são sinais, caracteres ou objetos que simbolizam, codificam ou representam algo diferente de si mesmo, como o numeral 5 que, segundo esses autores, “pode representar um conjunto particular contendo cinco objetos, determinado pela contagem ou pode representar algo muito mais abstrato - uma classe de equivalência de tais conjuntos.” (GOLDIN; SHTEINGOLD, 2001, p. 3, tradução nossa)[3]. A Figura 2 ilustra o gráfico cartesiano que representa uma função e outro que representa o conjunto de soluções de uma equação algébrica, ambos no mesmo espaço tridimensional, chamando atenção para o fato de que uma representação pode variar de acordo com o contexto ou o uso.

Figura 2 - Variação da Representação gráfica pelo contexto.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 2, tem-se o gráfico da função de duas variáveis $f(x, y) = x^2 + y^2$ na cor azul, a superfície chamada paraboloide que representa os pontos do espaço tridimensional com coordenadas $(x, y, f(x, y))$, no qual $f(x, y)$ é a imagem da função obtida com a variação de x e y no conjunto dos números reais. A circunferência apresentada no plano xy, na cor rosa, representa os pontos de coordenadas (x, y) que satisfazem a equação $x^2 + y^2 = 4$. Essa circunferência representa, no Cálculo Diferencial, a curva de nível de $f(x, y) = x^2 + y^2$, quando $f(x, y) = 4$.

[3] For example, the numeral 5 can represent a particular set containing five objects, determined by counting; or it can stand for something much more abstract – an equivalence class of such sets.

Os estudos referentes às representações múltiplas indicam que uma representação não pode ser entendida de forma isolada, sendo a interação entre diferentes representações fundamental para a aprendizagem efetiva da Matemática, visto que cada uma delas possui vantagens e desvantagens no estudo de conceitos matemáticos específicos. Por exemplo, o conjunto de pontos representados graficamente na Figura 2, referentes à função e à equação, podem ser representados algebricamente como $\{(x, y, f(x, y)); x \in \mathbb{R}, y \in \mathbb{R}\; e\; f(x, y) = x^2 + y^2\}$ e $\{(x, y); x \in \mathbb{R}, y \in \mathbb{R}\; e\; x^2 + y^2 = 4\}$, respectivamente, no entanto, os gráficos possibilitam um nível de análise global do comportamento da função e da equação que não são possíveis com suas representações algébricas. De fato, observando o gráfico da função, por exemplo, pode-se tirar conclusões sobre seu comportamento próximo do valor zero e sobre o que acontece quando os valores de x crescem ou decrescem indefinidamente, além de análises sobre o crescimento e o decrescimento da função. Por outro lado, se a intenção for obter generalizações para as ordenadas dos pontos que satisfazem a equação para um valor de x específico, elas podem ser mais bem exploradas a partir de um tratamento algébrico.

Para Friedlander e Tabach (2001) o uso de representações verbal, numérica, gráfica e algébrica tem o potencial de promover a aprendizagem, considerando que diferentes representações expressam diferentes aspectos da ideia matemática em questão. Esses autores discutem sobre as vantagens e desvantagens do uso da representação verbal, e afirmam:

> A apresentação verbal de um problema cria um ambiente natural para entender seu contexto e para comunicar sua solução. [...] Ela enfatiza a conexão entre a matemática e outros domínios acadêmicos e a vida cotidiana. [...] Mas o uso da linguagem verbal também pode ser ambíguo e provocar associações irrelevantes ou enganosas; é menos universal, e sua dependência do estilo pessoal pode ser um obstáculo na comunicação matemática. (FRIEDLANDER; TABACH, 2001, p. 173, tradução nossa)[4]

As demais representações possuem suas próprias características, segundo os estudos referentes às representações múltiplas, e sua combinação ajuda a atender os estilos individuais de pensamento dos estudantes. Sobre as representações numérica, gráfica e algébrica, Friedlander e Tabach (2001) descrevem que:

> [...] O uso de números é importante na aquisição de um primeiro entendimento de um problema e na investigação de casos particulares. No entanto, sua falta

[4] The verbal presentation of a problem creates a natural environment for understanding its context and for communicating its solution. [...] It emphasizes the connection between Mathematics and other domains of academic and everyday life. [...] But the use of verbal language can also be ambiguous and elicit irrelevant or misleading associations; it is less universal, and its dependence on personal style can be an obstacle in mathematical communication.

> de generalidade pode ser uma desvantagem. Uma abordagem numérica pode não ser muito eficaz em fornecer um quadro geral; Como resultado, alguns aspectos ou soluções importantes de um problema podem ser perdidos.
> [...] Os gráficos são intuitivos e particularmente atraentes para os alunos que gostam de uma abordagem visual. Mas a representação gráfica pode não ter a precisão necessária, é influenciada por fatores externos (como a escala), e freqüentemente apresenta apenas uma seção do domínio ou intervalo do problema. Sua utilidade como ferramenta matemática varia de acordo com a tarefa em questão.
> A representação algébrica é concisa, geral e eficaz na apresentação de padrões e modelos matemáticos. A manipulação de objetos algébricos é, às vezes, o único método de justificar ou provar afirmações gerais. No entanto, o uso exclusivo de símbolos algébricos (em qualquer estágio do aprendizado) pode confundir ou obstruir o significado matemático ou a natureza dos objetos representados e causar dificuldades na interpretação de alguns alunos de seus resultados. (FRIEDLANDER; TABACH, 2001, p. 173, tradução nossa)[5]

A combinação poderia, portanto, à primeira vista, unir as vantagens e suprir as desvantagens de cada representação, o que, porém, não pode ser garantido de forma generalizada. O que pode ser conjecturado, como resultado das pesquisas realizadas sobre o uso de representações, segundo Goldin e Shteingold (2001), é que o entendimento das relações entre diferentes representações, bem como, as similaridades estruturais e as diferenças entre sistemas de representações resultam no efetivo pensamento matemático. Smith (1998) enfatiza a importância da coordenação de variadas representações quando se refere ao processo que constrói significados análogos em sistemas de sinais diferentes como uma demonstração de êxito na apreensão do conceito matemático em questão. Por sua vez, Borba e Confrey (1996) complementam essa ideia afirmando que a Matemática é combinação de representações, pois se materializa por meio de fenômenos multimodais, o que também é afirmado por O’Halloran (2000). De fato, segundo essa pesquisadora, “o discurso matemático é multisemiótico porque envolve o uso dos recursos semióticos de simbolismo matemático, imagens e linguagem (O’HALLORAN, 2000, p. 359, tradução nossa)[6].

Essas ideias estão de acordo com as discussões provenientes da Sistêmico Funcional-Análise do Discurso Multimodal (SF-ADM), abordagem teórica com a qual a pesquisa aqui

---

[5] The use of numbers is important in acquiring a first understanding of a problem and in investigating particular cases. However, its lack of generality can be a disadvantage. A numerical approach may not be very effective in providing a general picture; as a result, some important aspects or solutions of a problem may be missed.
Graphs are intuitive and particularly appealing to students who like a visual approach. But graphical representation may lack the required accuracy, is influenced by external factors (such as scaling), and frequently presents only a section of the problem's domain or range. Its utility as a mathematical tool varies according to the task at hand.
The algebraic representation is concise, general, and effective in the presentation of patterns and mathematical models. The manipulation of algebraic objects is sometimes the only method of justifying or proving general statements. However, an exclusive use of algebraic symbols (at any stage of learning) may blur or obstruct the mathematical meaning or nature of the represented objects and cause difficulties in some students's interpretation of their results.

[6] Mathematical discourse is multisemiotic because it involves the use of the semiotic resources of mathematical symbolism, visual display and language.

relatada se fundamenta. Segundo Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), a SF-ADM está preocupada com a organização sistemática de recursos semióticos como ferramentas para criar significado na sociedade. Os recursos semióticos, por sua vez, são definidos nessa abordagem como "um conjunto de recursos modelados através do tempo por sociedades socialmente e culturalmente organizadas." (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016, p. 15, tradução nossa)[7]. Recursos como linguagem, gráficos e imagens, em geral, simbolismo matemático são recursos semióticos, bem como, expressões corporais, música, som, vestuário e mobília. 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. Nessa pesquisa serão consideradas as noções advindas da SF-ADM, sem deixar de lado o reconhecimento dos estudos anteriores referentes às representações múltiplas e às interseções entre essas duas abordagens teóricas.

A noção de multimodalidade também compõe os estudos que envolvem a SF-ADM e se refere aos modos pelos quais os recursos semióticos se manifestam. Segundo O'Halloran (2011) esses recursos podem se manifestar de forma auditiva, visual ou somática. As modalidades auditiva e visual podem ser vistas na linguagem oral emitida no discurso proferido na sala de aula e no texto escrito no quadro pelo professor ou no livro didático, respectivamente. Os materiais manipuláveis, utilizados em atividades de aprendizagem, se manifestam como recursos semióticos através da modalidade somática.

Sobre as interseções entre os estudos já realizados em torno das representações múltiplas e a abordagem SF-ADM, nesta pesquisa admite-se que esta última avança teoricamente ao ampliar a análise em torno da produção de significados considerando todos os recursos semióticos envolvidos em fenômenos, em particular, no fenômeno matemático. Isso traz nova luz e aumenta o interesse em investigar como significados são produzidos por meio de vários modos de comunicação na sala de aula (MORTIMER, et al, 2014). Nesse sentido, as tecnologias ampliam as possibilidades no que se refere à combinação de múltiplos recursos semióticos em atividades matemáticas, como os vídeos, que possibilitam que sejam levadas para a sala de aula simulações reais para a análise de problemas dessa disciplina, além de potencializar o discurso matemático pela representação a partir de múltiplos modos.

[7] By 'mode' and 'semiotic resource', we mean, for the moment, a set of resource, shaped over time by socially and culturally organized communities, for making meaning.

De fato, ao propor uma análise em torno da sistematização utilizada pelos licenciandos para realizar intersemioses na produção de vídeos que expressam ideias matemáticas, destaca-se, nesse contexto, a tecnologia, a qual possui potencialidades visíveis, mas também impõe limitações ao processo. Tais potencialidades e limitações condicionam a realização das intersemioses e, por esse motivo, a tecnologia adotada no contexto dessa pesquisa tem papel importante nos resultados aqui evidenciados.

Borba e Confrey (1996) já defendiam essa ideia e afirmaram, com base nos resultados de sua pesquisa, que “Ensinar matemática com computadores não é apenas uma questão de colocar a matemática em uma máquina. Sua estrutura, seus processos e suas demandas por conhecimento variam com seu meio.” (BORBA; CONFREY, 1996, p. 335, tradução nossa)[8]. Nessa ocasião esses autores apresentaram dados de uma pesquisa na qual foi elaborada uma abordagem matemática múltiplo representacional que se inicia com a visualização de gráficos seguida pela ênfase na relação do gráfico com valores tabulados e finalizando com o foco na relação entre gráficos e representação algébrica.

Mesmo com o potencial das tecnologias para desenvolvimento de atividades matemáticas de caráter múltiplo representacional, e a inserção dos softwares de matemática no mercado, principalmente no que se refere à disponibilidade gratuita de alguns softwares de geometria dinâmica, pesquisas, como a apresentada por Villarreal (1999), indicam que apesar dos estudantes abordarem questões propostas utilizando aspectos visuais e algébricos no ambiente computacional, não é estabelecida uma coordenação entre essas representações. Em sua pesquisa, Villarreal (1999) investigou os processos por trás do pensamento matemático de estudantes da disciplina Cálculo Diferencial e Integral quando estes usavam ambientes computacionais de aprendizagem para resolver questões sobre Derivada. Isso chama a atenção para o fato de que o uso de tecnologias na educação matemática deve vir acompanhado de uma metodologia que possa permitir diferentes abordagens em atividades matemáticas, a partir da exploração dos novos recursos vinculados à tecnologia, no lugar de repetições de atividades tradicionais. Além disso, a escolha adequada do quadro teórico possibilita que novas tecnologias possam ser utilizadas em atividades com fim na aprendizagem matemática.

Segundo O’Halloran (2011), as tecnologias possuem um grande potencial para expansão de significado. Com os recursos digitais disponíveis na atualidade, potencializados, em especial, pela internet, novas possibilidades surgem nesse sentido. Com a melhora da qualidade de conexão os recursos digitais se aprimoraram e a internet rápida torna possível que

[8] Teaching Mathematics with computers is thus not just a matter of placing Mathematics onto a machine. Its structure, its processes and its claims for knowledge vary with its médium.

novos elementos sejam introduzidos na sala de aula a fim de promoverem uma aprendizagem mais dinâmica e conectada à realidade do aluno (BORBA; SCUCUGLIA: GADANIDIS, 2018). Esse novo quadro tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas nesses ambientes de aprendizagem com o uso de recursos como o celular, por exemplo, que hoje comporta funções como produção e edição de vídeos e softwares de geometria dinâmica, que podem potencializar o trabalho com recursos semióticos.

O vídeo possui uma forte característica multisemiótica e multimodal e sua presença na sala de aula tem sido bastante discutida no meio acadêmico, em análises a respeito da aprendizagem gerada pelo seu uso e produção (BORBA; OECHSLER, 2018). Em especial, atividades que promovem a produção de vídeos por estudantes têm sido incentivadas em festivais e pesquisas desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP – Rio Claro) como forma de popularizar a produção conjunta de vídeos que expressam ideias matemáticas por professores e estudantes de todos os níveis de ensino e modalidades. A pesquisa aqui relatada está integrada a uma pesquisa de maior amplitude intitulada “Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância” e contribui com resultados referentes à natureza das combinações entre os recursos semióticos utilizados nas intersemioses de vídeos produzidos por licenciandos em Matemática, além de destacar o potencial de transformação do significado dessas intersemioses.

1.4 A pesquisa E-licm@t-Tube e os Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática

A pesquisa “Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância”, também chamada de E-licm@t-Tube, é uma extensão da pesquisa “Interação e Tecnologias da Informação e Comunicação: Licenciaturas em Matemática a Distância” – E-licm@t (BORBA; ALMEIDA, 2015), ambas conduzidas por membros do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), grupo de pesquisa formado por professores, alunos e ex-alunos do Programa de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Rio Claro/SP. Os membros do GPIMEM investigam, considerando diferentes temas, questões relacionadas ao uso das tecnologias na Educação Matemática e seus impactos no ensino e na aprendizagem dessa disciplina. Dentre os temas utilizados nas pesquisas do GPIMEM de forma articulada com o tema tecnologias na Educação Matemática pode-se citar formação de professores, modelagem matemática, pensamento computacional, objetos educacionais digitais, performance matemática digital e educação à distância. Este último tema direcionou a pesquisa E-licm@t, entre os anos de 2012 e 2015.

A pesquisa E-licm@t investigou como a internet estava sendo utilizada para promover a interação entre docentes e alunos de licenciaturas em matemática a distância da Universidade Aberta do Brasil (UAB)[9]. Os resultados da pesquisa elucidam a dinâmica dos polos presenciais desses cursos a partir da análise do papel que as Tecnologias da Informação e Comunicação e a Internet exercem na formação de professores de matemática. Entre as possibilidades para o uso de tecnologias na formação de professores de matemática nos cursos de licenciatura a distância, o uso de vídeos digitais se destaca.

O E-licm@t-Tube, então, se concentra no estudo das potencialidades dos vídeos como recurso para ensinar e aprender Matemática nos cursos de licenciatura em Matemática da UAB. O projeto foi submetido e aprovado nos editais Produtividade em Pesquisa e no edital Universal, com processos números 303326/2015-8 e 400590/2016-6, respectivamente, com a proposta de compreender as possibilidades da construção colaborativa e utilização de vídeos, vistos como artefatos multimodais, na formação de professores nas Licenciaturas em Matemática da UAB. Durante o seu desenvolvimento o cenário de pesquisa do E-licm@t-Tube foi ampliado com investigações em torno do uso de vídeos na educação básica e em cursos do Ensino Superior da modalidade presencial.

A colaboração incentivada no E-licm@t-Tube se configura com o compartilhamento de conhecimentos teóricos e técnicos em torno da produção de vídeos sobre ideias matemáticas entre professores, alunos e pesquisadores, em um trabalho conjunto, em que todos se apoiem mutuamente, visando atingir objetivos comuns negociados pelo grupo (FIORENTINI, 2013). Borba, Neves e Domingues (2018) discutem sobre as possibilidades de troca de conhecimentos entre professores e alunos no processo de produção de vídeos sobre ideias matemáticas, de forma que a relação professor-aluno se torne horizontal, transformando, desta forma, a relação do aluno com a própria Matemática.

> No processo de produção de vídeos, visto como uma atividade colaborativa, o educando expõe seu conhecimento sobre manipulação de novas tecnologias. Aqui nos referimos principalmente, mas não somente, ao educando, que geralmente possui maior familiaridade com as novas tecnologias. O educador compartilha o conhecimento teórico e orienta a organização das ideias para expressar o conteúdo matemático no formato audiovisual. Nesse processo a

[9] O Sistema UAB, instituído pelo Decreto 5.800, de 8 de junho de 2006, fomenta a modalidade de educação a distância nas instituições públicas de ensino superior, bem como apoia pesquisas em metodologias inovadoras de ensino superior respaldadas em tecnologias de informação e comunicação, estimulando a criação de centros de formação permanentes por meio dos polos de educação a distância em localidades estratégicas. (Informações disponíveis em https://www.capes.gov.br/pt/uab/o-que-e-uab em 08/07/2019.)

> troca de conhecimento é incentivada e o educando tem oportunidade de compartilhar os conhecimentos obtidos a partir de suas experiências. Isso viabiliza o diálogo e enriquece a relação educador - educando, uma vez que o educador pode entender melhor o universo do educando, seu conhecimento prévio e seu modo de aprender. (BORBA; NEVES; DOMINGUES, 2018, p. 8).

Os estudos em torno do processo de produção de vídeos sobre ideias matemáticas, assim como o uso de vídeos como recurso para as aulas de Matemática, realizados no E-licm@t-Tube estão apoiados na concepção de que o conhecimento é produzido por coletivos de seres humanos-com-mídias, considerando que conhecemos com as mídias, como a oralidade, a escrita ou tecnologias digitais potencializadas pela Internet. Assim, os vídeos se estabelecem como elementos do coletivo que reorganiza o pensamento matemático, condicionando a construção do conhecimento. Essa noção não destaca as mídias ou os seres humanos, ao invés disso, equilibra a importância de cada um deles no coletivo que produz conhecimento.

Para promover a produção de conhecimento pelo coletivo seres humanos - com - vídeos, o E-licm@t-Tube incentiva a produção de vídeos de forma colaborativa por professores e alunos de todos os níveis de ensino. Os Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática foram, então, idealizados para criar um espaço de interlocução virtual no qual os vídeos produzidos por professores e alunos para expressar ideias matemáticas são compartilhados com a comunidade. Esta ação visa intervir no ambiente virtual criando um lócus para compartilhamento de vídeos, além de um espaço para discussão de ideias matemáticas e sobre as potencialidades dos vídeos como forma de expressá-las.

Os Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática são realizados anualmente pela equipe do projeto de pesquisa E-licm@t-Tube, com o apoio dos demais membros do GPIMEM, desde o início da pesquisa em 2017 e nesse evento são expostos vídeos que utilizam o discurso multimodal, que envolve linguagem verbal escrita e oral, imagens, simbolismo matemático, imagens em movimento, gestos, música, vestimentas, cenários e outros recursos, a fim de potencializar o discurso matemático.

Os festivais são realizados dentro de um período de sete meses, com etapas virtual e presencial. Na etapa virtual é realizada a divulgação do evento por meio das redes sociais, e-mail, e em eventos da área de Educação Matemática. Além disso, a equipe do E-licm@t-Tube se comunica virtualmente com aqueles que se propõem a produzir vídeos para submeter ao Festival, buscando sanar dúvidas que existam sobre o processo de submissão e classificação dos vídeos. Todas as regras para produção e submissão dos vídeos são disponibilizadas no site do Festival, www.festivalvideomat.com.

Na etapa presencial realiza-se um evento para premiação daqueles que se destacam entre os vídeos participantes. Na programação do evento, além da premiação, são realizadas palestras, mesa de discussão sobre temas relacionados ao uso de vídeos na Educação Matemática, mesa dos jurados, que se constitui como espaço para os jurados relacionarem elementos importantes de suas áreas de atuação com a produção de vídeos com conteúdos matemáticos, e mostras de vídeos, espaço de discussão das produções com a presença dos produtores, todos organizados de forma a promover reflexões e troca de conhecimentos acerca do uso e da produção de vídeos como recursos para o ensino e aprendizagem da Matemática.

Domingues e Borba (2018) esclarecem o processo para premiação dos vídeos do Festival, que conta com uma comissão julgadora formada por matemáticos, educadores matemáticos, artistas e membros da comunidade e que considera três aspectos, a saber, natureza da ideia matemática, criatividade e imaginação, qualidade artística-tecnológica, para julgar os vídeos submetidos e premiar uma quantidade de cada categoria: Ensino Fundamental II, Ensino Médio, Ensino Superior e Outros. Um último vídeo é selecionado para ser premiado por votação popular na internet.

Todos os vídeos submetidos aos Festivais estão disponíveis no site do evento e se configuram como dados da pesquisa E-licm@t-Tube. Este repositório digital pode também fornecer dados quantitativos que poderão vir a ajudar a análise qualitativa predominante no projeto. Existem 10 subprojetos vinculados à pesquisa E-licm@t-Tube que é caracterizada como um projeto integrado. Em um projeto integrado subprojetos desenvolvidos em parceria com profissionais de outras instituições e/ou centros de pesquisa ou com estudantes em formação nos cursos lato e stricto sensu são articulados de forma que seja clara a relação direta que possuem com o projeto integrado do ponto de vista teórico, metodológico e/ou de campo.

Estão integrados à pesquisa E-licm@t-Tube subprojetos de iniciação científica, de mestrado, de doutorado e de pós-doutorado (SILVA; NEVES; BORBA, 2018; NEVES; SILVA; BORBA; NAITZIK, no prelo; OLIVEIRA, 2018; FONTES, 2019; OECHSLER, 2018; SILVA, 2018; NEVES, 2017; NEVES; BORBA, 2019; DOMINGUES; BORBA, 2018; SOUZA, 2018; 2019; SOUZA; BORBA, 2019; CANEDO, 2018; 2019). Dentre eles já foram finalizados os dois subprojetos de mestrado, dois de doutorado, além do subprojeto de pós-doutorado. O campo de pesquisa desses subprojetos varia entre turmas de alunos da educação básica, turmas de cursos de licenciatura em Matemática da UAB, grupos formados por estudantes participantes dos Festivais de Vídeos Digitais e Educação Matemática, grupo de participantes de um curso de Extensão Universitária e turma presencial de alunos da Pós-graduação em Educação Matemática. Além de doutorandos, mestrandos e estudantes de graduação, pesquisadores da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, da Universidade

Federal do Mato Grosso e da Universidade Federal de Pelotas colaboram com a pesquisa. Os subprojetos compartilham a visão de que a característica multimodal dos vídeos potencializa o discurso matemático, favorecendo a produção de conhecimento pelo coletivo seres humanos – com- vídeos digitais. Os subprojetos estão também alinhados em aspectos metodológicos, adotando procedimentos qualitativos.

Os 10 subprojetos do E-licm@t-Tube trazem discussões sobre a produção de vídeos digitais no ensino ou na aprendizagem matemática, o que configura o alinhamento com o projeto maior, mas essas ideias são articuladas com diferentes abordagens teóricas, a fim de alcançar objetivos distintos traçados por cada subprojeto.

Entre os subprojetos finalizados, Oechsler (2018) investigou, sob o olhar da Semiótica Social, como os vídeos produzidos coletivamente por professores e alunos do Ensino Fundamental do modelo presencial podem ser usados como forma de expressão do conhecimento matemático produzido. A pesquisadora constatou que os vídeos potencializaram a comunicação multimodal pela junção de elementos da linguagem matemática com outros característicos da linguagem cinematográfica, culminando em sinais de aprendizagem. Também realizado no cenário presencial com estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, Oliveira (2018) apresenta os resultados do subprojeto que discutiu sobre o papel do vídeo na produção de narrativas matemáticas digitais de estudantes na perspectiva de desenvolver sua autonomia em relação à aprendizagem matemática. Como resultado dessa pesquisa, inferiu-se que a produção de vídeo com conteúdo matemático se expande através do diálogo, da comunicação e da construção da autoestima em relação ao conhecimento matemático, freireanamente. Silva (2018) investigou as potencialidades que a produção e o uso de vídeos matemáticos propiciam aos licenciandos ao estudarem Matemática em um curso da modalidade a distância. O pesquisador utilizou o construto teórico seres-humanos-com-mídias, o saber docente dos licenciandos e as relações entre o aprendizado da Matemática Acadêmica e Escolar para analisar os dados produzidos, o que o levou a concluir que os vídeos de conteúdos matemáticos fazem parte da vida desses licenciandos, que os assistem no intuito de contribuir com seus estudos nas mais variadas disciplinas do Curso de Licenciatura em Matemática. Fontes (2019), por sua vez, investigou como diferentes fatores influenciaram a maneira como a matemática foi comunicada nos vídeos produzidos pelos licenciandos em Matemática em um curso a distância. A pesquisadora utilizou uma adaptação do Método Documentário para interpretação de filmes, e concluiu, a partir de sua análise, que a maneira como os licenciandos comunicaram a Matemática nos vídeos está ligada às visões deles a respeito dessa ciência e seus processos de ensino e aprendizagem, além do conhecimento tecnológico e o contexto no qual estavam inseridos durante a produção. A pesquisa de pós-doutorado vinculada ao E-licm@t-Tube, por sua vez, buscou promover uma interlocução entre professores de Matemática da Educação Básica, pós-graduandos em Educação Matemática e licenciandos, com o propósito de fomentar o uso das tecnologias digitais (TD), em particular o GeoGebra, o Scratch e os vídeos digitais, visando posterior aplicação no contexto escolar.

Entre os subprojetos que estão em andamento, Souza (2018; 2019) investiga possibilidades de realização de demonstrações matemáticas por meio de vídeos produzidos por estudantes de um curso de licenciatura em Matemática da modalidade a distância e para a análise dos dados se apoia na teoria da análise fílmica (SOUZA; BORBA, 2019). O subprojeto de Domingues (2016) analisa as interações entre estudantes, professores e tutores, ao produzirem vídeos para o I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, utilizando como lente teórica a terceira geração da Teoria da Atividade, a qual considera a aprendizagem como produto de uma jornada coletiva que surge e se desenvolve por meio de tensões, as quais podem ser geradas e impulsionadas por humanos e mídias digitais (DOMINGUES; BORBA, 2019). Um outro subprojeto (NEVES; SILVA; BORBA; NAITZIK, no prelo) investiga a natureza dos vídeos submetidos ao I e II Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, a fim de agrupar os vídeos com base na caracterização dos modos que se destacam na expressão de ideias matemáticas, segundo a Semiótica Social. Em sua primeira fase, foram encontrados quatro grupos nos quais se enquadraram os 121 vídeos participantes do I Festival, a saber, Vídeo narrativa, Videoaula, Vídeo artístico e Vlog. Este subprojeto segue em uma segunda fase na qual são analisados os vídeos participantes do II Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, a fim de fornecer subsídios para uma discussão sobre as principais tendências dos dois eventos, traçando interesses dos estudantes com relação às metodologias utilizadas para trabalhar conceitos matemáticos. Canedo (2018; 2019) investiga as possibilidades pedagógicas da Modelagem Matemática em combinação com o uso educacional de vídeos digitais, no contexto de um curso de Extensão Universitária da modalidade a distância, com o objetivo de explorar as potencialidades das tecnologias digitais para a sala de aula de Matemática. A investigação assume as lentes conceituais da Teoria da Atividade, em associação com as do construto teórico Seres-humanos-com-mídias, como princípios analíticos dos dados empíricos a serem produzidos no campo da pesquisa. Por fim, o subprojeto aqui relatado (NEVES, 2017; NEVES; BORBA, 2019), utiliza a abordagem Sistêmico Funcional - Análise do Discurso Multimodal para investigar como recursos semióticos são combinados para produzir significado quando estudantes produzem vídeos que expressam ideias matemáticas. Esse subprojeto buscou envolver estudantes de um curso de licenciatura em Matemática da modalidade de Educação a Distância em uma atividade de produção de vídeos digitais relacionados a conteúdos de Matemática, a fim de proporcionar um trabalho coletivo entre os estudantes envolvidos, favorecendo a discussão conjunta, o compartilhamento de conhecimentos matemáticos e a interação entre estudantes, professores e pesquisadores em uma atividade que utilizou a multimodalidade como fator potencializador do discurso matemático proferido no meio digital. Durante o processo de produção dos vídeos pelos estudantes participantes da pesquisa, o ambiente virtual de aprendizagem se configurou como lócus para troca de experiências relacionadas ao uso de tecnologias nas aulas de Matemática, viabilizando reflexões sobre as potencialidades e limitações dos vídeos, considerando o seu caráter multisemiótico e multimodal, para sua inserção na prática pedagógica.

1.5 Reflexões sobre a produção de vídeos na formação inicial do professor de Matemática na Educação a Distância

Utilizar recursos tecnológicos e a internet nas aulas de Matemática possibilita que as novas formas de acesso à informação sejam incorporadas na dinâmica escolar, além de novas experiências de pensamento, como a simulação promovidas pelo uso de vídeos disponíveis na rede. Setton (2015) afirma que, dentro dessa dinâmica, aprender não pode ser mais planejado ou precisamente definido, visto que a navegação por hiperdocumentos no ciberespaço não seguem esquemas lineares e a informação está disponível sem considerar pré-requisitos. Nesse contexto, as instituições educacionais assumem novos papéis, assim como os professores, que também precisam estar familiarizados com as novas tecnologias para cumprir sua função de incentivador e orientador da produção coletiva de conhecimento nas redes, considerando que, apesar de esse novo cenário favorecer a realização de ações humanas em inteligência coletiva[10], isso não é determinante. Acompanhar o ritmo da renovação tecnológica para conduzir suas práticas pedagógicas requer uma imersão do professor no mundo digital, de forma que conheça as tecnologias que pretende utilizar, caso contrário, pode-se usar a mídia de forma domesticada. Borba, Almeida e Gracias (2018) explicam que o termo “domesticação das mídias” se refere à utilização de uma nova mídia para reproduzir práticas de uma mídia mais antiga. Como exemplo disso, temos os vídeos que permitem ir além da combinação do discurso e uso do quadro negro pela sua capacidade de unir uma diversidade de recursos e desenvolver simulações de situações reais. De fato, quando o vídeo é utilizado para reproduzir aquilo que o professor já realiza na sala de aula, dizemos que essa mídia está sendo domesticada.

[10] Segundo Lévy (2015, p. 29), a inteligência coletiva “é uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta em uma mobilização efetiva de competências.”

Neves e Borba (2019) afirmam que existe uma lacuna deixada na formação dos professores para a elaboração e realização de atividades com tecnologias, o que dificulta que ultrapassem a zona de risco, ou seja, limite que pode levar à perda de controle em decorrência de problemas técnicos ou da realização de atividades investigativas abertas com o uso de tecnologias digitais que exploram múltiplas soluções para as quais o professor não realizou análise prévia (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018). Essas questões são significativas e remetem à discussão sobre a emergência de uma formação que possibilite aos futuros professores experiências metodológicas com o uso de tecnologias digitais e a internet.

As experiências vivenciadas pelos licenciandos em Matemática em sua formação que façam uso das novas tecnologias digitais e a discussão em torno de metodologias ativas para a sua utilização em sala de aula podem resultar na segurança necessária para que, mais tarde, no momento da sua prática profisional, considerem se aprofundar nas análises instrumentais para a aplicação de novas estratégias metodológicas. Onuchic e Allevato (2009) refletem sobre as mudanças que são urgentes nos cursos de licenciatura em Matemática e afirmam:

> Embora uma implementação adequada requeira mudanças políticas e estruturais, a natureza do desenvolvimento profissional do qual os professores participam, fortemente determinará a extensão da mudança que os alunos experimentarão em sala de aula. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2009, p. 173).

Nesta pesquisa, o foco está sobre um curso de licenciatura em Matemática da modalidade a distância online, o qual se desenvolve a partir do uso de tecnologias digitais e a internet. De fato, segundo Borba e Almeida (2015), a Educação a Distância online se reinventa a partir das tecnologias digitais disponíveis com o intuito de estabelecer interações mais intensas em tempo e espaço flexíveis. Borba, Chiari e Almeida (2018), apoiados por Maltempi e Malheiros (2010), explicam que

> [...] a educação a distância pode ser considerada uma modalidade educacional que ocorre parcial ou integralmente em diferentes momentos e / ou espaços onde a comunicação entre os envolvidos é realizada através da televisão, das correspondências, da Internet e assim por diante. No caso específico da utilização da Internet, o termo "online" pode ser adicionado ao nome, diferenciando-o de outras formas de comunicação. Especificamente, a educação a distância online pode ser entendida como um tipo de educação que ocorre através da Internet e tecnologias associadas. (BORBA; CHIARI: ALMEIDA, 2018, p. 3, tradução nossa)[11]

[11] We are supported by Maltempi and Malheiros (2010) as we assume that distance education can be considered an educational modality that occurs partially or entirely in different moments and/or spaces where communication between those involved is accomplished through television, mailings, the Internet, and so on. In the specific case of Internet utilization, the term "online" can be added to the name, thus differentiating it from other forms of communication. Specifically, online distance education can be understood as a type of education that takes place via the Internet and associated technologies.

Ainda segundo esses autores, as tecnologias digitais podem desempenhar um papel no ensino de cursos a distância, enquanto é transformada por coletivos que incluem estudantes, professores e essas tecnologias. Além disso, as tecnologias podem também provocar mudança nos papéis de cada ator humano envolvido na polidocência[12] (ALMEIDA; BORBA, 2018).

Para Kenski (2007), os ambientes de aprendizagem são destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação, permitindo integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, porém sua funcionalidade depende da instalação de uma nova pedagogia. A comunicação audiovisual constitui-se como recurso que personaliza as interações nos ambientes de aprendizagem online. Borba, Chiari e Almeida (2018) apresentam evidências de que os vídeos fazem parte do ensino distribuído na Educação a Distância, que é compartilhado entre atores humanos e não humanos, com uma aula em vídeo desempenhando o papel de um professor tradicional, transmissor de conteúdo, ou motivando interações em fóruns on-line. Silva (2018) discute sobre as potencialidades do uso de vídeos na formação de futuros professores de Matemática da Educação a Distância e conclui que, considerando o contexto da sua pesquisa, os vídeos se apresentaram como potencialidades para a formação docente dos licenciandos, contribuindo nas disciplinas do curso, além de ser um meio avaliativo eficaz pela análise dos vídeos produzidos pelos licenciandos.

Diante do exposto, esta pesquisa parte do pressuposto de que a produção de conhecimento matemático pode ser desenvolvida no ambiente virtual de aprendizagem com a utilização de artefatos midiáticos disponíveis na rede, assim como o lápis e papel e outras mídias acessíveis. Desta forma, os vídeos digitais possibilitam uma formação dos licenciandos em Matemática da Educação a Distância com interações personalizadas e motivadoras, além de fornecer suporte teórico e avaliativo. A partir disso, busca-se também nesta pesquisa, analisar como as tecnologias digitais, incorporadas ao ambiente virtual de aprendizagem do curso de licenciatura em Matemática da modalidade a distância, possibilitam a realização de atividades de produção de vídeos que expressam ideias matemáticas.

Reconhecendo a necessidade de que professores tenham, em sua formação, experiências e momentos de reflexão sobre a inserção de tecnologias digitais na prática docente, buscou-se promover nesta pesquisa interações entre os participantes, a partir de uma proposta de atividade de produção de vídeos sobre conteúdos de Matemática. Essas interações, virtuais e presenciais, foram realizadas a partir de discussões motivadas pelas etapas do processo de produção de

[12] O trabalho docente da Educação a Distância (EaD) é extremamente fragmentado, e cada parte das atividades que compõem o trabalho docente virtual é atribuída a um trabalhador diferente ou a um grupo deles [...] a esse conjunto articulado de trabalhadores, necessário para a realização das atividades de ensino-aprendizagem da EaD, denominamos de **polidocência**. (MILL, 2014, p. 25, *grifo do autor*).

vídeos e foram além, com o estímulo a reflexões sobre os temas relacionados ao uso de vídeos nas aulas de Matemática e representações no discurso matemático em sala de aula.

A reflexão sobre as experiências vivenciadas em sua formação é um fator importante na constituição do profissional professor de Matemática, que nesta fase se depara com um currículo institucional marcado pelo número expressivo de disciplinas de caráter teórico. Assim, as reflexões sobre as práticas vivenciadas nesse período podem viabilizar que os fundamentos teóricos assumam um significado mais palpável na mente do licenciando, o que pode favorecer ainda mais a sua prática e refletir na aprendizagem dos seus alunos. Sobre a reflexão na formação docente Fiorentini e Castro (2003, p. 127) afirmam:

> Sem ela, a formação docente e a respectiva produção de saberes não acontecem de modo efetivo. Sem reflexão, o professor mecaniza sua prática, cai na rotina, passando a trabalhar de forma repetitiva, reproduzindo o que está pronto e o que é mais acessível, fácil ou simples. [...] Refletir, então, acerca do contexto no qual estamos inseridos, com suas limitações e possibilidades, permite-nos avançar por olhar o mundo escolar em sua dinâmica e complexidade.

Esses autores, então, apresentam o ato de refletir como um aspecto importante da formação do professor, sendo o momento no qual os "saberes docentes são mobilizados, problematizados e ressignificados" (FIORENTINI; CASTRO, 2003, p. 127), atitudes necessárias para o desenvolvimento de ações pedagógicas integradoras.

Considerando os pontos até aqui levantados, com esta pesquisa buscou-se viabilizar reflexões em torno de temas relacionados à produção de vídeos com conteúdo matemático, além do próprio processo de produção, entre os estudantes envolvidos, favorecendo a discussão conjunta, o compartilhamento de conhecimentos matemáticos e a interação entre os envolvidos diretamente na pesquisa. A experiência de produção de vídeos com conteúdo matemático proposta dentro dos limites do ambiente virtual conduziu à análise do recurso audiovisual avaliando o seu caráter multisemiótico e multimodal, assim como as possibilidades de sua inserção na prática pedagógica. O significado das combinações ou intersemioses de recursos semióticos na apreensão de conceitos à luz da Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016) e sua possível potencialização pelo uso de vídeos digitais é a principal dimensão de interesse vinculada à questão de pesquisa proposta, a saber, *Como estudantes de um curso de licenciatura em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos ao utilizarem vídeos digitais para expressar ideias matemáticas?*

As análises referentes aos pontos centrais desta pesquisa são aprofundadas nos seis capítulos apresentados a seguir, os quais foram organizados de forma a favorecer a compreensão da análise dos dados produzidos na pesquisa, assim como as Considerações Finais. Desta forma, o Capítulo 2, intitulado *Estudos Multimodais e Educação Matemática*, apresenta a revisão bibliográfica, a qual faz um levantamento em torno das pesquisas desenvolvidas nos programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática e nos programas de Educação Matemática sobre o tema Multimodalidade na Educação Matemática. No Capítulo 3, *Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal: combinação de recursos semióticos em vídeos que expressam ideias matemáticas*, são apresentados os pressupostos teóricos da abordagem da SF-ADM adotada nesta pesquisa. O Capítulo 4, intitulado *Metodologia de Pesquisa: da pergunta à produção dos dados*, discute a Metodologia aplicada à pesquisa, além de explicitar os procedimentos metodológicos. As interações virtuais realizadas pelos participantes da pesquisa são relatadas e analisadas no Capítulo 5, *Interações para a produção de vídeos em um curso de licenciatura em Matemática da EaD*. Os vídeos produzidos na pesquisa são apresentados no Capítulo 6, intitulado *Análise dos vídeos produzidos na pesquisa*, no qual também está organizado todo o processo de análise dos referidos dados. Nas *Considerações Finais*, constam as considerações finais realizadas a partir das análises dos dados produzidos na EaD e dos vídeos, além de ser apresentada uma interpretação em torno da pergunta de pesquisa, considerando o contexto vivenciado.

2 Estudos Multimodais e Educação Matemática

> Quanto mais o pesquisador tiver um conhecimento aprofundado sobre seu tema, mais ele estará apto a construir seu objeto e a delimitar uma amostra pertinente. (DESLAURIERS; KERISIT, 2014, p.127).

Nesta pesquisa o termo multimodal é utilizado para classificar fenômenos matemáticos quanto as modalidades pelas quais os recursos semióticos envolvidos são materializados. Os vídeos são, então, vistos como fenômenos multimodais, pois os recursos utilizados para expressar uma mensagem são materializados de forma auditiva e visual. Segundo os estudos semióticos, comunidades recorrem a distintos recursos para criar significado, por exemplo, olhar, fala e gestos. Nas combinações realizadas para a criação de significados, esses recursos formam conjuntos multimodais ao se materializarem de forma visual, auditiva e somática. Jewitt (2011a) afirma que a multimodalidade descreve abordagens que entendem a comunicação para além da linguagem, atendendo a uma variedade de formas comunicacionais que as pessoas usam, como imagem, gesto, olhar, postura e as relações entre elas.

Segundo Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), o termo multimodalidade tem sido amplamente utilizado no mundo acadêmico desde que foi criado em meados dos anos 90. Kress (2011) afirma que os conceitos de modo e de multimodalidade têm ganhado importância em pesquisas de variadas áreas, incluindo semiótica, linguística, estudos de mídia, educação, sociologia, psicologia e medicina, abordando diferentes questões de pesquisas. Esse autor complementa afirmando que a multimodalidade não é uma teoria, mas um termo que mapeia um domínio de consulta, sendo incorporada e modelada por abordagens teóricas distintas.

Na Educação Matemática a multimodalidade foi introduzida em meados de 2004 com o advento e a democratização da internet rápida no Brasil que transformaram a comunicação online (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018). Nesse período, chamado por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2018) de quarta fase das tecnologias digitais e Educação Matemática, a comunicação no ciberespaço passou a ser conduzida por diversificados modos. Além disso, as interfaces amigáveis para produção e edição de vídeos resultaram na disseminação dos vídeos na internet, o que ampliou o uso de diferentes recursos para a produção de significados.

A pesquisa descrita neste relatório incorpora a noção de multimodalidade, na perspectiva da abordagem Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal, ao mesmo tempo em que se insere na área de Educação Matemática. A revisão de literatura apresentada neste capítulo tem o intuito de apresentar o estado atual dos conhecimentos relacionados à multimodalidade na Educação Matemática, para, dessa forma, situar as contribuições desta investigação para este campo do conhecimento.

2.1 As pesquisas que envolvem Multimodalidade na Educação Matemática no Brasil

A busca pelas pesquisas desenvolvidas no âmbito da multimodalidade ocorreu na plataforma online Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Na pesquisa por títulos foram utilizadas as palavras-chave Multimodalidade e Educação Matemática. Também foram utilizados como descritores: semiótica, múltiplos modos, multimodal, todos sendo filtrados com o termo Educação Matemática e Educação. No campo da Educação o termo multimodalidade apareceu vinculado a pesquisas da área de Linguística, sendo algumas delas articuladas com a Educação Matemática. Pesquisas realizadas na área de Ciências, de Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Programas de Ensino de Ciências e Educação Matemática, envolveram essa temática em investigações relacionadas ao ensino, assim como Programas de Informática na Educação e Letras.

Para situar as contribuições da investigação aqui relatada para a Educação Matemática foram analisadas as pesquisas que tratam, em algum nível, da noção de multimodalidade realizadas e publicadas nos Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Ciências e Educação Matemática com o intuito de observar as formas que o termo é utilizado no ensino de Ciências e Matemática. Junto a isso, serão observadas as tendências com relação às pesquisas que envolvem multimodalidade na Educação Matemática no Brasil.

A seleção das pesquisas ocorreu levando-se em consideração o ano de publicação, o título, as palavras-chave e o resumo. Como realizado por Borba e Oechsler (2018), a delimitação do período em que as pesquisas foram publicadas considerou a divisão da inserção das tecnologias digitais na Educação Matemática, segundo a qual, a multimodalidade surge em pesquisas da área em meados de 2004, incentivada pelo cenário de intensa comunicação no ciberespaço (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018). Assim, para a delimitação foi considerado o período entre os anos de 2004 e 2018. Neste período foram publicadas 15 pesquisas envolvendo multimodalidade nos programas de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Ciências e Educação Matemática, as quais serão apresentadas neste capítulo considerando o lugar da noção de multimodalidade na investigação apresentada.

Uma primeira análise das pesquisas que envolvem multimodalidade no Brasil mostra que existem duas correntes consolidadas que investigam cenários que envolvem fenômenos multimodais. A primeira delas realiza estudos em torno do uso simultâneo de diferentes modos semióticos no ensino de Ciências em cursos de nível Superior (MORTIMER; QUADROS, 2018). As pesquisas ligadas a essa corrente utilizam como principal pressuposto teórico a Semiótica Social (VAN LEEUWEN, 2005) com o intuito de revelar a performance do professor como um saber fazer que é idiossincrático e que pode ser melhorado como prática de desenvolvimento profissional.

A segunda corrente, aparente na pesquisa realizada no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, investiga as influências pedagógicas que a multimodalidade representacional e as múltiplas representações têm na construção de significados científicos. As pesquisas relacionadas a essa corrente realizam análises em torno de atividades e aulas voltadas para o ensino de Ciências articulando as ideias de múltiplos modos e registros de representação semiótica com a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (LABURÚ; SILVA, 2011). O foco das pesquisas que compõem essa corrente está na compreensão da natureza das dificuldades de aprendizagem das representações científicas, a fim de auxiliar na elaboração de ferramentas pedagógicas que possam enfrentar tais problemas.

A busca no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES resultou em pesquisas que compõem essas duas correntes e outras que serão analisadas de forma que se possa verificar se suas características as aproximam das correntes supracitadas, ou não. Vale ressaltar que, a delimitação da discussão desse capítulo em torno de pesquisas realizadas nos programas de Educação Matemática, Ensino de Ciências e Matemática e Ensino de Ciências e Educação Matemática excluiu as pesquisas referentes à primeira corrente, as quais foram realizadas em programas de Educação. Essa medida serviu como forma de limitar os trabalhos apresentados nesse capítulo, dado o espaço reduzido para apresentar os resultados da revisão bibliográfica.

Segundo Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), existem duas dimensões que classificam o lugar da multimodalidade em uma pesquisa: a primeira dimensão é *Fazendo multimodalidade*, em que o design do estudo apresenta essa noção na questão ou nos objetivos de pesquisa, ou ainda, que o termo é central na abordagem teórica adotada ou no método; e *Adotando conceitos multimodais*, na qual os conceitos ligados à multimodalidade, tais como modos e recursos semióticos, são utilizados seletivamente.

Salviato (2009), Lopes (2010), Klein (2011), Zompero (2012), Basso (2014), Salvadego (2015), Frasson (2016), Faria (2017), Batista (2017), Oechsler (2018) e Cunha (2018) desenvolveram pesquisas que tratam a noção de multimodalidade em primeiro plano a fim de investigar aspectos da produção de significados no ensino de Matemática ou de Ciências, em fenômenos multimodais. De fato, a pesquisa de Salviato (2009) discute sobre como estudantes do Ensino Fundamental poderiam expressar o seu aprendizado por meio de diferenciadas representações e para analisar essa questão propôs a seguinte pergunta: o uso de multimodos de representações como estratégia didática favorece a aprendizagem significativa de estudantes da 7ª série do Ensino Fundamental e, em específico, quanto às tipologias de conteúdo do aquecimento global? Com respeito à noção de multimodalidade, essa pesquisa afirma:

> A representação múltipla refere-se à prática de representar o mesmo conceito através de formas diferentes, incluindo modalidades verbais, gráficas e numéricas, bem como as exposições repetidas do estudante ao mesmo conceito, por outro lado, a representação multimodal trata-se da integração do discurso da ciência por meio de modalidades diferentes para representar o raciocínio de conceitos científicos e seus resultados. (SALVIATO, 2009, p. 17)

A pesquisa supracitada concebe que as representações múltiplas e multimodais fazem parte da natureza do conhecimento científico e sua mobilização viabiliza a aprendizagem de conceitos por meio dos processos de compreender, traduzir e integrar modalidades. A partir disso, Salviato (2009) apresenta a noção de multimodos de representações, os quais

> [...] consistem na integração discursiva entre diferentes representações semióticas para a construção de significados de um determinado tema ou conteúdo e se caracterizam por satisfazer as necessidades educativas evidenciadas pelo estilo cognitivo do estudante, possibilitando a diversificação nos elementos de aprendizagem, motivando os estudantes a representar os conceitos científicos por meio de modalidades que permitem sua participação ativa no processo de aprendizagem. (SALVIATO, 2009, p. 20)

Essas ideias foram combinadas na investigação com a noção de aprendizagem significativa, a qual, segundo Salviato (2009), ocorre quando a tarefa de aprendizagem se relaciona de forma não-arbitrária e substantiva a aspectos existentes na estrutura cognitiva do estudante, como uma imagem, um símbolo ou um conceito na aquisição de novos significados, se caracterizando pela reorganização cognitiva mediante uma matéria de ensino. Para Salviato (2009), a estratégia multimodal se aproxima da aprendizagem significativa, pois o uso de diferentes modalidades permite o contato com as habilidades intelectuais e preferenciais de estilo de aprendizagem, além do que, quando um mesmo conceito consegue ser expresso de diferentes modos, incorpora-se na estrutura cognitiva a substância de um novo conhecimento.

A pesquisa envolveu a professora-pesquisadora e quinze estudantes do Ensino Fundamental em uma atividade na qual foram coletadas transcrições das leituras de imagens e mapas conceituais dos estudantes antes e após uma estratégia multimodal. As transcrições foram categorizadas e analisadas de acordo com a análise textual qualitativa. Como resultado da pesquisa constatou-se que os mapas conceituais a posteriori apresentaram aumento na quantidade de conceitos e proposições, demonstrando a inserção de novos conhecimentos em sua rede conceitual. Além disso, foram constatadas em todos os mapas a posteriori as reorganizações cognitivas a partir da observação das relações estruturais, organizacionais e hierárquicas dos conceitos. A partir desses resultados a pesquisadora concluiu que a estratégia didática com multimodos de representações para aprendizagem significativa sobre aquecimento global apresentou relevantes contribuições para o ensino de ciências no que diz respeito à formação científica e ecológica.

Zompero (2012) investigou aspectos da produção de significados na disciplina de Ciências e Biologia, no que diz respeito ao conteúdo de fotossíntese e respiração vegetal, por alunos do 6º ano do Ensino Fundamental. A análise se desenvolveu em torno dos significados que os alunos construíram enquanto desenvolviam as atividades de investigação mediadas por multimodos de representação, além de verificar as conexões que os estudantes realizaram entre os modos representacionais utilizados com as atividades multimodais, seguindo os mesmos pressupostos teóricos de Salviato (2009).

A pesquisadora se fundamenta em Eysenck e Keane (1994) ao definir representação como qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que representam algum aspecto do mundo externo ou da imaginação na ausência do objeto, podendo ser dividida em representação interna ou externa. As internas são as representações mentais, próprias de cada indivíduo e as externas são as chamadas representações semióticas, utilizadas para caracterizar o mundo, acessíveis a todos os sujeitos que aprendem o sistema semiótico utilizado.

Em sua pesquisa Zompero (2012) aborda as representações semióticas ressaltando o uso de múltiplas representações e de multimodos que possibilitam a interpretação dos significados produzidos pelos estudantes nas situações de ensino. A pesquisadora, fundamentando-se em Prain e Waldrip (2006), caracteriza esses termos:

> [...] múltiplas representações referem-se a prática de representar um mesmo conceito por meio de diferentes formas, como verbal, gráficas, figuras (pictóricas), gestos (sinestésicas), experimental.
> Os multimodos referem-se à integração no discurso científico desses diferentes modos de representação. Os significados dos conceitos e proposições científicas não surgem simplesmente pela adição ou justaposição das representações, mas da combinação integrada dos modos representacionais. (ZOMPERO, 2012, p. 61)

Citando Lemke (2003), Zompero (2012) afirma que a integração entre os diferentes modos de representação é a chave para a compreensão dos conceitos científicos e combina essas noções à teoria da aprendizagem significativa que trata tanto de questões referentes às relações que se estabelecem nas situações de ensino e aprendizagem em sala de aula quanto à elaboração de significados pelos alunos. A abordagem metodológica adotada em sua pesquisa foi qualitativa em que se descrevem os significados que os estudantes elaboram ao desenvolverem atividades mediadas por multimodos de representação, as conexões que estabelecem entre diferentes modos representacionais e como transferem os significados produzidos durante as atividades investigativas para novas situações-problema.

A partir da análise dos dados obtidos, a pesquisadora constatou que os estudantes desenvolveram uma compreensão quanto às diferenças entre os conceitos de fotossíntese e respiração durante as atividades investigativas mediadas por multimodos de representação. Ainda concluiu que as atividades permitiram o engajamento dos alunos, a reflexão sobre o conteúdo, a elaboração de novos significados e a reorganização dos significados já existentes.

A pesquisa de Basso (2014) também discute a multimodalidade em termos dos multimodos de representação. A pesquisadora entende que a linguagem científica implica uma variedade integrada de representações simbólicas e que a abordagem do pensamento científico engloba os conceitos inerentes à compreensão do conteúdo, o que torna necessário para a aprendizagem do conceito a atribuição de significado. Nesse sentido, a pesquisadora buscou acompanhar as apropriações de conceitos de ecologia durante o processo de ensino baseado na metodologia de formulação de perguntas, a qual consiste na condução da aula por meio de perguntas sucessivas mantendo um contato interativo contínuo entre professor e alunos, e nos multimodos de representação em que os alunos realizaram transcodificações entre representações verbal e 3D.

Sobre os multimodos de representação, Basso (2014) caracteriza a aprendizagem como um processo que depende de múltiplos fatores dentre os quais se destacam as interações que o estudante tem com o meio, com o professor e com as ferramentas que tem contato. Entre essas ferramentas a pesquisadora cita os sistemas de representação externa, como a linguagem natural, os símbolos, as representações gráficas de diversos tipos e os símbolos matemáticos. A partir disso, a pesquisadora afirma que os vários tipos de representação de ações ou objetos são formados por grupos de signos e que o uso e a integração dos multimodos de representação facilitam a aprendizagem, a qual é concebida como o reconhecimento e mapeamento das conexões entre os conceitos de Ciências, as representações e as experiências perceptuais. Basso (2014) cita Laburú e Silva (2011) para complementar que, "ao se combinar variados modos e formas representacionais consegue-se atender aos diferentes perfis cognitivos e subjetivos dos aprendizes, o que promove um aprendizado com maior significado". A noção de transcodificação, adotada de Barthes (1980) em seus estudos sobre a semiologia da imagem, foi utilizada na pesquisa para designar o processo de mudança representacional, além de servir como ferramenta analítica para auxiliar na avaliação desse processo de mudança.

A abordagem metodológica adotada foi qualitativa e os procedimentos incluíram a elaboração e aplicação de uma sequência de atividades multimodais, sustentada pelo modelo de formulação de perguntas, a fim de acompanhar as apropriações do conceito de Ecologia que levaram a compreensão do equilíbrio ecológico. As atividades multimodais foram a observação e construção de um terrário, a simulação da cadeia alimentar, a prática de fotossíntese e a aula de campo. Segundo Basso (2014), o terrário é uma fonte de estudo da Ecologia que segue o padrão das pesquisas de campo, comuns de serem realizadas em laboratórios didáticos, sendo possível observar e realizar as medições de ecossistemas e populações. A aplicação do modelo de formulação de perguntas consistiu no emprego de momentos instrucionais em que sete alunos do Ensino Fundamental II foram demandados a produzir transcodificações entre representações verbais e 3D a fim de observar e qualificar a construção do equilíbrio ecológico, apresentando evidências de evolução na compreensão individual e dos grupos de alunos.

Como resultado a pesquisadora concluiu que as atividades multimodais foram favoráveis à apropriação dos conceitos, motivando a participação, a curiosidade, a reflexão e o interesse dos estudantes envolvidos. Além disso, a transcodificação possibilitou aos alunos acompanhar e identificar a apropriação de conceitos específicos da Ecologia.

Salvadego (2015) fundamentou-se na Semiótica de Peirce para interpretar os sentidos das gesticulações de estudantes realizadas durante um experimento no laboratório de Química. A pesquisadora utiliza os pressupostos da multimodalidade representacional para justificar que o laboratório é um espaço instrucional que fornece condições para a compreensão dos conceitos. Segundo Salvadego (2015), o laboratório didático adiciona uma dimensão cognitivista à aprendizagem científica e as gesticulações dos estudantes auxiliam na elaboração de significados, permitindo a expansão de sentidos, e, quando consideradas dentro do processo semiótico como signos, podem ser estudadas e analisadas.

Seguindo a mesma corrente teórica que as pesquisadoras supracitadas, Salvadego (2015) discute a multimodalidade e as múltiplas representações a partir das ideias de Tytler et al. (2007), Prain e Waldrip (2006), Radford, Edward e Arzarello (2009) e Blown e Bryce (2010). Segundo esses pesquisadores, a multimodalidade representacional está relacionada a diversos meios ou recursos perceptivos em que distintas formas representacionais podem vir a ser pensadas, comunicadas ou executadas, integrando diferentes modos de representar o raciocínio, processos e descobertas científicas. As múltiplas representações, por sua vez, designam a prática de representar um mesmo conceito ou processo científico de diferentes maneiras. A pesquisadora conclui que:

> A consideração de cunho cognitivista multimodal e múltiplas representações parte do princípio de que a apreensão e diagnóstico do conhecimento científico prendem-se, essencialmente, às análises semióticas dos seus sistemas de produção e de suas representações. Maneiras de raciocinar e de visualizar por meio desses conhecimentos estão intrinsicamente ligadas à

> utilização de representações semióticas e toda comunicação disciplinar se estabelece com base nelas. (SALVADEGO, 2015, p. 43)

A abordagem metodológica adotada em sua pesquisa foi qualitativa e descritiva, realizada com estudantes do ensino médio técnico em Química. As ações foram pensadas como uma composição temporal de gestos fragmentados interligados realizadas para um fim específico. A pesquisa foi realizada com base nas experimentações promovidas em uma atividade pedagógica de físico-química e as gesticulações dos estudantes foram analisadas segundo uma leitura da teoria semiótica de Peirce. A análise dos gestos realizados na experimentação privilegiou a dimensão de natureza avaliativa processual, por esta se constituir em uma linguagem que permite ao professor apreciar o significado do conhecimento do que está sendo construído pelo estudante.

Os resultados da pesquisa indicaram que a gesticulação é um modo de representação revelador e expressivo, o qual comunica como se dá a relação entre o experimento e o conteúdo já conhecido pelos alunos. A pesquisa mostrou que é possível analisar e interpretar a gesticulação, sendo ela parte fundamental da elaboração do pensamento sobre o conhecimento.

Frasson (2016) identifica a significação conceitual, procedimental e atitudinal sobre a temática alimentação e nutrição, construída quando estudantes são expostos a um ensino planejado sob o viés da multiplicidade representacional. Sobre os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais a pesquisadora cita Pozo e Goméz Crespo (2009) para afirmar:

> que os conteúdos conceituais são formados por fatos/dados, conceitos e princípios, os procedimentais por técnicas e estratégias e os atitudinais por atitudes, normas e valores. Essa subclassificação é baseada na caracterização de que alguns constituintes (fatos/dados, técnicas e atitudes) são mais específicos e devem ser instrumentos, no ensino, para acessar conteúdos mais gerais (princípios, estratégias e valores), que são a meta do currículo de ciências. (FRASSON, 2016, p.49)

Segundo Frasson (2016), o conhecimento sobre nutrição e alimentação saudável alcança sucesso quando se apoia em teorias de aprendizagem, o que levou a pesquisadora a integrar a teoria da aprendizagem significativa aos conteúdos de aprendizagem e a multiplicidade representacional para a construção de uma metodologia de ensino e de avaliação, a fim de favorecer e reconhecer a aprendizagem sobre alimentação saudável e nutrição. A pesquisa trata da noção de multimodalidade e das múltiplas representações, a qual chama de multiplicidade representacional, a partir de referências que, segundo a pesquisadora, apesar de descritas por autores diferentes, são semelhantes e complementares. Frasson (2016) segue a corrente teórica dos multimodos de representação.

A multiplicidade representacional, segundo Frasson (2016), apresenta elementos que podem ser explorados na prática educativa que tenha como propósito a aprendizagem significativa em que diferentes formas de representar um mesmo conceito ou processo científico, durante as atividades de ensino e avaliação, são integradas coordenadamente e trocadas coerentemente, compreendendo que diferentes modos encerram distintos propósitos.

A pesquisa adotou a metodologia qualitativa e uma estratégia didática foi aplicada em uma turma com 22 alunos do 7º ano de uma escola de ensino fundamental. Essa estratégia didática se constituiu de observação prévia, avaliação de conhecimentos e experiências prévias, estratégias de ensino e aprendizagem e avaliação da aprendizagem. Para análise da construção de significados conceituais foram utilizados os princípios da teoria da aprendizagem significativa. Os resultados, segundo a pesquisadora, mostraram que o ensino planejado com base na integração da aprendizagem significativa, dos conteúdos de aprendizagem e da multiplicidade representacional permitiu que o aprendizado significativo integrado de conceitos, procedimentos e atitudes em educação alimentar e nutricional fosse alcançado.

Outra pesquisa que integra a corrente que se fundamenta nos multimodos de representação foi aquela desenvolvida por Faria (2017), a qual investigou a integração multimodal e coordenação de representações semióticas em seis atividades de função do primeiro grau realizadas com estudantes do 1° ano do Ensino Médio. O referencial adotado foi a abordagem de multimodos e múltiplas representações, definido nessa pesquisa da mesma forma que as pesquisas supracitadas, considerando-se que a característica de formar representações multimodais em um mesmo conceito é consistente com a natureza do discurso científico, em suas possibilidades de ressignificação.

A pesquisa destaca as funções pedagógicas das múltiplas representações, proposta por Ainsworth (1999, 2006) que formulam diretrizes para a construção de estratégias que podem ser utilizadas como parâmetros de verificação e análise do processo de ensino e aprendizagem. Nessa proposta, uma nova representação pode ser, quanto ao conhecimento, complementar a partir de processos ou informações complementares, restringir por familiaridades ou propriedades inerentes, ou ainda, aprofundar a partir de abstração, extensão ou relação.

Além das noções de multimodos e múltiplas representações, integraram o quadro teórico da pesquisa de Faria (2017), aspectos da abordagem de Registros de Representação Semiótica de Duval (2004, 2011) no que diz respeito às transformações semióticas de tratamento, conversão e coordenação e a natureza e forma dos diferentes registros.

A abordagem metodológica adotada foi qualitativa. A pesquisa se desenvolveu a partir da aplicação de atividades, as quais consideraram as especificidades da função do primeiro grau, e foram elaboradas e aplicadas com foco na articulação de transformações semióticas, na natureza e na forma dos registros como funções pedagógicas das múltiplas representações. As funções pedagógicas designadas para as representações presentes nas atividades consideraram as interações dialógicas que interpretaram a significação produzida pelos estudantes.

Como resultado, Faria (2017) observou que a mesma representação assumiu diferentes funções pedagógicas. A pesquisa evidenciou ainda as vantagens da multiplicidade representacional no ensino. As resoluções apresentadas pelos estudantes permitiram, segundo Faria (2017), verificar a integração de referenciais, pois a partir da mobilização de dois ou mais registros de representação, ocorreu uma ou mais funções pedagógicas ao complementar ou restringir uma interpretação errônea e aprofundar um novo conhecimento.

Essas pesquisas exploram o potencial didático dos multimodos e múltiplas para a construção do conhecimento científico, a partir das ideias de Laburú, Zompero e Barros (2013), que afirmam que multimodos é a integração do discurso científico verbal em diferentes modos de representar, com a finalidade de apropriação dos conceitos conforme forem compreendendo as diferentes formas representacionais do discurso. Segundo esses autores, multimodos e múltiplas representações se relacionam de forma que um modo de representação (multimodos) sempre necessita de um meio físico (múltiplas representações) como recurso perceptivo para se realizar. Laburú e Silva (2011) complementam afirmando que a pluralidade das representações em combinação com um discurso integrador, baseado em multimodos de representação, constitui um mecanismo pedagógico fundamental, visto que aprimora o processo de significação e oferece procedimentos variados de interpretação e entendimento.

Em sua pesquisa, Klein (2011) também se refere à metodologia de multimodos de representação. A pesquisadora investigou a relação estabelecida entre os códigos imagéticos e o processo de construção de significados de conceitos da biotecnologia, buscando articular a teoria Semiótica de Peirce com os fundamentos da teoria da Aprendizagem Significativa, enfatizando o uso de múltiplas representações como facilitador dessa articulação, no intuito de oferecer uma ferramenta analítica para identificar elementos presentes no processo de conceituação e produção de significados científicos.

Sobre a multimodalidade, a pesquisadora escreve que a representação multimodal se refere à prática de reapresentar um mesmo conceito de várias maneiras ou em diferentes linguagens, sejam elas descritivas, experimentais e matemáticas, figurativas, gestuais ou corporais. Já sobre a aprendizagem significativa, a autora reflete que esta se realiza quando novos conhecimentos passam a significar algo para o aprendiz, que se torna capaz de explicar situações ou resolver problemas com suas próprias palavras e caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio de forma não literal e não arbitrária.

A pesquisa de Klein (2011) privilegia uma abordagem baseada nas múltiplas representações possíveis de um conceito, em um eixo multidisciplinar e considera que cada modo comunicativo contribui de maneira especializada e cooperativa para dar significado e explicitar conceitos com o uso de modos diversificados de representação, contribuindo de forma direta para a aprendizagem significativa destes. Segundo a pesquisadora, o aprendizado envolve a compreensão dos diferentes modos representacionais e a capacidade em passar de um modo representacional para outro, características que também envolvem o conceito da biotecnologia.

As atividades propostas aos estudantes participantes da pesquisa foram planejadas com base na metodologia dos multimodos e múltiplas representações, nas quais foram analisadas leituras de imagens e mapas conceituais sobre DNA, enzima de restrição, transgênico, clonagem e biotecnologia de nove alunos do nível médio de ensino.

Como resultado de sua pesquisa, Klein (2011) categorizou a produção dos participantes em domínios e níveis de significação como domínio interpretativo descritivo, domínio interpretativo científico e domínio interpretativo valorativo. Com respeito aos mapas conceituais, constatou-se que houve maior exploração do tema biotecnologia do que na atividade de leitura de imagens, cujos resultados demonstraram uma maior concentração no domínio científico. Observaram-se dificuldades na construção de relações socioculturais, éticas e ambientais com a biotecnologia, mas constatou-se que o percurso de conceituação se evidenciou idiossincrático. A pesquisa explorou a reflexão em torno do papel da imagem no discurso e no ensino de ciências e o instrumento de análise imagética proposto mostrou-se eficiente para o entendimento de como os códigos da imagem convertem-se no modo verbal escrito, ou vice-versa, e quais as implicações para o processo de aprendizagem.

A pesquisa de Lopes (2010) adota os pressupostos teóricos da Semiótica Social para realizar a análise multimodal de livros didáticos de Biologia. A pesquisadora parte da ideia de que alunos que são apresentados a conteúdos em ambas as formas visual e verbal têm melhor compreensão de conceitos do que alunos que tem o conteúdo apresentado apenas na forma verbal. Lopes (2010) realizou uma análise de livros didáticos de Biologia, considerando aspectos da multimodalidade desse recurso que contribuem para a prática docente. Especificamente, o objetivo da pesquisa foi analisar unidades selecionadas de quatro livros didáticos de Biologia sob a perspectiva da multimodalidade textual para a elaboração de um módulo didático aplicável aos licenciandos do curso de Ciências Biológicas.

A noção de multimodalidade adotada na pesquisa de Lopes (2010) é aquela cunhada por Kress e van Leeuwen (1996) a qual engloba diferentes modos de representação impressa para a composição de uma mensagem. A autora atribui ênfase à combinação das linguagens verbais e visuais na análise dos livros didáticos de Biologia, visando compreender como os aspectos visuais colaboram para a configuração textual. Com respeito à modalidade visual, cita os parâmetros de Kress e van Leeuwen (1996) para observação dos elementos que compõem as imagens a partir da caracterização de uma gramática visual. Lopes (2010) aliou à noção de multimodalidade os fundamentos de Baldry e Thibault (2006) que estabelecem três categorias de análise: a estrutura hierárquica do texto, os caminhos de leitura e a integração texto-imagem, esse último, se refere ao princípio da integração de recursos, segundo o qual as maneiras pelas quais os elementos de sistemas de recursos semióticos se relacionam em textos multimodais afetam um ao outro de formas complexas em variados níveis de organização.

As categorias foram observadas a fim de obter interpretações em torno das questões que nortearam a pesquisa, a saber: os textos e as imagens, apresentados nas páginas dos quatro livros didáticos de Biologia analisados, interagem e afetam um ao outro, conforme o princípio da integração de recursos, formando um texto multimodal? Os acadêmicos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas sabem interpretar os elementos dispostos nas páginas selecionadas do livro didático de forma a construir significados a partir da apresentação multimodal? Acadêmicos de licenciatura em Ciências Biológicas após orientação para a leitura de textos multimodais são capazes de aplicar seus conhecimentos em sala de aula?

Trata-se de uma pesquisa qualitativa em que foi elaborado e aplicado um questionário a 30 licenciandos do curso de Ciências Biológicas que contemplou uma análise perceptiva sobre a multimodalidade dos livros, sem instruções prévias. Como resultado da análise dos questionários, Lopes (2010) concluiu que os quatro livros didáticos estudados apresentam textos multimodais, em níveis crescentes considerando a combinação de recursos semióticos tradicionais com recursos mais modernos, como o uso de cores chamativas e de fotografias obtidas a partir de microscópio eletrônico. Além disso, constatou-se que o reconhecimento de padrões visuais da página impressa dos livros e o remanejamento de práticas de construção de significado multimodal estão interligados em um processo de construção do significado e conhecimento científico dentro de práticas sociais associadas ao uso do livro. Lopes (2010) afirma que sua pesquisa contribuiu para a aproximação e reconhecimento dos textos multimodais como elementos importantes para a construção de significados na Biologia.

Oechsler (2018) e Cunha (2018) articulam as ideias envoltas na multimodalidade, segundo a perspectiva da Semiótica Social, com o tema das tecnologias digitais e Blended learning, na Educação Matemática, respectivamente. Suas pesquisas incluem a noção de seres humanos-com-mídias, que é uma metáfora que leva a ideias sobre como se dá a produção de conhecimento com a presença de tecnologias, a partir da reorganização do pensamento. Essas investigações fazem parte de uma nova corrente que surge na Educação Matemática e que se ampara nos pressupostos teóricos da Semiótica Social de Kress (2010) e van Leewuen (2005).

Oechsler (2018), considerando as funções do vídeo nas aulas de Matemática, apontadas pela literatura existente, e as facilidades de acesso a essa mídia, investigou a natureza da comunicação estabelecida quando vídeos são produzidos em aulas de Matemática. A abordagem teórica adotada foi a Semiótica Social, a qual destaca o contexto e a intenção na produção de significados, além do construto teórico seres humanos-com-mídias, segundo o qual a interação dos humanos com diferentes artefatos não humanos modifica o pensamento produzido nessa interação. Oechsler (2018, p. 96) defende que "um conhecimento produzido por meio da produção de um vídeo pode ser diferente daquele produzido na interação do lápis e papel, uma vez que as potencialidades dos artefatos utilizados são diferentes e envolvem diferentes aspectos cognitivos", sendo produzidos de formas qualitativamente diferentes.

A noção de multimodalidade adotada na pesquisa é aquela apresentada pelos teóricos da Semiótica Social, a qual diz que a multimodalidade pode ser entendida como o uso de diferentes fontes comunicativas em textos ou eventos comunicativos. Além disso, a pesquisadora cita Lemke (2008) para afirmar que a multimodalidade atende ao significado através de configurações situadas em imagem, gesto, olhar, postura, som, escrita, dentre outros.

A pesquisa foi desenvolvida com turmas do nono ano do ensino fundamental, tendo sido proposto aos alunos que produzissem vídeos com conteúdo matemático. Oechsler (2018) adotou a metodologia qualitativa e manteve como foco de análise o processo de produção dos vídeos, destacando as escolhas semióticas realizadas pelos estudantes participantes da pesquisa, com respeito aos modos utilizados para expressar ideias matemáticas. Oechsler (2018) assume em sua pesquisa que modo é um recurso de forma social e cultural para fazer sentido. Imagem, escrita, layout, fala, imagem em movimento são exemplos de modos, todos usados em recursos de aprendizagem.

O processo de produção de vídeos consistiu em um coletivo de atores humanos e não humanos que contribuíram para a produção do significado emitido no vídeo a partir da combinação de modos. Como resultado Oechsler (2018) concluiu que os vídeos potencializaram a comunicação multimodal, a partir do uso de diversos modos, como a oralidade, a escrita e a representação visual, característicos da linguagem Matemática, aliados a gestos, áudio, imagem em movimento, figurino e cenário, característicos da linguagem cinematográfica. Além disso, observou-se que o conteúdo do vídeo é resultante da combinação de uma linguagem não formal da Matemática com gestos, imagens, som, entre outros. Segundo a pesquisadora, a produção de vídeos se mostrou com um processo de caráter coletivo e multimodal, que, nessa interação dos seres humanos-com-mídias, contribuiu para a comunicação dos produtores, culminando em sinais de sua aprendizagem.

Cunha (2018) analisou a influência das tecnologias digitais no desenvolvimento de um curso de formação continuada de professores, no modelo blended learning, com ênfase em uma perspectiva multimodal para o ensino de Matemática. Os professores participantes do curso utilizaram tecnologias digitais na produção do material multimodal cartoon e na elaboração de uma proposta para o ensino de Matemática no modelo híbrido. Segundo Cunha (2018), o cartoon é um desenho animado digital produzido com uso de um software para a criação dos desenhos e outro para a produção de vídeos.

A pesquisa apresenta em seu quadro teórico noções da Teoria da Atividade que foram utilizadas na análise e interpretação dos dados produzidos na pesquisa, desenvolvidas a partir do método de indução analítica modificada (ENGESTRÖM, 1978, 1999, 2001; ENGESTRÖM; SANNINO, 2010) e das ideias de encapsulação da aprendizagem (ENGESTRÖM, 2002). Cunha (2018) discute o blended learning ou ensino híbrido a partir das ideias de Christensen, Horn e Staker (2013), segundo o qual, este é um programa de educação formal, no qual o aluno aprende, em parte, por meio do ensino *on-line* e, em parte, em uma localidade física supervisionada, fora da sua residência. Segundo Cunha (2018), o ensino híbrido oferece uma experiência de uma educação integrada, na qual, uma combinação entre uma tecnologia nova (educação *on-line*) e uma antiga (sala de aula tradicional) possibilita a mescla de processos de comunicação formais com outros mais abertos, como os que acontecem nas redes sociais, onde há uma fluência de imagens, ideias e vídeos constantes.

A multimodalidade integra as discussões apresentadas por Cunha (2018), que se apoia em Walsh (2006) para afirmar que os textos multimodais têm mais de um ‘modo’ de apresentar uma informação, verbal e não verbal, o que faz com que o significado seja comunicado por meio de uma sincronização de modos. Segundo o pesquisador, a multimodalidade favorece os diferentes estilos de aprendizagem, proporcionando um ganho de eficácia educacional, por atender às preferências e tendências altamente individualizadas que influenciam a maneira de aprender. Cunha (2018), fundamentado em Walsh (2006), acrescenta que textos multimodais impressos são as imagens e informativos nos livros, jornais e revistas e que textos multimodais não impressos são filmes, vídeos e textos disponíveis através da tela eletrônica.

O curso de formação continuada promovido na pesquisa de Cunha (2018) teve encontros presenciais e a distância on-line, com uso da plataforma Google for Education. Metodologicamente, adotou-se o paradigma qualitativo de pesquisa e como procedimento foram realizadas entrevistas com os participantes, a fim de verificar como estes expressam os motivos, para que posteriormente o pesquisador considerasse os interesses implícitos nas ações dos sujeitos, além de entrevistas semiestruturadas, questionários e observação participante.

Os dados foram analisados com o método de indução analítica modificada, à luz da Teoria da Atividade. Como resultado, Cunha (2018) apontou que as tecnologias digitais utilizadas na realização das tarefas “produção de cartoons” e “elaboração de uma proposta para o ensino de Matemática no modelo híbrido”, durante o curso de formação continuada, provocaram contradições nos sistemas de atividades, resultando em movimentos que apontam para uma ruptura na encapsulação da formação continuada, visto que as tecnologias não foram utilizadas no padrão dominante. Segundo esse pesquisador, na percepção dos professores, o objeto deixou de ser “participar da formação continuada para obtenção de certificado e ampliar a pontuação”, passando a ser “produzir *cartoons* e criar uma sala de aula virtual para tornar as aulas mais dinâmicas”. Os dados desta pesquisa sugerem ainda que a reprodução do modelo de ensino tradicional na formação continuada leva a uma encapsulação na formação do professor. Essa encapsulação alarga a distância entre os saberes construídos nesse modelo de formação e os saberes necessários para que o professor possa “transformar” e “não reproduzir” o ensino fragmentado e isolado que há séculos está impregnando os processos de escolarização.

Batista (2017) apresentou outra perspectiva teórica que aborda a multimodalidade ao investigar as contribuições de atividades multimodais para a instrumentalização de licenciandos em Pedagogia sob a ótica da inclusão. A pesquisa apresenta discussões sobre a cognição corporificada, que fundamenta a natureza multimodal e a função cognitiva de atividades percepto-motoras. Batista (2017) cita Edwards e Robutti (2014) para esclarecer que o termo multimodalidade é classificado de acordo com os seus diferentes usos, em multimodalidade neural, modalidades sensoriais e a multimodalidade na comunicação. No que diz respeito a multimodalidade neural, os teóricos entendem que neurônios são ativados por ações específicas e pela observação de ações executadas por outros indivíduos. Batista (2017), apoiada em Gallese e Lakoff (2005), caracteriza a relação entre percepção e ação como multimodalidade no nível neural, segundo a qual, circuitos em todas as regiões do cérebro ligam modalidades e associam cada uma delas a propriedades de outras.

As modalidades sensoriais, destacam que além dos cinco sentidos, visão, audição, tato, paladar e olfato, a cinestesia, o sentido vestibular (sentido de orientação e equilíbrio), os sentidos de percepção de temperatura e de dor permitem que o aluno acesse qualquer experiência direta ou conhecimento culturalmente transmitido, além disso, os teóricos adotados na pesquisa (EDWARDS; ROBUTTI, 2014) defendem que, ao considerar a natureza corporificada da cognição matemática, pode-se questionar o tipo de matemática que pode ser criada com os tipos de corpos, mentes e cérebros humanos, o que, segundo Batista (2017), torna possível que o conhecimento seja entendido como uma produção humana.

Com relação à comunicação, Batista (2017) destaca que o entendimento assumido na pesquisa é de que o termo multimodalidade engloba, não só recursos culturais e sociais, como também, recursos corporais disponíveis tanto para a comunicação, como para o raciocínio e que os diferentes meios utilizados para expressar ideias são integrados aos recursos oferecidos pelo corpo para a compreensão de como os pensamentos matemáticos se originam na mente corporificada. Segundo Batista (2017), no contexto da Educação Matemática Inclusiva, ferramentas multimodais oferecem múltiplas formas de interação com as representações de objetos matemáticos, permitindo explorações sensoriais para os estudantes de modo geral.

Na busca por observar as maneiras desenvolvidas por licenciandos em Pedagogia para compreender e compartilhar ideias matemáticas durante o processo de aprender a ensinar Matemática sob uma perspectiva inclusiva, foram exploradas atividades matemáticas associadas aos Anos Iniciais por meio de diferentes modalidades sensoriais e expressões corporais como formas de produção e representação matemática.

O design experiment (COBB, et al, 2003) permitiu o aprofundamento da compreensão do fenômeno investigado, ocorrendo enquanto o experimento se desenvolve. Os discursos presentes durante a produção dos dados foram analisados, assim como os gestos produzidos pelos licenciandos, usando como apoio teórico abordagens direcionadas à identificação de conhecimentos necessários para o ensino articuladas a perspectivas da corporificação. Como resultado, Batista (2017) concluiu que as atividades colaboraram para o desenvolvimento das habilidades necessárias para estabelecer empatia no processo de aprender a ensinar Matemática sob a perspectiva inclusiva, além de evidenciar as relações intra e interpessoais com os objetos matemáticos explorados, ilustrando experiências sensoriais, movimentos corporais e recursos linguísticos como estratégias para compartilhar e compreender ideias matemáticas.

As onze pesquisas apresentadas são classificadas, segundo Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), como pesquisas que fazem multimodalidade, visto que tratam essa noção como elemento principal no quadro teórico apresentado. As pesquisas de Nardy (2013), Domingues (2014), Gregorutti (2016) e Oliveira (2018) adotam a multimodalidade, apresentando-a como tema importante na pesquisa, porém não se trata da discussão principal.

Nardy (2013), a fim de acompanhar a aprendizagem do tema Conservação Ambiental, propôs um referencial analítico que alcança os aspectos humanísticos da teoria da aprendizagem significativa, os conteúdos de aprendizagem e a Educação Ambiental. Com base nesses temas, a pesquisa envolveu dois alunos dos anos finais do Ensino Fundamental em atividades multimodais, proporcionando uma coleta de dados diversificada que exigiu a criação de um instrumento analítico singular, apresentando subsídios para que pudesse ser discutida a apropriação crítica de conhecimentos, atitudes, valores e comportamentos.

Nardy (2013), apoiada em Moreira (2011), esclarece que a natureza do conhecimento pode ser factual, conceitual, procedimental ou atitudinal e propõe que as atividades de ensino devem integrar ao máximo esses conteúdos, a fim de que haja incremento da significância no processo de aprendizagem. Os conteúdos factuais referem-se ao conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos. Os conceituais dizem respeito ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que tem características em comum. O conteúdo procedimental é um conjunto de ações ordenadas e dirigidas para a realização de um objetivo. Por fim, o conteúdo atitudinal agrupam valores, atitudes e normas. Nardy (2013) afirma que o alinhamento entre essas ideias envoltas na teoria da aprendizagem significativa e a noção de multimodalidade representacional aplicadas na Educação Ambiental são a base de sua pesquisa.

As ideias discutidas na pesquisa sobre multimodos e múltiplas representações são as mesmas trazidas por Klein (2011) e outros pesquisadores apresentados nesta seção, os quais compartilham os pressupostos teóricos. Nardy (2013) afirma que as múltiplas representações se referem à prática de representar um mesmo conceito ou processo científico em diferentes formas. Os modos representacionais são compreendidos como os meios ou recursos perceptivos nos quais as diversas formas representacionais podem ser expressas, pensadas, comunicadas ou executadas, e justifica que a interdependência entre mente e corpo na construção do conhecimento, portanto, torna-se relevante o estudo de estratégias que promovam os multimodos de representação.

A abrangência da integração dos conteúdos factual, conceitual, procedimental e atitudinal, a partir de atividades multimodais com mapas conceituais, garantiram uma aproximação com a aprendizagem significativa. Como resultado de sua pesquisa, Nardy (2013) concluiu que a integração dos conteúdos de aprendizagem pode conduzir a uma aprendizagem significativa, traduzida na apropriação crítica de conhecimentos, atitudes, valores e comportamentos, que contribuem para a construção de uma sociedade sustentável.

Domingues (2014), Gregorutti (2016) e Oliveira (2018) realizaram pesquisas que articularam a noção de multimodalidade com o tema do uso de tecnologias digitais na Educação Matemática, sendo que dois desses trabalhos envolveram o uso e a produção de vídeos com conteúdo matemático e o terceiro trata do potencial multimodal do discurso matemático que é realizado no contexto da Performance Matemática Digital. No entanto, suas pesquisas trazem para o primeiro plano outras temáticas, como a visão de estudantes sobre o uso de vídeos na Educação Matemática, a imagem pública da Matemática e os efeitos da produção de vídeos e da realização de um festival de vídeos em uma escola com alunos do Ensino Fundamental.

No que diz respeito ao tema Performance Matemática Digital, Scucuglia (2014) já realizava pesquisas, anteriores à publicação de Gregorutti (2016). Scucuglia (2014) defende que as Performances Matemáticas Digitais podem ser concebidas como narrativas multimodais nas quais são comunicadas ideias matemáticas através das artes, sendo essa abordagem um meio para que se realize a desconstrução de imagens estereotipadas sobre a Matemática e os matemáticos, sugerindo a construção de imagens alternativas nos cenários educacionais e sociais enfatizando as artes e o uso de tecnologias digitais.

Domingues (2014), investigou o uso de vídeos em aulas de Matemática, destacando as formas como estudantes interagem com esse recurso. Seu intuito foi analisar aspectos presentes nas falas dos alunos que caracterizaram o modo como se relacionaram com os vídeos assistidos em aula de Matemática e com os vídeos produzidos como trabalho final da disciplina.

A pesquisa de Domingues (2014) discute a noção de multimodalidade pelo fato de entender que esse tópico faz parte do escopo que constitui os estudos sobre tecnologias digitais, especificamente os vídeos. O quadro teórico da pesquisa inclui o construto seres-humanos-com-mídias e multimodalidade. Sobre o construto seres-humanos-com-mídias, Domingues cita Borba e Villarreal (2005) ao afirmar que "visa enfatizar que o pensamento humano e o ser humano necessitam de tecnologias, tais como oralidade, escrita e informática como meios para expressar e registrar seu conhecimento, ou seja, a produção de conhecimento é realizada por coletivos formados por atores humanos e não humanos." (Domingues, 2014, p. 17).

A noção de multimodalidade é apresentada na pesquisa a partir de uma citação de Walsh (2011), como um estudo sobre o processo comunicativo, especialmente em como o significado é comunicado através de diferentes recursos semióticos ou como ele é construído em diferentes contextos sociais. Domingues (2014) complementa, citando Scucuglia, Borba e Gadanidis (2012), afirmando que "as tecnologias digitais oferecem meios para a comunicação multimodal. A linguagem da internet, composta por vídeos, imagens, sons e textos escritos é fundamentalmente multimodal.". O pesquisador apresenta uma seção em sua pesquisa na qual analisa os aspectos multimodais das aulas de Matemática Aplicada, cenário da pesquisa, e discute sobre os processos avaliativos dessa disciplina, que é feita 80% na mídia lápis e papel.

A pesquisa foi exploratória e de cunho qualitativo na qual foram analisadas as particularidades de um grupo de alunos do curso de Ciências Biológicas observado nas aulas de Matemática Aplicada. Como resultado Domingues (2014) elencou as características sobre os vídeos assistidos e sobre os vídeos produzidos relatadas pelos estudantes. Sobre a compreensão dos estudantes em torno do papel dos vídeos, o pesquisador elencou que são vistos como uma forma de expressar o conteúdo, uma forma descontraída de estudar ou um meio de divulgação do tema. Sobre os vídeos assistidos durante as aulas de Matemática, os estudantes compreenderam que trouxeram dinamicidade à aula, que foi uma boa forma de introduzir o conteúdo, que apresentou vantagens para a ilustração de processos. No que diz respeito às limitações do recurso, Domingues (2014) constatou que os estudantes apontaram insatisfação com o formato em que foram apresentados o conteúdo e com problemas técnicos.

Gregorutti (2016) investigou aspectos sobre a imagem pública da Matemática em um cenário no qual estudantes de graduação em Matemática estiveram engajados na produção de Performances Matemáticas Digitais (PMD). Sobre essa noção, o pesquisador apresenta três formas de entendê-la, como citado por Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014):

> [...] na primeira que abordo aqui, PMD é uma possibilidade didático-pedagógica para ensino e para aprendizagem de Matemática ao integrar o uso de Artes e tecnologias digitais na Educação Matemática. Na segunda delas, PMD é entendida como uma linha de pesquisa em Educação Matemática que está em suas fases de implementação e consolidação. Na terceira e última que apresento neste momento, PMD é entendida como vídeos digitais que visam comunicar ideias matemáticas pela integração artística [...]. (GREGORUTTI, 2016, p. 23)

Gregorutti (2016), fundamentado em Scucuglia (2014) e Scucuglia, Gadanidis e Borba (2011) caracteriza a performance matemática como processo de comunicação de ideias matemáticas por meio das Artes e complementa, afirmando que PMDs englobam textos digitais utilizados para representação de performances matemáticas. Ao relacionar PMD e o constructo seres-humanos-com-mídias, segundo as ideias de Scucuglia e Borba (2007), o pesquisador evidencia que diferentes mídias, em especial as mídias online, condicionam redes de significados em diversificados modos de produção de conhecimento, gerando ambientes de aprendizagem multimodal. Nesse sentido, a multimodalidade é concebida na pesquisa como

> uma produção não linear ou o processamento de textos que ocorrem primeiramente em uma tela. Figuras, Livros e Informativos podem ser multimodais dependendo do jeito que modos verbais e visuais são construídos. Porém, o principal meio em que podem ocorrer múltiplos modos são filme e televisão, telas de computador, lousas interativas, consoles de jogos, celulares e vários dispositivos móveis tal quais o Kindle ou outros livros, iPhones ou iPads. (WALSH, 2011, p. 9, tradução nossa). Nessa perspectiva tecnológica, a proposta feita por Scucuglia (2012) torna-se pertinente ao definir PMD como narrativas multimodais que comunicam ideias matemáticas por meio das Artes. (GREGORUTTI, 2016, p. 27)

A proposta da pesquisa foi analisar o processo de construção de imagens sobre a Matemática em um cenário no qual futuros professores de Matemática produzem PMD. Metodologicamente, a pesquisa adotou a abordagem qualitativa com utilização de Arts-Based Research, a fim de comunicá-la por meio de poemas. Os dados foram produzidos a partir da realização de um curso de extensão universitária no qual licenciandos em Matemática criaram sete PMDs. Como resultado, Gregorutti (2016) concluiu que a construção de imagem da Matemática no ambiente de desenvolvimento de PMDs foi mais flexível, ou seja, admitindo a influência humana, bem como criativa, abrangendo características coloridas, vivas e ativas. A formação de coletivos pensantes do tipo professores-com-Artes-e-tecnologias-digitais foi destacada nos resultados desta pesquisa.

Em sua pesquisa Oliveira (2018) teve como objetivo compreender as diferentes dimensões que emergiram durante a produção de vídeos digitais com Matemática, além da realização do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática na Escola. Participaram da pesquisa alunos de duas turmas do 7º ano de uma escola da Rede Pública do Estado de São Paulo. A abordagem metodológica adotada na pesquisa foi qualitativa e entre os procedimentos para a produção dos dados foram realizadas entrevistas com os alunos que produziram vídeos, além de membros da comunidade escolar, como gestores, professores e pais.

A pesquisadora se apoia em Freire (2011) para afirmar que os espaços de diálogo e comunicação devem se expandir na sala de aula, justificando que “a educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é transferência de saber”. A noção de diálogo apresentada é a de Skovsmose (2006, p. 119), que diz que o diálogo é:

> [..] uma relação próxima com certa interpretação em investigação, preocupada com aspectos comunicativos. Entendemos um diálogo como uma conversação que visa à aprendizagem [...] na qual o diálogo não é concebido como uma conversação qualquer, mas, sim como uma conversação com certas qualidades. (OLIVEIRA, 2018, p. 28)

Segundo Oliveira (2018), o ideal seria que professor e alunos utilizassem e interagissem com diferentes tipos de textos e em diferentes modalidades em ambiente de sala de aula, de forma que ocorresse uma naturalização do uso das tecnologias, visto que essa auxilia professores e alunos a se expressarem e a se comunicarem, incentivando a colaboração e a interação em diferentes modalidades e formas de representações. Sobre a multimodalidade, a pesquisadora cita Walsh (2011) para afirmar que o termo multimodalidade se refere a diferentes modos combinados, como a escrita, a imagem, o som, o movimento, usados para a aprendizagem do aluno como novos meios de comunicação.

A análise da pesquisa foi realizada entrelaçando os dados presentes nos vídeos produzidos pelos alunos com as entrevistas e as anotações em campo à luz das noções apresentadas por Paulo Freire, no que diz respeito aprendizagem reflexiva, pautada no diálogo, com viés para a multimodalidade. Como resultado emergiram as seguintes dimensões: aluno sujeito e o vídeo como resposta à curiosidade; a importância do celular, do computador e da internet rápida para a pesquisa e o ensino de Matemática; conteúdo matemático dos vídeos produzidos; Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática na Escola e a imagem pública da Matemática. Em síntese, foi compreendido que a produção de vídeo com Matemática se expande através do diálogo, da comunicação e da construção da autoestima em relação ao conhecimento matemático.

As pesquisas apresentadas nesta seção levantam discussões sobre a multimodalidade em diferentes perspectivas, contudo, pode-se destacar a ênfase dada às imagens, aos gestos e ao objetos tridimensionais como recursos facilitadores na produção de significados, no que diz respeito ao ensino e à aprendizagem de conteúdos ligados às áreas das ciências. As pesquisas que trataram da Matemática, considerando a influência da multimodalidade como fator diferencial no ensino, em sua maioria, apostaram no potencial das tecnologias em suas análises. Isso será discutido na próxima seção.

2.2 Multimodalidade e tecnologias nas pesquisas em Ciências e Educação Matemática

A revisão bibliográfica aqui apresentada mostra as tendências que estão instaladas e as que estão surgindo, com relação ao uso da multimodalidade, considerando os programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Ciências e Matemática e programas de Educação Matemática no Brasil. O Quadro 1 apresenta uma organização das pesquisas que fazem multimodalidade e que adotam termos multimodais (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016), considerando a perspectiva multimodal adotada.

Quadro 1 - Pesquisas que envolvem Multimodalidade realizadas nos programas de Ensino de Ciências e Matemática e Educação Matemática.

Grupos	*Pesquisas*	*Abordagens teóricas utilizadas*	*Método*
G1	Salviato (2009), Klein (2011) Zompero (2012), Nardy (2013), Basso (2014), Salvadego (2015), Frasson (2016), Faria (2017).	Aprendizagem Significativa; Transcodificação; Registros de Representação Semiótica; Semiótica de Pierce.	Atividades investigativas; Modelo de Formulação de perguntas; Multimodos de Representação.
G2	Lopes (2010), Domingues (2014), Gregorutti (2016), Oliveira (2018), Cunha (2018) e Oechsler (2018).	Semiótica Social; Teoria da Atividade; Seres humanos-com-mídias; Performance Matemática Digital; Abordagem Dialógica Freireana.	Princípio da Integração de Recursos Análise Multimodal; Arts-Based Research; Indução Analítica Modificada.

Fonte: Elaborado pela autora.

O Quadro 1 exclui a pesquisa de Batista (2017), a qual contribui de forma substancial para os estudos multimodais, porém utiliza um quadro teórico que está isolado em comparação às outras pesquisas. A pesquisa de Batista (2017) une as ideias da Cognição corporificada com a noção de multimodalidade e utiliza como método o Design experimente (COBB, et al, 2003) para discutir ideias sobre a formação de Pedagogos quanto à prática da Inclusão. Os grupos **G1** e **G2** apresentados no Quadro 1 são formados a partir da perspectiva multimodal adotada na pesquisa. O primeiro deles adota a abordagem chamada de multimodos de representação, considerada a partir das ideias de multimodalidade e múltiplas representações. Em duas pesquisas essa noção foi nomeada como metodologia. O segundo grupo é composto por pesquisas que discutem a multimodalidade, segundo a Semiótica Social, no âmbito de cenários que envolvem o uso de tecnologias. O livro didático, foco da análise multimodal na pesquisa de Lopes (2010) utiliza as lentes da Semiótica Social para uma mídia diferente dos vídeos e cartoons, como explorado nas outras pesquisas do grupo **G2**. Outra característica desse grupo é que as pesquisas fazem parte, majoritariamente, da Educação Matemática, enquanto no primeiro grupo foram priorizadas pesquisas que discutem a multimodalidade no contexto do conhecimento científico, concentrando os resultados em outras Ciências, como Física, Química e Biologia. A análise das pesquisas mostra, ainda, que entre aquelas que fazem multimodalidade nos programas de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Ensino de Ciências e Matemática e Educação Matemática, segundo a classificação de Jewitt, Bezemer e

O'Halloran (2016), poucas discutem conceitos matemáticos. Foram três pesquisas, em uma amostra formada por onze pesquisas que discutem multimodalidade.

Considerando as duas correntes visualizadas na fase inicial da pesquisa sobre investigações com foco na multimodalidade, percebe-se a partir do Quadro 1 uma terceira corrente, mais recente, que surge unindo pesquisas que investigam aspectos da multimodalidade na produção de conhecimento matemático com uso de tecnologias e o livro didático. A base teórica adotada nas pesquisas que seguem essa corrente é a Teoria Sistêmico Funcional, no entanto, consideram duas abordagens ligadas a essa teoria, a saber, a Semiótica Social, desenvolvida por Kress (2010) e van Leeuwen (2005) e, mais recentemente, a Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal, na perspectiva de O'Halloran (2018). Como será visto mais adiante, a Teoria Sistêmico Funcional é uma teoria do significado que investiga as maneiras pelas quais a linguagem verbal e outros recursos não linguísticos produzem significados como recursos individuais ou como sistemas interrelacionados. A Semiótica Social e a Sistêmico Funcional - Análise do Discurso Multimodal se diferenciam no que se referem aos objetivos que apresentam, a saber, entender as dimensões sociais do significado, sua produção, interpretação e circulação e suas implicações; e entender as funções de diferentes recursos semióticos e os significados resultantes das combinações de escolhas semióticas em fenômenos multimodais, respectivamente (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016).

As pesquisas relacionadas a essa, que está sendo apresentada aqui como uma terceira corrente nos estudos multimodais no Brasil, buscam compreensões sobre a relação entre a produção ou expressão de conhecimento matemático por meio de vídeos, cartoons e livros didáticos com a multimodalidade, características desses recursos.

A pesquisa apresentada neste relatório contribui com seus resultados para os estudos multimodais, de forma geral, e especificamente, para o grupo **G2**, visto que levanta uma discussão sobre a funcionalidade de recursos semióticos escolhidos para a expressão de ideias matemáticas em fenômenos multimodais digitais, neste caso, o vídeo. A abordagem teórica utilizada nesta pesquisa, a Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal, que possui elementos teóricos muito próximos da Semiótica Social, se preocupa em descrever as funções dos recursos semióticos, assim como em analisar os significados resultantes de escolhas semióticas realizadas para a combinação desses recursos em fenômenos multimodais. A forma como os objetivos dessa abordagem teórica se apresenta, justifica, segundo Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), a maneira como são organizadas as noções de recursos semióticos e modo, centrais na Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal.

Como a maioria das pesquisas levantadas no grupo **G2** do Quadro 1, esta pesquisa também analisa o papel das tecnologias digitais a partir da noção de seres humanos-com mídias.

A construção de conhecimento a partir do coletivo pensante que une humanos e tecnologias em um processo de produção de vídeos é a visão que fundamenta esta pesquisa. A abordagem Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal é a contribuição desta pesquisa aos 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.

Sobre as tecnologias digitais, considerando que os vídeos com conteúdo matemático estão presentes na vida dos estudantes, de forma geral, e que existe incentivo para que produzam vídeos, como forma de avaliação ou mesmo para participar de festivais, é necessário que sejam desenvolvidos métodos de análise para esses recursos que considerem suas possibilidades educativas e, nesse sentido, esta pesquisa apresenta uma possibilidade.

3 Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal: combinação de recursos semióticos em vídeos que expressam ideias matemáticas

> A visão histórica do panorama semiótico na matemática revela como o conhecimento matemático se envolve e se materializa como objetos, atividades e eventos multimodais e multisemióticos construídos com recursos semióticos moldados por tecnologias sociais e científicas[13]. A julgar pelo estado da arte da matemática e das ciências na atualidade, os analistas multimodais das ciências sociais parecem ter muito a ganhar ao compreender e utilizar o potencial da expansão de significado proporcionado pela tecnologia computacional para aprofundar a teoria e a prática da análise multimodal. (O'HALLORAN, 2011, p.113, tradução nossa)[14].

O objetivo deste capítulo é discutir as ideias centrais envoltas na Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal a partir da aplicação das suas noções teóricas na linguagem audiovisual. Essa abordagem teórica também apresenta mecanismos metodológicos, os quais sustentarão as análises dos vídeos produzidos nessa pesquisa. A fim de apresentar os fundamentos da Sistêmico Funcional - Análise do Discurso Multimodal, a discussão foi dividida em quatro seções. Na seção 3.1, intitulada *Fundamentos da abordagem Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal*, são apresentadas a origem e o desenvolvimento dessa abordagem teórica a partir da Linguística Funcional Sistêmica de Halliday (1994), além de serem expostas as suas noções centrais. Na seção 3.2, *Fenômenos Multimodais em Matemática*, discute-se sobre possibilidades para a análise do discurso matemático com base nas funcionalidades dos recursos semióticos usuais nos fenômenos matemáticos, a saber, a linguagem, o simbolismo e as imagens matemáticas. A seção 3.3, intitulada *A Linguagem corporal, a música e o som como recursos semióticos em fenômenos matemáticos*, destaca a influência das intersemioses de recursos usuais com a linguagem corporal, a música e os sons para a expansão de significados na comunicação de ideias matemáticas. Na seção 3.4, *Intersemioses em vídeos digitais e a análise do discurso multimodal*, discute-se sobre as potencialidades dos vídeos digitais como uma alternativa para a comunicação de ideias matemáticas que possibilita, de uma maneira qualitativamente diferente, a realização da produção de significados no meio digital.

---

[13] As tecnologias científicas são ferramentas produzidas em ciências, aplicadas em Matemática e Engenharia. As tecnologias sociais são produtos, técnicas ou metodologias desenvolvidas na interação entre o meio técnico e científico e a comunidade e que representam soluções de transformação social.

[14] The historical view of the semiotic landscape in mathematics reveals how mathematical knowledge envolves and materialises as multimodal and multisemiotic objects, activities and events constructed using semiotic resources which are shaped by social and scientific technologies. Judging from the state-of-the art in Mathematics and the sciences at the presente time, multimodal analysts from the social sciences appear to have much to gain by understanding and utilising the expanded meaning potential afforded by computer technology to further multimodal analysis theory and practice.

3.1 Fundamentos da abordagem Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal

O funcionalismo surgiu como uma corrente linguística na primeira metade do século XX enfatizando a multifuncionalidade da linguagem. Segundo Caldeira (2006), essa corrente se subdividiu em várias escolas, tendo sido representadas, principalmente, por estudiosos das Escolas de Praga, de Genebra, de Londres, da Holanda e a Escola Funcionalista norte-americana. Essas escolas mantinham o princípio fundamental do funcionalismo linguístico como um eixo comum, o qual afirma que a estrutura dos enunciados é determinada pelo seu uso, considerando o contexto em que ocorrem.

Nesta seção será atribuída uma atenção especial à abordagem Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal, decorrente da vertente do funcionalismo da Escola de Londres, a perspectiva Linguística Sistêmico – Funcional (LSF) cujo principal representante é Michael Alexander Kirkwood Halliday (1925 - 2018) e cujos estudos mais recentes mostram uma preocupação com a produção de significados em fenômenos multimodais que envolvem a Matemática. O linguista britânico, Halliday, desenvolveu a LSF a partir dos fundamentos de John Rupert Firth, que foi seu professor na Universidade de Londres, como uma teoria sócio semiótica fundamentada na concepção da linguagem como um fenômeno que não está isolado do seu uso social, existindo para satisfazer as necessidades de comunicação (AZEVEDO, 2015). A LSF, então, compreende a língua como um fenômeno dinâmico, em que o significado varia de acordo com o contexto.

Com a LSF expandiu-se o conceito de semiótica desenvolvido por Saussure (1949) que limitava o estudo dos signos ao considerá-los como entidades isoladas e conferiu-se o caráter interativo e dinâmico da língua. De fato, Santos (2014) afirma que, na perspectiva da LSF os significados são construídos e reconstruídos, dependendo do contexto situacional e cultural, cada vez que a língua é utilizada. Considerando a diversidade situacional, por exemplo, na frase "Aquele homem é um barbeiro.", podem ser atribuídos significados dependendo do contexto. A informação pode se referir à profissão do homem ou a uma conduta veicular danosa que este possa ter realizado. Segundo Santos (2014), na LSF a língua é concebida como uma rede de sistemas interligados, o que constitui a sua base funcional, além disso, a língua é utilizada para produzir significados em situações de comunicação, e isso define a sua base semântica.

Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016) explicam que a perspectiva hallidayana concebe a linguagem como algo que é aprendido e dominado de acordo com a experiência, sendo um recurso para produzir significado. Segundo esses autores, o objetivo principal da LSF foi desenvolver uma gramática funcional que descrevesse todo o potencial de significado da linguagem, significado esse que é influenciado pelos contextos social e cultural em que são negociados. Esses autores ainda afirmam que o conflito entre a visão da linguagem como recurso e a visão formalista, que a entende como algo separado do mundo externo ou como um conjunto de regras, resulta em problemas na aprendizagem de estudantes. Eles explicam, com base em um exemplo de Halliday (2003, p. 94):

> [...]quando as crianças começam a aprender a língua, elas a veem como um recurso para fazer sentido, mas quando entram no sistema escolar são confrontadas com a linguística folclórica da sala de aula, com suas categorias e classes, suas regras e regulamentos sobre o que fazer e, acima de tudo, sobre o que não fazer. (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016, p. 31, tradução nossa)[15].

A LSF, como vertente do funcionalismo linguístico, trata de um estudo da língua, porém os estudiosos dessa abordagem teórica entendiam a existência de outros meios, além da importância de suas combinações, na produção de significados. A Teoria Sistêmico Funcional (TSF) surge, então, como uma teoria de significado que tem seus princípios aplicáveis ao estudo da linguagem e de outros meios ou recursos utilizados para produzir significados. Nesse sentido, a TSF avança a partir das noções da LSF explorando as maneiras com as quais a linguagem e outros meios não linguísticos produzem significados como recursos individuais e como sistemas inter-relacionados (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016).

A Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal (SF – ADM) é uma abordagem decorrente da TSF que tem foco sobre como o mundo social se constrói através do uso de recursos para produzir significados e tem como objetivo entender e descrever as funções desses recursos como sistemas de significados, além de analisar os sentidos que chegam quando escolhas semióticas são realizadas para a combinação desses recursos (O'HALLORAN; LIM FEI, 2014). Sendo uma abordagem teórica e metodológica, a SF-ADM sugere análises baseadas na descrição dos sistemas de significados por diferentes recursos, de forma que sejam especificadas as unidades de análise para os significados que surgem através de interações semióticas de acordo com o contexto. Os recursos mencionados são chamados de recursos semióticos e se configuram como o conceito chave dessa abordagem.

Na SF-ADM, **recursos semióticos** são recursos modelados ao longo do tempo através do seu uso para produção de significados em comunidades socialmente e culturalmente

[15] [...] when children begin to learn language, they see it as a resource for making meaning, but when they enter the school system, they are confronted with the folk linguistics of the classroom, with its categories and classes, its rules and regulations, its do's and, above all, its don'ts.

organizadas. Van Leeuwen (2005, p. 285, tradução nossa)[16] caracteriza os recursos semióticos ao defini-los:

> Recursos semióticos são ações, materiais e artefatos que usamos para fins comunicativos, sejam produzidos fisiologicamente - por exemplo, com nossos aparatos vocais, os músculos que usamos para fazer expressões faciais e gestos - ou tecnologicamente - por exemplo, com caneta e tinta ou computador e software - juntamente com as maneiras em que esses recursos podem ser organizados.
> Os recursos semióticos têm um potencial de significado, baseado em seus usos passados, e um conjunto de ‘affordances’[17] baseado em seus possíveis usos, e estes serão atualizados em contextos sociais concretos [...].

Linguagem, gestos, expressões faciais, música, som, imagens gráficas, fotografias, pinturas, simbolismo matemático, objetos tridimensionais, imagens em movimento, roupas, cenário, enquadramento, movimento de câmera e espaço são exemplos de recursos semióticos. Nesta pesquisa o termo linguagem será utilizado para fazer referência à linguagem verbal oral e à linguagem verbal escrita, apenas. Para recursos não-verbais, serão utilizados termos próprios, como imagens, gestos, entre outros. Com relação aos fenômenos ou eventos do campo semiótico, O’Halloran (2011) os denominam monosemióticos, se fazem uso de um único recurso, ou multisemióticos, quando envolvem dois ou mais recursos semióticos.

Segundo O’Halloran (2011), um recurso semiótico é materializado através de uma modalidade, que pode ser visual, auditiva ou somática. A música e o som, por exemplo, são materializados pela modalidade auditiva. Um gesto ou um gráfico de uma função, pela modalidade visual. A modalidade somática diz respeito às sensações físicas do corpo humano na materialização dos recursos semióticos, como o tato, o olfato e o paladar e pode ser considerada, por exemplo, na produção de significados em Matemática quando são realizadas atividades que fazem uso de objetos concretos.

A modalidade referente a um recurso semiótico sugere elementos para as suas unidades de análise. A título de ilustração, a linguagem verbal oral se materializa pela modalidade auditiva, a qual é compreendida através da fisiologia vocal. Esta, por sua vez, oferece recursos como a variação de sonoridade e suavidade, organização rítmica, as variações de frequência

---

[16] Semiotic resources are actions, materials and artefacts we use for communicative purposes, whether produced physiologically - for example, with or vocals apparatus, the muscles we use to make facial expressions and gestures - or technologically - for example, with pen and ink, or computer hardware and sotware - together with the ways in wich these resources can be organized.
Semiotic resources have a meaning potential, based on their past uses, and a set of affordances based on their possible uses, and these will be actualized in concrete social [...].

[17] Segundo Van Leeuwen (2005), ‘affordances’ são os usos potenciais de um dado objeto, decorrente das propriedades perceptíveis do objeto. Como a percepção é seletiva, dependendo das necessidades e interesses dos percebedores, observadores diferentes perceberão diferentes possibilidades. Mas aqueles que permanecem despercebidos continuam a existir objetivamente, latentes no objeto, esperando para serem descobertos.

das cordas vocais, além da qualidade vocal, comprimento e pausas (KRESS, 2011), que se configuram como unidades de análise desse recurso.

O'Halloran (2011) descreve que um fenômeno ou evento é **multimodal**, se envolvem duas ou mais modalidades. O termo **multimodalidade** é utilizado de forma mais frequente no campo de estudos semióticos atual para se referir à característica dos fenômenos sociais e comunicacionais que produzem significados a partir de diferentes recursos semióticos, além da linguagem. Em vista disso, a partir desse momento, nesse relatório será utilizado o termo multimodal para fazer referência a fenômenos multisemióticos e multimodais. Dessa forma, pode-se dizer que, a SF – ADM está preocupada com a organização sistemática de recursos semióticos utilizados para produzir significado em fenômenos multimodais.

As duas noções fundamentais da SF-ADM são as de Função e Sistema. A primeira delas trata da ideia de que os recursos semióticos são ferramentas multifuncionais que são combinadas, a partir de escolhas semânticas, para produzir significado nas práticas multimodais. Os recursos semióticos, então, interagem desempenhando funções específicas. Jewitt (2011) apresenta três metafunções fundamentais, as quais decorrem do contexto em que a interação ocorre e que são a base para a análise de como os significados são produzidos. Essas metafunções são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Metafunções dos recursos semióticos.

Metafunções	*Tipo de significado produzido*	*Descrição da função*
Ideacional	Experiencial	Representar o que se passa no mundo, como estado, ações e eventos, pelas experiências vivenciadas pelo indivíduo.
	Lógico	Conectar logicamente acontecimentos no mundo.
Interpessoal	Interpessoal	Representar as relações sociais daqueles engajados na comunicação, posicionando os participantes como ativos, passivos ou reativos.
Textual	Textual	Representar as informações provenientes das interações como mensagens, entidades ou textos de forma coerentes e estruturada internamente e com seus ambientes.

Fonte: (JEWITT, 2011), (KRESS, 2011) e (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016).

Kress (2011) afirma que as metafunções ideacional, interpessoal e textual caracterizam os recursos semióticos e se configuram como um teste para o status de recurso semiótico. Para Jewitt (2011) as metafunções estão relacionadas ao significado potencial do recurso semiótico. Ao desenvolver uma análise sobre a influência da aprendizagem mediada pelas tecnologias nas formas de conhecimento do currículo na sala de aula com relação à imagem, olhar, gesto, escrita, fala e assim por diante, esse autor considerou as metafunções de recursos e relatou:

> A metafunção ideacional possibilitou que perguntas fossem feitas sobre como as aplicações computacionais multimodais em uso apresentavam ‘o mundo’: o que era incluído e excluído e como o que era exibido moldava o conhecimento curricular. O uso da metafunção interpessoal possibilitou a exploração de como os alunos foram posicionados para o conhecimento por meio do design das aplicações multimodais utilizadas. A metafunção textual forneceu uma ferramenta para entender como o arranjo de elementos multimodais na tela organizava o texto. (JEWITT, 2011, p. 24, tradução nossa)[18].

Os recursos semióticos não atendem as metafunções ideacional, interpessoal e textual de maneira uniforme, visto que possuem diferentes níveis de estrutura para representação. Como Jewitt, Bezemer e O’Halloran (2016, p. 34, tradução nossa)[19] exemplificam, “imagens [...] não estruturam e ordenam o mundo do mesmo modo como a linguagem faz.”, por outro lado, o simbolismo matemático e a linguagem se aproximam na forma como atendem as metafunções, visto que o simbolismo matemático possui envolvimento da linguagem em sua estrutura, como será detalhado mais adiante.

Nos fenômenos matemáticos, especificamente, Friedlander e Tabach (2001) afirmam que o uso da linguagem, assim como, da representação numérica, imagens e simbolismo combinados tornam o processo de aprendizagem significativo, no sentido de construir o conhecimento matemático a partir da interação com conhecimentos prévios do sujeito. Para o efetivo pensamento matemático, deve-se estar consciente das possibilidades e limitações de cada recurso para que as combinações possam preencher possíveis lacunas existentes na constituição do discurso matemático. As combinações realizadas entre os recursos semióticos, então, complementam o discurso adicionando informações referentes ao conceito matemático em questão. Isso pode ser observado nos exemplos e exercícios recorrentes nos livros de Matemática. A Figura 3 ilustra um tipo de exercício comum nos livros de Cálculo Diferencial e Integral utilizados nos cursos de nível superior da área de Ciências Exatas.

[18] The ideational metafunction enabled questions to be asked about how the multimodal computer applications in use presented 'the word': what was includes and excluded and how what was displayed shaped curriculum knowledge. Using the interpersonal metafunction made it possible to explore how learners were positioned to knowledge through the design os the multimodal applications they used. The textual metafunction provided a tool with which to get at how the arrangement of multimodal elements on screen organized the text.

[19] Imagens, however, do not structure and order the world in the same way as language does.

Figura 3 - Problema do Cálculo do volume de um sólido.

19–22 Use a integral tripla para determinar o volume do sólido dado.

19. O tetraedro limitado pelos planos coordenados e o plano $2x + y + z = 4$

20. O sólido limitado pelos paraboloides $y = x^2 + z^2$ e $y = 8 - x^2 - z^2$

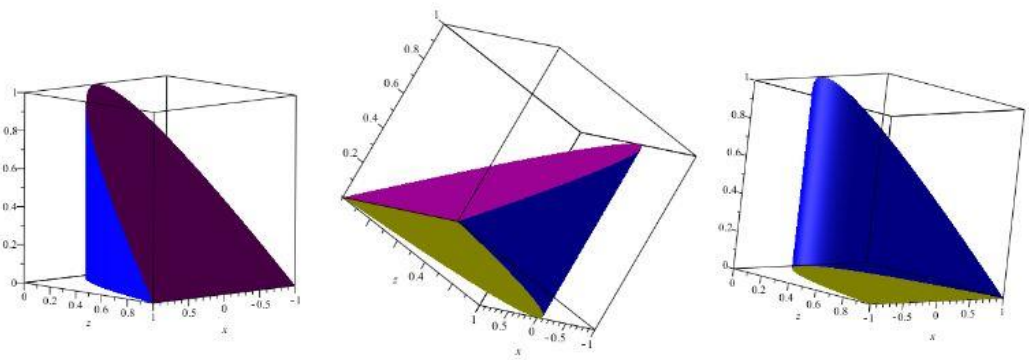
21. O sólido limitado pelo cilindro $y = x^2$ e pelos planos $z = 0$ e $y + z = 1$

22. O sólido limitado pelo cilindro $x^2 + z^2 = 4$ e pelos planos $y = -1$ e $y + z = 4$

Fonte: (STEWART, 2013b, p. 920).

O exercício de número 21, ilustrado na Figura 3, por exemplo, pede que seja calculado o volume de um sólido, que é delimitado pela superfície cilíndrica $y = x^2$ e pelos planos $z = 0$ e $y + z = 1$. Para o desenvolvimento da resolução desse exercício mobilizam-se recursos algébricos (simbolismo matemático) para obtenção das curvas resultantes das interseções das superfícies, que são os limites de integração necessários para o cálculo da integral, por meio das integrais iteradas. No entanto, para a composição da integral é necessário que seja realizada a análise gráfica do sólido, o qual pode ser observado na Figura 4.

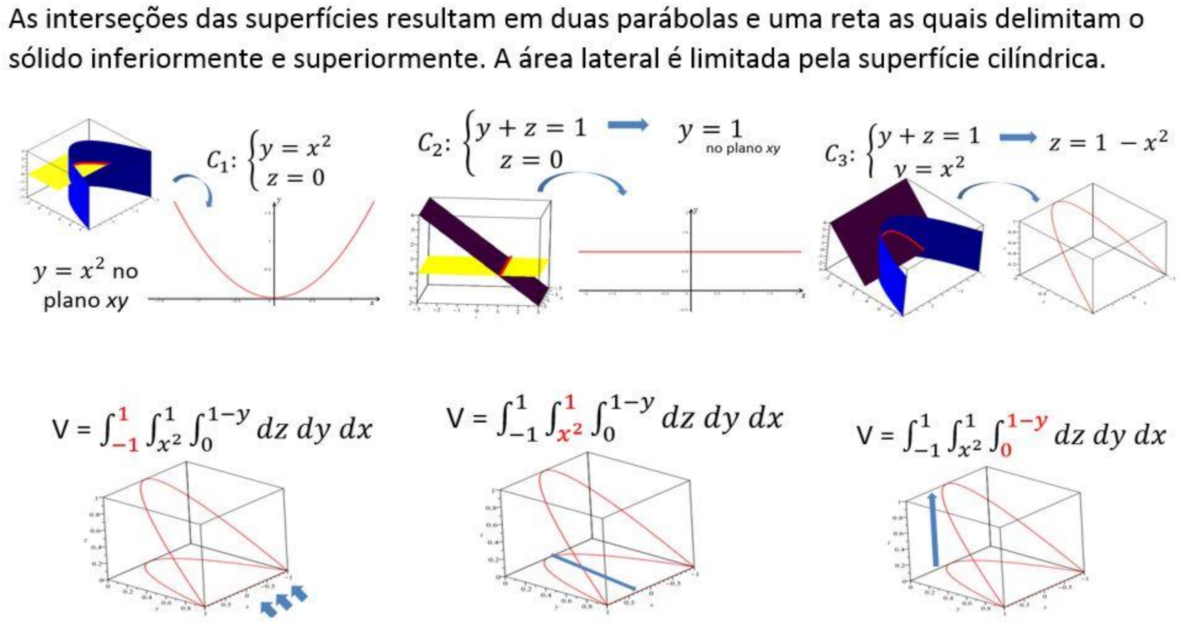
Figura 4 - Sólido resultante da interseção de superfícies.



Fonte: Elaborado pela autora.

De fato, é preciso visualizar como as superfícies estão dispostas graficamente no espaço tridimensional para compreender como se interceptam duas a duas, determinando as regiões que estão nas fronteiras do sólido e, assim, estabelecer a integral que resultará no volume. Nesse processo o uso de recursos gráficos e algébricos se complementam, como pode ser visto na Figura 5, a qual descreve os passos para a composição da integral tripla.

Figura 5 - Construção da integral tripla para o cálculo do volume do sólido.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como pode ser observado na Figura 4, o sólido é limitado por duas superfícies planas, inferiormente e superiormente, e por uma superfície curva na lateral. Considerando a ordem $dzdydx$ para a integração, determina-se a variação de x, y e z, respectivamente, a partir das interseções das superfícies. A Figura 5 mostra que a interseção entre as superfícies $y = x^2$ e $z = 0$ é a curva $y = x^2$ no plano xy. A interseção entre $z = 0$ e $\mathrm{y} + \mathrm{z} = 1$, resulta na reta $\mathrm{y} = 1$ no plano xy, a qual é limitada pela curva $y = x^2$ em -1 e 1. Com isso, tem-se a variação de x de -1 a 1 e a variação de y, da curva $y = x^2$ até a reta $y = 1$. A variação de z, no sentido crescente, ou de baixo para cima, inicia em $z = 0$, parte inferior do sólido, até a região superior, dada pela superfície $\mathrm{y} + \mathrm{z} = 1$, que reescrita em função de z, resulta em $\mathrm{z} = 1 - y$. Nota-se que a composição da integral sem a análise gráfica do sólido poderia levar a um equívoco na ordem dos limites de integração, resultando em um valor incorreto do volume.

Em um fenômeno multisemiótico, a produção de significado resulta da combinação das diferentes competências metafuncionais dos recursos semióticos envolvidos. Essa combinação de recursos resulta em um novo sentido, diferente da soma dos significados individuais. Lemke (2010) se refere a essa propriedade como “significado multiplicador” e explica:

> Tenho chamado isto de ‘significado multiplicador’, porque as opções de significados de cada mídia multiplicam-se entre si em uma explosão combinatória; em multimidia as possibilidades de significação não são meramente aditivas. [...] Nenhum texto duplica exatamente o que uma figura significa para nós: texto e figura juntos não são duas formas de dizer a mesma coisa; o texto significa mais quando justaposto à figura, e da mesma forma a figura quando colocada ao lado de um texto. (LEMKE, 2010, p. 462).

Outros conceitos importantes na abordagem SF-ADM são as ideias de intersemioses, ressemiotização e expansão semântica. 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. Segundo Iedema (2001, p. 24, tradução nossa)[20], "é através desse processo de ressemiotização que a comunidade transpõe e reifica seus conhecimentos, técnicas e tecnologias, bem como suas práticas e posicionamentos interpessoais, sociais e culturais.". As **expansões semânticas** são os significados contextualizados resultantes das intersemioses decorrentes das escolhas semióticas. Essa noção faz referência ao significado multiplicador (LEMKE, 2010), visto que se trata da expansão do poder semântico obtido pelo uso integrado de recursos semióticos.

A noção de Sistema, segundo O'Halloran e Lim Fei (2014), descreve a organização subjacente de recursos semióticos que permitem que os recursos sejam usados para diferentes propósitos, sendo modelados como redes de sistemas inter-relacionados para descrever os potenciais de significado desses recursos. A partir disso, definem-se duas dimensões sistêmicas: a paradigmática, que trata das relações de escolha de recursos em fenômenos multimodais; e a sintagmática, que apreende as relações pelas quais os recursos ajustam-se formando estruturas. Santos (2014) explica essas noções para o caso da linguagem afirmando que isso significa que os textos produzidos por indivíduos consistem, essencialmente, das escolhas e da organização de significados feitas nas dimensões paradigmática e sintagmática.

A abordagem teórica SF-ADM considera os princípios da TSF para análise dos processos de intersemiose, nos quais escolhas semióticas interagem e combinam para a produção de significados. Os fenômenos matemáticos multimodais envolvem 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.

---

[20] it is through this process of resemiotization that the community transposes and reifies its knowledge, techniques and technologies, as well as its interpersonal, social and cultural practices and positionings.

3.2 Fenômenos Multimodais em Matemática

Segundo Santaella (2012), os objetos de investigação da Semiótica são todas as linguagens possíveis, o que caracteriza o seu campo de abrangência como vasto, dado que essa ciência se propõe a analisar os modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significado e de sentido. Essa autora complementa afirmando que "todo e qualquer fato cultural, toda e qualquer atividade ou prática social constituem-se como práticas significantes, isto é, práticas de produção de linguagem e de sentido." (SANTAELLA, 2012, p.18), porém o foco das discussões apresentadas neste relatório de pesquisa está no discurso matemático.

A linguagem verbal, apesar de sua aparente proeminência nos processos de criação de significado, não é o único recurso para comunicação que somos capazes de produzir nas práticas sociais e nos fenômenos matemáticos não é diferente. Para Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), Halliday entendia que a linguagem verbal era uma entre muitos recursos semióticos disponíveis como ferramentas para produzir sentido, sendo nossas ações sociais, mediadas pela integração de diferentes recursos. Santaella (2012), ao descrever algumas das formas pelas quais nos relacionamos com o mundo, declara que

> nos comunicamos por meio da leitura, produção de formas, volumes, massas, interações de forças, movimentos, traços, cores. Também nos comunicamos e nos orientamos por meio de imagens, gráficos, sinais, setas, números, luzes, objetos, sons, músicas, gestos, expressões, cheiro e tato, através do olhar, do sentir e do apalpar. (SANTAELLA, 2012, p.14).

Os recursos, portanto, são plurais e caracterizam os seres humanos como "seres simbólicos" (SANTAELLA, 2012). No entanto, o saber legitimado pelas instituições favorecem a linguagem, na sua manifestação oral ou escrita, o que conduziu à sua validação como recurso semiótico dominante, em detrimento dos outros recursos não verbais. Contudo, como Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016) afirmam, o status da linguagem verbal oral ou escrita varia de acordo com comunidades e contextos de uso. Esses autores explicam que em comunidades surdas, por exemplo, os gestos podem ser mais importantes que a linguagem verbal oral e defendem que diferentes recursos possuem diferentes potencialidades e limitações, sendo a unidade de significado produzida nas práticas sociais, quase sempre multimodais. Ou seja, para entender como um tipo de recurso em particular é utilizado dentro de um fenômeno multimodal é necessário dar atenção às funções dos demais recursos escolhidos para compor a intersemiose nesse fenômeno multimodal.

Na Matemática destacam-se os usos de três recursos, a saber, a linguagem verbal, o simbolismo matemático e as imagens. O'Halloran (2015) afirma que nas intersemioses realizadas em fenômenos matemáticos, esses três recursos são acessados para construir a realidade matemática, cada um com suas características gramaticais utilizadas para preencher funções específicas. Segundo essa autora, a linguagem matemática é utilizada para realizar análises dos resultados matemáticos em um discurso de argumentação em que os processos matemáticos são relatados e interpretados; o simbolismo matemático estabelece relações entre conceitos e operações matemáticas, obtendo resultados através de uma organização gramatical que mantém variáveis e configurações de operações através do uso de símbolos e convenções específicas dessa ciência; as imagens se apresentam como recursos que permitem a visualização das relações estabelecidas entre variáveis e operações matemáticas, tornando possível a visualização do fenômeno matemático como um todo e de suas partes.

A linguagem verbal, o simbolismo matemático e as imagens se manifestam a partir de representações auditivas e visuais numa composição multisemiótica, a intersemiose, que agrega características de cada um deles realocando-as de forma que suas particularidades se estendam para além dos elementos individuais, possibilitando expansões semânticas. Sobre isso, O'Halloran (2015) explica que

> o poder da matemática se estende além de meramente acessar os três diferentes potenciais de significado da linguagem, formas simbólicas e visuais, para reformular ativamente representações em um recurso dentro de outro recurso (por exemplo, a visualização de relações simbólicas matemáticas). Tais reformulações entre recursos têm dois resultados principais; primeiro, o elemento é recontextualizado, em relação a um novo potencial de significado; e segundo, um realinhamento semântico do elemento reformulado pode ocorrer (por exemplo, configuração participante/processo se torna entidade), resultando em expansões metafóricas de significado. Ambos os resultados convertem-se em expansões semânticas que são centrais para representações matemáticas da realidade. (O'HALLORAN, 2015, p. 72, tradução nossa)[21].

Segundo O'Halloran (2011), o processo de recontextualização está relacionado a ideia de que o significado de objetos e eventos não são fixados, sendo modificado de acordo com a situação e o contexto cultural em que aparecem. Essa autora complementa, afirmando que a

[21] [...] the power of mathematics extends beyond merely accessing the three different meaning potentials of language, simbolic and visual forms, to actively reformulating representations in one resource into another resource (e.g. the visualization of mathematical symbolic relations). Such reformulations across resources have two major outcomes; first, the element is recontextualized, in relation to a new meaning potential; and secondly, a semantic realignment of the reformulated element can take place (e.g. participant/process configuration becomes entity), resulting in metaphorical expansions of meaning. Both of these outcomes result in semantic expansions that are central to mathematical representations of reality.

ressemiotização, como resultado possível do processo de recontextualização, viabiliza expansões semânticas em Matemática, como atividades concretas sendo ressemiotizadas em formas simbólicas abstratas. O'Halloran (2011), exemplifica:

> [...] objetos e eventos têm uma relação recursiva de recontextualização entre si à medida que se materializam, aparecem e reaparecem ou desaparecem permanentemente, dependendo da natureza de sua substância e do registro de sua existência. Como parte desse processo de recontextualização, objetos e eventos podem ser ressemiotizados usando um recurso semiótico diferente (por exemplo, os enunciados de problemas em linguagem verbal escrita expressos como equações matemáticas), uma modalidade diferente (por exemplo, linguagem falada transcrita na linguagem escrita) ou combinações de ambas (a fotografia de um evento). O processo de ressemiotização em matemática, onde atividades concretas foram ressemiotizadas em formas simbólicas abstratas escritas, levou a expansões semânticas além daquelas possíveis no mundo material. (O'HALLORAN, 2011, p. 99, tradução nossa)[22].

Iedema (2003, p. 41, tradução nossa)[23], relaciona esses dois processos ao explicar que a ressemiotização "é sobre como a produção de significado muda de contexto a contexto, de prática a prática, ou de um estágio de uma prática para o próximo.".

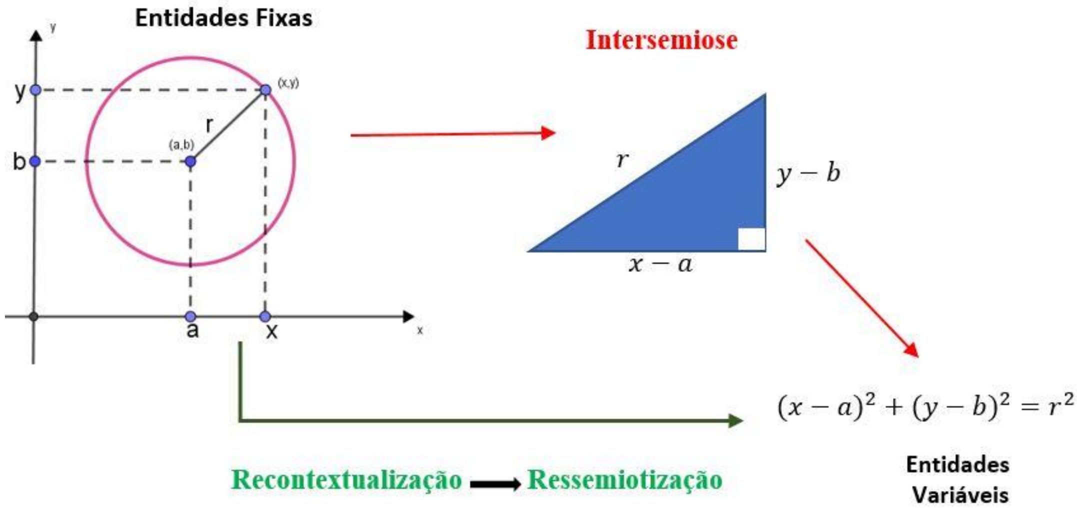
As deduções de equações em geometria analítica, por exemplo, quando a manipulação de entidades geométricas resulta em generalizações, representam o processo de ressemiotização com imagens representando generalizações. Os elementos fixados das entidades geométricas representadas nas imagens passam a ser 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.

A Figura 6 ilustra o processo de dedução da Equação da circunferência, o qual resulta em uma expressão algébrica que representa qualquer circunferência, com centro no ponto do plano cartesiano xy, com coordenadas (a, b) e raio r.

[22] Moreover, objects and events have a recursive re-contextualising relationship with each other as they materialize, appear and reappear, or otherwise permanently disappear, depending on the nature of their substance and the record of their existence. As part of this recontextualisation process, objects and events may be resemioticised by using a different semiotic resource (e.g. word problems expressed as mathematical symbolic equations), a different modality (e.g. spoken language transcribed into written language) or combinations of both (the photograph of an event). The resemioticisation process in mathematics where concrete activities were resemioticised into abstract written symbolic forms led to semantic expansions beyond that possible in the material world.

[23] Resemiotization is about how meaning making shifts from contexto to contexto, from practice to practice, or from one stage of a practice to the next.

Figura 6 - Recontextualização e Ressemiotização na dedução de uma equação.

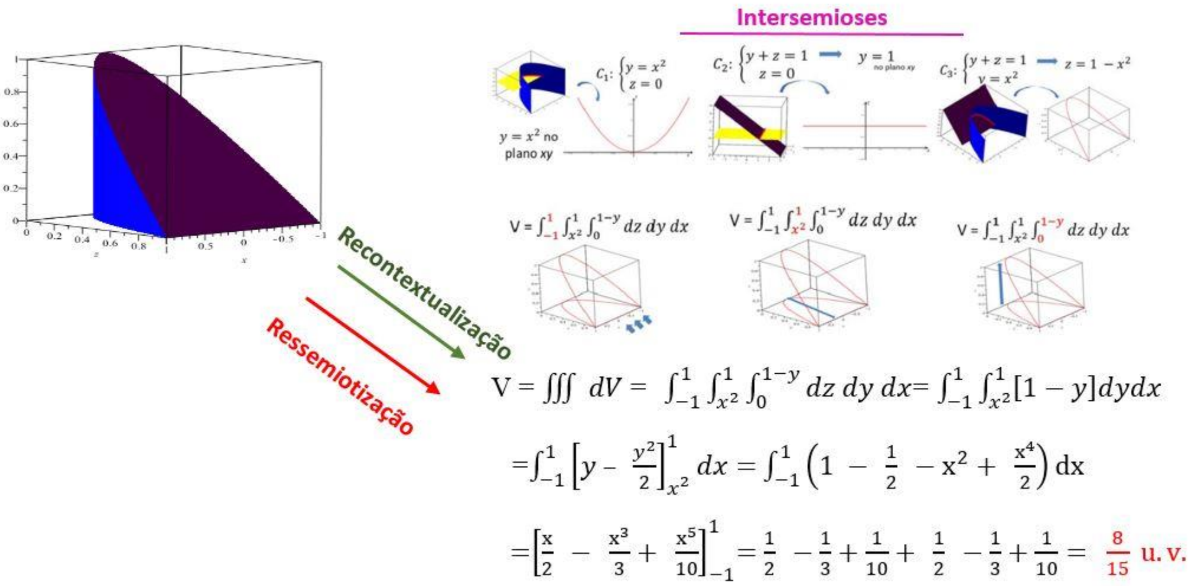


Fonte: Elaborado pela autora.

O movimento realizado quando se parte da descrição geométrica de uma circunferência com entidades fixas, que são próprias do recurso semiótico gráfico para a generalização das circunferências caracteriza a intersemiose. A recontextualização ocorre de acordo com os objetivos do problema e resulta na ressemiotização. Vale ressaltar que no contexto inicial, em que se prioriza a imagem gráfica da circunferência, existem elementos simbólicos que representam pontos, coordenadas de pontos e o raio da circunferência, no entanto, esses elementos não são considerados variáveis nesse contexto, diferente do que acontece com a equação que representa a circunferência a partir da generalização.

Essas noções são utilizadas também no desenvolvimento de problemas como o apresentado na seção 3.1 deste relatório, no qual se quer calcular o volume de um sólido limitado por superfícies, apresentado na Figura 1 daquela seção. Para calcular o volume uma ressemiotização é realizada, com o problema enunciado pela linguagem verbal escrita sendo representado pelo simbolismo matemático, o que torna possível desenvolver a resolução com base nas técnicas do Cálculo Integral. A recontextualização, no entanto, precede a ressemiotização, com a transferência da primeira situação, que reflete a imagem de um sólido resultante da interseção de superfícies, para uma segunda situação em que se tem interesse na capacidade desse sólido. A Figura 7 ilustra todo o processo de resolução desse problema, enfatizando as fases em que ocorrem a recontextualização, a ressemiotização e como se desenvolve a intersemiose entre recursos semióticos visuais e simbólicos.

Figura 7 - Recontextualização e Ressemiotização no cálculo do volume de um sólido.



Fonte: Elaborado pela autora.

A linguagem, o simbolismo e as imagens, então, se complementam para a produção de significados em Matemática que se expandem através do processo de ressemiotização, o qual transpõe e objetiva o conhecimento, técnicas, tecnologias, práticas e posicionamentos da comunidade (IEDEMA, 2001), o que reafirma o papel de destaque desses três recursos semióticos na produção de conhecimento matemático.

A caracterização do uso da linguagem, do simbolismo e das imagens na Matemática foi desenvolvida ao longo do tempo, partindo do concreto, com representações em pedras, tintas e osso, até o abstrato, a fim de alcançar generalizações (O'HALLORAN, 2011). Segundo O'Halloran (2011), símbolos gráficos representando números, símbolos geométricos com representação de figuras planas como círculos, quadrados e triângulos foram identificados já na pré-história. Sobre a combinação de recursos semióticos, Ifrah (2001) afirma que técnicas para expressar quantidades numéricas começaram a ser desenvolvidas desde o início da civilização pelo uso articulado de discurso e gestos, no qual o movimento de partes do corpo representavam símbolos numéricos. Esse autor afirma ainda que a tendência do uso de um sistema numérico multimodal e de múltiplos recursos semióticos, como partes do corpo, linguagem, gestos, objetos concretos e símbolos, deu lugar a um sistema numérico monomodal e monosemiótico, com uso apenas do símbolo. Segundo O'Halloran (2011) a invenção da impressão contribuiu para o estabelecimento da Álgebra Moderna, além da difusão da padronização de textos matemáticos. A escrita tornou possível a organização e estrutura linear hierárquica das ideias, porém, Ifrah (2001) chama atenção para o fato de que a linguagem verbal escrita juntamente com a notação numérica passaram a expressar a linguagem oral e as tradições culturais, sendo influenciadas pelas tecnologias. A notação simbólica surgiu, a partir disso, para realizar uma representação neutra.

Segundo O’Halloran (2011), o simbolismo matemático surgiu da linguagem verbal escrita, explorando o sistema linguístico gramatical e desenvolvendo também novos sistemas gramaticais. De fato, algumas estratégias gramaticais desenvolvidas pelo simbolismo matemático, inclusive, incluem símbolos especiais, regras para a ordem de operações aritméticas, notação espacial e o layout visual das afirmações simbólicas. A Figura 8 mostra o trecho de um livro de Matemática atual, no qual a demonstração de um teorema é apresentada.

Figura 8 - Estratégias gramaticais do simbolismo matemático.

3.3.4 TEOREMA Se f e g forem funções e se h for a função definida por

$$h(x) = f(x) + g(x)$$

então, se $f'(x)$ e $g'(x)$ existirem,

$$h'(x) = f'(x) + g'(x).$$

Prova

$$\begin{aligned} h'(x) &= \lim_{\Delta x \to 0} \frac{h(x+\Delta x) - h(x)}{\Delta x} \\ &= \lim_{\Delta x \to 0} \frac{[f(x+\Delta x) + g(x+\Delta x)] - [f(x) + g(x)]}{\Delta x} \\ &= \lim_{\Delta x \to 0} \left[\frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x} + \frac{g(x+\Delta x) - g(x)}{\Delta x} \right] \\ &= \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x} + \lim_{\Delta x \to 0} \frac{g(x+\Delta x) - g(x)}{\Delta x} \\ &= f'(x) + g'(x) \qquad \blacksquare \end{aligned}$$

$$\boxed{D_x[f(x) + g(x)] = D_x f(x) + D_x g(x)}$$

Fonte: (LEITHOLD, 1994a, p.158)

Como um exemplo do uso da linguagem verbal na composição do simbolismo matemático como recurso semiótico, o teorema da Figura 8 apresenta a estrutura gramatical da linguagem no enunciado. A composição das operações com símbolos específicos da gramática desse recurso revela algumas das estratégias que constituem a gramática do simbolismo matemático. Dessa forma, a origem do simbolismo matemático está ligada à abstração, tendo se desenvolvido com o intuito de codificar as relações entre as entidades abstratas, e isso caracteriza a sua funcionalidade. Com respeito à relação entre o simbolismo matemático e as imagens matemáticas, O’Halloran (2011) afirma que problemas geométricos podem ser resolvidos usando meios algébricos, auxiliado pela representação geométrica do problema.

Essa integração, a qual O’Halloran (2007; 2011) denominou intersemiose, entre os recursos semióticos de imagens, linguagem e simbolismo matemático, contribuiu para o desenvolvimento da Matemática Avançada, incluindo Geometria Analítica e Cálculo. Segundo essa autora, a gramática do simbolismo matemático continuou se desenvolvendo para cumprir funcionalidades específicas, tornando-se uma ferramenta para a solução de problemas.

As imagens matemáticas (gráficos, tabelas, ...) desenvolveram-se a partir do simbolismo matemático quando relações experienciais e lógicas entre entidades geométricas abstratas tornaram-se objetos de preocupação (O'HALLORAN, 2011). Essa autora explica que os problemas iniciais retratavam humanos envolvidos em atividades, como atirando uma flecha ou disparando um canhão. As imagens matemáticas, então, apresentavam a trajetória dos objetos lançados e eram analisadas a partir de comparações com a descrição algébrica.

Um dos objetivos da SF – ADM é enfatizar o papel da linguagem verbal, imagens matemáticas e simbolismo matemático em fenômenos multisemióticos para a produção de significados em Matemática. Para isso, a descrição das funções individuais desses três recursos é fundamental, além da análise das escolhas das combinações entre os recursos e a forma como interagem. Para O'Halloran (2007, p.74, tradução nossa)[24],

> Significativamente a abordagem SF-MDA fornece uma plataforma teórica para examinar o significado decorrente do uso integrado dos três recursos semióticos no discurso matemático. Isto é especialmente importante porque a interação de elementos lingüísticos, visuais e simbólicos envolve contextualizar relações com o potencial para dar origem às formas metafóricas de expressão, que por sua vez levam às expansões semânticas encontradas no discurso da matemática.

Assim, o significado potencial de fenômenos matemáticos é construído a partir de escolhas semióticas envolvendo os sistemas linguístico, visual e simbólico. A SF-ADM se preocupa em formular esses sistemas abstratos compondo a gramática de cada um dos recursos semióticos. O'Halloran (2015) descreveu, comparou e contrastou a natureza do significado ideacional, interpessoal e textual em Matemática do simbolismo e das imagens matemáticas com base nas características da linguagem. Com isso, essa autora apresenta as características de cada um dos três recursos semióticos principais na comunicação da Matemática.

3.2.1 Linguagem verbal

A linguagem matemática se desenvolve como um recurso semiótico organizado em sistemas e estratégias gramaticais para codificar o significado. Segundo O'Halloran (2007), na Matemática, os processos linguísticos são realizados por verbos e substantivos, sendo esses

[24] Significantly the SF-MDA approach provides a theoretical plataform for examining the meaning arising from the integrated use of the three semiotic resources in mathematics discoourse. This is especially important because the interaction of linguistic, visual and symbolic elements involve contextualising relations with the potential to give rise to metaphorical forms of expression, which in turn lead to the semantic expansions found in mathematics discourse.

últimos participantes associados, além de serem frequentemente transformados em entidades, na forma de grupos nominais estendidos. Essa característica, afirma essa autora, torna a linguagem matemática lexicalmente e gramaticalmente densa e um exemplo disso pode ser observado na imagem apresentada na Figura 9.

Figura 9 - Linguagem verbal escrita em Matemática.

5.4 ÁREA Você provavelmente já tenha uma idéia intuitiva do que entendemos por *área* de certas figuras geométricas. É a medida que, de alguma forma, indica o tamanho da região encerrada pela figura. A área de um retângulo é o produto de seu comprimento pela largura e a área de um triângulo é a metade do produto do comprimento da base pela altura.

A área de um polígono pode ser definida como a soma das áreas dos triângulos nos quais ela pode ser decomposta e podemos provar que a área assim obtida independe de como o polígono é decomposto em triângulos (veja a Figura 1). Entretanto, como definir a área de uma região plana se ela for limitada por uma curva? Nesta secção vamos dar a definição da área de tal região e na Secção 5.5 ela será usada para motivar a definição de *integral definida*.

O tratamento que vamos dar ao conceito de área envolve somas com muitas parcelas e para facilitar o seu cálculo vamos introduzir a notação chamada de **somatória**. Essa notação envolve o uso do símbolo $\sum$, a letra sigma maiúscula do alfabeto grego. Alguns exemplos do uso de somatória são dados na ilustração a seguir.

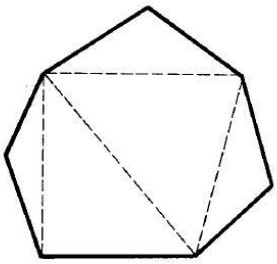


FIGURA 1

Fonte: (LEITHOLD, 1994a, p. 312).

A Figura 9 mostra a linguagem verbal escrita sendo utilizada para introduzir a ideia do cálculo da área de regiões planas limitadas por curvas por meio de uma integral definida, conceito do Cálculo Integral. Friedlander e Tabach (2001) afirmam que esse recurso semiótico é utilizado para apresentar um problema, além de ser usado também na interpretação dos seus resultados. O texto apresentado na Figura 9 obedece a um padrão científico apresentando definições a partir de processos que relacionam verbos e substantivos, como a afirmação “A área de um retângulo **é** o produto de seu comprimento pela largura.” ou a interrogação que apresenta o problema central no texto, “Como **definir** a área de uma região plana se ela **for** limitada por uma curva?”. Algumas características da linguagem verbal dificultam a compreensão do discurso matemático, como a omissão de conceitos (“A área de um **polígono** pode ser definida como a soma das áreas dos triângulos nos quais ela pode ser decomposta [...]”), porém, com esse recurso, uma visão estável da realidade pode ser construída (O’HALLORAN, 2007).

Para apresentar as características da linguagem matemática que a tornam desafiadora no contexto de aprendizagem, O’Halloran (2015) destaca sete pontos centrais que influenciam a qualidade da comunicação de ideias matemáticas por esse recurso. Esses pontos são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Características gramaticais da linguagem matemática.

Definições interligadas	Característica resultante do amplo quadro teórico da Matemática no qual cada conceito novo apresentado faz referência à conceitos anteriores, mantendo uma cadeia de definições conectadas.
Taxionomia técnica	Se refere à classificação de conceitos a partir de princípios subjacentes.
Expressões especiais	As expressões específicas da linguagem matemática dificultam a familiarização com essa ciência.
Densidade lexical	Se refere à quantidade de informações que a menor unidade de afirmação matemática impõe.
Ambiguidade sintática	As informações contidas de forma subliminar em grupos nominais e cláusulas relacionais podem causar ambiguidades.
Metáfora gramatical	Característica que renomeia conceitos próprios utilizando metáforas, ou seja, diferentes formas encontradas no sistema linguístico são utilizadas para expressar um significado.
Descontinuidade semântica	A natureza metafórica da linguagem científica significa que podem ocorrer descontinuidades semânticas, pelas quais relações entre sentenças devem ser assumidas.

Fonte: (O'HALLORAN, 2015).

As características listadas no Quadro 3 são obstáculos que se apresentam no processo de aprendizagem e são recorrentes no discurso matemático com vários exemplos sendo encontrados na literatura usual adotada na disciplina de Matemática. De fato, as definições interligadas aparecem como uma característica da linguagem científica resultante do amplo quadro teórico da Matemática que obedece a uma organização linear na qual cada conceito novo é estruturado a partir de definições anteriores. Como exemplo disso, pode-se ver a noção de volume de um sólido, apresentada na Figura 10.

Figura 10 - Definições interligadas na definição de volume de um sólido.

Definição de volume Seja S um sólido que está entre $x = a$ e $x = b$. Se a área da secção transversal de S no plano P_x, passando por x e perpendicular ao eixo x, é $A(x)$, onde A é uma função contínua, então o **volume** de S é

$$V = \lim_{n \to \infty} \sum_{i=1}^{n} A(x_i^*)\,\Delta x = \int_a^b A(x)\,dx$$

Fonte: (STEWART, 2013b, p. 390)

A definição na Figura 10 faz referência à noção de continuidade de uma função como uma condição para o novo conceito que está sendo definido, a saber, o de volume de um sólido no espaço tridimensional. É possível observar que além da continuidade, outros conceitos são abordados na definição, como secção transversal e limite de uma soma finita.

A classificação de objetos matemáticos a partir de princípios subjacentes é muito característico da Geometria Analítica que apresenta uma taxionomia técnica na qual curvas e superfícies têm seus nomes vinculados. A imagem na Figura 11 pode esclarecer um pouco essa ideia, ao apresentar a classificação de superfícies a partir dos cortes com planos.

Figura 11 - Taxionomia técnica no estudo das superfícies.

Por que *elipsóide*, *hiperbolóide*, *parabolóide*?

O critério para a escolha desses nomes baseia-se nas interseções das quádricas com planos paralelos aos planos coordenados. Quando se obtêm exclusivamente elipses, não há melhor nome do que *elipsóide*. Como, porém, não há exclusividade de hipérboles em nenhum caso, o nome *hiperbolóide* é usado quando as hipérboles prevalecem. Da mesma forma, na prevalência de parábolas o nome mais adequado é *parabolóide*.

Fonte: (CAMARGO; BOULOS, 2005, p. 427)

As interseções das superfícies quádricas, que são superfícies representadas algebricamente por equações quadráticas, com planos resultam em curvas denominadas elipses, parábolas ou hipérboles, e a partir dessas curvas denominam-se as superfícies elipsoide, paraboloide e hiperboloide, respectivamente. Essas são expressões próprias da Matemática que servem como exemplo para a terceira característica da linguagem matemática listada no Quadro 3. Essa característica pode se tornar um fator de dificuldade para aqueles que não estão familiarizados com a linguagem dessa ciência.

A densidade lexical também impõe obstáculos à compreensão de novos conceitos matemáticos, visto que a grande quantidade de informações concentrada em uma única definição pode torná-la obscura se qualquer um dos pré-requisitos envolvidos não estiver bem esclarecido. Observando novamente a Figura 10, apenas a primeira frase da definição que diz "Seja S um sólido que está entre $x = a$ e $x = b$.", traz consigo informações determinantes sobre o domínio da função cujo gráfico forma o sólido representado no espaço tridimensional. Quando se diz que o sólido está entre $x = a$ e $x = b$, significa dizer que a função cuja superfície delimita o sólido S está definida entre $x = a$ e $x = b$.

A ambiguidade sintática é uma característica que advém da estrutura da afirmação, da maneira como conclusões são enunciadas a partir de cláusulas relacionais não claras, possibilitando diferentes interpretações. Na metáfora gramatical o conteúdo é renomeado pelo uso de metáforas, ou seja, os termos utilizados para denominar conceitos matemáticos consistem em configurações de processos e entidades matemáticas, como o termo "suave" utilizado para se referir à uma propriedade de uma superfície definida no espaço tridimensional, como apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Metáfora gramatical no cálculo da área de superfícies.

$\boxed{6}$ **Definição** Se uma superfície parametrizada suave S é dada pela equação

$$\mathbf{r}(u, v) = x(u, v)\,\mathbf{i} + y(u, v)\,\mathbf{j} + z(u, v)\,\mathbf{k} \qquad (u, v) \in D$$

e S é coberta uma única vez quando (u, v) abrange todo o domínio D dos parâmetros, então a **área da superfície** de S é

$$A(S) = \iint_D |\mathbf{r}_u \times \mathbf{r}_v|\, dA$$

onde $\quad \mathbf{r}_u = \dfrac{\partial x}{\partial u}\mathbf{i} + \dfrac{\partial y}{\partial u}\mathbf{j} + \dfrac{\partial z}{\partial u}\mathbf{k} \qquad \mathbf{r}_v = \dfrac{\partial x}{\partial v}\mathbf{i} + \dfrac{\partial y}{\partial v}\mathbf{j} + \dfrac{\partial z}{\partial v}\mathbf{k}$

Fonte: (STEWART, 2013b, p. 987)

A condição de suavidade garante que a área da superfície possa ser calculada e remete a condições específicas da parametrização da superfície, como o produto vetorial dos vetores tangentes ser normal à superfície em todos os pontos do seu domínio. Por fim, a descontinuidade semântica ocorre quando noções ou etapas são omitidas dos processos, sendo julgadas triviais, o que pode comprometer o raciocínio que levará à compreensão daquele conteúdo matemático.

As características da linguagem matemática listadas e comentadas anteriormente dificultam o discurso matemático e o distancia da maioria das pessoas, contribuindo para a imagem da Matemática que é vista como uma ciência importante, porém não humana, difícil, chata e elitista (SCUCUGLIA, 2014). Considerando os aspectos multimodais do discurso matemático essas fragilidades podem ser superadas pela integração de outros recursos e suas funcionalidades. De fato, as metafunções ideacional, interpessoal e textual dos recursos semióticos se complementam para organizar os fenômenos atribuindo-lhes sentido.

Para a sistematização da análise da linguagem matemática com base em suas metafunções, o Quadro 4 apresenta uma alternativa baseada na SF-ADM, tendo sido considerada a linguagem matemática expressa por meio textual e oral, porém na expressão do discurso oral a análise considerará elementos da análise do som, descritos posteriormente.

Quadro 4 - Sistema de análise para linguagem matemática.

Metafunção	*Sistema*	*Descrição*
Ideacional	Processos, papel dos participantes e circunstâncias.	Justificar processos, realizados por verbos, e participantes, realizados por nomes, a partir da sua relação com eventos físicos ou experiências do mundo. Além disso, garantir a organização lógica dos acontecimentos.
Interpessoal	Função do discurso.	Uso de afirmações, comandos imperativos e questionamentos a fim de estabelecer a posição da Matemática, dominante ou não. Estabelecer elementos que tornam a mensagem mais ou menos densa.
Textual	Proeminência do tópico.	Organização textual da mensagem com atenção ao tema que serve como ponto de partida da mensagem e elementos que atribuem ênfase ao que se pretende destacar no texto.

Fonte: (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016), (O'HALLORAN, 2000) e (O'HALLORAN, 2007).

O Quadro 4 apresenta um sistema de análise geral para a linguagem matemática a partir das metafunções do recurso descritos na abordagem SF-ADM. Os sistemas específicos para fala e escrita contém elementos como, entonação, elevação, ritmo, timbre, repetições e pausas, além de direção do texto, espaço, tipo de design e tipo de estilo, destaque e cores da fonte, respectivamente. Para o caso específico da Matemática esse quadro foi elaborado com base nas funcionalidades da linguagem matemática, a saber, a contextualização de problemas matemáticos, introduzindo e refletindo sobre os resultados matemáticos.

3.2.2 Simbolismo Matemático

Segundo O'Halloran (2007), o simbolismo matemático possui uma gramática estruturada com base em padrões espacial, temporal e relacional, além disso suas estratégias gramaticais foram desenvolvidas ao longo do tempo a fim de codificar, estabelecer padrões, derivar e predizer resultados baseados naqueles pré-estabelecidos dentro de um limite semântico. Sendo composta por variáveis, relativo aos participantes, e por processos, referentes às operações matemáticas, a gramática do simbolismo matemático é uma ferramenta eficaz no cumprimento das suas funcionalidades, reconfigurando relações para obtenção de generalizações, além de apresentar resultados em formatos simplificados e elegantes.

Considerado central para a comunicação da Matemática, o simbolismo adota um formato reduzido para simbolizar quantidades e processos matemáticos, porém apresenta características gramaticais que podem dificultar o entendimento da mensagem por meio desse recurso. Essas características foram descritas por O'Halloran (2015) e podem ser analisadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Características gramaticais do simbolismo matemático.

Símbolos especiais	A gramática do simbolismo matemático apresenta símbolos especiais que são utilizados de modo padronizado.
Novas estratégias gramaticais	As estratégias gramaticais para codificação de significado no simbolismo são diferentes das estratégias utilizadas na linguagem matemática.
Densidade de configurações simbólicas	As informações contidas em símbolos especiais, participantes e processos matemáticos têm significado de conteúdo.
Novos tipos de processos	Semanticamente os processos realizados pelo simbolismo matemático diferem daqueles encontrados na linguagem e seguem as regras de ordem definidas pela gramática desse recurso.
Correntes de raciocínio implícitos	A continuidade semântica pode ser fundamentada por raciocínios implícitos baseados em conhecimento prévio.
Recodificação da incerteza	No simbolismo matemático, afirmações não são moldadas e declarações relacionadas à probabilidade são usadas para codificar a incerteza.
Conhecimento descontextualizado	Participantes e processos abstratos são contextualizados em relação uns aos outros, sem depender do contexto situacional.

Fonte: (O'HALLORAN, 2015).

O uso de símbolos convencionais e que remetem a conceitos específicos é natural em textos matemáticos, que aderiu ao simbolismo como uma forma de simplificar a explicação envolta nas sequências lógicas que levam aos resultados de problemas matemáticos. A Figura 13 ilustra os símbolos específicos envoltos no conceito de integral e que são justificados pela sua relação com a soma de forma contextualizada.

Figura 13 - Símbolos especiais na gramática do simbolismo matemático.

$$\int_a^b f(x)\,dx = \lim_{|\Delta| \to 0} \sum_{i=1}^{n} f(\xi i)\,\Delta_i x$$

Fonte: (LEITHOLD, 1990a, p. 326)

As estratégias gramaticais utilizadas para a codificação dos significados são baseadas em regras para operações, como as regras de ordem para a resolução de expressões numéricas ou as regras para o cálculo da derivada ou da integral, que dependem do tipo de função apresentada no problema, por exemplo, como na integral tripla a partir das integrais iteradas.

A densidade de configurações simbólicas toma proporções maiores que na linguagem verbal, visto que símbolos especiais representam noções relacionadas a vários conceitos e operações interligadas em Matemática. Na Figura 14 pode-se observar a notação simbólica utilizada para representar o cálculo do volume de um sólido qualquer.

Figura 14 - Densidade de configurações simbólicas no cálculo do volume de um sólido.

$$
\begin{aligned}
V &= \lim_{||\Delta|| \to 0} \sum_{i=1}^{n} A(\xi_i)\,\Delta_i x \\
&= \int_a^b A(x)\,dx
\end{aligned}
$$

Fonte: (LEITHOLD, 1990b, p. 375).

O processo que envolve o cálculo do volume representado pelo simbolismo da Figura 14 se realiza a partir da combinação das noções de limite de funções, de secções planas, somatório da área de regiões e rotação de regiões planas em torno de retas, as quais são sintetizadas na ideia de integral, apresentada no final da fórmula. A própria ideia de integral se define a partir de um novo tipo de processo, característico do simbolismo matemático, que para o desenvolvimento de cálculos com base no raciocínio lógico apresenta métodos comprovados para a resolução dos problemas postos. Um exemplo disso, foi apresentado no cálculo do volume do sólido apresentado na Figura 7 e cujo cálculo é reapresentado a seguir.

$$
\begin{aligned}
V = \int_{-1}^{1}\int_{x^2}^{1}\int_{0}^{1-y} dzdydx = \int_{-1}^{1}\int_{x^2}^{1}[(1-y)]dydx = \int_{-1}^{1}\left[\left(y-\frac{y^2}{2}\right)\right]_{x^2}^{1} dx = \int_{-1}^{1}\left(\frac{1-2x^2+x^4}{2}\right)dx \\
= [\frac{1-2x^2+x^4}{2}]_{-1}^{1} = \frac{8}{15}\ u.v.
\end{aligned}
$$

A organização lógica possui noções implícitas nos novos processos simbólicos, como no cálculo do volume de um sólido apresentado na Figura 14, que precisa considerar, além daquelas noções já pontuadas, condições de continuidade da função que representa as superfícies que constituem o sólido em questão. Por esse motivo também são utilizados símbolos que representam a generalidade dos processos os quais podem depender da região a ser considerada ou de outros fatores. A generalidade de processos determinada pelo simbolismo matemático o torna independente do contexto.

Uma importante estratégia gramatical a qual, segundo O'Halloran (2007), habilita as relações para serem facilmente reconfiguradas é a "incorporação", que envolve uma configuração operações/variáveis dentro de outra configuração operações/variáveis. O grau de incorporação no simbolismo matemático, segundo O'Halloran (2007), permite que afirmações simbólicas possam ser rearranjadas para resolver problemas. Além disso, outra estratégia gramatical desenvolvida a partir da caracterização do simbolismo matemático envolve a codificação de múltiplas interações entre variáveis generalizadas. O'Halloran (2007) afirma que esse tipo de construção gramatical ajuda a preencher o objetivo de codificar relações precisamente e economicamente tal que possam ser rearranjadas para a solução de problemas.

A funcionalidade do simbolismo matemático difere daquela atribuída à linguagem matemática, sendo que as estratégias gramaticais do primeiro recurso suprimem processos a fim de codificar o significado experiencial de forma precisa e econômica. O Quadro 6 apresenta uma descrição dos sistemas metafuncionais desses recursos, com base nos estudos de O'Halloran (2000; 2007).

Quadro 6 - Sistema de análise para simbolismo matemático.

Metafunção	*Sistema*	*Descrição*
Ideacional	Processos, papel dos participantes e circunstâncias. Raciocínio lógico advindo de leis algébricas e resultados implícitos.	Descrever padrões e capturar tipos de relações em processos que podem ser espaciais, temporais e relacionais. Capturar as relações entre entidades matemáticas e processos apresentadas a partir de leis algébricas e resultados pré-estabelecidos.
Interpessoal	Informações, comandos ou afirmações absolutas.	Estabelecer relações advindas de informações e comandos emitidos de maneira não negociável.
Textual	Processo relacional ou operacional	Organização a partir de padrões gerais para exibição de resultados matemáticos.

Fonte: (O'HALLORAN, 2000) e (O'HALLORAN, 2007).

Considerando a abordagem metafuncional para o simbolismo matemático, este tem um curto alcance do significado experiencial comparado a linguagem, resultante da padronização, da captura e ajuste espacial, temporal e relacional, além das formas particulares de significados circunstanciais expressos. O'Halloran (2007) afirma que o significado interpessoal em textos matemáticos tende a construir tipos formais de relações dentro de um domínio limitado. Além disso, a autora complementa que, o valor-verdade das afirmações simbólicas se apresentam, na maioria das vezes, como absolutas ao invés de tentativas e as expressões de modalidade, ou seja, probabilidade, por exemplo, são codificadas de forma comparativa.

A organização textual com o simbolismo matemático, ainda, segundo O'Halloran (2007), possui um carácter mais sofisticado se comparado à linguagem, estabelecendo padrões generalizados para obtenção das soluções de problemas e exibição de resultados matemáticos.

Figura 15 - Organização textual no simbolismo matemático.

3-5 *Exercício Resolvido*

Prove que, se $\vec{v} \neq \vec{0}$, então $\alpha\vec{v} = \beta\vec{v} \Rightarrow \alpha = \beta$.

Resolução

$$\begin{aligned} \alpha\vec{v} = \beta\vec{v} &\Rightarrow \alpha\vec{v} + [-(\beta\vec{v})] = \vec{0} \\ &\Rightarrow \alpha\vec{v} + (-\beta)\vec{v} = \vec{0} \\ &\Rightarrow [\alpha + (-\beta)]\vec{v} = \vec{0} \\ &\Rightarrow \alpha + (-\beta) = 0 \\ &\Rightarrow \alpha = \beta \end{aligned}$$

Fonte: (CAMARGO; BOULOS, 2005, p. 20)

O alcance reduzido dos significados experiencial e interpessoal no simbolismo matemático, além dos princípios que regem sua organização para o significado textual em textos ajudam a manter um foco sobre o significado lógico, que toma forma a partir de leis algébricas. O Quadro 6 resume essas ideias.

3.2.3 Imagem Matemática

As imagens, sejam gráficos, desenhos, fotos ou pinturas, fornecem uma descrição das relações matemáticas codificadas pela notação simbólica, sendo uma importante base para interpretação e resolução de problemas matemáticos. Segundo Presmeg (1986) uma imagem visual é um esquema mental que descreve informações visuais ou espaciais e colabora com aspectos importantes para a aprendizagem matemática, considerando que têm vantagens mnemônicas, são eficazes na alternância com modos abstratos não visuais e possibilitam experiências potencialmente eficazes com imagens dinâmicas. Yerushalmy e Shternberg (2001) descrevem de forma mais específica as vantagens do uso de imagens na aprendizagem matemática ao afirmarem que os gráficos são centrais para representar situações algébricas que podem ser modeladas a partir de funções fornecendo novas ideias para fundamentar o raciocínio matemático, além de serem um recurso promissor para a realização de experimentações em Matemática com o auxílio de tecnologias.

A Figura 16 apresentada por O'Halloran (2007), exibe um recorte de um livro didático utilizado na Austrália com a proposta de um problema. O problema se refere ao cálculo do volume de um sólido resultante da perfuração de um cubo por um cilindro. O cubo de metal de lado x cm tem um furo de área transversal de 4 cm^2 perfurado na direção perpendicular a uma das faces, como mostra a Figura 16. O enunciado pede que seja demonstrado que o volume do bloco resultante é $x \cdot (x-2) \cdot (x+2)$. A imagem no livro fornece condições para uma análise visual do problema proposto, sendo complementada por descrições simbólicas e linguísticas das relações entre o cubo com lado x cm e o cilindro.

Figura 16 - Análise visual para resolução de problema.

A metal cube of side x cm has a hole of cross-sectional area 4 cm² drilled right through it in the direction perpendicular to one of the faces. The volume of the resulting block is V cm³.

Show that V = x(x − 2)(x + 2).

Copy and complete the following table of values. Hence plot the graph of V against x.

x	*3*	*4*	*4.5*	*5*	*6*
V			*73*		

The block is now melted and made into a solid rectangular block whose sides are 3 cm, 3 cm and (15 − x) cm. Estimate the value of x by drawing a suitable straight line on the same axes.

Solution

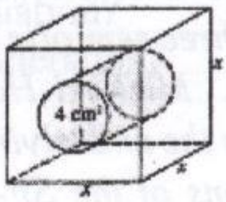
Total volume of cube = x^3 cm³

Volume of the cylindrical hole = $4x$ cm³

∴ the volume of the resulting block is $V = (x^3 - 4x)$,
i.e. $V = x(x - 2)(x + 2)$

The table of values is as shown below:

x	3	4	4.5	5	6
V	15	48	73	105	192



The graph is then plotted as in Fig. 8.14.

The volume of the solid rectangular block is

$$V_1 = 3 \times 3 \times (15 - x)$$
$$= (135 - 9x) \text{ cm}^3$$

Fonte: (O'HALLORAN, 2007, p. 74)

A imagem do cubo com o furo em formato cilíndrico na Figura 16 estabelece condições para determinar a relação entre o volume e o comprimento do lado do cubo, que mede x cm, além do bloco retangular com lados 3,3 e $15 - x$ cm, referente ao problema apresentado. Por se tratar de valores abstratos, essas relações estabelecem, segundo O'Halloran (2007, p. 81, tradução nossa)[25], "um quadro relacional contínuo de maneira que amplia o significado potencial de outras formas visuais de semiose que estão tipicamente preocupadas com um único exemplo ou limite de intervalos.". Os gráficos abstratos permitem a análise do fenômeno matemático em qualquer ponto, ou em qualquer instante.

As características gramaticais das imagens matemáticas mostram elementos e relações codificadas simbolicamente para representar processos matemáticos. No Quadro 7 são descritas seis particularidades desse recurso.

[25] [...] the relations are captured over a continuous relational frame in a manner which exceeds the meaning potential of other visual forms of semiosis, which are typically concerned with a single instance or limited time intervals.

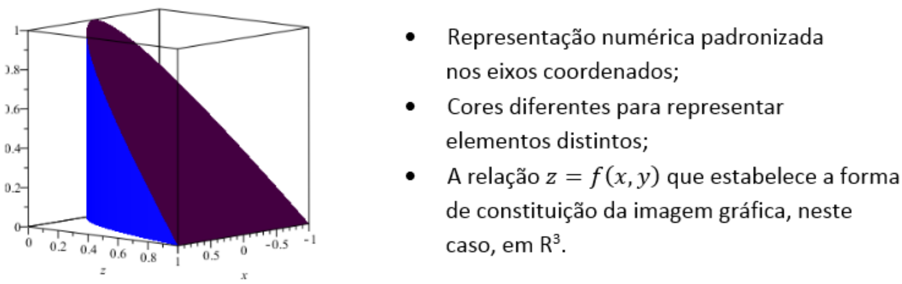
Quadro 7 - Características gramaticais das imagens matemáticas.

Convenções especiais	As imagens matemáticas possuem formas convencionais para exibição visual de padrões e relações, nas quais representações espaciais estão relacionadas a descrições simbólicas.
Densidade da interação visual	Uma grande quantidade de informação relacionada a conteúdos interligados pode ser visualizada em uma única imagem matemática.
Raciocínio implícito	Imagens matemáticas representam relações condicionadas a raciocínios implícitos fundamentados em conhecimentos prévios.
Recodificação da incerteza	Nas imagens matemáticas o valor-verdade é consistentemente alto, considerando os processos e os participantes generalizados representados.
Conhecimento descontextualizado	Nas imagens matemáticas, a representação abstrata de processos e participantes são contextualizadas entre si, independente do contexto físico.
Incorporação de elementos simbólicos e linguísticos.	A integração de símbolos matemáticos e elementos linguísticos é comum na representação por imagens matemáticas.

Fonte: (O'HALLORAN, 2015).

As convenções especiais na apresentação de gráficos ou diagramas matemáticos estão relacionadas aos padrões e relações adotados para a forma de apresentação visual, descritos para favorecer o entendimento das relações estabelecidas e apresentadas na imagem. Algumas dessas convenções são apresentadas na Figura 17.

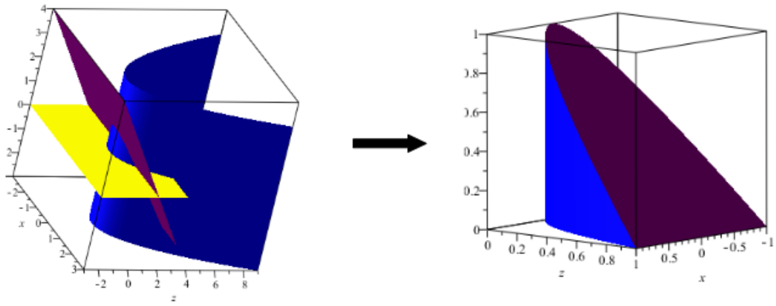
Figura 17 - Convenções especiais das imagens matemáticas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com respeito à densidade da interação visual, as imagens matemáticas representam processos que relacionam conceitos matemáticos e, por isso, essas imagens se referem uma grande quantidade de informações. A representação gráfica de um sólido no espaço tridimensional, como apresentado na Figura 18, informa sobre a parte do domínio de cada função que estabelece o sólido, o comportamento de cada superfície que forma o sólido pode ser analisado em um panorama geral, além disso, a noção de interseção de superfícies e de regiões do espaço limitadas por curvas são consideradas no processo de composição do sólido.

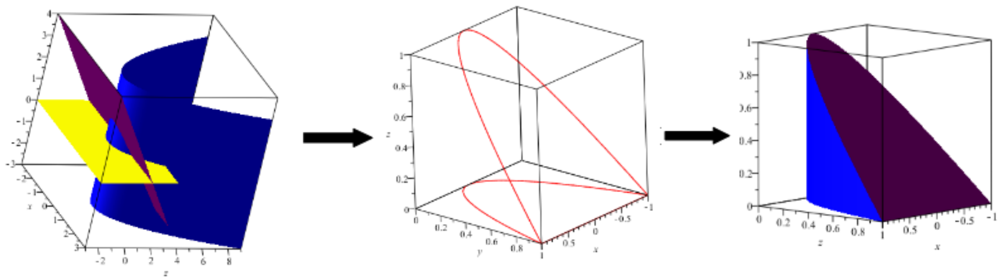
Figura 18 - Densidade da interação visual no sólido limitado por superfícies.



Fonte: O próprio autor.

Essas informações também estão relacionadas ao raciocínio implícito que se refere a conceitos subjacentes à imagem principal, como as interseções de superfícies, já citadas anteriormente, que geram curvas no espaço, como mostra a Figura 19.

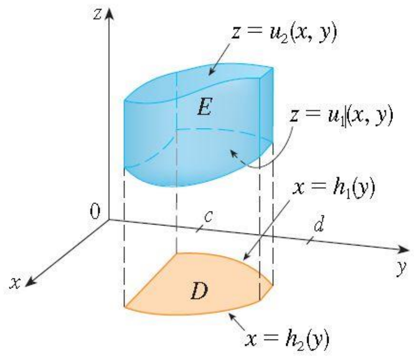
Figura 19 - Raciocínio implícito nas imagens matemáticas.



Fonte: Elaborado pela autora.

A tendência à abstração de variáveis e processos afasta dos gráficos e diagramas a característica de contextualização. Os teoremas que discutem, por exemplo, o processo de cálculo do volume de um sólido no espaço tridimensional, apresentado na Figura 20, considera qualquer subconjunto do espaço tridimensional definindo esse sólido. A imagem que representa esse processo, portanto, se apresenta de forma generalizada, a menos de algumas poucas restrições do subconjunto.

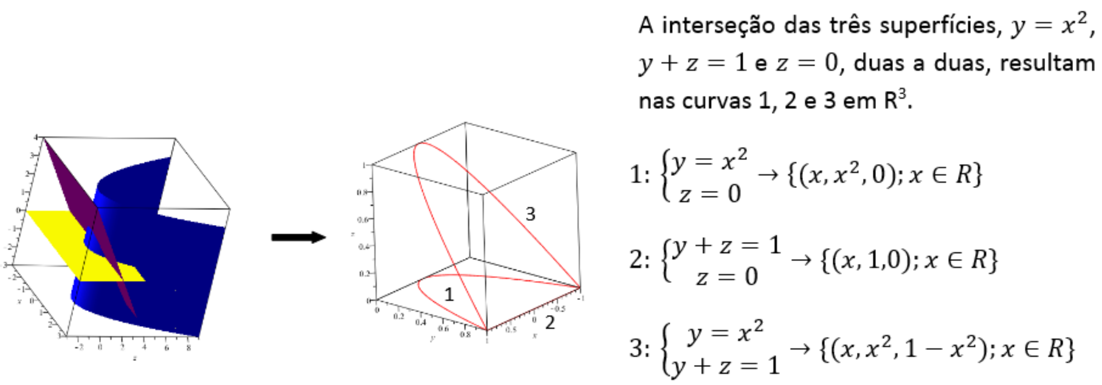
Figura 20 - Conhecimento descontextualizado das imagens matemáticas.



Fonte: (STEWART, 2013b, p. 915)

A contextualização pode facilitar o entendimento de processos e conceitos matemáticos, porém nem sempre isso pode ser realizado na comunicação matemática, principalmente considerando a tendência à generalização do simbolismo e das imagens matemáticas. A incorporação de elementos simbólicos e linguísticos pode evidenciar as relações entre os conceitos matemáticos representados na imagem.

Figura 21 - Incorporação do simbolismo e da linguagem às imagens matemáticas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 21, o simbolismo e a linguagem contribuem com informações que complementam a ideia matemática apresentada pela imagem. As características gramaticais apresentadas foram desenvolvidas para apresentar conceitos e relações matemáticas com foco em elementos específicos, como pontos, retas planos, gráficos e objetos tridimensionais. As descrições simbólicas codificadas visualmente permitem análises das relações considerando o plano geral, o que faz das imagens matemáticas uma ferramenta indispensável ao raciocínio matemático. Suas funções são descritas no Quadro 8 e fundamentam a análise com base na integração com outros recursos semióticos nos vídeos produzidos na pesquisa.

Quadro 8 - Sistema de análise da imagem matemática.

Metafunção	*Sistema*	*Descrição*
Ideacional	O significado experiencial se configura a partir dos processos (operações), papel das participantes (variáveis) e circunstâncias. O significado lógico se preocupa com a organização dos elementos que compõem a imagem.	Apresentar um mapa visual que descreva aspectos da organização composicional e relacional de participantes, como a relação entre curvas e eixos, por exemplo. Descrever padrões visuais utilizando regras na distribuição ou posição dos elementos que compõem a imagem segundo a lógica matemática visual.
Interpessoal	Proporção em relação à imagem completa.	Descrever efeitos visuais, apresentar informações e capturar acontecimentos em relação à imagem inteira.
Textual	Lugar relativo da imagem central, enquadramento.	Representar relações matemáticas completas e as partes constituintes.

Fonte: (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016) e (O'HALLORAN, 2007).

Com relação ao desenvolvimento e uso da gramática sistêmico funcional para imagens matemáticas, a organização dos elementos que compõem os gráficos abstratos matemáticos relaciona o posicionamento espacial ao significado experiencial específico do fenômeno, o qual o raciocínio lógico pode tomar lugar. Com respeito à metafunção interpessoal, o valor-verdade culturalmente relacionado à descontextualização de imagens visuais matemáticas é importante e se caracteriza pelo uso de tecnologias na composição gráfica. O'Halloran (2007) ainda afirma que as descrições de gêneros de imagens matemáticas, como gráficos abstratos, gráficos estatísticos, diagramas geométricos, entre outros, devem ser realizadas para auxiliar na composição das gramáticas das imagens visuais matemáticas para que seus sistemas de significados possam ser compreendidos.

3.3 A Linguagem corporal, a música e o som como recursos semióticos em fenômenos matemáticos

A abordagem SF-ADM considera a análise do significado que surge da integração da linguagem, do simbolismo, da imagem visual matemática e outros recursos em fenômenos multimodais. Esses fenômenos podem se apresentar na forma escrita, impressa ou em ambiente digital (O'HALLORAN, 2007). Quando se apresentam nos formatos escritos ou impressos, os recursos semióticos que compõem o fenômeno matemático multimodal tornam-se mais restritos, principalmente, à linguagem matemática, ao simbolismo matemático e à imagem matemática. Em interações presenciais, como as que ocorrem nas salas de aulas, as possibilidades de uso de recursos semióticos são ampliadas, sendo possível articular outros meios para produzir significados na Matemática, como movimentos corporais, músicas e sons.

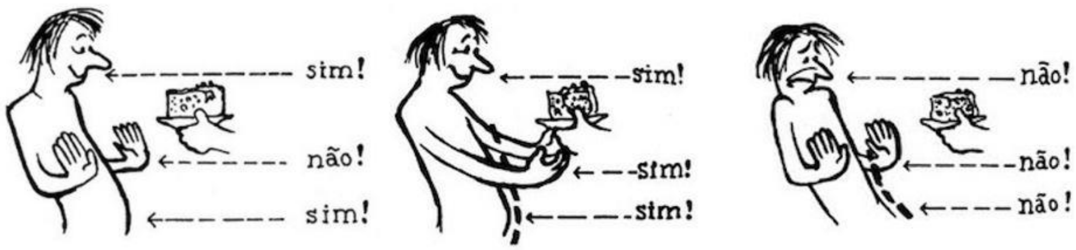
O vídeo digital é uma ferramenta tecnológica que se caracteriza pela possibilidade de unir esses recursos: imagens, linguagem verbal, movimentos corporais, objetos tridimensionais, músicas e sons com outros recursos próprios da linguagem cinematográfica, com o propósito de expressar uma ideia, porém de forma qualitativamente diferente. Nos vídeos outros recursos podem ser utilizados para produzir significados, assim como é feito no cinema, onde tipos de plano ou movimentos de câmera são utilizados para produzir significado. Por exemplo, o plano geral, quando a câmera mostra todo o ambiente onde está o objeto da ação, segundo Moletta (2009), sugere solidão, isolamento ou um desafio a ser vencido pelo personagem; o efeito de Zoom, serve para chamar a atenção para um objeto específico da imagem; o plano plongê, no qual a câmera se posiciona de cima para baixo, transmite aos espectador a sensação de opressão e inferioridade do personagem, que se coloca como impotente diante do universo; o posicionamento contrário da câmera, ou seja, de baixo para cima, denota superioridade do personagem. Esses elementos quando combinados com sons, músicas, objetos de cena, figurino e iluminação produzem um significado que é transmitido como mensagem ao telespectador.

Considerando a recente revolução tecnológica da comunicação audiovisual, como defendido por Setton (2015) e o uso de vídeos com conteúdo matemático como material didático por professores e por estudantes em sua aprendizagem (BORBA; OECHSLER, 2018) é justificável a análise das potencialidades e limitações desses recursos na produção de significados em fenômenos matemáticos digitais. Em particular, o foco da pesquisa aqui relatada é analisar as possibilidades de articulação de diferentes recursos semióticos no discurso matemático realizado em vídeo. Nas próximas subseções serão discutidas as contribuições da linguagem corporal, da música e do som no discurso matemático, considerando a frequência com que esses recursos foram utilizados nos vídeos produzidos nesta pesquisa.

3.3.1 Linguagem Corporal

A linguagem corporal é uma forma de comunicação não verbal, em que o indivíduo se expressa através de sinais como o olhar, as expressões faciais, os gestos e posições corporais. Segundo Gois, Nogueira e Vieira (2011), a linguagem corporal é carregada de significados, os quais são avaliados em conjunto, e através dela é possível reforçar ideias, além de favorecer ou dificultar entendimentos.

Figura 22 - O corpo fala.



Fonte: (WEIL; TOMPAKOW, 2015, locais do Kindle 980)

A linguagem corporal contribui na comunicação de ideias matemáticas pelas intersemioses com os recursos semióticos usuais dessa disciplina: a linguagem verbal, o simbolismo e as imagens, reforçando o discurso matemático expresso em fenômenos multimodais apresentados em um formato dinâmico, como em um vídeo digital.

As expressões faciais, como recursos que fazem parte da linguagem corporal, contemplam tensões na musculatura do rosto, como o franzir das sobrancelhas, além das variações do olhar e do sorriso. Esse conjunto de recursos podem dar ênfase, confirmar ou negar pontos citados no discurso. Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016) descrevem a influência das expressões faciais nas conclusões de uma análise multimodal de uma entrevista de emprego. Os autores constataram que o olhar, o levantar das sobrancelhas, os sorrisos ou o franzir da testa trouxeram informações adicionais, além das respostas dadas na linguagem verbal oral pela pessoa entrevistada.

Nos fenômenos multimodais como as aulas de Matemática, as expressões faciais do professor têm um impacto considerável nas atitudes dos estudantes, que reformulam a sua resposta mediante o franzir da testa, ou seguem uma determinada linha de raciocínio depois de um sorriso discreto do professor aprovando o seu argumento. Essas expressões faciais também podem denunciar dúvidas daqueles que proferem o discurso, como o fato de o interlocutor não olhar direto para a câmera ao fazer afirmações, e isso também se aplica ao discurso matemático. As variações do olhar, segundo Gois, Nogueira e Vieira (2011), podem denotar alegria e satisfação pelo que se está realizando (olhos elevados e brilhantes) ou tristeza e insatisfação (olhos opacos e baixos). Esses autores afirmam que a posição das sobrancelhas pode sugerir concentração ou surpresa, caso estejam abaixadas ou levantadas, respectivamente.

A postura corporal do interlocutor também agrega valor ao que está sendo afirmado, influenciando as interpretações em torno do discurso. De fato, Weil e Tompakow (2015) afirmam que a postura de preponderância do tórax indica que a pessoa quer se impor, assim como o que diz. A postura contrária, ou seja o tórax retraído sugere que a pessoa está sendo dominada pela situação, além disso, a postura indica se há interesse da pessoa em determinado assunto ou não.

Os gestos auxiliam no discurso pela possibilidade de reforçar afirmações, adicionando elementos visuais ao discurso multimodal, como o gesto com as mãos paralelas e afastadas para dar a ideia do tamanho de um objeto a qual se refere ou o uso do dedo indicador para mostrar algo para o qual se queira fazer referência e associar a um nome ou conceito ou ainda, gestos para expressar o formato de um objeto ao qual se refere no discurso. Farsani (2016) relaciona os gestos aos movimentos das mãos ou braços que são sincronizados com a linguagem verbal oral, possibilitando a ocorrência de uma conexão verbal – visual. Parte integral do pensamento matemático, os gestos constituem um modo de comunicação na aula de matemática, o qual, segundo Farsani (2015, p.52, apud EDWARDS, 2009, tradução nossa)[26], "serve como uma janela sobre a qual estudantes pensam e falam sobre matemática.". McNeill (1992) ratifica essa ideia e complementa:

> Talvez o fato mais importante sobre os gestos icônicos seja sua capacidade de articular o que, do ponto de vista do interlocutor, são apenas as características relevantes no contexto da fala. Assim, o gesto nos permite realmente observar os pensamentos à medida que eles ocorrem. Gestos icônicos têm esse poder precisamente porque não são limitados por sistemas de regras e padrões. Eles não são forçados, como a fala, a incluir recursos apenas para atender aos padrões de forma. Assim, eles podem se limitar ao que se destaca. Os gestos não são apenas livres para incorporar as dimensões relevantes do pensamento, mas eles também não podem evitar incorporar essas dimensões. Perguntamos o que forma o gesto, e é a construção de significado do interlocutor no momento do discurso. O gesto não manifesta a forma cinésica por sua própria vontade. Não pode deixar de expor as dimensões relevantes do pensamento do interlocutor. (MCNEILL, 1992, p.132, tradução nossa)[27].

Alibali et al (2013) apresentam dois tipos de evidências da incorporação da cognição matemática pelos gestos, a saber, os **gestos dêiticos,** os quais estabelecem um referencial a partir da fundamentação do pensamento matemático no ambiente físico e os **gestos representacionais,** que refletem simulações de ações e estados perceptivos. Para o caso dos gestos dêiticos, os autores exemplificam dizendo que "se um professor aponta para o 3 em x^3 enquanto diz a palavra *expoente*, um estudante que não está certo sobre o que é um expoente

---

[26] [...] it can serve as a window on how learners think and talk about mathematics.

[27] Perhaps the most important fact about iconic gestures is their ability to articulate what, from the speaker's point of view, are only the relevant features in the context of speaking. Thus the gesture lets us actually observe thoughts as they occur. Iconic gestures have this power precisely because they are unconstrained by systems of rules and standards. They are not forced, as is speech, to include features solely to meet standards of form. Thus they can limit themselves to what stands out. Not only are gestures free i this way to incorporate the relevant dimensions in thought, but they also cannot avoid incorporating these dimensions. We ask what forms the gesture, and it is the speaker's construction of meaning at the moment of speaking. The gesture does not manifest kinesic form of its own accord. It cannot help but expose the relevant dimensions of the speaker's thought.

pode entender melhor a enunciação do professor." (ALIBALI et al, 2013, p. 437, tradução nossa)[28]. Os gestos representacionais, segundo esses autores, podem ser vistos quando, por exemplo, o professor usa as mãos para retratar características de um cubo que ele tinha em mente e ajuda, dessa forma, os estudantes a visualizarem este cubo.

A combinação discurso-gestos é altamente efetiva, segundo Goldin-Meadow, Kim e Singer (1999). Esses autores afirmam que as informações adicionais apresentadas na forma de gestos podem ser mais facilmente capturadas, tornando a noção descrita de modo abstrato no discurso mais concreta, como o movimento circular com as mãos enquanto se discute a natureza circular das esferas. Os gestos, então, fornecem uma segunda representação para as noções que estão em pauta no discurso.

3.3.2 Música e Som

Como a linguagem verbal, a música se desenvolve de forma contínua ao longo do tempo, porém, segundo Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), esse recurso não constitui uma realidade a partir de ações facilmente identificáveis e nem mesmo de acontecimentos que estão logicamente conectados. Do mesmo modo esses autores afirmam que o som não possui metafunções claramente estruturadas. Por outro lado, quando a música ou o som são combinados com outros recursos semióticos, como a linguagem e as imagens, resultam na produção de significados lógico, experiencial e interpessoal (O'HALLORAN; LIM FEI, 2014).

A música e a imagem ao serem vinculados originam um novo sentido que estabelece um significado no contexto do audiovisual a partir da interação ouvido – visão, que se combinam em múltiplas variáveis construindo uma nova realidade, qualitativamente diferente daquela definida pelas partes. Da mesma forma, a linguagem verbal combinada à música produz significado. As intersemioses obtidas pelas combinações da música, som, imagem e linguagem verbal contribuem com suas potencialidades para suscitar emoções e construir uma realidade através da memória.

Moletta (2009) afirma que a música é responsável pela manifestação de emoções no audiovisual. Em uma cena de ação, uma música com impacto sonoro, batidas fortes e acordes grandiosos desperta adrenalina em quem assiste. Da mesma forma, uma música melancólica provoca tristeza. Já os efeitos sonoros, complementa o autor, aproxima o audiovisual da realidade, quando em um filme, por exemplo, vê-se a porta fechando, mas a certeza de que ela se fechou realmente se dá apenas com o efeito sonoro. Neste caso, o efeito sonoro desperta a

---

[28] [...] if a teacher point to the 3 in x^3 while saying the word "exponent", a students who is not certain what na exponente is may be more likely to understand the teacher's utterance.

lembrança de algo que é real e habitual, e isso faz parte da forma de operar do cinema, o qual trabalha com o mecanismo de apreender pelos sentidos, de utilizar a memória e conceitos já formados para construir significado e, assim, concluir a experiência proposta no roteiro.

Para Sekeff (2007), a música auxilia a percepção e estimula a memória e a inteligência, podendo ainda auxiliar na capacitação de habilidades linguísticas e lógico-matemáticas. Em fenômenos multisemióticos, a intersemiose que combina imagem, movimento e som no cinema pode buscar inferências do som para reforço de suas intenções e essas combinações levam a novas produções de sentido, mesmo em filmes que tratam de conteúdo didático, reforçando a mensagem que pode ser apresentada por meio de contextualização.

O audiovisual que trata de temas relacionados à Matemática também pode se beneficiar da música e do som na composição de um roteiro. A música pode ser apresentada como pano de fundo em cenas que objetivam suscitar emoções, sentimentos ou estados, como alegria, curiosidade, comoção, concentração, expectativa ou mistério, despertando a atenção e o interesse de quem assiste, em especial, de estudantes, para aquele conteúdo matemático. A música também pode surgir em primeiro plano com seus recursos sonoros e uma letra que trata de conteúdo matemático. Para participar do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática, evento que promove a produção de vídeos que expressam ideias matemáticas por professores e estudantes como uma ação colaborativa, um estudante do Ensino Médio produziu o rap Infinito[29] cuja letra trata de conjuntos numéricos.

Os efeitos sonoros nos vídeos didáticos, em particular, naqueles que tratam de conteúdo matemático, podem funcionar também aproximando o audiovisual da realidade. O vídeo "Os Suspeitos[30]", produzido e disponibilizado pelo projeto M3 – Matemática Multimídia, utiliza música para criar suspense e sons do toque e do manuseio de um telefone para criar realidade no vídeo que trata de função exponencial e logaritmo.

Além da linguagem, do simbolismo, das imagens matemáticas, dos gestos, expressões faciais, música e som, outros recursos semióticos podem compor um fenômeno matemático multisemiótico, principalmente se este fenômeno apresentar um caráter dinâmico. Para um vídeo produzido para expressar uma ideia matemática, existe uma variedade de possibilidades de temáticas para uma produção com diferentes combinações de recursos semióticos a serem utilizados. Oechsler, Fontes e Borba (2017) citam temáticas como videoaula, encenação,

---

[29] Disponível em
<https://www.youtube.com/watch?v=dz5D4ktFDoY&index=6&list=PL9a8WG34PnC_NW8Qy3WIUO_wXywXyRaeg>.
[30] Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=Vy36aCdV35s>. O portal principal da coleção M³ Matemática Multimídia, que contém recursos educacionais multimídia em formatos digitais desenvolvidos pela Unicamp, se encontra no endereço http://m3.ime.unicamp.br/.

captura de tela do computador, filmagem sem personagens, vídeos elaborados com materiais manipulativos e animação como possibilidades viáveis para a produção de vídeos didáticos para tratar de conteúdos matemáticos.

Considerando essas possibilidades, muitos recursos semióticos podem compor o vídeo, influenciando no significado que é construído para expressão de ideias matemáticas. Outros recursos semióticos, além daqueles já apresentados neste capítulo, serão brevemente discutidos à medida que forem surgindo nos vídeos produzidos para esta pesquisa. Os recursos discutidos de forma mais aprofundada neste capítulo foram recorrentes, aparecendo com mais frequência nos vídeos produzidos para a pesquisa aqui relatada, além disso, já possuem uma literatura que trata de seus aspectos e contribuições à produção de significado.

3.4 Intersemioses em vídeos digitais e a análise do discurso multimodal

Com o auxílio da Matemática fenômenos são organizados possibilitando que sejam estudados e, a partir disso, que problemas reais de vários setores da sociedade sejam resolvidos. Laburú e Silva (2011) afirmam que o pensar científico se realiza mediante o emprego de uma grande quantidade de signos combinados. A organização dos fenômenos está condicionada, então, à representação de entidades relacionadas a tais problemas por signos, em configurações que vão além de seus significados individuais. Essa construção de significados é negociada continuamente e resulta de interações sociais e culturais. Smith (1998), assim como Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016), destaca a funcionalidade dos recursos como motivação para a realização de intersemioses, a fim de obter a expansão do significado.

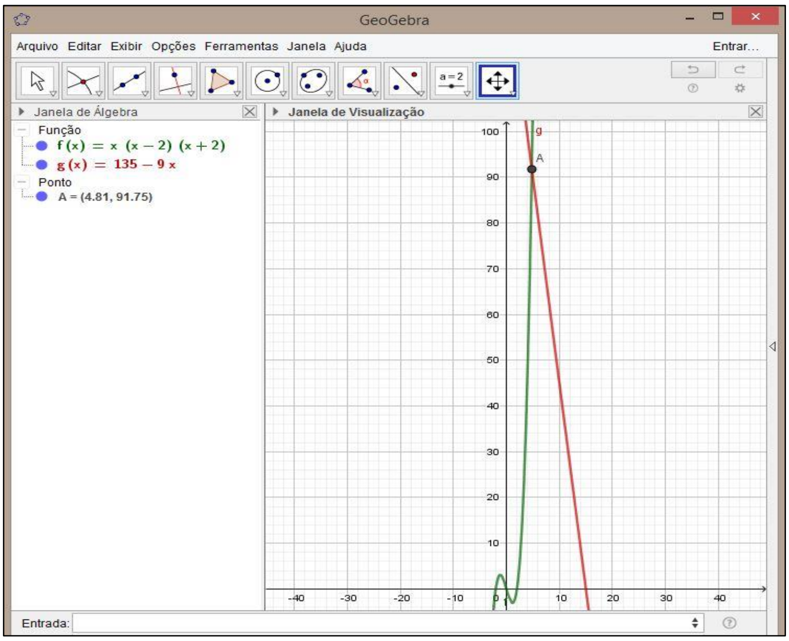
Os principais recursos utilizados em fenômenos matemáticos, segundo O'Halloran (2007), são a linguagem, o simbolismo e as imagens matemáticas, os quais tem seu potencial semântico potencializado quando são utilizados de forma articulada. Como foi discutido nas seções anteriores, cada um desses três recursos têm suas funções individuais definidas, nas quais o significado é produzido intrasemioticamente, além disso, cada recurso é organizado a partir de sistemas gramaticais específicos. Retomando, de forma resumida, o que foi discutido anteriormente, "a linguagem é tipicamente usada para contextualizar os problemas matemáticos; a imagem visual mostra as relações e fornece um meio para o raciocínio visual espaço-temporal; e o simbolismo é usado para resolver o problema [...]." (O'HALORAN, 2007, p. 84, tradução nossa)[31].

[31] Language is typically used to contextualize the Mathematics problem; the visual image displays the relations and provides a means for visual spatio-temporal reasoning; and the symbolism is used to solve the problem [...].

Esses três recursos, ao serem combinados a partir de escolhas semióticas operam intersemioticamente, de forma que as predileções entre recursos linguísticos, visuais e simbólicos levam a um novo significado, um significado diferente da soma dos significados individuais, possibilitando um novo olhar para o conteúdo matemático em questão.

O'Halloran (2007) discute sobre os diferentes mecanismos e sistemas intersemióticos através dos quais a linguagem, o simbolismo e as imagens matemáticas interagem para expansão do significado e descreve a **metáfora semiótica** como um importante mecanismo para expansões semânticas, "através do qual o status funcional de um elemento muda no movimento de um recurso semiótico a outro.'' (O'HALLORAN, 2007, p.84, tradução nossa)[32]. Essa autora apresenta como exemplo para isso uma entidade na imagem visual que seria um ponto de interseção dos gráficos das funções $g(x) = 135 - 9x$ e $f(x) = x(x-2)(x+2)$ que no movimento da linguagem para o simbolismo matemático (x é aproximadamente 4,8, a qual poderia ter sido escrita $x = 4.8$, como ilustrado na Figura 23.) levaria a uma expansão semântica. Essa mudança na representação tem impacto na análise do resultado do problema, pelo significado do simbolismo utilizado e que é reconhecido dentro da Matemática como ciência, em detrimento dos contextos situacionais em que o problema possa estar inserido.

Figura 23 - Interseção de funções.



Fonte: Adaptado de O'HALLORAN (2007).

[32] However, one importante mechanism for meaning expansion is 'semiotic metaphor' (O'Halloran, 2003) whereby the functional status of na elemento changes in the shift from one semiotic resource to another.

Nos vídeos, a busca por uma linguagem mais informal da Matemática pode levar à ocorrência de metáforas semióticas, visto que a expressão de ideias matemáticas em um vídeo considera a estética pela síntese de informações. Essa é uma regra básica da escrita de roteiros e que tornam os filmes e vídeos tão interessantes, ou seja, não se deve descrever todas as etapas dos acontecimentos contados no vídeo, ao invés disso, aquele que assiste deve concluir a experiência proporcionada pelo vídeo, apostando em sua memória e nos conceitos já formados. A busca pelo formato mais criativo para falar sobre a Matemática no vídeo pode levar ao descuido com a formalidade matemática em nome de um roteiro mais interessante.

O'Halloran (2000) afirma que cada sistema semiótico é único funcionalmente em sua contribuição na construção do significado em Matemática, o que significa que cada recurso apresenta algo importante sobre o elemento ou conceito matemático, porém não consegue caracterizá-lo de forma completa. Com a intersemiose, no entanto, o discurso matemático pode ser potencializado e o entendimento do conceito pode ser construído de forma que as funcionalidades dos recursos se complementem. As tecnologias contribuem para que as funcionalidades dos recursos sejam exploradas de forma eficaz, principalmente no que diz respeito às funções das imagens matemáticas nos discursos.

Borba e Confrey (1996) elaboraram uma abordagem para trabalhar com a dificuldade de um estudante em generalizar padrões de famílias de funções. A abordagem utilizada pelos pesquisadores começou com a visualização de gráficos, focando, em seguida, na relação entre os gráficos e dados tabulares para posteriormente analisar a relação entre gráficos e representações algébricas. Os pesquisadores concluíram que estudantes podem desenvolver estratégias de investigação quando apresentados a um ambiente apoiado pelo uso de múltiplas representações, além de diferentes abordagens, como a que foi apresentada.

Nessa abordagem, os recursos semióticos foram combinados de forma gradual para que o conhecimento sobre o padrão da família de funções pudesse ser construído. Cada recurso utilizado contribuiu para que o significado do fenômeno fosse produzido. Primeiramente, a análise gráfica com o software adotado estabeleceu uma possibilidade de percepção das relações entre as funções de cada família através da visualização que foram, depois, determinadas em casos particulares, em uma tabela. A percepção dos padrões a partir dos dados tabulados levaram à generalização com a representação algébrica.

O uso da linguagem matemática não foi evidenciada na discussão dos autores, porém o papel do software na análise das imagens matemáticas, processo que se tornou mais dinâmico do que se fosse realizado com os usuais papel e lápis, foi destacado. A tecnologia foi utilizada de forma que a produção de significados se realizou de forma qualitativamente diferente, considerando, por exemplo, a dinamicidade das construções e a possibilidade de análises globais das situações matemáticas com vários elementos da família de funções em um mesmo plano com o domínio sendo representado de forma ampla no espaço bidimensional.

Essa discussão pode ser ampliada se a tecnologia utilizada for o vídeo. De fato, outros recursos semióticos podem ser integrados à análise apresentada na pesquisa supracitada, além daqueles já citados, a saber, imagens matemáticas (gráficos das funções), representação numérica (tabela com dados numéricos) e simbolismo matemático (expressão algébrica das funções). Um recurso do vídeo especialmente interessante e que pode agregar muito valor a essa discussão é a imagem em movimento. O movimento das funções guiados pelas transformações matemáticas formulam visualmente a relação matemática que descreve cada função da família de funções apresentada. Esse efeito pode ser realizado com os recursos de animação de softwares, porém o vídeo se destaca como recurso que pode explorar ideias matemáticas como essa ao permitir que elementos como música, linguagem verbal oral e variados tipos de efeitos visuais sejam integrados, viabilizando expansões semânticas.

Segundo Laburú, Barros e Silva (2011), os significados nos conceitos científicos não surgem da adição ou justaposição de cada sistema de representação com o outro, mas da combinação integrada e da multiplicação do significado de cada um com os outros. Nos processos de intersemiose, as escolhas semióticas interagem e combinam multiplicando os significados potenciais, contudo, Jewitt, Bezemer e O'Halloran (2016) explicam que as escolhas são realizadas em um dado tempo, em um dado contexto da situação e de cultura que condiciona a classificação de combinações que ocorrem nas práticas sociais, tornando possível a ocorrência de metáforas semióticas. Na Figura 23 a situação em que o problema das interseções ocorre poderia definir se seria considerado como resultado $x = 4{,}8$ ou $x \approx 4{,}8$.

No cenário atual da Educação Matemática os vídeos surgem como uma forma multimodal de realização do discurso matemático. A possibilidade de unir linguagem, imagem, gestos, figurino, música, som, espaço e ação, entre outros, manifestando-os em formatos visuais e auditivos, permite que sejam executadas intersemioses a fim de potencializar a mensagem que divulga uma ideia matemática. Borba, Scucuglia e Gadanidis (2018) defendem que o vídeo deve ser levado para a sala de aula por ser a forma com a qual a nova geração se comunica, além de permitir que o discurso matemático, especificamente, se apresente em uma estética que seria impossível utilizando apenas a linguagem verbal. Hendges e Nascimento (2016) e O'Halloran (2004), concordam com essas ideias e afirmam que a configuração tecnológica e social decorrente da popularização de recursos tecnológicos estimula um novo padrão de discurso caracterizado pela construção de significados via combinação de diferentes recursos semióticos, influenciando os modos de comunicação pela diversidade linguística e cultural.

Com respeito à influência do desenvolvimento tecnológico, O'Halloran (2011) declara que a nova realidade criada pelas tecnologias computacionais promete uma expansão no campo semiótico, além dos limites da revolução científica, a qual reescreveu o mundo em termos matemáticos. As novas tecnologias permitem diferentes interações de recursos semióticos que estão além das combinações em textos escritos e no discurso oral. A imagem em movimento agrega novos elementos e potencializa a produção de significados em intersemioses. As imagens apresentadas na Figura 24, são do vídeo intitulado Jogos e a sua Matemática, participante do II Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. Nesse vídeo foram utilizados vários efeitos visuais, músicas, movimentos de câmera, cores e simulações, além dos três recursos usuais, linguagem, simbolismo e imagens para expressar ideias relacionadas ao conteúdo Probabilidades.

Figura 24 - Intersemioses no vídeo *Jogos e sua Matemática*[33].

Fonte: www.festivalvideomat.com

Nas intersemioses realizadas nos vídeos os recursos semióticos próprios da linguagem cinematográfica, como efeitos visuais, sons, músicas, movimentos de câmera, planos, iluminação, cenário e vestuário, são combinados com recursos próprios de fenômenos matemáticos potencializando as possibilidades de expansões semânticas a partir das interações entre seres humanos e tecnologias na produção dos vídeos. No processo de produção do vídeo para expressar ideias matemáticas as escolhas semióticas condicionam a produção de conhecimento (BORBA; VILLARREAL, 2005) pela estrutura da mensagem apresentada. O vídeo, um artefato tecnológico permite diferentes formas de intersemioses, produzindo significados e possibilitando a transformação do conhecimento matemático.

As mídias são coautoras dos significados produzidos como resultado das intersemioses. Esses significados potenciais são compreendidos a partir das funcionalidades dos recursos semióticos envolvidos no fenômeno multimodal, o que caracteriza, nesse contexto, os vídeos

[33] Disponível em <https://youtu.be/kMtZEY4_3CM?list=PL9a8WG34PnC_Y21utbmPo5Iqeoddhk7CO>.

como coautores no coletivo que produz conhecimento, seres humanos – com - vídeos digitais. Dessa forma, as tecnologias digitais contribuem para os estudos multimodais ao ampliar as possibilidades de intersemioses. O'Halloran (2013) discute sobre essas contribuições nas análises de fenômenos no escopo da SF-ADM e afirma que as tecnologias digitais podem modelar recursos semióticos, como movimentos corporais, fala, som e música permitindo o seu rastreamento em formato de imagens para a análise de tendências em intersemioses. Na SF-ADM o intuito é elucidar como o significado pode ser construído com a combinação de múltiplos recursos semióticos em um mesmo fenômeno multimodal, como aqueles apresentados em vídeo. Essa análise leva a uma sistematização do conhecimento relacionado ao estudo de vídeos educacionais, contribuindo teoricamente para essa abordagem teórica.

4 Metodologia de pesquisa: da pergunta à produção dos dados

> O objetivo dos pesquisadores qualitativos é compreender melhor o comportamento e a experiência humana. Eles buscam compreender os processos pelos quais as pessoas constroem significado e descrevem quais são esses significados. Eles usam observação empírica porque é com incidentes concretos de comportamento humano que os investigadores podem pensar mais clara e profundamente sobre a condição humana. (BOGDAN; BIKLEN, 2006, p. 43, tradução nossa)[34].

Este capítulo refere-se à descrição dos passos do pesquisador em direção às interpretações significativas que envolvem a pergunta de pesquisa, iniciando com a apresentação do design da investigação e finalizando com o detalhamento dos dados produzidos. Esse processo é fundamental para a compreensão dos resultados da pesquisa, visto que durante o seu desenvolvimento o pesquisador se depara diversas vezes com diferentes possibilidades e suas escolhas são justificadas pelos seus propósitos e visão de conhecimento. Por esse motivo, a seção 4.1 intitulada, *Desenvolvendo pesquisa qualitativa no ambiente online*, apresenta uma discussão em torno da visão de conhecimento da pesquisadora, a fim de justificar o seu interesse nas questões discutidas nesta tese. Além disso, a abordagem metodológica da pesquisa é apresentada, juntamente com uma breve discussão sobre algumas das especificidades da pesquisa qualitativa desenvolvida no ambiente online. Também é apresentada nessa seção a pergunta de pesquisa. Uma reflexão sobre as mudanças ocorridas durante o desenvolvimento desta investigação é apresentada na seção 4.2, intitulada *O design emergente e a mudança da pergunta de pesquisa*. Os sujeitos desta pesquisa foram licenciandos em Matemática de um curso da modalidade a distância, um cenário de pesquisa desafiador devido às particularidades ligadas a essa modalidade de ensino. A seção 4.3, intitulada *Descrição do cenário de pesquisa*, descreve o ambiente em que a pesquisa foi realizada e o perfil desses participantes. Por fim, a seção 4.4, *Os procedimentos de pesquisa*, apresenta de forma detalhada, em cinco subseções referentes às etapas de produção de dados no curso de licenciatura em Matemática da instituição participante, os instrumentos de pesquisa utilizados.

---

[34] The qualitative researchers' goal is to better understant human behavior and experience. They seek to grasp the processes by which people construct meaning and to describe what those meanings are. They use empirical observation because it is with concret incidents of human behavior that investigators can think more clearly and deeply about the human condition.

4.1 Desenvolvendo pesquisa qualitativa no ambiente online

A proposta de andar em torno de uma pergunta em busca de compreensões a seu respeito conduz à sua análise sob diversas perspectivas. O refinamento ocorre em vista da visão de conhecimento do pesquisador que também limitava as opções sobre a metodologia que deve ser empregada. A pergunta proposta nesta pesquisa sugere interesse pelo “modo como é feito”, propondo uma resposta mais descritiva com base nas ações dos sujeitos, o que também define os procedimentos a serem adotados, conduzindo o design da pesquisa.

A metodologia de uma investigação começa a ser delineada já nos primeiros momentos da pesquisa quando o pesquisador reflete sobre suas inquietações e detecta o objeto que quer investigar. No entanto, é preciso estabelecer um foco dentro do tema em que se insere o objeto escolhido, o que pode ser efetivado com a descrição do objetivo geral da pesquisa ou mesmo com a formulação da pergunta. O objetivo ou a pergunta deixam implícitos quais os procedimentos mais eficazes a serem utilizados na produção dos dados. Goldemberg (1997) afirma que a metodologia está relacionada aos caminhos a serem seguidos e aos instrumentos utilizados para fazer pesquisa, mas para além das denominações, a metodologia, e consequentemente, os procedimentos de pesquisa, devem estar de acordo com a visão de conhecimento assumida pelo pesquisador (LINCOLN; GUBA, 1985).

A posição que embasa essa pesquisa é aquela que considera que “conhecer é compreender de modo profundo em um processo quase infindável.” (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018, p. 77). Além disso, admite-se que o conhecimento se constitui gradativamente sob a influência de seres humanos e das tecnologias envolvidas no processo (BORBA; VILLARREAL, 2005). Essa ideia foi considerada durante a elaboração da pergunta de pesquisa, a qual apresenta interesse no potencial do coletivo seres humanos-com-vídeos digitais (DOMINGUES, 2015) para auxiliar na comunicação do conhecimento matemático, fazendo uso de combinações de recursos semióticos. A investigação aqui relatada gira em torno da interrogação: *Como licenciandos em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos ao utilizarem vídeos para expressar ideias matemáticas?*

Essa pergunta reflete o interesse pela linguagem, simbolismo matemático, imagens, gestos, músicas, sons, além das modalidades nas quais esses recursos podem se manifestar em vídeos que tratam de conteúdo matemático, a fim de produzir significados. A partir dessa interrogação objetiva-se investigar o potencial das combinações entre os recursos semióticos presentes nos vídeos produzidos durante a pesquisa para produzir significados.

A questão principal dessa investigação envolve uma análise da natureza das relações entre as representações matemáticas usuais, a saber, a linguagem, o simbolismo e as imagens matemáticas, com outros recursos semióticos presentes nos vídeos produzidos pelos sujeitos quando esses expressam conhecimentos matemáticos e faz emergir outras dimensões inerentes ao tema que está sendo pesquisado. A primeira dimensão a ser considerada diz respeito à forma como os sujeitos participantes da pesquisa exploram o potencial dos vídeos em seu caráter multisemiótico e multimodal ao produzirem com o intuito de expressar uma ideia matemática. Outra dimensão está relacionada à análise dos recursos semióticos de forma isolada, considerando que cada um deles tem uma funcionalidade específica, sendo necessário conhecer suas funções em isolado para compreender seus efeitos na combinação dos recursos. Entender como os sujeitos da pesquisa, professores em formação, entendem o vídeo digital como possibilidade de recurso didático a ser utilizado nas aulas de matemática é um ponto que reflete sobre os resultados das produções e se configura como um interesse dessa pesquisa. Por fim, nota-se que a questão a que esta investigação se propõe está condicionada às possibilidades de interações que favoreçam a realização do processo de produção de vídeos no ambiente virtual proporcionado no curso de licenciatura em Matemática a distância vinculado à pesquisa.

Na busca por interpretações em torno da interrogação formulada, conferiu-se importância a fatores subjetivos referentes aos sujeitos e que emergiram durante a produção de dados da pesquisa. O ambiente natural, nesse caso, o espaço online, constituiu-se como fonte direta dos dados por disponibilizar espaço para o armazenamento dos registros das interações realizadas durante o desenvolvimento da pesquisa. Além disso, a pesquisadora atuou como um dos instrumentos principais da investigação observando e dialogando com os sujeitos no ambiente virtual sobre questões relacionadas ao processo de produção de vídeos com conteúdo matemático e seus reflexos no ensino e na aprendizagem dessa disciplina. Os dados resultantes dessas interações trazem elementos do processo para compor as interpretações em torno da pergunta. Esses aspectos caracterizam a abordagem qualitativa desta pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 2006; BORBA; ARAÚJO, 2013). Creswell (2014) apresenta uma definição da pesquisa qualitativa que fornece mais subsídios para justificar a abordagem metodológica adotada na presente pesquisa.

> A **pesquisa qualitativa** começa com pressupostos e o uso de estruturas interpretativa/ teóricas que informam o estudo dos problemas da pesquisa, abordando os significados que os indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano. Para estudar esse problema, os pesquisadores qualitativos usam uma abordagem qualitativa da investigação, a coleta de dados em um contexto natural sensível às pessoas e aos lugares em estudo e a análise dos dados que é tanto indutiva quanto dedutiva e estabelece padrões ou temas. O relatório final ou a apresentação incluem as vozes dos participantes, a reflexão do pesquisador, uma descrição complexa e

> interpretação do problema e a sua contribuição para a literatura ou um chamado à mudança. (CRESWELL, 2014, p. 50, grifo do autor).

Com relação à interação da pesquisadora com os sujeitos da pesquisa no ambiente virtual, Bogdan e Biklen (2006) afirmam que pesquisadores não podem eliminar todos os efeitos da sua interação com os sujeitos da pesquisa, porém podem entender tais efeitos e usar esse entendimento para gerar conhecimentos adicionais sobre a natureza da vida social.

O lócus natural dessa investigação foi o ambiente virtual, no qual a pesquisadora fez uso da observação participante em fóruns de um curso de licenciatura em Matemática da modalidade a distância, de maneira que orientou o processo de produção dos vídeos dos participantes da pesquisa. Os procedimentos foram adotados para esta ação considerando as limitações e as potencialidades da comunicação no ambiente virtual de aprendizagem.

Desde que a internet se estabeleceu como um espaço para práticas sociais, para a produção e compartilhamento de conhecimento, antes limitados às salas de aulas físicas, foram garantidas novas possibilidades para a produção coletiva de conhecimento. Isso ampliou o panorama de pesquisadores da Educação quanto ao campo de investigação e nos dias de hoje, com a democratização da internet e o surgimento de outros novos espaços de formação do saber, as possibilidades continuam se estendendo. Essa conjuntura permite, por exemplo, que pesquisadores do campo da Educação de diferentes regiões investiguem a mesma problemática relacionada ao ensino ou a aprendizagem e interajam de forma eficiente e frequente para ampliar os seus resultados.

A realização de pesquisas considerando essa nova configuração dos espaços de constituição do conhecimento demandam novas reflexões acerca das etapas e dos instrumentos utilizados nas investigações. Borba, Malheiros e Amaral (2011) discutem sobre a importância do pesquisador se envolver com o ambiente da pesquisa cuja abordagem metodológica é qualitativa e sobre as diferenças entre a influência do pesquisador que produz dados no ambiente online ou no ambiente presencial.

No caso particular da observação participante no ambiente virtual de aprendizagem, procedimento utilizado de forma intensa nessa pesquisa, como descrito nas seções posteriores, Borba, Malheiros e Amaral (2011) ampliam a ideia da observação participante tradicional para o ambiente online. Segundo Bogdan e Taylor (1975) a observação participante se caracteriza pelas interações entre o investigador e os sujeitos realizados de forma sistematizada, sendo concretizado através de um contato direto, frequente e prolongado nos seus contextos culturais, sendo o próprio investigador instrumento de pesquisa. A observação participante virtual se preserva como uma prática de pesquisa em que a interação se estabelece de forma a viabilizar os objetivos da investigação, porém deve-se atentar para a ocorrência de interações entre os sujeitos sem o pesquisador. Outro ponto que deve ser considerado é que a observação participante usual, em ambiente presencial, conta com outros recursos que complementam a fala na busca por interpretações do que está sendo afirmado pelo sujeito da pesquisa. De fato, ao se expressarem e interagirem as pessoas mobilizam expressões faciais, gestos, variação sonora na voz, além da linguagem em si, adicionando elementos para a interpretação em observações presenciais e que não são disponíveis no cenário específico do ambiente virtual de aprendizagem, demandando outros procedimentos, dependendo da pergunta de pesquisa.

Nessa pesquisa a observação participante aconteceu a partir de interações virtuais entre os sujeitos participantes e a pesquisadora e foram implementadas por meio de uma proposta de produção de vídeos. Essas interações aconteceram em fóruns de discussões disponibilizados durante o processo de produção dos vídeos. Para complementar esses dados, considerando a pergunta e os objetivos da pesquisa, foram elaborados relatórios de reuniões planejadas pela pesquisadora e realizadas pelos sujeitos da pesquisa.

A realização das interações virtuais, além de auxiliar na consecução dos objetivos da pesquisa, tinha como propósito colaborar na formação dos sujeitos. Para isso os temas principais da pesquisa, a saber, Vídeos e educação matemática e Representações matemáticas, foram discutidos nos fóruns, a fim de promover reflexão por parte dos futuros professores. Bogdan e Biklen (2006) descrevem esse tipo de ação como algo característico de pesquisas qualitativas e afirmam que os pesquisadores que seguem essa abordagem esperam empoderar os sujeitos da pesquisa promovendo mudança social.

4.2 O design emergente e a mudança da pergunta de pesquisa

A inquietação original que movimentou inicialmente esta pesquisa sinalizava uma intenção particular em analisar as combinações de representações em vídeos que expressam conteúdos relacionados à disciplina de Geometria Analítica, ministrada nos cursos de licenciatura em Matemática, inclusive os cursos da modalidade a distância. Esse interesse foi formalizado ao ser enunciado na pergunta de pesquisa: *Como estudantes de um curso de licenciatura em Matemática da Educação a Distância articulam representações múltiplas ao utilizarem vídeos para expressar ideias relacionadas a conteúdos de Geometria Analítica?*

As representações múltiplas são um tópico de interesse da pesquisadora, como descrito na Introdução deste relatório, na seção *O perfil do pesquisador*. Considerando que a articulação de representações algébrica e geométrica é algo característico da estrutura da disciplina Geometria Analítica, restringiu-se, em um primeiro momento, o foco da investigação para essa disciplina. De fato, Camargo e Boulos (2005) afirmam que a Geometria Analítica se caracteriza pelo estudo da Geometria pelo método cartesiano de René Descartes (1596 -1650), o qual consiste em associar equações aos entes geométricos e a partir do estudo dessas equações conhecer aqueles entes geométricos. Esses autores complementam que a Álgebra elementar e a Álgebra vetorial são hoje as ferramentas básicas para o estudo da Geometria Analítica. A ideia da Álgebra como ferramenta para o estudo da Geometria é discutida também por Eves (2013):

> A concepção de geometria proposta por Descartes muito mais do que a aplicação da álgebra à geometria, buscava a tradução das operações aritméticas para a linguagem geométrica. O seu método tinha dois objetivos centrais: libertar a geometria do uso de diagramas através de procedimentos algébricos e dar significado às operações algébricas através da interpretação geométrica. (EVES, 2013, p.96).

A geometria apresentada por Descartes evoluiu, sendo hoje organizada considerando sistemas de coordenadas, porém os seus objetivos iniciais prevalecem. Os conceitos e teoremas relacionados à Geometria Analítica atual abordam tópicos referentes à Vetores, Retas, Planos, Cônicas, Regiões planas e Superfícies, considerando problemas geométricos que para serem resolvidos são convertidos em equações para análise e resolução geométrica. Em geral, esse processo envolve a mobilização simultânea de noções de Álgebra e de Geometria.

Essa composição da Geometria Analítica gerou interesse nessa disciplina, considerando a proximidade da sua concepção com a ideia de combinação de representações que impulsionava as intenções desta pesquisa.

Durante o desenvolvimento da pesquisa as configurações pré-estabelecidas foram tomando diferentes contornos. O design emergente, característico das pesquisas qualitativas, possibilitou modificações frente a acontecimentos não previstos resultantes da interação com os sujeitos. Segundo Lincoln e Guba (1985, p. 41, tradução nossa)[35] a pesquisa qualitativa "permite que o design emerja no lugar de ser construído antecipadamente, visto que, é inconcebível que se possa saber o suficiente sobre as muitas realidades múltiplas para conceber o design adequadamente". O design da pesquisa está relacionado ao plano ou às estratégias utilizadas pelo pesquisador para alcançar elementos que levem às interpretações em torno da pergunta de pesquisa proposta. Um plano inicial flexível permite que as estratégias sejam moldadas à medida que o pesquisador experiencia as etapas da pesquisa, o que confere maior

[35] The Naturalistic elects to allows the research design to emerge (flow, cascade, unfold) rather than to construct it preordinately (a priori) because it is inconceivable that enough could be know ahead of time about the many multiple realities to devise the design adequately.

maturidade e sofisticação à investigação. (LINCOLN; GUBA, 1985; ALVES-MAZZOTTI, 1998; ARAÚJO; BORBA, 2013).

As mudanças no cenário de pesquisa e a participação da pesquisadora em um evento internacional no período do desenvolvimento da pesquisa resultaram em novas estratégias de investigação. Primeiramente, novas ideias teóricas, decorrentes dos estudos realizados sobre representações múltiplas, estavam sendo exploradas pela pesquisadora. A característica multimodal do vídeo, que além de combinar linguagem verbal, simbolismo matemático (representação algébrica) e imagens matemáticas (representações geométricas), mais estudados nos estudos referentes às representações, possibilita integrar outros recursos para expressão de ideias matemáticas. A abordagem teórica chamada Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal estuda a natureza semiótica de recursos linguísticos e não-linguísticos e a organização subjacente que os habilita a cumprir certas funções em Matemática e o potencial das combinações desses recursos para a produção de significados. Essa abordagem foi apresentada à pesquisadora em uma palestra do II International Conference on Mathematics Textbooks Research and Development modificando as estratégias de análises planejadas inicialmente para essa pesquisa. Os pressupostos da Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal foram discutidos de foram mais aprofundada no Capítulo 3 desta tese.

Outro fato que causou uma remodelagem nas estratégias de pesquisa foram a ampliação do cenário de pesquisa e o pedido de modificações no processo de produção dos vídeos pelos sujeitos participantes da pesquisa. A coordenação do curso de licenciatura em Matemática, juntamente com a professora da disciplina, convidaram a pesquisadora para realizar uma nova atividade de produção de vídeos (produção de dados) com a mesma turma da disciplina Geometria Analítica, porém em outra disciplina.

As disciplinas que seriam ofertadas no novo semestre letivo eram: Cálculo Diferencial, Fundamentos de Matemática III, Álgebra I e Informática Aplicada a Educação Matemática. A escolha pela última se deu pelo fato de que nesta, os sujeitos da pesquisa explorariam conceitos matemáticos variados utilizando tecnologias. Considerando que a introdução dos softwares matemáticos traria novas possibilidades para a integração de recursos semióticos nos vídeos e, com isso, para a construção de significados, a disciplina Informática Aplicada a Educação Matemática foi considerada apropriada para uma continuação da produção dos dados, o que ampliou os tópicos matemáticos discutidos nos vídeos, não mais restritos aos conteúdos de Geometria Analítica. O design emergente da pesquisa também possibilitou que procedimentos diferentes para o acompanhamento da produção dos dados fossem realizados. Os participantes da pesquisa solicitaram que a produção dos vídeos com conteúdos matemáticos na disciplina de Informática Aplicada à Educação Matemática não considerasse as mesmas etapas e método de acompanhamento da produção realizada na disciplina de Geometria Analítica. Eles queriam mais autonomia para realizarem as etapas de produção, devido, principalmente, à disponibilidade de tempo.

Esses fatos juntos remodelaram as estratégias planejadas para a pesquisa e conduziram à uma nova pergunta de pesquisa: *Como licenciandos em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos ao utilizarem vídeos para expressar ideias matemáticas?*

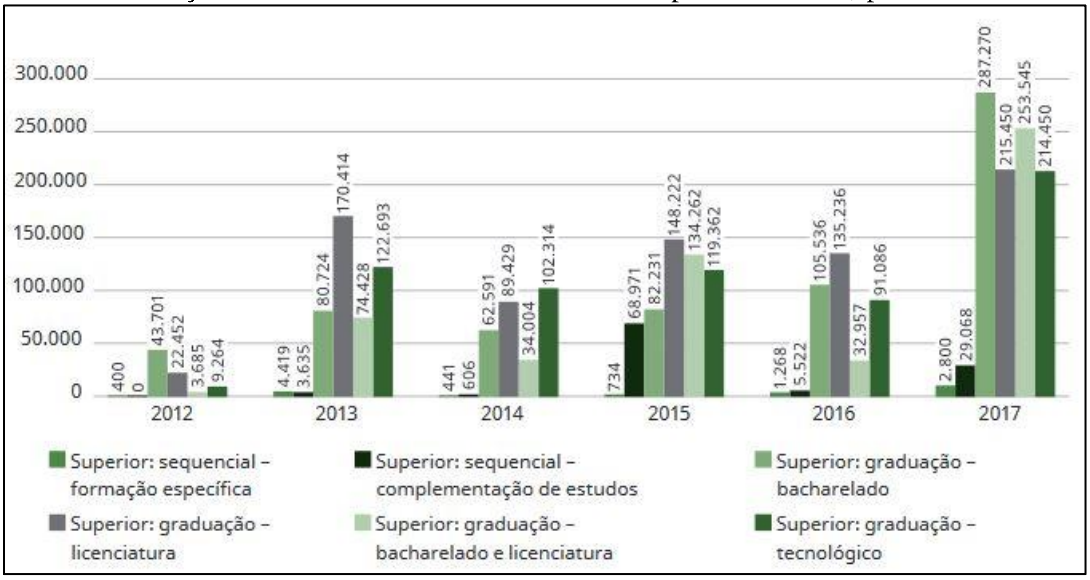
4.3 Descrição do cenário de pesquisa

A pesquisa Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância (E-licm@t-Tube) estava em andamento e havia firmado parcerias com algumas universidades do sistema Universidade Aberta do Brasil que ofereciam cursos de licenciatura em Matemática a distância, quando esta pesquisa de doutorado foi iniciada.

Lócus virtual da produção de conhecimento, os cursos da modalidade de ensino a distância ascenderam com o advento da internet, o que aconteceu por volta de 1999, sinalizando a terceira fase das tecnologias digitais em Educação Matemática (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018). Desde então, no GPIMEM, diversas questões foram levantadas em pesquisas de mestrado e doutorado com interesse direcionado a esse contexto: Gracias (2003), Santos (2006), Zulatto (2007), Rosa (2008), Malheiros (2008), Viel (2011), Souto (2013), Santos (2013), Zampieri (2013), Heitmann (2013), Zabel (2014), Chiari (2015), Almeida (2016), Bustamante (2016), Silva (2018) e Fontes (2019).

Outro fator importante a ser considerado é que o cenário da Educação a Distância online no Brasil, segundo Borba e Almeida (2015), tem se transformado com o número de alunos matriculados aumentando anualmente, provocando grande interesse por parte dos pesquisadores. O relatório analítico de aprendizagem a distância no Brasil, intitulado Censo EaD.BR, é realizado anualmente pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) e apresenta dados que representam um panorama confiável sobre a EaD no Brasil. A pesquisa indicou que houve um aumento significativo no número de matriculados em cursos de licenciatura dessa modalidade de ensino no ano de 2017. Foram 215.450 alunos matriculados no ano de 2017 contra 135. 236 em 2016, como mostra a Figura 25.

Figura 25 - Evolução do número de alunos do ensino superior da EaD, por nível acadêmico.



Fonte: (ABED, 2018, p. 68).

A ABED (2018) destacou ainda que os números são subnotificados, considerando que o relatório apresenta os números somente das instituições informantes, que optaram por divulgá-los, o que estabelece que mais alunos se beneficiam dessa modalidade de ensino e de aprendizagem. Diante disso, considera-se a importância de que pesquisadores do campo da Educação investiguem esse cenário focando nas especificidades deste ambiente no qual um número expressivo de professores está em processo de formação.

O último ponto considerado na decisão sobre o cenário no qual esta pesquisa seria realizada foi a visão da qual a pesquisadora corrobora de que experiências significativas vivenciadas pelos licenciandos em sua formação podem se refletir na sala de aula, possibilitando mudanças nas práticas pedagógicas (ONUCHIC; ALLEVATO, 2009). Dessa forma, com o intuito de promover reflexões sobre a prática pedagógica com uso de tecnologias, além de experiências com a produção de videos, a pesquisa foi realizada com estudantes de um curso de licenciatura em Matemática da modalidade a distância.

Segundo Borba e Almeida (2015), a Educação a Distância online se reinventa a partir das tecnologias digitais disponíveis com o intuito de estabelecer interações mais intensas em tempo e espaço flexíveis. Silva (2018) acrescenta, apoiado nos resultados da sua pesquisa, que os vídeos de conteúdo matemático são utilizados pelos licenciandos com a função de suporte nos estudos, além de serem utilizados por esses como recursos didáticos em suas aulas de Matemática na Educação Básica. No entanto, esses professores produzem seus próprios vídeos para aulas de Matemática? Eles refletem sobre as potencialidades deste recurso digital no ensino ou na aprendizagem dessa disciplina?

Nessa pesquisa promoveram-se interações virtuais entre os estudantes participantes e a pesquisadora, a partir de uma proposta de atividade de produção de vídeos sobre conteúdos matemáticos, a fim de estimular reflexões com base em discussões, teóricas e técnicas, sobre as etapas da produção dos vídeos no ambiente virtual da instituição participante.

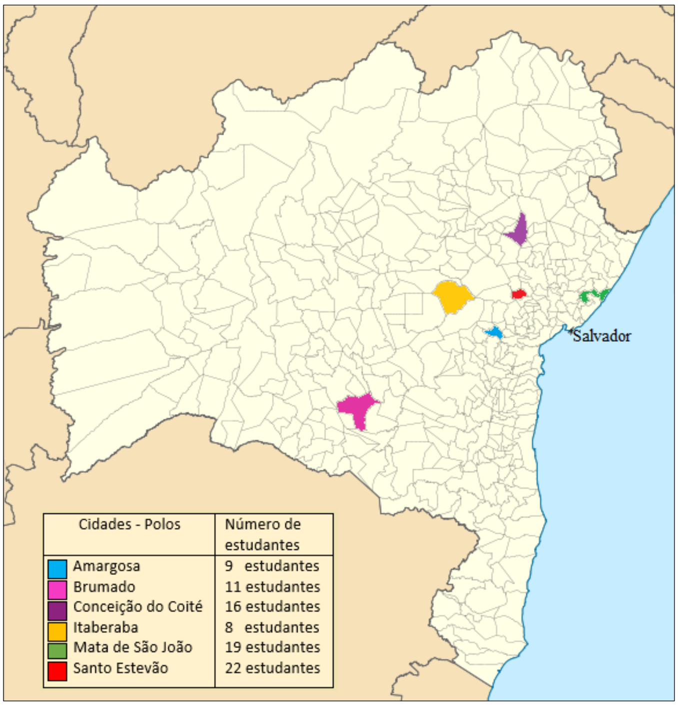
A pesquisa foi realizada no ambiente virtual de aprendizagem da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Essa instituição ofereceu a disciplina Geometria Analítica II no mesmo semestre que a produção dos dados desta pesquisa teria início, fator que levou a UNEB a ser selecionada dentre as instituições que firmaram parceria com o projeto E-licm@t-Tube. A coordenadora do curso e a professora da disciplina reafirmaram a parceria com o projeto e concordaram que a pesquisa fosse desenvolvida na disciplina, dando total acesso ao ambiente virtual utilizado no curso, o que foi efetivado com a inscrição da pesquisadora na categoria *Professora* do ambiente virtual de aprendizagem (AVA) da UNEB, a Unidade Acadêmica de Educação a Distância (UNEAD).

Para Borba, Malheiros e Amaral (2013, p. 129), o ambiente virtual não é algo que se opõe ao real, mas "amplia oportunidades para que experiências sejam desenvolvidas em diferentes contextos". O cenário da Educação a Distância online não pode mais ser considerado uma novidade. Trata-se de um espaço educacional que vem se aprimorando desde o seu início, em torno de 1999. O número de pessoas que vivenciam a experiência da educação online também tem aumentado no decorrer dos anos, como mostram as pesquisas anuais (ABED, 2018). Dessa forma, o ambiente virtual de aprendizagem pode ser considerado um ambiente natural no qual se realizam o ensino e a aprendizagem em cursos virtuais. Esse cenário possui especificidades que precisam ser consideradas nas pesquisas desenvolvidas nesse ambiente.

Como citado anteriormente, a produção dos dados desta pesquisa foi realizada em dois momentos, inicialmente com uma turma de estudantes da disciplina Geometria Analítica II, entre os meses de julho e novembro de 2016. No ano seguinte a coordenadora do curso fez um convite para que a atividade de produção dos vídeos fosse novamente realizada, então, uma nova produção de dados foi realizada, agora na disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática, entre os meses de março e junho de 2017. A professora responsável pelas disciplinas foi a mesma, além disso, os estudantes que participaram de Informática Aplicada à Educação Matemática foram, em grande maioria, os mesmos que participaram da disciplina de Geometria Analítica II e, consequentemente, da produção dos dados da pesquisa.

Oitenta e cinco estudantes do curso de licenciatura em Matemática a distância da UNEB, distribuídos em seis polos, participaram da pesquisa. Os polos ficam nas cidades de Amargosa, Brumado, Conceição do Coité, Itaberaba, Mata de São João e Santo Estevão. A sede do curso está no campus IX da Universidade do Estado da Bahia, na capital do Estado, Salvador. A Figura 26 mostra a localização das cidades onde estão os polos de Educação a Distância da UNEB do curso de licenciatura em Matemática citados e a quantidade de estudantes que participaram em cada um deles.

Figura 26 - Polos da EaD participantes da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

Havia um sétimo polo, localizado na cidade de Paulo Afonso, em que apenas um aluno iniciou, mas não finalizou, uma breve participação nas interações promovidas nos fóruns sobre produção de vídeos. Destaca-se que a maioria dos estudantes desse polo não participavam ativamente de nenhuma outra atividade da disciplina no ambiente virtual de aprendizagem. Dos vinte estudantes desse polo matriculados na disciplina Geometria Analítica II, apenas seis participavam das atividades online, enquanto os outros quatorze nunca acessaram o ambiente virtual. Essas informações foram obtidas nos registros disponibilizados no próprio AVA.

4.4 Os procedimentos de pesquisa adotados

Os procedimentos adotados para a produção dos dados desta pesquisa foram planejados para o acompanhamento da produção de vídeos sobre conteúdos matemáticos por grupos de estudantes matriculados nas disciplinas de Geometria Analítica II e Informática Aplicada a

Educação Matemática, ofertadas no segundo semestre de 2016 e primeiro semestre de 2017, respectivamente, do curso de licenciatura em Matemática da modalidade à distância da UNEB.

A observação participante virtual se caracterizou como principal procedimento de pesquisa. Foi proposto aos estudantes que produzissem videos que abordassem conceitos discutidos nas disciplinas, além disso, eles deveriam participar dos fóruns sobre produção de vídeos, promovidos pela pesquisadora na UNEAD, a fim de obterem suporte para as suas produções. Dessa forma, os fóruns virtuais ofertados nas duas disciplinas em que os dados da pesquisa foram produzidos visavam oferecer suporte teórico e técnico para a realização da produção de vídeos pelos estudantes participantes, além de serem uma forma de acompanhamento do processo de produção pela pesquisadora. O fórum é um dos principais canais de atendimento das instituições de Educação a Distância, tendo à sua frente apenas o E-mail (ABED, 2018). A observação participante, então, se desenvolveu de forma totalmente a distância e de maneira assíncrona. Alguns poucos estudantes utilizaram o *chat* da UNEAD para entrar em contato com a pesquisadora e justificar atrasos ou perguntar sobre os prazos.

Os diálogos realizados nos fóruns entre os grupos de estudantes e a pesquisadora converteram-se em dados transcritos automaticamente, aumentando sua fidedignidade (BORBA; MALHEIROS; AMARAL, 2011). Esses dados vieram acompanhados do nome do estudante que realizou o comentário, do nome do polo ao qual está vinculado, do semestre que está cursando, do nome do curso em que está matriculado, além do dia, data e horário em que o comentário foi postado no fórum.

Os limites temporais e espaciais apontados como uma desvantagem desse instrumento (ALVES-MAZZOTTI, 1998), acentuados na observação participante virtual, puderam ser atenuados, visto que outros instrumentos foram utilizados na produção dos dados. De fato, na produção de dados da disciplina Geometria Analítica II, os estudantes realizaram reuniões presenciais para a execução da produção dos vídeos e nessas reuniões, planejadas pela pesquisadora, foram elaborados os roteiros dos vídeos, além dos relatórios desses encontros. Segundo Alves-Mazzotti (1998, p. 169), "qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação", como relatórios, atas de reuniões, livros de frequência ou pareceres, são instrumentos de pesquisa. As informações disponibilizadas nos relatórios e roteiros dos vídeos complementaram a análise dos vídeos. Os relatórios, os roteiros, a atividade de produção de vídeos e a observação participante virtual foram os instrumentos utilizados nesta pesquisa.

Para a produção dos dados ocorreram, então, momentos de interação totalmente presenciais, e outros totalmente a distância no ambiente virtual UNEAD. As etapas que foram realizadas à distância foram aquelas referentes à interação dos estudantes com a professora e a pesquisadora para discussões teóricas relacionadas ao uso de vídeos no ensino de Matemática, discussões sobre conteúdo matemático abordados nos vídeos e discussões técnicas sobre a produção dos vídeos. Os momentos presenciais foram relacionados às reuniões dos grupos de estudantes para tomadas de decisões sobre a produção desses vídeos.

Quadro 9 - Tipos de interações promovidas durante a produção de dados da pesquisa.

Interações	***Envolvidos***	***Atividades desenvolvidas***	***Registro dos dados***
Assíncronas	Estudantes, professora da disciplina e pesquisadora	Discussões teóricas e técnicas sobre produção de vídeos em fóruns e mensagens no Chat da UNEAD.	Registros no próprio ambiente virtual de aprendizagem.
Presencial	Estudantes e tutores presenciais.	Reuniões nos polos para realização das etapas de produção dos vídeos, discussões técnicas e para a própria produção dos vídeos.	Relatórios de reuniões.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ressalta-se que, a pedido dos estudantes participantes da pesquisa, as reuniões presenciais programadas e a elaboração dos relatórios dessas reuniões foram excluídas da produção dos dados na disciplina de Informática Aplicada a Educação Matemática, o que será explicado com mais detalhes em uma subseção subsequente.

A análise dos meios de exploração da combinação de recursos semióticos nos vídeos foi realizada a partir do confronto dos vídeos produzidos pelos estudantes com os relatos obtidos das discussões realizadas nos fóruns da UNEAD e os relatórios elaborados referentes às reuniões presenciais dos grupos de alunos para produção dos vídeos. Isso permitiu a realização de uma análise mais rigorosa, a partir da triangulação dos dados produzidos. Para Alves-Mazzotti (1998) a triangulação, que faz parte do conjunto de critérios que garantem credibilidade à pesquisa que segue uma abordagem qualitativa, se refere ao uso de diferentes maneiras para investigar um mesmo ponto. Essa autora complementa, dizendo que a triangulação pode ocorrer pelo uso de diferentes fontes de dados da pesquisa, pela comparação de dados produzidos a partir de diferentes métodos, pela comparação das análises de diferentes pesquisadores ou pela comparação das análises realizadas frente à diferentes teorias.

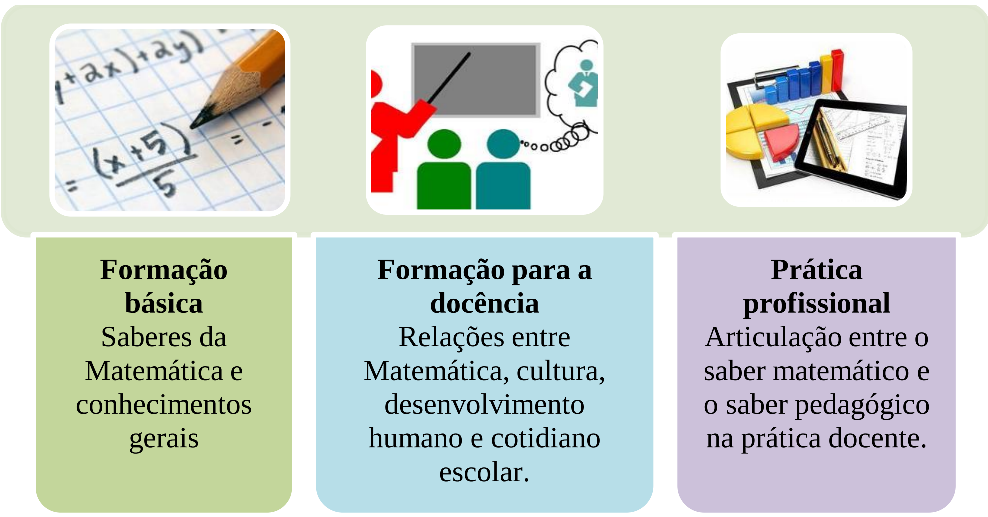
Como principal instrumento de pesquisa utilizado, a observação participante virtual, praticada durante todo o processo de produção dos dados, possibilitou diálogos realizados entre os grupos de estudantes, por polo, e a pesquisadora. Essa interação foi sistematizada com o intuito de que os estudantes expressassem suas ideias sobre a produção dos vídeos matemáticos e sobre o seu uso na sala de aula, além de discutirem sobre as possibilidades de mobilização de representações de objetos matemáticos no ensino. Esse procedimento apresentou, dessa forma, um viés formativo ao possibilitar que, no mesmo espaço no qual os dados estavam sendo produzidos, fossem realizadas reflexões e debates sobre os temas abordados na pesquisa.

Em resumo, os procedimentos adotados resultaram em três tipos de dados a serem confrontados na análise, a saber, trinta vídeos com conteúdo matemático, registros das postagens dos estudantes nos fóruns sobre produção de vídeos, roteiros e os relatórios com a descrição das decisões tomadas com relação à produção dos vídeos pelos grupos. O uso de diferentes dados para posterior triangulação, podem atribuir maior confiabilidade aos resultados da pesquisa.

O Projeto do Curso de Licenciatura em Matemática (PCLM), da modalidade de ensino a distância da UNEB apresenta uma estrutura curricular voltada para a reflexão e confronto entre diferentes concepções sobre a formação docente e suas práticas. Os autores do projeto destacam a importância de que, durante a formação do professor de Matemática, a relação entre teoria e prática remetam continuamente o conhecimento à realidade prática do aluno e às suas experiências, além de serem aproveitadas as experiências anteriores do aluno para conduzir às aprendizagens significativas.

A organização curricular do curso de licenciatura em Matemática da UNEB está baseada em eixos temáticos materializados nas disciplinas. São três eixos temáticos, a saber:

Quadro 10 - Eixos temáticos do curso de licenciatura em Matemática da UNEB.



Fonte: PCLM (2014).

As disciplinas nas quais foram produzidos os dados pertencem ao primeiro eixo temático, o que significa que fazem parte do bloco que contempla o conteúdo. Essas disciplinas devem proporcionar ao futuro professor uma formação consistente em subárea específica da Matemática, como Álgebra, Geometria e Cálculo, integrando-as com outras ciências, como a Informática, no caso da disciplina Informática Aplicada a Educação Matemática.

Os Fóruns virtuais foram elaborados considerando a necessidade de oferecer suporte teórico e técnico para a realização da produção de vídeos pelos estudantes participantes da pesquisa nas duas disciplinas, além de ser uma forma de acompanhamento da produção pela pesquisadora. Este acompanhamento realizou-se de forma diferente nas duas disciplinas. De fato, os estudantes, em grande maioria, os mesmos que participaram da produção dos dados na disciplina de Geometria Analítica II, solicitaram que as etapas sistematizadas para a produção dos vídeos, assim como os relatórios fossem excluídos, de forma que o processo fosse simplificado. Em vista disto, um novo procedimento foi adotado para o acompanhamento da produção dos vídeos na disciplina Informática Aplicada a Educação Matemática. Nas próximas subseções esses procedimentos serão detalhados.

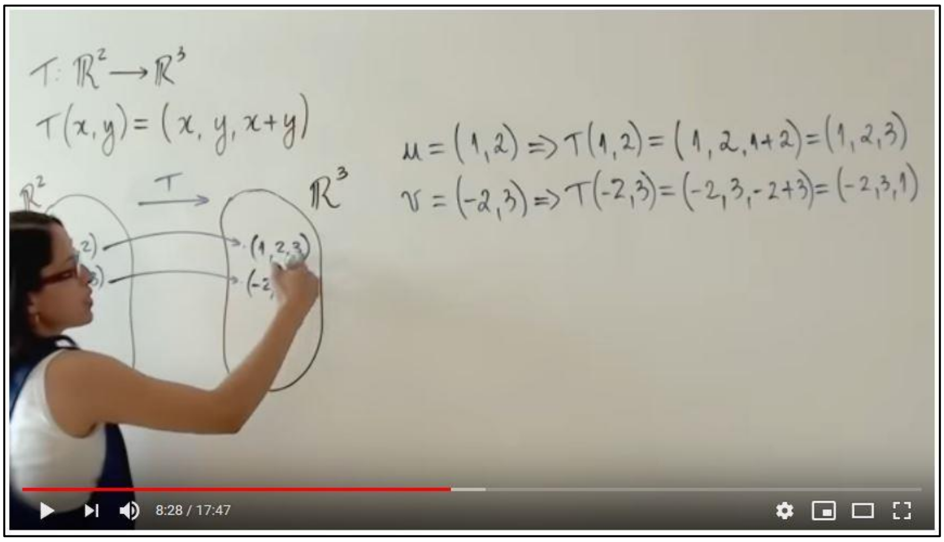
4.4.1 As contribuições da professora da disciplina na produção dos dados

Durante o período de produção dos dados, a professora e a pesquisadora tiveram duas reuniões presenciais, que ocorreram na sede do curso de licenciatura em Matemática da EaD da UNEB, no Campus IX da instituição, na cidade de Salvador, Bahia. Também foram realizadas diversas interações por e-mail, além de uma interação por telefone.

A professora possui graduação em licenciatura em Matemática e mestrado em Matemática pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) na área de Álgebra Comutativa. Docente nas instituições Faculdade de Ciência e Tecnologia (FTC) e Faculdade Ruy Barbosa, a professora leciona disciplinas de Cálculo, Álgebra Linear, Geometria Analítica, Equações Diferenciais e Cálculo Aplicado nos cursos de Engenharia. Em sua atuação como professora formadora no curso de licenciatura em Matemática a distância da UNEB, ministra disciplinas de Geometria Plana, Álgebra Linear, Geometria Analítica e Informática Aplicada a Educação Matemática, para as quais produz videoaulas utilizadas pelos estudantes como suporte para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos estudados nas disciplinas.

No curso de licenciatura em Matemática da modalidade a distância da UNEB a professora é considerada atuante e muito dedicada, principalmente pela coordenadora, que destacou, em uma entrevista realizada para a pesquisa, a sua produção de materiais didáticos, especificamente, vídeos com conteúdos matemáticos, para as suas aulas na EaD. A Figura 27 ilustra a imagem de um dos vídeos produzidos pela professora para o curso da UNEB.

Figura 27 - Videoaula *Álgebra Linear: Transformações Lineares*.



Fonte: vídeo disponível no endereço https://www.youtube.com/watch?v=NyAp-3QXdC0.

Durante a elaboração da proposta de produção dos dados, a professora formadora das duas disciplinas nas quais foram produzidos os dados, teve participação fundamental, permitindo que a atividade de produção de vídeos fosse incorporada às outras atividades planejadas para serem desenvolvidas nas disciplinas, nos respectivos semestres letivos, no ambiente virtual de aprendizagem.

O caráter formativo da proposta de produção de vídeos para os estudantes e a possibilidade de utilizar os vídeos produzidos como materiais didáticos de alguma maneira no curso, parecia ser uma boa contrapartida vinda daquela que realizaria a intervenção.

A elaboração das propostas para cada uma das disciplinas foi realizada pela pesquisadora, com o apoio da professora formadora[36] que contribuiu tecendo considerações sobre as questões propostas nos fóruns e sobre a forma como o acompanhamento da atividade de produção de vídeos poderia ser realizado. Nessa proposta os estudantes foram convidados a produzirem vídeos que abordassem conceitos discutidos nas disciplinas, além disso, deveriam participar dos Fóruns sobre produção de vídeos a fim de obterem suporte para esta produção.

4.4.2 A Produção de vídeos na disciplina Geometria Analítica II

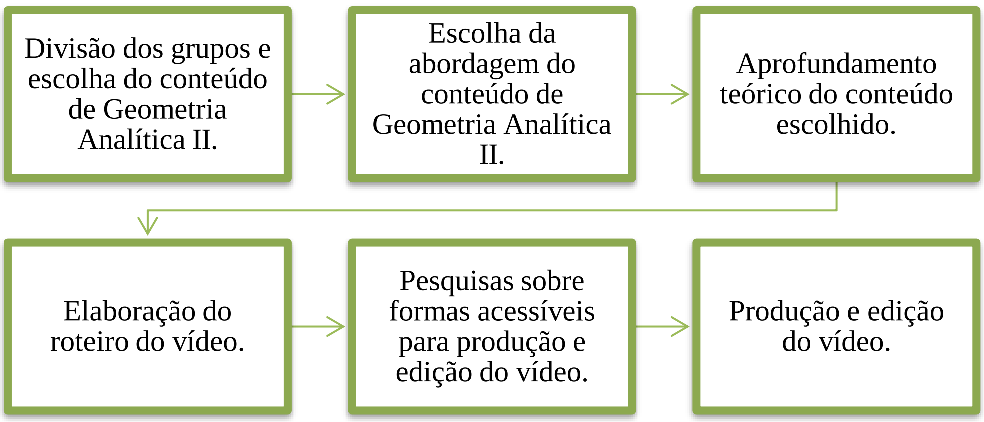
Os conteúdos de Geometria Analítica são divididos em duas disciplinas no currículo do curso de licenciatura em Matemática da modalidade a distância da UNEB, a saber, Geometria Analítica I e Geometria Analítica II. Em Geometria Analítica I os assuntos

[36] Segundo Mill (2014), o professor - formador assume o papel de acompanhar os estudantes durante a aplicação da disciplina, no gerenciamento dos tutores da disciplina e na elaboração de orientações diversas para alunos e tutores, na realização de web conferências etc.

abordados são Álgebra vetorial, Estudo geral da reta e do plano no espaço tridimensional e Distâncias. Em Geometria Analítica II a ementa trata de Transformações de coordenadas no plano, Coordenadas polares, Lugares geométricos, Estudo amplo das cônicas, Estudo das curvas em coordenadas polares e Equações das superfícies quádricas. Ressalta-se que no semestre anterior à produção dos dados da pesquisa, os estudantes participantes da pesquisa cursaram a disciplina Geometria plana e concomitante com Geometria Analítica II, cursaram Geometria espacial. Esse fato está sendo destacado, pois, mesmo com a solicitação de que os vídeos produzidos abordassem os conceitos estudados em Geometria Analítica I ou Geometria Analítica II, alguns dos vídeos abordaram temas de Geometria Plana e Geometria Espacial.

Durante o planejamento das atividades relacionadas à produção dos dados, a professora da disciplina sugeriu que fossem definidas datas para entrega de partes do material referentes aos dados. Segundo a professora, isso incentivaria a participação dos estudantes, que tinham preferência por propostas de atividades sempre bem sistematizadas. Para mais, um número representativo de estudantes participantes da pesquisa demonstrou nas discussões iniciais promovidas nos Fóruns da UNEAD que nunca produziram vídeos da forma como foi solicitado na pesquisa. Então, como uma forma de auxiliá-los na elaboração e montagem dos vídeos na disciplina de Geometria Analítica II, os estudantes foram conduzidos a um processo constituído de seis etapas interligadas e consecutivas para produção dos vídeos, como mostra a Figura 28.

Figura 28 - Etapas da atividade de produção de vídeos sobre Geometria Analítica.



Fonte: Elaborado pela autora.

A divisão desta tarefa em etapas foi pensada para que o processo possibilitasse ao estudante refletir e perceber a importância de cada decisão tomada na apresentação do produto. Nas discussões do ambiente virtual foi recomendado que, ao executar as etapas para a produção do vídeo, eles pensassem no produto como um vídeo didático que eles mesmos poderiam utilizar em suas aulas.

A primeira etapa se referiu à divisão da turma em grupos, considerando um número de estudantes que viabilizasse uma boa interação, com todos tendo oportunidade de contribuir para o desenvolvimento da atividade. Com grupos muito grandes torna-se mais difícil desenvolver algo que represente a visão de todos os membros, além de dificultar também uma participação mais profunda, com todos desempenhando funções com o objetivo de concluir a produção do vídeo. Ainda nessa etapa, os grupos formados deveriam escolher um, entre os conteúdos da disciplina de Geometria Analítica I ou Geometria Analítica II, para ser abordado no vídeo.

Na segunda etapa os grupos refletiram e decidiram sobre como poderiam apresentar o conteúdo escolhido no vídeo, ou seja, como o conteúdo seria abordado. Existem várias possibilidades para a abordagem do conteúdo no vídeo, por exemplo, eles poderiam apresentar um problema por meio de uma contextualização com encenação do conteúdo matemático, o que estabeleceria um sentido prático ao conceito em questão. Existem outras possibilidades de abordagens que podem ser adotadas, além da contextualização, pelos estudantes, como as videoaulas e os vídeos que relacionam a matemática com as artes. Muitos exemplos podem ser encontrados no YouTube. Para os estudantes foi disponibilizado no documento *Orientações para a I produção de vídeos*, apresentado no Apêndice B, o link para o vídeo[37] produzido por membros do E-licm@t-Tube com exemplos de abordagens para vídeos matemáticos. Além disso, em um dos fóruns de produção de vídeos na UNEAD o vídeo *Geometria Analítica – Aplicação prática*[38], produzido por estudantes do curso de licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) foi utilizado para suscitar discussões acerca da sua produção. Dois textos digitais[39] intitulados *Guia do Educador: experimentação audiovisual em ambientes educativos* e *Miniguia de produção de vídeos* foram outras fontes disponibilizadas aos estudantes participantes da pesquisa com o intuito de enriquecer as discussões sobre produção de vídeos nos fóruns.

O passo seguinte foi o estudo para aprofundamento teórico do conteúdo matemático escolhido. Foi sugerido que os grupos fizessem uso das tecnologias disponíveis, como softwares de geometria dinâmica ou algébricos, calculadora, além de pesquisas de conteúdos matemáticos em sites confiáveis da internet, artigos e livros. Essa etapa aconteceu posteriormente à escolha da abordagem do vídeo pela possibilidade da realização, pelos

[37] Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=zNH7r4MAOCg&list=PLiBUAR5Cdi60k-1HrhzBwkhkpwwaFeAKw&index=6>.
[38] Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=pZ1HFYpWOIo>.
[39] Disponíveis em <https://drive.google.com/file/d/0B0qkigwKDt_5REk4cVo0NVJZNzg/view?usp=sharing> e <https://drive.google.com/file/d/0B0qkigwKDt_5RDlTYUpvam5sbXM/view?usp=sharing>.

estudantes, de estudos direcionados, onde eles já poderiam elaborar e registrar ideias sobre como abordar o conteúdo nos vídeos no momento do estudo teórico.

Na quarta etapa os grupos elaboraram os roteiros, os quais representam o registro da ideia do filme, contendo a sua descrição detalhada. No roteiro são definidos desde a característica do público-alvo, passando pelo detalhamento dos planos, com diálogos, se houver, até a escolha da música e sons que aparecerão no vídeo. Nessa etapa elabora-se uma síntese estética e lógica (WOHLGEMUTH, 2005), na qual a ideia matemática, ampliada a partir do aprofundamento teórico e do compartilhamento de conhecimentos entre os estudantes, é organizada de forma a se fazer entender por meio da mídia. Molleta (2009, p. 29) ao discutir o roteiro de um filme afirma que "o cinema trabalha fundamentalmente com o mecanismo de apreender (pelos sentidos), de utilizar a memória e nossas ideias das coisas (conceitos já formados) e de concluir a experiência proporcionada pelo filme ou pelo vídeo.". Para esse autor, a capacidade humana de fazer associações com base na memória, ou seja, interpretar situações atuais, vividas ou visualizadas, a partir do que se vivenciou em um momento anterior conduz a um roteiro e, consequentemente, a um vídeo mais interessante, sem descrições intermináveis com o intuito de fazer o público sentir, da maneira que foi planejado pelos autores. Aos estudantes participantes da pesquisa foi disponibilizado um modelo de roteiro (Apêndice F), elaborado pela pesquisadora. Esse material forneceu informações sobre as ideias dos estudantes em torno da produção dos seus vídeos podendo ser confrontando com o vídeo produzido no momento da análise dos dados da pesquisa.

Os grupos pesquisaram sobre as formas de produzir e editar vídeos na quinta etapa do processo de criação do vídeo, considerando o que fosse mais adequado de acordo com o roteiro e o tipo de abordagem escolhida para o vídeo. Foram apresentados aos estudantes no documento *Orientação para a I produção de vídeos* links para acesso aos software de edição de vídeos Movie Maker [40] e Sony Vegas[41] disponíveis na internet, o segundo gratuito por trinta dias. Além disso, a plataforma online Powtoon[42] foi apresentada no fórum de produção de vídeos da UNEAD como uma alternativa para produção e edição de vídeos, pois permite que algumas partes da ferramenta sejam utilizadas de forma gratuita. Na sexta etapa os estudantes finalizaram a atividade com a produção e entrega do vídeo.

As etapas do processo de produção dos vídeos em Geometria Analítica II foram realizadas pelos estudantes sem a presença da pesquisadora. A cada duas etapas cumpridas, os grupos foram incentivados a se reunirem, a fim de elaborarem e enviarem um relatório

[40] Disponível em <https://support.microsoft.com/pt-br/help/14220/windows-movie-maker-download>.
[41] Disponível em <http://www.sonyvegas.com.br/vegas/download-sony-vegas-pro-13/>.
[42] Disponível em <https://www.powtoon.com/home/?>.

descrevendo as ações realizadas e decisões tomadas nas duas etapas, com relação à produção dos vídeos, para a pesquisadora. Os relatórios elaborados ao longo do processo de produção dos grupos fazem parte dos dados da pesquisa, e neles constam informações relacionadas às discussões matemáticas e decisões justificadas tomadas pelos grupos com relação ao desenvolvimento da produção, além das tecnologias utilizadas no desenvolvimento do vídeo. Os relatórios, assim como as orientações para a realização da atividade de produção de vídeos, se encontram nos Apêndices B, C, D e E. O modelo para o roteiro disponibilizado aos participantes da pesquisa pode ser encontrado no Apêndice F.

Depois da entrega da primeira versão dos vídeos foram feitas sugestões para aprimoramentos com relação aos conceitos matemáticos apresentados e aprimoramentos na edição, porém apenas um grupo demonstrou interesse em refazer o vídeo. Os demais grupos justificaram a não disponibilidade de tempo para realizar possíveis correções. Vale destacar que o processo de produção dos vídeos foi finalizado no final do semestre letivo, coincidindo com o período de provas das demais disciplinas que os estudantes estavam cursando.

Na disciplina Geometria Analítica II, 76 estudantes participaram, produzindo *18 vídeos* que trataram dos conteúdos Distância entre dois pontos, Vetores, Equação da circunferência, Ângulo entre vetores, Área superficial do prisma, Sistemas de coordenadas, Momento linear, Equação da reta, Coordenadas polares, Comprimento de uma circunferência e Paralelismo.

4.4.3 Produção de dados em fóruns da disciplina Geometria Analítica II

Durante todo o processo de produção dos vídeos na disciplina Geometria Analítica II os estudantes contaram com um suporte dado pela pesquisadora através de interações em fóruns no ambiente virtual de aprendizagem. Valente (2013) afirma que a internet, da forma como se apresenta nos dias de hoje, cria condições para que as interações virtuais sejam intensas permitindo o acompanhamento do aluno e a realização de ciclos de ações, o que facilita o processo de construção de conhecimento. Segundo esse autor:

> Essas interações permitem o acompanhamento e o assessoramento constante do aprendiz no sentido de entender o seu interesse e o nível de conhecimento sobre determinado assunto e, a partir disso, ser capaz de propor desafios e auxiliá-lo a atribuir significado ao que está realizando. (VALENTE, 2013, p. 32)

Os fóruns promovidos na UNEAD foram idealizados para acompanhamento do processo de produção dos vídeos, além de viabilizar reflexões e discussões em torno dos temas uso de vídeos na Educação Matemática e combinação de representações no ensino de

Matemática. Além disso, nesse espaço foram discutidos tópicos relacionados aos conteúdos matemáticos abordados nos vídeos a partir das dúvidas que emergissem dos estudantes e discussões técnicas sobre o processo de produção desses vídeos. Essas reflexões e discussões apoiaram a atribuição de significado pelos estudantes à atividade de produção de vídeos que estava sendo realizada no que se refere à sua formação.

Esse carácter formativo dado aos fóruns nesta pesquisa advém da visão de que o pesquisador da Educação Matemática deve, sempre que for possível, contribuir com a formação dos sujeitos que se prontificaram a participar da produção dos dados como contrapartida à instituição que disponibilizou seu espaço em prol da pesquisa e da Educação do país.

Todos os fóruns foram planejados pela pesquisadora em parceria com a professora da disciplina numa interação via telefone, mensagens de WhatsApp e por e-mail. Em Geometria Analítica II foram elaborados três fóruns específicos para tratar de assuntos relacionados à produção dos vídeos, intitulados *Fórum sobre a produção de vídeos 1, 2* e *3*, como mostra a Figura 29. Ressalta-se que a pesquisadora tinha acesso total ao espaço de interação do ambiente virtual da UNEB, a UNEAD, o qual é composto de fóruns e sala de bate papo aberto.

Figura 29 - Fóruns para suporte na produção dos vídeos.

Fonte: Dados da pesquisa.

No Fórum sobre a produção de vídeos 1 foram disponibilizados quatro tópicos para discussão. O primeiro tópico foi intitulado *Apresentação*, onde a pesquisadora se apresentou e explicou a dinâmica de discussões dos Fóruns. O tópico *A experiência da produção de vídeos* foi elaborado para que os estudantes compartilhassem suas experiências com produção de vídeos, além de debaterem, juntamente com a pesquisadora, sobre como a atividade poderia contribuir em sua formação como professores de Matemática. Os tópicos *Dúvidas sobre os procedimentos da Atividade de vídeos* e *Discussão sobre o conteúdo matemático no vídeo* foram destinados para discussões sobre as etapas já desenvolvidas da produção dos vídeos e para explorar dúvidas relacionadas a conceitos matemáticos emergentes durante o desenvolvimento da atividade, respectivamente.

O Fórum sobre produção de vídeos 2 constituiu-se de cinco tópicos, a saber, *Conteúdo Matemático nos vídeos*, novamente para discutir sobre dúvidas relacionadas ao conteúdo matemático dos vídeos; *Discussão sobre o roteiro: Escrever em imagens,* para compartilhamento de ideias sobre os roteiros, com grupos apresentando e outros colaborando; *Relatório 2 e roteiro*, para disponibilização do relatório e do modelo para o roteiro; e *Sobre o documento de autorização*, tópico no qual foi explicado a necessidade da assinatura do documento por aqueles que quisessem autorizar o uso de suas imagens, nomes e conversas nas discussões dos fóruns, para fins da pesquisa. Os estudantes já haviam sido comunicados pela professora da disciplina da necessidade deste documento, porém esse foi o momento em que o documento foi discutido e enviado a eles pela pesquisadora.

Os tópicos que fizeram parte do fórum de produção de vídeos 3 foram: *Finalizando a atividade de produção de vídeos*, disponibilizado como um espaço para os estudantes relatarem sobre a experiência com a atividade, as facilidades e os entraves encontrados; *Insira o link para o vídeo do seu grupo aqui*, para que fossem disponibilizados em um lugar específico da UNEAD todos os vídeos produzidos; *Discussão sobre os vídeos*, configurado como espaço para os comentários da pesquisadora sobre cada vídeo produzido e *Divulgação do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática*, para divulgar e incentivar a participação dos estudantes no Festival de vídeos, ação do projeto Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática à Distância, do qual a pesquisadora é membro da equipe.

Os fóruns de produção de vídeos foram realizados em espaços de tempo distintos, programados com base nas etapas de produção de vídeos. No período de realização de duas etapas era disponibilizado um fórum de produção de vídeos.

4.4.4 A produção de vídeos na disciplina Informática Aplicada a Educação Matemática

A disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática foi ofertada no primeiro semestre de 2017 e, a pedido da coordenadora do curso e com a adesão da professora responsável pela disciplina, realizou-se o segundo momento de produção dos dados da pesquisa com a produção de vídeos e as discussões em fóruns da UNEAD.

As 60 horas de Informática Aplicada à Educação Matemática foram distribuídas, seguindo a ementa dessa disciplina e com o objetivo de trabalhar possibilidades de uso da internet na Educação Matemática e uso de softwares educativos de domínio público no tratamento de conceitos matemáticos com o desenvolvimento de atividades práticas no laboratório de informática (PCLM, 2014). A produção de dados nessa disciplina viabilizou a continuação das reflexões e discussões no ambiente UNEAD sobre a utilização de vídeos na Educação Matemática, assim como possibilitou que os vídeos da disciplina de Geometria Analítica II fossem aprimorados ou que novos vídeos fossem produzidos, à escolha dos estudantes, dessa vez, destacando os softwares educativos.

Softwares educativos podem proporcionar novas possibilidades para a expressão do conhecimento matemático no vídeo, considerando o potencial de tais softwares para representar imagens matemáticas e cálculos algébricos. Softwares como o GeoGebra, por exemplo, possuem as ferramentas *arrastar* e *animação* que podem auxiliar na descrição do comportamento de objetos matemáticos pela variação de parâmetros. Este é um ponto importante a ser considerado, visto que também é objetivo da disciplina analisar criticamente o uso das novas tecnologias na Educação Matemática. O uso de vídeos também atende esse objetivo, o qual, articulado com os softwares na proposta de produção de vídeos com conteúdo matemático podem trazer novas possibilidades para a combinação de recursos semióticos.

Os conteúdos matemáticos definidos na ementa da disciplina são Geometria Plana, Geometria Analítica e Funções reais de uma variável real, assim a proposta de atividade apresentada aos estudantes participantes da pesquisa solicitou que fossem produzidos vídeos que discutissem conceitos relacionados a esses tópicos utilizando softwares educacionais.

A ênfase atribuída aos softwares matemáticos na produção de vídeos da disciplina de Informática Aplicada a Educação Matemática proporciona novas possibilidades, considerando que estudos relatam que as tecnologias viabiliza a combinação de representações. Borba e Villarreal (2005), por exemplo, afirmam que a acessibilidade a calculadoras gráficas e computadores causou a intensificação das discussões sobre o uso de representações múltiplas na década de 1990. O'Halloran (2011) compartilha essa mesma ideia ao afirmar que as ciências precisam entender os computadores como tecnologias semióticas, sendo uma promessa para a Semiótica ao trazerem possibilidades para a combinação de representações.

Aos estudantes participantes da pesquisa foi dada a oportunidade de reelaborarem os vídeos produzidos na disciplina Geometria Analítica II, articulando o uso de softwares com o que já haviam construído no roteiro, a fim de dar-lhes uma nova chance de refinarem os vídeos já produzidos. A proposta para a produção de vídeos nessa disciplina foi a mesma utilizada em Geometria Analítica II: os estudantes deveriam formar grupos e produzir vídeos com conteúdo matemático, como materiais didáticos, limitando-se aos conceitos trabalhados na disciplina, porém os prazos para realização das etapas e a elaboração de relatórios para o acompanhamento desse processo pela pesquisadora foram excluídos. Os estudantes justificaram que o processo adotado em Geometria Analítica II, que consistiu em reuniões com prazos bem definidos e elaboração de relatórios, foi exaustivo. O procedimento adotado para acompanhamento da produção dos vídeos na segunda disciplina foi a abertura de dois fóruns, além da introdução de questões relacionadas aos temas da pesquisa nos dois fóruns avaliativos da disciplina.

Na disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática foram produzidos 12 vídeos abordando conceitos da Geometria Plana, Geometria Espacial, Geometria Analítica, Funções de uma variável e Cálculo Diferencial. Três dos vídeos produzidos em Informática Aplicada a Educação Matemática são adaptações dos vídeos produzidos pelos grupos em Geometria Analítica II, a saber, Problema do prisma, Distância entre dois pontos e Rosácea.

4.4.5 Produção de dados em fóruns da disciplina Informática Aplicada a Educação Matemática

Com o intuito de inserir os estudantes participantes em discussões acerca dos temas centrais da pesquisa e dar-lhes apoio teórico e técnico durante o acompanhamento da produção de seus vídeos, foram abertos dois fóruns simultâneos na UNEAD no período do desenvolvimentos da atividade de produção de vídeos. O primeiro fórum foi intitulado *Apoio a produção de vídeos* e tinha como objetivo criar no ambiente virtual da disciplina um espaço próprio para disponibilizar materiais de apoio para a produção de vídeos, além de ser um local para solucionar dúvidas e gerar discussões relacionadas a questões técnicas e teóricas referentes ao processo de produção dos vídeos. Nesse espaço foi disponibilizado um vídeo produzido pela pesquisadora com o intuito de promover discussões teóricas e técnicas sobre a sua produção. O vídeo *Elipse*[43], editado no software movie maker com a ajuda da animação do GeoGebra, aborda o comportamento da Elipse com eixos paralelos aos eixos coordenados. Os estudantes participantes foram convidados a sugerir modificações para o vídeo como forma de iniciar uma discussão sobre elaboração de roteiros e edição de vídeos no movie maker, porém esse fórum teve pouca participação. Outros três vídeos foram disponibilizados aos estudantes nesse fórum de forma que os inspirasse na produção de seus vídeos. O primeiro deles foi o vídeo *Funções crescentes e derivadas*[44], adaptado pela pesquisadora para a disciplina de Matemática aplicada à Biologia, ofertada, à nível de graduação, na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". O segundo vídeo, intitulado *Crescimento vegetativo*[45], foi produzido por uma

[43] Disponível em <https://youtu.be/7fOQxo1VAts>.
[44] Disponível em <https://youtu.be/YsCIll6kiS8>.
[45] Disponível em <https://youtu.be/h5yzPgppjvk>.

estudante da disciplina supracitada como atividade avaliativa e o vídeo, *Resumo da disciplina*[46], foi produzido para disponibilizar o resumo das atividades realizadas nas aulas.

O segundo fórum, denominado *Vídeos produzidos pelos grupos* teve mais participação dos estudantes e foi disponibilizado como local de postagem das versões dos vídeos para discussão. Nesse espaço a pesquisadora disponibilizou comentários sobre os vídeos, com o intuito de gerar discussão e compartilhamento de ideias, além de possibilitar que os vídeos que apresentassem problema técnico ou teórico pudessem ser corrigidos pelos produtores.

Os Fóruns Avaliativos, Parte 1 e Parte 2, ilustrados na Figura 30, foram criados pela professora da disciplina para discussão e avaliação dos estudantes com base em questões relacionadas ao conteúdo da disciplina. Nesses fóruns, como sugestão da professora, foi incluída uma pergunta relacionada a algum tema discutido na pesquisa de doutorado.

Figura 30 - Fóruns criados para o desenvolvimento da pesquisa em IAEM.

Fonte: Dados da pesquisa.

A terceira questão do Fórum avaliativo – Parte 1 foi elaborada pela pesquisadora juntamente com a professora da disciplina com o intuito de gerar uma discussão sobre o uso de diferentes representações nas aulas de Matemática, fazendo-os refletir sobre como combinam representações em suas aulas, ou mesmo quando estão estudando e qual seria a importância desta ação. Possibilitar que os estudantes envolvidos na pesquisa realizem esse tipo de reflexão viabiliza o aprimoramento do uso de diferentes representações no ensino e na sua própria aprendizagem, fazendo-os articular esses elementos de forma mais eficaz. A questão 3, apresentada na Figura 31, do Fórum avaliativo - Parte 1 foi pensada para ser um mote para

[46] Disponível em <https://youtu.be/11M3DACXAto>.

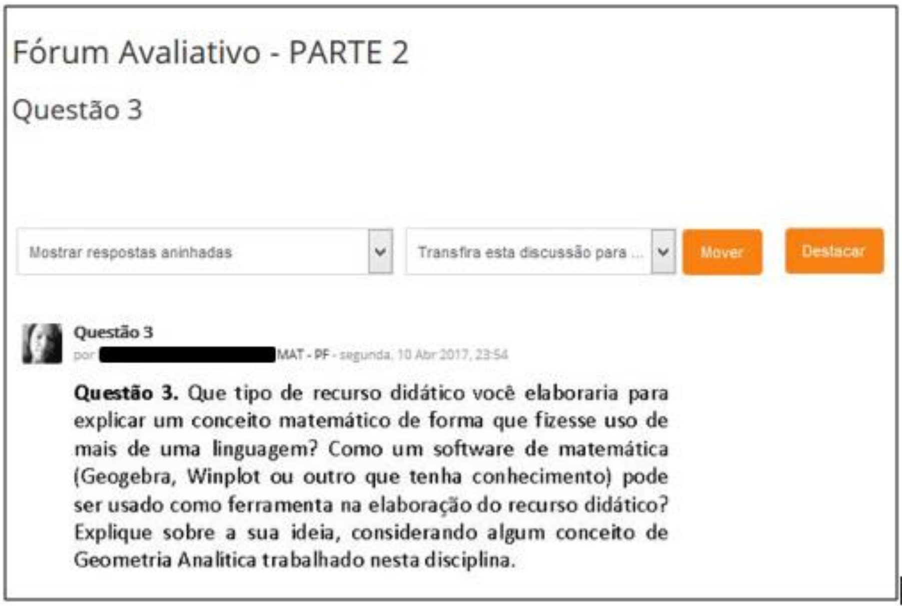
essas discussões fazendo os estudantes observarem possibilidades de articulação de algumas representações no uso de tecnologias em suas aulas, como em sua própria aprendizagem.

Figura 31 - Discutindo representações na EaD.

Fonte: Dados da pesquisa.

No Fórum Avaliativo – Parte 2 da disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática foi lançada uma pergunta sobre recursos didáticos, a qual é apresentada na Figura 32. O objetivo foi iniciar uma discussão que levasse os estudantes a refletirem sobre o papel do recurso didático nas aulas de Matemática e sobre o uso de novas mídias e tecnologias digitais na Educação. As discussões geradas a partir dessa questão giraram em torno, principalmente, dos recursos didáticos disponibilizados no curso de Licenciatura em Matemática da UNEB. Os estudantes, como professores em formação, também refletiram sobre possibilidades de produzirem vídeos como materiais didáticos para suas aulas.

Figura 32 - Discussões sobre o uso de recursos didáticos.



Fonte: Dados da pesquisa.

Essa questão está relacionada à etapa de elaboração do roteiro do vídeo com conteúdo matemático, proposta na disciplina e os relatos dos estudantes no fórum são parte dos dados da pesquisa os quais combinados com os vídeos, complementarão as informações sobre as intenções anunciadas dos estudantes e o produto.

Além da produção dos dados, os fóruns foram realizados com a intenção de contribuir na formação dos estudantes que participaram dela. Os fóruns sobre representações no ensino de conceitos matemáticos, sobre o uso de recursos didáticos e sobre a produção de vídeos com conteúdo matemático geraram reflexões que foram expressas nas discussões e compartilhamento de ideias entre aqueles que participaram dos fóruns.

5 Análise do ambiente virtual e das discussões nos fóruns da UNEAD

> A própria EaD, entendida como uma inovação tecnológica processual – e praticamente todas as tecnologias digitais que adota em modelos atuais -, pode ser considerada, em si, uma inovação tecnológica e pedagógica. Desta forma, sendo a EaD mais intensamente articulada com as tecnologias digitais, torna-se um terreno bastante fértil para analisar possíveis influências entre inovações pedagógicas e inovações tecnológicas. Que mudanças podem ser observadas numa experiência de EaD em função da intensificação do uso das tecnologias nos processos educacionais? (MILL, 2013, p. 53).

Neste capítulo serão discutidos os dados produzidos no ambiente virtual de aprendizagem UNEAD, já apresentados no capítulo 4, o qual tratou da metodologia de pesquisa. Os dados em questão são as interações realizadas nas discussões promovidas em fóruns das duas disciplinas, a saber, Geometria Analítica II e Informática Aplicada à Educação Matemática, na qual estes foram produzidos, além dos relatórios referentes aos encontros dos estudantes para efetivação da produção dos vídeos. Nos fóruns os participantes da pesquisa tiveram a oportunidade de expor o que pensam sobre o uso de vídeos como recurso didático nas aulas de Matemática, sobre a combinação de representações no ensino de Matemática, além de relatarem as dificuldades que encontraram no processo de produção de vídeos, a qualidade potencial desse processo e a contribuição para a sua formação, pontos importantes nesta pesquisa, considerando as dimensões de interesse que emergiram da pergunta de pesquisa.

Essas questões foram organizadas em três seções para melhor apresentação. A primeira seção, 5.1, intitulada *Interações virtuais na UNEAD da Universidade do Estado da Bahia*, apresenta uma discussão sobre as possibilidades de interação no ambiente virtual de aprendizagem que serviu de cenário para esta pesquisa. As discussões promovidas nos Fóruns serão retratadas na seção 5.2, *Fóruns da EaD como espaço para reflexões na licenciatura em Matemática: sobre o uso de tecnologias na Educação Matemática*, dando atenção às discussões levantadas no ambiente virtual de aprendizagem do curso sobre o uso e produção de vídeos com fins didáticos. Também serão incluídos na discussão desta seção, elementos importantes encontrados nos relatórios elaborados pelos estudantes referentes às reuniões realizadas durante a produção dos vídeos. *Os Entraves e potencialidades do ambiente UNEAD na atividade de produção de vídeos* é o título da seção 5.3, a qual aborda a visão da pesquisadora sobre as particularidades do ambiente, o qual serviu de meio para as interações necessárias à execução da atividade de produção de vídeos promovida nesta pesquisa.

5.1. Interações virtuais na UNEAD da Universidade do Estado da Bahia

Da mesma forma que na educação presencial, um dos desafios da Educação a Distância é criar condições para que os estudantes tenham acesso às informações, além de fazer uso de metodologias que viabilizem a construção de conhecimento nos espaços virtuais (VALENTE, 2013). Esses dois aspectos são importantes para a formação e precisam ser considerados na implementação de modelos pedagógicos para a Educação a Distância. No entanto, segundo Valente (2013), o cenário atual tem privilegiado as metodologias de acesso às informações em detrimento de práticas que favorecem a construção de conhecimento. Nesse contexto, as interações virtuais são apresentadas por diversos pesquisadores da aprendizagem na Educação a Distância como fundamental no processo de construção do conhecimento nesse cenário.

Segundo Silva, Alonso e Maciel (2014), no contexto dos ambientes virtuais de aprendizagem, a participação ocorre por meio das ações exercidas pelos sujeitos, a interação, por sua vez, se refere a comportamentos e atitudes que variam em grau, qualidade e de contexto para contexto. Esses autores descrevem as ações que caracterizam a participação e a interação.

> Em síntese, a participação pode ser entendida como o acesso ao ambiente e à visualização de conteúdos, e a interação como as contribuições individuais dos participantes nas atividades do curso e nas suas interconexões com as contribuições de outros participantes de maneira contextualizada. [...] A participação pode assumir a forma de uma simples ação pessoal, que se configurará como uma maneira direta de contribuir para trocas sociais ocorridas no contexto e de interferir na realidade. A interação se dá nas relações de participação entre os sujeitos, denominada interpessoal, e entre o sujeito e o ambiente, denominada relação com o meio. (SILVA; ALONSO; MACIEL, 2014, p. 218).

Kenski (2003) explica como as interações contribuem para a aprendizagem ao relatar o processo que transforma informações disponíveis no ambiente virtual em conhecimento:

> Interagir com as informações e com pessoas para aprender é fundamental. Os dados encontrados livremente na internet transformam-se em informações pela ótica, pelo interesse e pela necessidade com que o usuário acessa e os considera. Para a transformação das informações em conhecimentos é preciso um trabalho processual de interação, reflexão, discussão, crítica e ponderações que é mais facilmente conduzido quando partilhado com outras pessoas. As trocas entre colegas, os múltiplos posicionamentos diante das informações disponíveis, os debates e as análises críticas auxiliam a compreensão e a elaboração cognitiva do indivíduo e do grupo. As múltiplas interações e trocas comunicativas entre parceiros do ato de aprender possibilitam que esses conhecimentos sejam permanentemente reconstruídos e reelaborados. (KENSKI, 2003, p. 123).

Realizar esse tipo de interação, que privilegia a cooperação entre estudantes e professores, para a aprendizagem no ambiente online torna-se possível por diferentes meios com o avanço tecnológico. Dessa forma, as interações com fins voltados para a aprendizagem pode amenizar a situação atual apontada por Valente (2013) pelo uso de mídias e tecnologias digitais, tão presentes nesse cenário. De fato, as mídias e as tecnologias digitais fornecem suporte para a realização de uma interação mais intensa entre professor e estudante e entre estudantes na Educação a Distância, possibilitando o *estar junto virtual* (VALENTE, 2000), termo designado para representar a interação via internet entre professor e estudante que estão em espaços diferentes. Atualmente essa interação pode ser realizada de diversas formas, considerando as diversas plataformas de interação virtual, além do já tradicional ambiente virtual de aprendizagem proporcionado pelos cursos da modalidade a distância.

Segundo Moreira, Januário e Monteiro (2014), com a web 2.0, as estruturas educativas têm dado ênfase às potencialidades das mídias sociais para uma aprendizagem em rede que se realiza a partir de uma colaboração global criativa formando novos processos, contextos e formatos de interações que oferecem oportunidades e recursos para a aprendizagem. Esses autores ainda afirmam que pesquisas que investigam o potencial educativo de redes sociais têm surgido de maneira considerável, destacando as possibilidades de comunicação, partilha de informações e conhecimento no ambiente online, o qual permite o desenvolvimento de estratégias de ensino e de aprendizagem mais dinâmicas, interativas, abertas e criativas. Porém, como já foi explicitado aqui, Valente (2013) destaca que o fato de ter acesso e interagir com a informação que se encontra na internet não é suficiente para a construção do conhecimento, sendo necessário que o aprendiz estabeleça interações com outras pessoas de forma a auxiliá-lo no processo de compreender para construir o conhecimento.

As possibilidades para a realização de interações entre os atores envolvidos no ensino à distância foram se tornando mais eficazes com o avanço das tecnologias. Almeida (2016) ao apresentar a história da EaD divide seu desenvolvimento em três gerações, sendo a primeira delas, que teve início nos anos 1900, marcada pelo ensino por correspondência para a formação profissional técnica. A segunda geração surgiu com os cursos supletivos via satélite, entre os anos de 1970 e 1980 e, por fim, a terceira geração se destacou com o avanço da internet, iniciando a fase da Educação a Distância online (EaDonline) no Brasil a partir de 1995. Almeida (2016) relata a pouca interação na primeira geração, com a comunicação entre os estudantes e as instituições sendo realizada via rádio, como acontecia na Rádio – Escola Municipal no Rio de Janeiro, em 1934 ou correspondência postal, como no Instituto Universal Brasileiro, iniciado em 1941. Na segunda geração os cursos começaram a ser implementados com o uso da televisão, além de material impresso. Almeida (2016) afirma que iniciativas ligadas à regulamentação da EaD como modalidade educacional foram realizadas na terceira geração, e estas firmaram a internet como o principal meio de comunicação.

Para Borba, Malheiros e Amaral (2011), a EaDonline se configura como uma modalidade de educação que acontece primordialmente mediada por interações via internet e tecnologias associadas, assumindo contornos próprios ao ser trabalhada em ambiente virtuais. Os exemplos apresentados por esses autores mostram a interação virtual para a construção de conhecimento em atividades matemáticas sendo desenvolvidas via chat e via videoconferência. Esses autores destacam a interação, o diálogo e a colaboração como fatores que condicionam a natureza da aprendizagem matemática online, e afirmam que

> Quando o foco é a aprendizagem matemática, a interação é uma condição necessária no seu processo. Trocar ideias, compartilhar as soluções encontradas para um problema proposto, expor o raciocínio, são ações que constituem o fazer Matemática. E para desenvolver esse processo a distância, os modelos que possibilitam o envolvimento de várias pessoas tem ganhado espaço, em detrimento daqueles que focalizam a individualidade. (BORBA; MALHEIROS; AMARAL, 2011, p. 29).

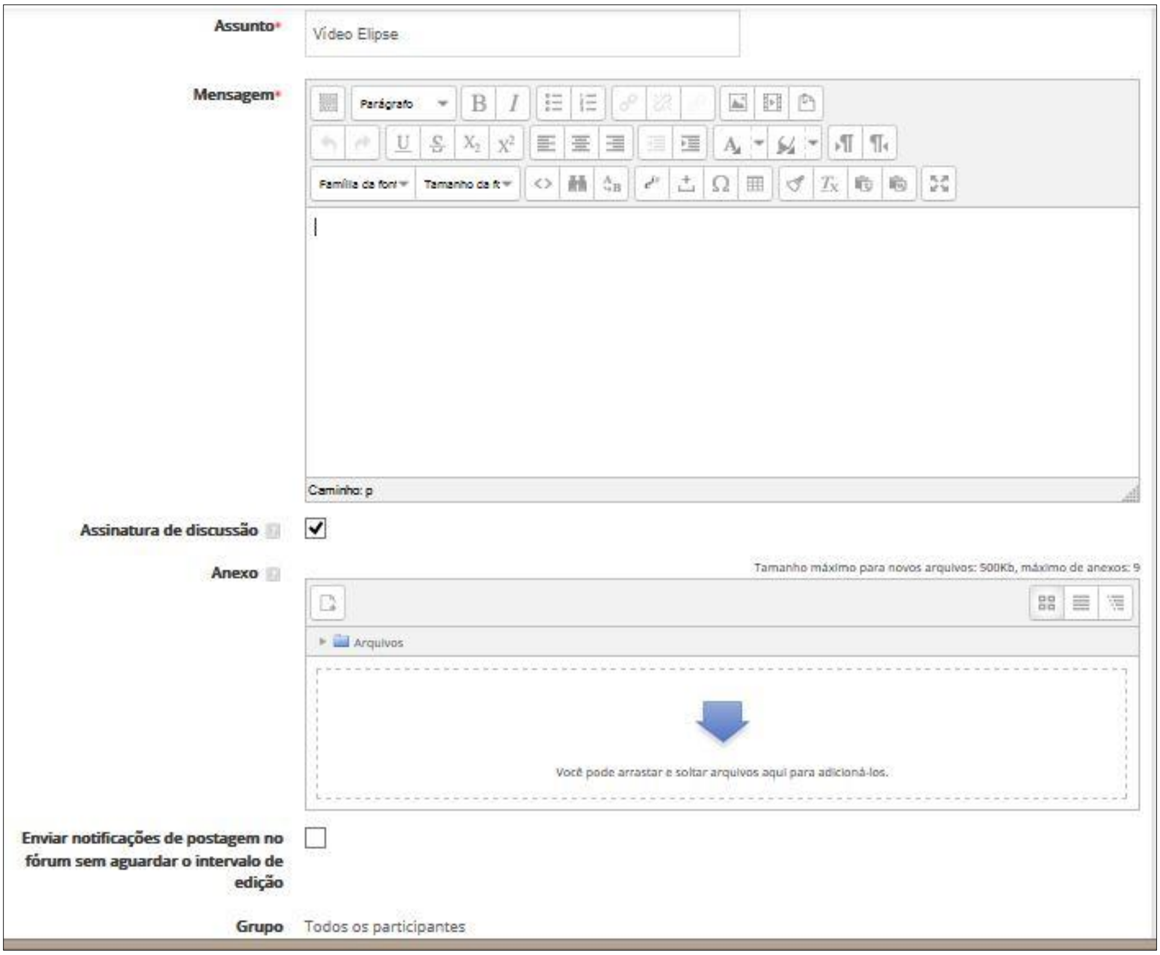
Para a Matemática, em particular, as interações necessitam de ferramentas que facilitem o manuseio com o simbolismo e gráficos matemáticos, visto que esses recursos, juntamente com a linguagem verbal organizam o raciocínio de ideias matemáticas, facilitando a sua comunicação, o que as torna fundamentais nas interações relacionadas a essa disciplina. Almeida e Heitmann (2015) enfatizam que os referenciais de qualidade para a educação superior a distância exigem um sistema de comunicação que permita ao estudante resolver com rapidez questões referentes ao material didático e seus conteúdos, independente do modelo de curso vinculado à Universidade Aberta do Brasil. Isso pode levar os cursos a fornecerem recursos que garantam que as interações estudante – estudante e professor – estudante, com vistas a desenvolver o compartilhamento de conhecimento matemático, aconteçam de forma satisfatória no ambiente virtual de aprendizagem dos referidos cursos.

Almeida e Heitmann (2015) relatam, com base em uma pesquisa sobre os cursos de licenciatura em Matemática vinculados à UAB, que as interações, de forma geral, acontecem nos ambientes virtuais de aprendizagem do curso, podendo também acontecer em grupos formados em redes sociais, como o Facebook ou WhatsApp, por conferências via software, como Skype e Hangouts e também em ambientes mistos que englobam diferentes ferramentas de comunicação. Chiari (2015) afirma que algumas postagens realizadas por estudantes em fóruns da EaD são feitas utilizando plug-in para escrita de texto matemático e outras são feitas com fotos ou print screen da tela do computador e conclui que a escrita matemática é um problema aparentemente superado no contexto da Educação a Distância.

As interações realizadas durante o período de produção dos dados desta pesquisa aconteceram, principalmente, em fóruns no campus virtual da UNEAD da Universidade do Estado da Bahia. Os estudantes tinham, ainda, uma sala de bate-papo disponível na UNEAD para a comunicação entre eles, com os professores e com a pesquisadora. Além disso, a participação poderia ser realizada via mensagens de e-mail. Contudo, dentre os meios disponíveis para as realizações das interações virtuais no ambiente no qual a pesquisa foi realizada, os fóruns se destacaram por permitirem uma comunicação composta pelos principais recursos para a elaboração de textos matemáticos (simbolismo, linguagem verbal escrita e imagens). Os estudantes também utilizaram vídeos para compor as discussões nos fóruns.

Nos fóruns, principal canal de comunicação durante a produção dos dados desta pesquisa, os recursos para elaboração de mensagens textuais se assemelham aos do processador de texto Word, permitindo inserir equações, caracteres especiais, inserir e editar tabelas, colar recortes do Word, além de incorporar e anexar arquivos de texto, imagem e vídeo, como pode ser visto na Figura 33. Essas ferramentas possibilitam maior integração de recursos semióticos nas interações assíncronas, como aquelas que se realizam nos fóruns virtuais. Chiari (2015), por outro lado, alerta para o potencial das interações síncronas, que podem promover uma comunicação multidirecional e colaborativa com professores, estudantes e tutores trabalhando juntos e em tempo real e apresenta, como alternativa para a produção de conhecimento na EaD, o ambiente de aprendizagem Virtual Math Teams (VMT), em que um criador monta uma sala com as ferramentas que achar necessárias para o desenvolvimento de atividades que visem a construção do conhecimento matemático online e colaborativo com os usuários fazendo modificações nos textos ou construções geométricas apresentadas na sala utilizando a função "passar a caneta" e enviando mensagens de forma que estejam associadas a partes do que está na tela. Esse ambiente não está incluído no ambiente virtual da UNEB e, segundo Chiari (2015), não está registrado nas demais instituições com cursos de licenciatura em Matemática da modalidade a distância analisadas em sua pesquisa, porém sua interface permite a realização de interações que promovem o compartilhamento de soluções para um problema proposto, além de discussões conjuntas nas quais os participantes expõem seus raciocínios e compartilham conhecimentos matemáticos.

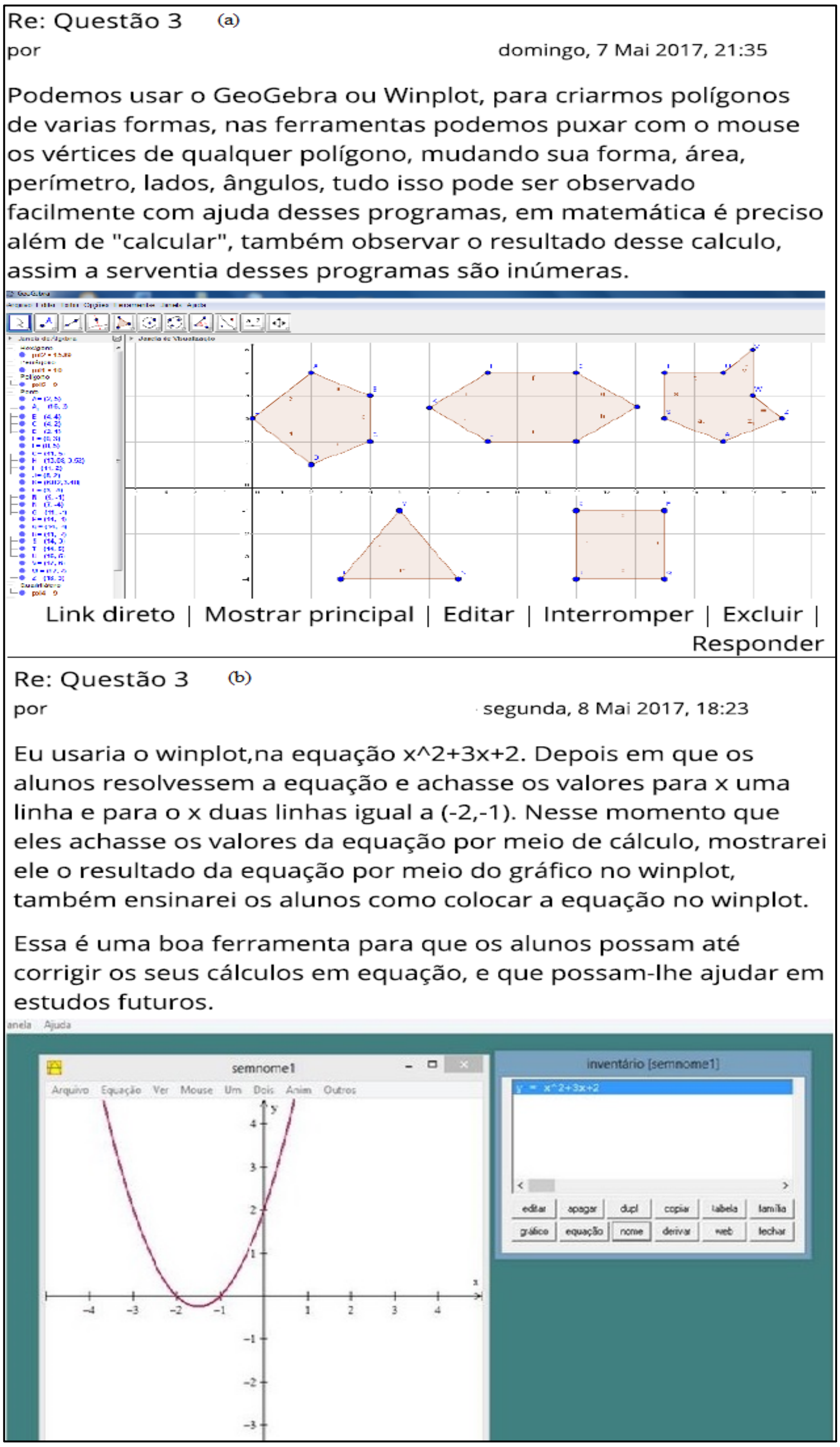
Figura 33 - Comunicação textual nos Fóruns da UNEAD.



Fonte: Dados da pesquisa.

As ferramentas disponíveis para a elaboração de mensagens nos Fóruns da UNEAD, não acessíveis nos espaços de comunicação síncronos, garantem que os principais recursos semióticos utilizados em fenômenos matemáticos possam ser integrados na composição do texto que expressará a ideia matemática, apesar do procedimento ser, em certa medida, laborioso. De fato, a utilização da ferramenta Equation para inserção do simbolismo matemático é um pouco trabalhosa, o que leva os estudantes a buscarem alternativas para facilitar a comunicação no ambiente virtual de aprendizagem, como o uso da linguagem verbal escrita como recurso principal para explicar ideias ou atividades desenvolvidas em softwares, como o GeoGebra ou o Winplot, como mostra a Figura 34. Na Questão 3 do Fórum Avaliativo 2 da disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática, os estudantes foram motivados a discutir sobre a elaboração de um recurso didático para trabalhar algum conceito matemático que fazia parte da ementa da disciplina. O item (a) da Figura 34 apresenta a resposta de um dos estudantes, o qual pensou em utilizar o GeoGebra como ferramenta para estudar propriedades de polígonos. O estudante explica a sua ideia de forma resumida, utilizando a linguagem verbal escrita, para sugerir a utilização do comando arrastar do software para trabalhar os conceitos de perímetro, área, lados e ângulos.

Figura 34 - Integração de recursos semióticos no texto matemático.



Re: Questão 3 (a)

por domingo, 7 Mai 2017, 21:35

Podemos usar o GeoGebra ou Winplot, para criarmos polígonos de varias formas, nas ferramentas podemos puxar com o mouse os vértices de qualquer polígono, mudando sua forma, área, perímetro, lados, ângulos, tudo isso pode ser observado facilmente com ajuda desses programas, em matemática é preciso além de "calcular", também observar o resultado desse calculo, assim a serventia desses programas são inúmeras.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Re: Questão 3 (b)

por segunda, 8 Mai 2017, 18:23

Eu usaria o winplot,na equação x^2+3x+2. Depois em que os alunos resolvessem a equação e achasse os valores para x uma linha e para o x duas linhas igual a (-2,-1). Nesse momento que eles achasse os valores da equação por meio de cálculo, mostrarei ele o resultado da equação por meio do gráfico no winplot, também ensinarei os alunos como colocar a equação no winplot.

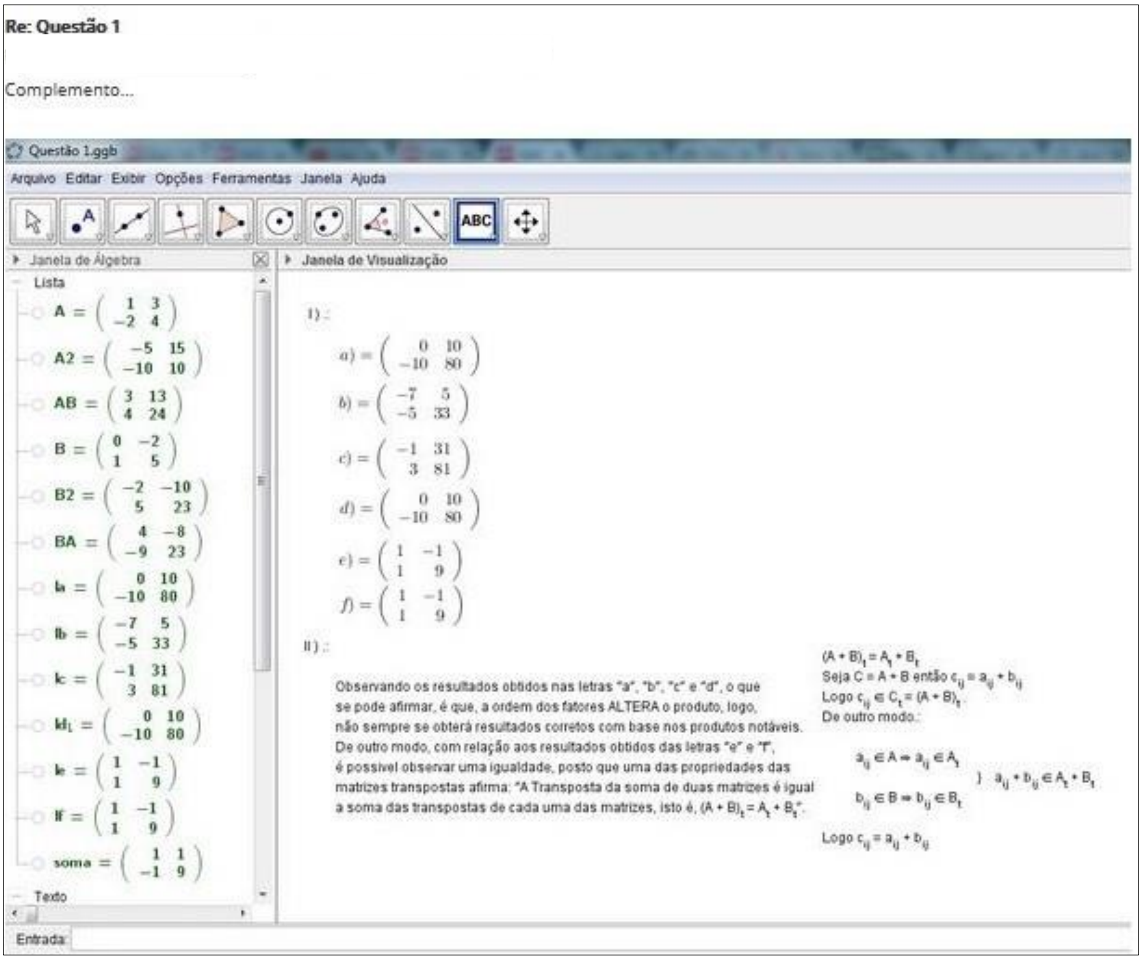
Essa é uma boa ferramenta para que os alunos possam até corrigir os seus cálculos em equação, e que possam-lhe ajudar em estudos futuros.

Fonte: Dados da pesquisa.

O print screen da janela do GeoGebra mostra apenas as imagens dos polígonos construídos pelo estudante e não há combinação das imagens com a linguagem verbal escrita inserida no espaço para explicar o passo a passo da ideia do estudante em sua mensagem no Fórum. A Figura 34 (b) mostra a resposta de outro estudante, referente à mesma Questão 3 do Fórum Avaliativo 2 em que, mesmo com a ferramenta Equation disponível, para a representação da potência x^2, foi utilizado na mensagem o símbolo do acento circunflexo disponível no teclado do computador, que é a linguagem utilizada no software, o que destaca sua opção por uma escrita mais rápida.

O simbolismo matemático esteve mais presente nas mensagens dos estudantes que tratavam de questões relacionadas às demonstrações, como na Questão 1 do Fórum Avaliativo – parte 1 da disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática. A Figura 35 ilustra o simbolismo sendo integrado à linguagem verbal para demonstrar propriedades das Matrizes.

Figura 35 - Integração de recursos para explicação de ideias em textos matemáticos.

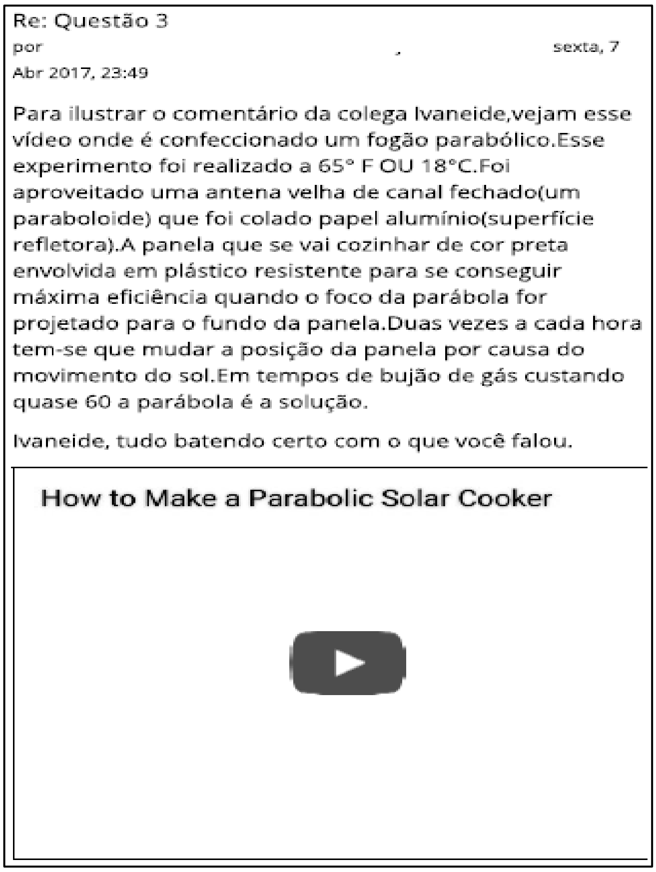


Fonte: Dados da pesquisa.

A linguagem verbal escrita é utilizada pelo estudante para explicar o procedimento, organizando o raciocínio no formato textual e reaparece, cumprindo esta mesma função, na demonstração da propriedade das matrizes. Segundo O'Halloran (2011), o simbolismo matemático derivou da linguagem escrita e, por isso, esses dois recursos aparecem integrados de forma natural nos registros matemáticos. Os recursos estão disponíveis para a elaboração de textos matemáticos nos fóruns, porém a sua operacionalização é um pouco lenta, e essa dificuldade em integrar recursos semióticos de forma rápida para estruturar as discussões matemáticas leva os estudantes a utilizarem outros recursos na tentativa de se fazer entender.

A Figura 36 ilustra a interação entre estudantes participantes da pesquisa no fórum em que o tema da discussão era a combinação de representações em Matemática. A Questão 3 que serviu de mote para a discussão desse fórum, em particular, solicitou dos estudantes que utilizassem diferentes representações para explicar o conceito de parábola.

Figura 36 - Implementando as discussões nos fóruns com vídeos.



Re: Questão 3
por , sexta, 7 Abr 2017, 23:49

Para ilustrar o comentário da colega Ivaneide,vejam esse vídeo onde é confeccionado um fogão parabólico.Esse experimento foi realizado a 65° F OU 18°C.Foi aproveitado uma antena velha de canal fechado(um paraboloide) que foi colado papel alumínio(superfície refletora).A panela que se vai cozinhar de cor preta envolvida em plástico resistente para se conseguir máxima eficiência quando o foco da parábola for projetado para o fundo da panela.Duas vezes a cada hora tem-se que mudar a posição da panela por causa do movimento do sol.Em tempos de bujão de gás custando quase 60 a parábola é a solução.

Ivaneide, tudo batendo certo com o que você falou.

How to Make a Parabolic Solar Cooker

Fonte: Dados da pesquisa.

O estudante utilizou o vídeo para dar mais um exemplo da aplicabilidade das parábolas, complementando o comentário de sua colega, que apresentou vários exemplos de uso da parábola, como na construção de antenas e radares, que devem refletir ondas de radiofrequência, radares e nos refletores parabólicos dos faróis de veículos.

A combinação de recursos semióticos condiciona a qualidade da comunicação de ideias matemáticas e, segundo AlrØ e Skovsmose (2010), as qualidades da comunicação influenciam as qualidades da aprendizagem da Matemática. Além disso, para que a aprendizagem se realize nesse cenário é importante que haja interação entre os estudantes e entre professores e estudantes, viabilizando a construção colaborativa do conhecimento matemático.

Dennen (2016) considera que, de forma geral, as interações estudante-professor e estudante – estudante exercem um importante papel no engajamento dos estudantes em processos como a articulação e negociação do conhecimento e o fornecimento de oportunidades para receber feedback. O feedback pode ser realizado pelos próprios estudantes que constituem, nos fóruns, um ambiente de compartilhamento de conhecimento e colaboração virtual, descrevendo sequências de interações em que estudantes colaboram sanando as dúvidas uns dos outros. Essas sequências de interações, segundo Chiari (2015), são possibilitadas pelas tecnologias digitais e pela internet, como uma ação que transforma o ambiente virtual de aprendizagem em Material Didático Digital Interativo (MDDI) a partir do registro automático das contribuições de estudantes e professores. Dessa forma, os fóruns promovem um ambiente propício à aprendizagem de maneira colaborativa a partir da interação, onde a combinação de recursos semióticos possibilita uma melhor comunicação de ideias matemáticas.

Segundo Souza (2013) a interação não pode ser dissociada da aprendizagem colaborativa e, apesar de, junto com a colaboração propiciarem a aprendizagem, esta não ocorre sem a capacidade individual de reflexão. A reflexão faz parte da prática docente, compondo, até mesmo, o processo de planejamento de aulas (HAIDT, 2006) e deve ser incentivada também no ambiente virtual de aprendizagem. Ao propor a atividade de produção de vídeos para análise das escolhas dos estudantes com respeito às intersemioses de recursos semióticos para o discurso matemático, surgiu a oportunidade de motivar reflexões acerca do uso de vídeos e sobre o impacto do uso de variadas representações nas aulas de Matemática, visto como uma ação formativa de caráter ativo e colaborativo, centrada nos estudantes e nos seus interesses como futuros professores. A cooperação entre os estudantes, que compartilharam conhecimentos e ajudaram uns aos outros foi um fator importante no processo de produção de vídeos e mostrou que a plataforma do UNEAD permite que sejam realizadas as interações necessárias para a construção de conhecimento no ambiente online, além de tornar possível a realização da atividade de produção de vídeos com conteúdo matemático.

5.2 Fóruns da EaD como espaço de reflexões na licenciatura em Matemática: o uso de tecnologias digitais

Segundo Mill (2013a), a incorporação das tecnologias no âmbito da educação traz implicações diversas e, em muitos casos, as inovações tecnológicas são confundidas com inovações pedagógicas e as alternativas dos professores são a capitulação, a resistência ou a apropriação crítica, sendo a última, decorrente de uma formação crítico-reflexiva.

No ambiente virtual de aprendizagem, os fóruns podem ser formatados como espaços de discussões que podem viabilizar ações que favoreçam a formação crítico-reflexiva. Pereira, Silva e Maciel (2013) definem os fóruns considerando o seu potencial metodológico na EaD:

> Fóruns são ferramentas de discussão e trocas de ideias, que favorecem a construção coletiva do conhecimento e a integração dos alunos entre si, com tutores e professores. Como mais tipicamente são assíncronos e permitem a proposição de discussões que demandam contribuições mais planejadas e reflexivas, seu uso é amplamente difundido em cursos a distância de todo tipo. (PEREIRA; SILVA; MACIEL, 2013, p. 101).

Durante a formação é recomendável considerar a realização de ações que promovam a reflexão crítica sobre metodologias que auxiliem na aprendizagem, a fim de promover o “exercício da crítica às condições materiais nas quais o ensino ocorre.” (PIMENTA, 2012, p. 31). Experiências com recursos didáticos, a fim de refletir sobre suas potencialidades e limitações para o uso na sala de aula durante a formação do futuro professor podem viabilizar o seu uso eficiente na prática. Na EaD, os fóruns podem ser configurados como espaços para provocar discussões e reflexões sobre experiências pedagógicas.

Pimenta (2012) chama atenção para o fato de que a reflexão crítica deve ser realizada a partir do diálogo entre o conhecimento pessoal e a ação. O primeiro deles se forma pela experiência concreta do sujeito sustentado pelas teorias da educação, o que favorece a aquisição de pontos de vistas variados que são articulados aos saberes da prática. Esse processo pode se estabelecer como uma ação formativa, a qual pode ser concretizada no âmbito da discussão coletiva. Para Pimenta (2012), o ponto principal do uso da reflexão no exercício da docência está na relação entre o pensar e o fazer, entre o conhecer e o agir. Essa relação determina que o professor pode produzir conhecimento a partir da prática, ao refletir intencionalmente sobre seus questionamentos, problematizando suas respostas com suportes teóricos, sendo pesquisador da sua própria prática. Freire (2018) afirma que uma formação crítica deve conduzir à criação de possibilidades de transformação da realidade, levando a uma maior autonomia de alunos e professores. Para esse autor, o educador crítico considera a voz ativa dos alunos e conecta o processo reflexivo às ações conscientes na sociedade, tornando-o importante para a formação de professores e alunos.

O processo de produção dos vídeos nas disciplinas Geometria Analítica II e Informática Aplicada a Educação Matemática foi acompanhado pela pesquisadora em fóruns de discussão ofertados no ambiente virtual de aprendizagem. Esses fóruns promovidos na UNEAD, além do suporte à produção dos vídeos, permitiu que fossem realizadas discussões sobre temas relacionados à pesquisa, como o uso de vídeos na Educação Matemática. As reflexões decorrentes das experiências obtidas pelos estudantes participantes com a atividade de produção de vídeos proposta na pesquisa tiveram, então, lugar para compartilhamento nos fóruns da UNEAD. Essas discussões atribuíram significado à atividade de produção de vídeos que estava sendo realizada, contribuindo, assim, à formação dos participantes. De fato, a interação e a colaboração realizadas nos fóruns viabilizaram a reflexão crítica sobre o processo de produção de vídeos com fins pedagógicos, além do uso do vídeo como recurso para aulas de Matemática, a partir dos temas levantados nos fóruns da UNEAD.

Moran (2013, p.28) entende a reflexão como parte importante da aprendizagem e afirma: "Aprendemos quando interagimos com os outros e o mundo e depois, quando interiorizamos, quando nos voltamos para dentro, fazendo nossa própria síntese, nosso reencontro do mundo exterior, com a nossa reelaboração pessoal.". A partir dessas ideias foram planejados e executados três fóruns específicos para tratar de assuntos relacionados à produção dos vídeos na disciplina de Geometria Analítica II e dois fóruns em Informática Aplicada à Educação Matemática, além de duas questões nos Fóruns Avaliativos dessa última disciplina.

Serão apresentados duas subseções com discussões em torno dos dados obtidos a partir dos relatos de todos os fóruns. Na primeira subseção, *A experiência com a produção de vídeos,* serão exibidos os relatos dos estudantes sobre sua experiência com a atividade de produção de vídeos e suas reflexões no que diz respeito a como entendem que esta atividade contribuiu para a sua formação. A segunda subseção tratará do *Uso de Tecnologias e as Representações Múltiplas nas aulas de Matemática* e envolverá os tópicos levantados nos fóruns relacionados a Representações e o uso de vídeos como recurso didático. Os resultados da análise desses relatos serão confrontados com a análise dos vídeos produzidos, a fim de trazer subsídios para a discussão apresentada nas conclusões finais deste relatório de pesquisa.

5.2.1 A experiência com a produção de vídeos

Das discussões realizadas nos fóruns surgiram temas pertinentes relacionados ao processo de produção de vídeos. Os estudantes refletiram sobre as contribuições da atividade em sua formação e sobre as dificuldades encontradas durante o processo de produção dos vídeos sobre ideias matemáticas. Segundo Freire (1991, p.80), "[...] a formação do educador deve instrumentalizá-lo para que ele crie e recrie a sua prática através da reflexão sobre o seu cotidiano.". Concordando com essa afirmação, a proposta de produção de vídeos teve o intuito de oportunizar que os licenciandos participantes da pesquisa experienciassem as etapas de produção de vídeos para expressar ideias matemáticas analisando seus aspectos pedagógicos.

Na análise dos estudantes, a atividade de produção de vídeos agregou à sua formação conhecimentos técnicos necessários, segundo eles, à sua prática docente. Esse pensamento revela o entendimento de que produzir vídeos como recurso didático é algo que deve ser considerado em sua atuação como professor de Matemática. Esse conhecimento influencia a sua autonomia na condução de atividades que envolve o uso de vídeos e na produção de vídeos como recursos didáticos para as suas aulas de Matemática. O conhecimento técnico pode ser acessado a partir da prática com o auxílio de tutoriais, visto que diversos materiais sobre o assunto estão disponíveis na internet, assim como softwares para edição de vídeos. Ao conseguir criar o roteiro e elaborar o próprio vídeo para a sua aula, com objetivos específicos planejados por ele, o professor tem oportunidade de repensar o conteúdo sob diferentes perspectivas, de forma que este situe o conteúdo em um contexto mais próximo daquele vivenciado pelos seus alunos, proporcionando que seja realizada uma análise matemática crítica de problemas do cotidiano a partir da sua expressão por meio de vídeos.

A divisão em etapas sugerida na atividade proposta nesta pesquisa tornou o processo didático, com momentos de aprofundamento teórico do conteúdo, organização lógica e estética para elaboração do roteiro, e pesquisa sobre técnicas para produção e edição de vídeos, tópicos que os participantes demonstraram ter menos propriedade. Como mostrado na Figura 37 (a), (b) e (c) os licenciandos mostraram-se preocupados por não estarem atualizados com as tecnologias utilizadas pelos seus potenciais alunos. Mill (2013b) pontua que, no contexto atual de acelerado desenvolvimentos das tecnologias de informação e comunicação, transformaram-se a noção de educar, aprender e gerir a educação, assim como, a ideia de mediação tecnológica e pedagógica, no qual o discurso tecnológico levou a noção de educação a um patamar de uso intensivo de dispositivos e artefatos, além de mudanças no processo pedagógico. Os licenciandos demonstram estar cientes dessas questões e consideraram relevante conhecer novas possibilidades de uso de tecnologias nas aulas de Matemática, destacando atividades com vídeos como uma forma de avaliação.

Figura 37 - A atividade da produção de vídeos na formação docente.

Re: A experiência da Produção de vídeos
por quarta, 14 Set 2016, 10:59 (a)

Professora, está sendo muito importante a elaboração deste vídeo no que diz respeito a lidar com vários elementos, A necessidade de passar a dominar um editor de filmes, as pesquisa na internet, a escolha do conteúdo e a sua contextualização não são tarefas fáceis! É importante conhecermos na prática as etapas da elaboração de um trabalho como este para podermos avaliar melhor nosso aluno.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Re: A experiência da Produção de vídeos
por quarta, 31 Ago 2016, 18:40 (b)

Através da aprendizagem de uso de ferramentas tecnológica podemos estar enriquecendo nossos conhecimentos e como futuros professores estar levando para sala de aula o assunto de maneira diferente com uma metodologia que venha desperta o interesse e curiosidade do aluno, feita por nos mesmos e do jeito que queremos usando a tecnologia a nosso favor e mostrar outras forma ao nossos alunos que a informática, internet pode ir além das redes sociais, quem saber ate ensinar a eles como produzir um também.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Re: A experiência da Produção de vídeos
por domingo, 4 Set 2016, 09:18 (c)

Nossos alunos adoram este tipo de atividade. E há muita competências desenvolvidas numa atividade assim: a pesquisa, a colaboração em grupo, a distribuição de tarefas, o conhecimento em informática e em novas tecnologias e o conteúdo matemático propriamente dito. Interessante e motivador!

Fonte: Dados da pesquisa.

A experiência com a prática se manifesta quando os estudantes afirmam que precisam ser conhecedores de todo o processo para terem condições de avaliar os estudantes em uma atividade de produção de vídeos. Devido a isso, eles atribuem importância à experiência que estão tendo no período de formação por meio da atividade proposta nessa pesquisa, além disso, consideram que essa experiência possibilita que construam autonomia para a elaboração de seus próprios vídeos como materiais didáticos.

Os estudantes destacaram o uso da internet em todo o processo, a qual possibilitou as pesquisas necessárias para a realização das etapas de produção dos vídeos. Essas pesquisas, juntamente com a colaboração, o conhecimento em tecnologias e o aprofundamento do conteúdo matemático são destacadas como competências que são estimuladas na atividade de produção de vídeos, como pode ser visto na Figura 37 (b) e (c).

Os participantes encontraram dificuldades durante a produção dos vídeos e responsabilizam a falta de experiência. Em seu discurso inicial nos Fóruns ficou evidente a preocupação em produzir vídeos sofisticados, com materiais para produção e edição profissionais. Para fazê-los refletir sobre as alternativas existentes para a produção de um vídeo didático, foi disponibilizado para os estudantes o vídeo[47] produzido por licenciandos em Matemática de uma universidade estadual localizada no sul da Bahia. Os participantes deveriam assistir o vídeo e comentá-lo, dizendo sobre o que acharam de seu potencial didático e o que fariam diferente. Nas análises que fizeram do vídeo há evidências de que os licenciandos usam a criatividade para chamar atenção em pontos que podem auxiliar no entendimento do conteúdo, como mostra a Figura 38, quando o participante escreve:

Figura 38 - A experiência e a criatividade na produção de vídeos.

Re: Discussão sobre o conteúdo matemático no vídeo
por -MAT-G3 - segunda, 5 Set 2016, 21:37

Antes de analisar o vídeo dos colegas quero dizer que não estou julgando o trabalho deles. Não sei se farei um vídeo com a mesma qualidade. Quem me dera! Meu julgamento é amador e traduz, na verdade, o desejo de como meu vídeo deveria ser, apesar de saber das dificuldades de se produzir tal trabalho.
O vídeo é bem simples e naturalmente amador. A abordagem do conteúdo deveria ser feita com mais recursos visuais, como linhas pontilhadas quando eles atravessam a rua, ou poderiam usar slides ou alguma animação quando calculam a distância pelo teorema de Pitágoras. Acho que a grande "sacada" foi mostrar experimentalmente o tempo ao atravessar a rua e consequentemente o risco que se corre ao atravessá-la na diagonal. Há contextualização, baseia-se em pesquisas e sugere soluções. Demonstra preocupação com a formação do cidadão e indica uma solução real para evitar atropelamentos.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Fonte: Dados da pesquisa.

Outro ponto proeminente no discurso dos estudantes é a importância que atribuem ao lugar do conteúdo no vídeo ao afirmarem que com um vídeo simples, com respeito às técnicas de produção e edição, podem atingir seus objetivos pedagógicos. O conteúdo é colocado em primeiro plano, devendo ser apresentado de forma clara e objetiva, como mostra a Figura 39. Os licenciandos demonstram, ainda, preocupação com os formatos específicos para o bom entendimento da mensagem expressa por meio do vídeo para cada público-alvo.

[47] Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=ydMJhh-rv9E&t=91s>.

Figura 39 - O conteúdo matemático nos vídeos.

Re: Discussão sobre o conteúdo matemático no vídeo
por terça, 13 Set 2016, 14:24

Sim Professora!

Não adianta eles fazerem um um vídeo espetacular, com excelentes recursos, e pecar no principal, o conteúdo.

No caso da oportunidade de fazermos em grupo, podemos discutir, troca idéias sobre o conteúdo, qual a melhor forma de agregá-lo ao vídeo, que situação é melhor para apresentá-lo. Trazendo mais propriedade para o vídeo.

Re: Discussão sobre o conteúdo matemático no vídeo
por sexta, 2 Set 2016, 15:26

O vídeo apresentado atende ao objetivo proposto que é tratar de um assunto geométrico dentro do cotidiano das pessoas, sendo exposto de forma clara, diferente, talvez eu fizesse apenas a explicação do sentido de atravessar a rua no sentido do vetor B ou no sentido do vetor C, pois como apresentado pelo aluno de fato o vetor C tem medidas superiores ao vetor B, no entanto entendendo que tanto para a pessoa que parte do ponto A, como do ponto B o objetivo era chegar ao ponto C, apesar da pessoa que parte do B ter atravessado um percurso mais longo da rua a mesma acabou diminuindo o percurso a ser realizado, sendo um ponto alto no vídeo, a exploração de que determinadas decisões nos levam a resultados drásticos.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Re: Discussão sobre o conteúdo matemático no vídeo
por domingo, 16 Out 2016, 22:50

Gostei do vídeo, bem explicativo. Simples, porém eficaz na sua mensagem.

Assim como foi citado pelo colega Ranivaldo, eu mudaria a explicação das direções, para facilitar ainda mais o entendimento do publico alvo.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Fonte: Dados da pesquisa.

De forma geral, os estudantes participantes da pesquisa, nas discussões dos fóruns, concordaram que a atividade de produção de vídeos proposta contribuiu para sua formação por abrir espaço no programa para a formação técnica sobre produção e edição de vídeos, principalmente. Consideraram que a atividade é importante, em vista das transformações ocorridas na escola em decorrência do avanço das tecnologias e de sua democratização, pois garante uma certa autonomia aos professores que poderiam produzir seus próprios vídeos, adequando-os ao seu planejamento de aula. Também comentaram sobre a importância do trabalho em grupo, pela possibilidade de compartilhamento de conhecimentos. Os roteiros elaborados pelos estudantes, por exemplo, sofreram várias modificações, como ilustra a Figura 40, que mostram as ideias iniciais dos vídeos Simetria dos cones e Distância entre dois pontos, respectivamente, que tiveram seus roteiros totalmente transformados. Esse movimento se realiza a partir de um amadurecimento da ideia inicial do vídeo e que está relacionado a um aprofundamento nos temas que constituem a mensagem que se quer passar por meio do vídeo.

Figura 40 - Roteiros em movimento.

6. Descreva agora o vídeo do grupo no papel, seu início, meio e fim. Conte à história que o grupo quer passar aqui.

O vídeo terá como cenário a sala de aula onde os componentes do grupo atuarão como professores se revezando podendo completar a fala do outro. Será apresentado um vídeo extraído do programa arte& matemática da TV cultura e slides que reforçarão o tema simetria. Abordaremos aspectos históricos da simetria mostrando a influência desta na Arte , arquitetura, musica e poesia. Após a introdução os componentes abordarão o estudo da simetria em relação a um ponto e em relação a uma reta. Também será tratado o comportamento da simetria das cônicas no plano. Será trato algumas curvas cônicas, onde serão apresentados as respectivas equações e representação gráfica.

Iniciou-se o esboço de um roteiro para o vídeo. Segundo o esboço o vídeo dar-se com a imagem focada em uma folha de papel A3, onde serão demonstradas diversas formas de calcular a menor "distância entre dois pontos" sempre em plano cartesiano, utilizando os valores das coordenadas e alguns conhecimentos da geometria plana, como o teorema de Pitágoras. Decidiu-se que a explicação seria previamente feita com uma introdutória do assunto e em seguida através da execução de exercícios. Notou-se que o vídeo deve ser gravado em partes distintas que se juntarão posteriormente, uma vez que serão necessárias muitas páginas de papel A3 para dar continuidade à aula. Durante a construção desse esboço pontuou-se os materiais necessários para que o vídeo ocorra. Necessitaremos de um bloco

Fonte: Dados da pesquisa.

Os estudantes relatam, nos relatórios e nas discussões dos fóruns, como a atividade de produção de vídeos para expressar ideias matemáticas proporcionou experiências de aprendizado em todas as etapas do processo e refletem sobre como viabilizar atividades como essa para seus alunos pode impactar a aprendizagem e as relações na sala de aula.

Nos fóruns, os estudantes apoiaram e encorajam uns aos outros para a experiência de produção de vídeos. As reflexões de alguns ajudaram nas dúvidas de outros. Quando um estudante questiona sobre como colocar em prática o uso de tecnologias de forma eficiente para a educação, considerando todas as dificuldades, outro estudante responde que o professor precisa estar aberto para aprender, reaprender e permanecer sempre em estado de aprendizagem. Os participantes defenderam nas discussões a ideia de que as mídias podem aproximar professor e aluno, fazendo com que falem a mesma linguagem. Essa aproximação viabiliza o diálogo e a colaboração professor - aluno, elementos importantes na aprendizagem, em particular, na aprendizagem matemática.

5.2.2 Uso de Tecnologias e as Representações Múltiplas nas aulas de Matemática

Os licenciandos em Matemática participantes da pesquisa refletem sobre as motivações para o uso de tecnologias digitais na aulas de Matemática e fica evidente em seus discursos a ideia de que os vídeos possibilitam que problemas matemáticos sejam contextualizados de forma mais eficaz. De fato, os relatórios das reuniões dos licenciandos mostram a preocupação com a contextualização do conteúdo matemático no vídeo, como ilustrado na Figura 41.

Figura 41 - Vídeos e contextualização do conteúdo matemático.

Depois de tantas sugestões e discussões decidimos escolher como assunto para a construção do vídeo, as Coordenadas de um ponto, por ser um conteúdo importante para os estudos da geometria e por ser tratar de um tema de melhor compreensão de toda a equipe, como também um objeto de estudo que vai facilitar e esclarecer possíveis dúvidas que nossos colegas tiveram durante o estudo desse conteúdo.

Nesse sentido, decidimos também em comum acordo escolher esse tema por ser um conteúdo que faz parte do nosso cotidiano e aplicado em nossas atividades diárias ao nos deslocar de um lugar para o outro ou mesmo saber a posição de um objeto no espaço. Dessa forma através dessas indagações e curiosidades diárias, essa temática vai nos ajudar a especificar a posição de um ponto ou objeto no espaç o.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da aplicabilidade do conteúdo matemático Vetores, realizada pelos estudantes participantes da pesquisa ilustra como as etapas de produção de vídeos auxiliam na construção de conhecimento. De fato, para verificar possibilidades de aplicações do conteúdo matemático é necessário um aprofundamento teórico. A realização de discussões conjuntas, como foi relatado na Figura 41, também sugere um momento de compartilhamento de conhecimento, se considerarmos que o processo de produção dos vídeos foi feito de forma colaborativa. A Figura 42 ilustra a intenção dos estudantes que produziram o vídeo Vetores e Tecnologias Espaciais em realizar uma atividade interdisciplinar e a análise das possibilidades de aplicação do conteúdo Vetores realizada pelos produtores do vídeo Distância entre dois pontos.

Figura 42 - Contextualização de problemas matemáticos no vídeo.

Os recursos utilizados para a elaboração do trabalho são: máquina filmadora e computador (editor de filmes, internet, editor de slides, editor de textos, etc). Na elaboração do vídeo, a equipe utilizará um trecho do filme para explicar o conceito de vetores e a soma de vetores. A ideia de abordar estes conteúdos com a notícia do desastre da espaçonave Challenger tem como objetivo associar a Matemática com a realidade, contextualizando o conteúdo. O professor poderá trabalhar outros conteú dos como ângulos, paralelogramo e razão.

Além disso pode-se discutir Física, História, Geografia e tornar o trabalho interdisciplinar e rico em informações. Junto com outros professores, das áreas das ciências humanas por exemplo, podem aproveitar o tema do vídeo para discutir sobre a Guerra Fria e a Corrida Espacial e suas consequências para a humanidade.

Fizemos uma breve revisão sobre o conteúdo em questão, constatamos que vetores é abordado em diversas situações cotidianas como por exemplo: No carro, quando um automóvel fica sem partida e é necessário empurra-lo, somando força com mesma direção e sentido; Em casa, quando empurramos um móvel sozinhos e a solução as vezes é fazer zigue-zague até chegar a posição final; Levantando objetos; E o mais interessante é em aviões, seja para decolar ou pousar. Ou seja, correntes de ar, que têm a medição de força, vetores de força, sentido e direção.

Fonte: Dados da pesquisa.

A motivação dos alunos surgiu nas discussões como uma das principais justificativas para que o professor use vídeos nas aulas de Matemática. Segundo Masetto (2013), trabalhar com tecnologias visando criar encontros mais interessantes e motivadores dos professores com os alunos significa variar nas estratégias de abordagem do conteúdo. Como ilustra a Figura 43, os participantes mostram que se preocupam em estabelecer uma melhor relação com seus alunos e, por isso, buscam promover atividades que valorizem as interações entre professores e alunos para que a aprendizagem aconteça, independente do recurso que esteja sendo utilizado.

Figura 43 - O papel do professor nas aulas com tecnologias.

Re: A experiência da Produção de vídeos
por domingo, 16 Out 2016, 22:36

É uma maneira de interagir com os alunos, passando o conteudo de forma didática e relacionando com o cotidiano dos mesmo. É uma forma de atrair uma geração que é cada vez mais conectada.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Re: A experiência da Produção de vídeos
por domingo, 9 Out 2016, 17:07

A Matemática é vista pelos alunos como algo fora da realidade. Aproximar os conteúdos matemáticos da realidade dos alunos é um passo para desconstruir esta ideia que as pessoas tem sobre a disciplina.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Re: A experiência da Produção de vídeos
por quarta, 31 Ago 2016, 12:44

Boa tarde profª

A escola atual não tem mais espaço para o professor; de quadro e giz.Imagine ficar em sala de aula,as vezes,superlotadas,1,5h em média,com aquele ritual:professor de costas pra sala e aluno copiando;muitas das vezes ensinando conteúdos espaciais no plano do quadro onde requer muita abstração do aluno.Esses recursos tecnológicos disponíveis veio para facilitar, e muito, a aprendizagem.Imagine aprender sólidos de revolução no plano do quadro? Haja abstração.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Re: A experiência da Produção de vídeos
por sábado, 3 Set 2016, 20:00

A produção do vídeo é um empreendimento que além de motivador torna a aula mais atrativa. Colocar em prática o que você sabe sobre determinado conteúdo pode sim ser um caminho para a redução da evasão escolar e para despertar o interesse dessa disciplina que ainda é vista como um "bicho papão" por muitos estudantes. Mas acredito que o professor, ainda é o grande ator desse espetáculo. Preparar uma aula com um aparato de recursos, sem ter didática e sem domínio sobre o que está sendo explanado, perde o sentido, pode não ser tão significativo e não gerar aprendizado.

Link direto | Mostrar principal | Editar | Interromper | Excluir | Responder

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 43 ilustra que os licenciandos pensam sobre a necessidade de uma mudança de postura do professor em relação ao uso de tecnologias na sala de aula de Matemática, a fim de desconstruir a imagem atual dessa disciplina, usando o vídeo para estabelecer relações entre conteúdo matemático e problemas do cotidiano, a partir de suas aplicabilidades.

Os participantes associam a “prática do conteúdo” com o vídeo, como indicado na Figura 43. De fato, estabelecer relações entre a Matemática e ações do cotidiano, além de conectá-la a outras disciplinas, pela aplicabilidade, toma outros contornos com a dinamicidade do vídeo. Produzir um filme é contar uma história como uma síntese de ações visuais e sonoras utilizadas a fim de transmitir uma experiência humana (MOLETTA, 2009). Dessa forma, comunicar ideias matemáticas inseridas em um contexto, relacionando o conteúdo a experiências humanas, é algo adequado à proposta de produção de vídeo.

As tecnologias digitais tornam possíveis variadas experiências na sala de aula de Matemática, como descrevem Borba, Scucuglia e Gadanidis (2018), que organizaram as transformações ocorridas na sala de aula de Matemática que adotam as tecnologias digitais. Esses autores dividiram o período de inserção das tecnologias digitais na Educação Matemática em quatro fases, a partir de suas características e denominaram tais períodos de *Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática*. Nessas quatro fases se destacam o surgimento de laboratórios de informática nas escolas, o treinamento tecnológico dos professores, a popularização de computadores pessoais e a produção de softwares educacionais, os quais forneceram o que os autores chamaram de *experiências com tecnologias*, além do uso da internet que tornou possível que a produção de conhecimento ocupasse um novo lugar no que se refere às noções de tempo e espaço relacionadas ao ensino e à aprendizagem da Matemática.

O trabalho com representações múltiplas destaca a natureza tecnológica das atividades desenvolvidas a partir de 1990, sob a perspectiva teórica dos seres humanos – com – mídias, associado à experimentação, visualização e demonstração (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014). Borba e Villarreal (2005) e O’Halloran (2011), a partir de uma perspectiva mais ampla, associam a intensificação de possibilidades de uso de representações múltiplas às inovações tecnológicas. Borba e Villarreal (2005, p.76, tradução nossa)[48] afirmam que “Como resultado da grande acessibilidade a calculadoras gráficas e computadores, o uso de representações múltiplas foi discutida mais intensamente, principalmente em tópicos matemáticos como funções que se adequam a tal abordagem.”. Na quarta fase das tecnologias digitais com novas tecnologias e a internet as possibilidades para o uso de representações e, de forma mais geral, de recursos semióticos, foram ampliadas, principalmente com o uso de tecnologias, em especial, os vídeos didáticos.

No curso de licenciatura em Matemática da UNEB da modalidade a distância, vários vídeos produzidos pelos professores são disponibilizados aos estudantes como forma de apoiá-

[48] As a result of greater accessibility to graphing calculators and computers, the use of multiple representations has been discussed intensively, especially for Mathematics topics such as functions that seem to lend themselves to such na approach.

los em seus estudos. É por meio desses vídeos que os licenciandos conseguem conhecer a fisionomia de seus professores. Os vídeos são produzidos no formato de videoaula, e nesse material são percebidos a mobilização dos recursos semióticos principais do discurso matemático, a saber, a linguagem verbal oral, o simbolismo matemático e as imagens matemáticas, além da linguagem corporal. Nos fóruns da UNEAD, os estudantes expressaram em seu discurso o entendimento de que o uso de imagens no ensino de Matemática é importante, afirmando que a visualização auxilia na compreensão do conteúdo pelo aluno, em complemento a linguagem verbal.

Figura 44 - A visualização para a compreensão de conceitos matemáticos.

Re: Questão 3
por domingo, 30 Abr 2017, 00:51

É muito difícil o aluno compreender o conceito da reta tangente sem uma demonstração visual, por isso o winplot pode nos ajudar a determinar não apenas a reta tangente em um dado valor para x, como também sua posição em um ponto qualquer de x.

Re: Questão 3
por terça, 7 Mar 2017, 15:56

Sim Professora, a representação gráfica é importante, pois facilitam a análise e a interpretação do conceito. A análise gráfica nos dá um olhar diferente, não mais importante que o

Fonte: Dados da pesquisa.

Os estudantes indicam o uso da visualização juntamente com outro recurso em um trabalho coordenado, quando escrevem que um recurso não é mais importante que o outro, como citado por O’Halloran (2007), que conclui que os recursos semióticos são combinados para produzir significado. Porém, alguns estudantes entendem que estabelecer relações a partir de diferentes recursos semióticos nem sempre é fácil e exige um certo nível de aprofundamento teórico. Essa dificuldade foi levantada nas discussões, como mostra a Figura 45.

Figura 45 - Estabelecendo relações entre recursos semióticos.

Re: Questão 3
por domingo, 9 Abr 2017, 09:04

Sim podemos, um come cortado cortado por um plano na transversal temos a formação das parábolas com a imagem animada percebemos que de acordo com a inclinação do plano temos uma parábola com abertura diferente.

Re: Questão 3
por segunda, 10 Abr 2017, 22:42

Podemos sim, vimos perfeitamente o corte da secção transversal, no cone e a figura formada. Daí percebemos que aprendemos os conceitos e a definição, mas quando é para formarmos os nossos conceitos não sabemos como lidar, e se for para explicar em sala de aula, eu mesmo não iria conseguir desenvolver (matematicamente sim).

Estamos presos aos conceitos e definições matemáticas, mas na maioria dos assuntos, não sabemos tirar conclusões conceituais olhando para a figura formada com a definição do assunto.

Parece simples, mas não é, imagina em sala de aula, sem recurso nenhum, para explicar um assunto deste tipo?

Fonte: Dados da pesquisa.

Os estudantes, se referem, na Figura 45, a uma animação que apresenta o cone sendo seccionado por um plano. Da interseção das duas superfícies resultam as curvas cônicas. Os participantes consideram que a animação facilita a compreensão sobre o conceito de Cônicas, o que elas representam, porém, estabelecer relações algébricas a partir da visualização das secções cônicas, segundo o estudante, é complicado. No entanto, o uso de tecnologias digitais poderia facilitar esse tipo de ação, considerando a possibilidade de uso de diferentes recursos.

Quando questionados sobre que tipo de recurso didático produziriam para trabalhar conceitos matemáticos, os estudantes, em grande maioria, citaram o uso de software de Geometria Dinâmica, em especial o GeoGebra. O software Winplot também foi citado por alguns estudantes como uma alternativa para desenvolver materiais de apoio para as aulas.

Figura 46 - Recursos didáticos.

Re: Questão 3

por segunda, 8 Mai 2017, 20:08

Decidiria utilizar o software Winplot, pois é possível trabalhar gráficos da função quadrática, com especial atenção à relação entre a expressão algébrica que define a função e seu gráfico no plano cartesiano. A ideia da utilização deste recurso, Winplot, é trabalhar com comparações entre diversos gráficos da função quadrática e, consequentemente, poder analisar o que está ocorrendo nos coeficientes da função. Além de utilizar pouca memória do computador e, por outro lado, dispor de vários recursos que o tornam atraente e úteis para os diversos níveis de ensino e aprendizagem.

Re: Questão 3

por segunda, 8 Mai 2017, 23:27

Boa noite!

Concordo com todos, hoje é impossivel n podemos notar que o uso de ferramentas tecnológicas em sala de aula é muito grande. Dentro deste panorama podemos citar vários tipos de recursos tecnológicos que, além de chamar a atenção do aluno, podem enriquecer o papel do professor dentro da sala de aula. E se pensarmos em recursos que permitam ao aluno construir o seu próprio conhecimento, softwares dos mais variados tipos e com diferentes finalidades, também podem ser utilizados como ferramenta para o professor principalmente para desenvolver as suas aulas de geometria. Pois no ensino da Geometria, é indispensável explorar a visualização do aluno nas abordagem do conteúdo e é crucial que eles possam perceber a relação que existe entre o que está sendo estudado e o mundo. Estes softwares permitem aos alunos, diferentemente do quadro e giz/piloto ou livro didático, visualizar de maneira mais arrematada as figuras geométricas e também propiciam a construção dessas figuras e conceitos. Por exemplo se usarmos o GeoGebra na aula o aluno vai poder trabalhar os conceitos da Geometria, com movimentação e simulação nas situações. As propriedades geométricas usadas na construção dos desenhos são preservadas pelos movimentos

Fonte: Dados da pesquisa.

Os estudantes destacam as funcionalidades do software que possibilitam simulações para análise de comportamento, além da verificação de propriedades com a “movimentação”. Essas ideias estão de acordo com as perspectivas de experimentação e demonstração (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018) que permitem estabelecer relações entre representações a partir da tentativa e análises de comportamento. A fim de refletir sobre procedimentos que poderiam levar a um maior entendimento do conceito matemático, os participantes elaboraram algumas estratégias com uso de variadas representações, como ilustra a Figura 47.

Figura 47 - Estratégia para abordagem de conceitos matemáticos.

Re: Questão 3

por domingo, 9 Abr 2017, 17:42

Se apresentarmos a parábola ao aluno sem nomeá-la, nem aos seus elementos, mas inicialmente mostrando só a construção, o conteúdo é melhor aprendido. Depois vamos defini-la e relacionar cada ponto da construção com as palavras na linguagem materna. Se começarmos pela definição formal, o aluno se "assusta".

Re: Questão 3

por sábado, 29 Abr 2017, 02:47

Sempre que falamos das funções trigonométricas os alunos por vezes ou não as compreendem ou confundem.

O círculo trigonométrico é uma excelente ferramenta para o aluno visualizar todas as funções, entretanto, quando mostramos todas juntas a confusão tende a permanecer.

Por isso depois de horas de busca (partindo dos vídeos disponibilizado no AVA, que novamente deixou aqui meus agradecimentos). Consegui montar um circulo trigonométrico que possibilita exibir as funções isoladamente, ou em conjunto, bastando para isso selecionar quais funções desejamos visualizar.

Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar de que a maioria dos licenciandos se referiram ao uso de software quando discutiam a respeito de recursos didáticos, alguns citaram os vídeos digitais como possibilidade. Nesse caso o estudante reconhece o potencial do vídeo para a combinação de várias “linguagens” e apresenta um pequeno roteiro do vídeo que produziu, juntamente com outros estudantes, para a pesquisa. O vídeo Rosácea será analisado no capítulo de análise dos vídeos da pesquisa, com respeito ao seu potencial na combinação de recursos semióticos.

Figura 48 - Roteiro inicial do vídeo Rosácea.

Re: Questão 3
por segunda, 8 Mai 2017, 22:55

Olá!

Simpatizo com o auxílio de vídeos, como uma estratégia didática que utilize outras linguagens para o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos.

Pode-se, até, utilizar um software, como o Winplot, para elaborar um vídeo, considerando o conteúdo Rosáceas.

Como exemeplo de roteiro:

1 – Apresentação sobre os objetivos do vídeo;

2 – Informação sobre curvas clássicas (Limaçon, Lemniscata, Rosácea, etc.);

3 – Detalhamento da curva escolhida, a rosácea (características);

4 – Sequência para a construção do gráfico de uma rosácea;

5 – Relação com formas encontradas na natureza;

6 – Finalização do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

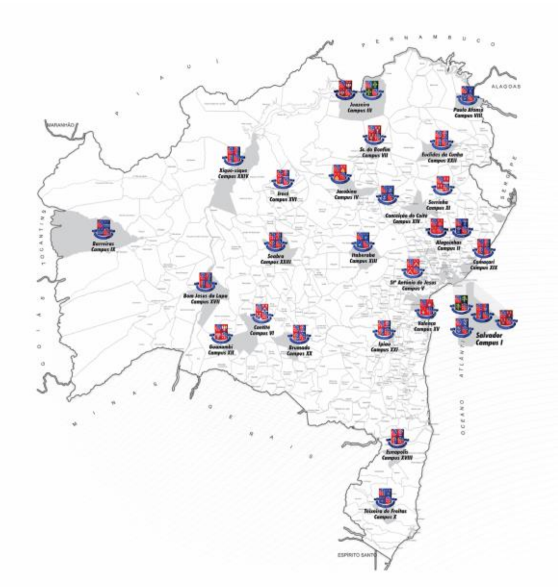
O potencial dos vídeos de permitir que diversos recursos semióticos sejam combinados para a expressão do conhecimento matemático é o foco da atividade. Os licenciandos discutiram nos fóruns sobre as potencialidades da visualização e da linguagem verbal para a aprendizagem matemática, porém não comentaram sobre o papel do simbolismo e outros recursos, como gestos, músicas, sons e efeitos especiais. Seus discursos pareceram restritos aos termos que compõem a palavra audiovisual e denunciaram o que parecia ser a primeira vez que refletem sobre os recursos que compõem o discurso matemático, o que é comum. Essa oportunidade de pensar sobre os recursos semióticos que podem ser utilizados quando a comunicação é voltada para o ensino permite que esta ação seja aprimorada.

A característica multimodal e multisemiótica do vídeo torna possível que experiências reais sejam expressas por meio de uma história apresentada no vídeo, o que viabiliza o uso da contextualização e da interdisciplinaridade, potencializando as funções pedagógicas desse recurso. O conteúdo matemático torna-se mais próximo do estudante quando é relacionado com a sua realidade e o saber prévio do estudante pode servir como ponto de partida para a formalização de conceitos. Essas características que são naturais do filme e do vídeo podem potencializar atividades matemáticas a partir da produção de significados em contextos específicos daqueles envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

5.3 Entraves e potencialidades do ambiente UNEAD na atividade de produção de vídeos que expressam ideias matemáticas

A Universidade do Estado da Bahia (UNEB), com sede na cidade de Salvador, foi criada em 1983, vinculada à Secretaria de Educação e Cultura do Estado da Bahia. Seguindo um sistema multicampi, a sua criação se deu a partir da integração de sete faculdades já existentes e em pleno funcionamento tanto na capital quanto no interior do estado da Bahia. Totalizando 24 campi, a UNEB hoje está presente em grande parte do território baiano, seja através dos seus cursos regulares de graduação, programas especiais e/ou projetos de pesquisa e extensão.

Figura 49 - Abrangência da UNEB.



Fonte: Projeto Político Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática da UNEB.

A partir da Resolução nº 600/2008, na qual o Conselho Universitário cria e autoriza o funcionamento de cursos da modalidade à distância, publicado em 27 de agosto de 2008, a UNEB estabeleceu o vínculo com a Universidade Aberta do Brasil e passou a oferecer vagas para o curso de licenciatura em Matemática da EaD. Com o Ensino a Distância, a UNEB está presente em 36 municípios do estado da Bahia.

Uma considerável parte da carga horária de graduação na EaD da UNEB é realizada no ambiente virtual de aprendizagem (AVA), plataforma na qual os professores dispõem de todo o material didático necessário ao desenvolvimento das disciplinas e local das principais interações entre professores, tutores e estudantes, criando comunidades de aprendizagem.

O órgão responsável pelo acompanhamento das ações e projetos na modalidade de Educação a Distância no âmbito da UNEB é a Unidade Acadêmica de Educação a Distância

(UNEAD). A UNEAD está vinculada à Reitoria da UNEB e tem o propósito de institucionalizar a EaD, integrando suas ações à estrutura de ensino, pesquisa e extensão já existente na UNEB, contribuindo para a convergência entre as modalidades presencial e a distância.

O espaço virtual no qual são realizadas grande parte das atividades relacionadas à Educação a Distância da UNEB é o Campus Virtual da UNEAD[49]. O campus virtual apresenta na página principal uma seção de notícias, onde aparecem os principais acontecimentos em destaque relacionados à área da Educação a Distância (EaD), além de informações específicas e organizadas com relação aos 12 cursos de graduação e os cinco cursos de especialização que oferece, além de projetos e cursos de extensão e de aperfeiçoamento. Há também informações sobre as formas de ingresso nos cursos de EaD na UNEB.

Segundo Melo (2013) a acessibilidade é uma exigência legal e que deve estar presente nos ambientes educacionais, de forma especial na modalidade de Educação a Distância, visto que um de seus objetivos principais é ampliar o acesso à educação. A oferta de atividades que possam ser efetivamente executadas no AVA da universidade deve ser, então, uma prioridade.

O processo de produção de vídeos elaborado para esta pesquisa foi dividido em etapas realizadas pelos estudantes de forma presencial, nos polos do curso, e de forma virtual. O acompanhamento das atividades foi realizado de forma totalmente virtual. O processo sugerido para produção dos vídeos compreendeu sete etapas, a saber, Divisão dos Grupos de estudantes e escolha do conteúdo a ser tratado no vídeo, escolha da abordagem do conteúdo no vídeo, aprofundamento teórico do conteúdo escolhido, elaboração do roteiro, pesquisa sobre técnicas para a produção e edição do vídeo e, por fim, a produção e edição do vídeo.

A internet se destacou nesse processo por possibilitar a sua realização, principalmente das etapas de pesquisa para aprofundamento teórico e na interação professor-estudante para discussão sobre as dúvidas que surgiram durante o processo de produção. Os estudantes se encontravam nos polos para reuniões onde tomavam as decisões sobre a produção do vídeo. Em alguns relatos, os participantes informaram ter realizado reuniões presenciais na biblioteca do polo presencial. Os tutores presenciais acompanharam e ajudaram, em alguns momentos, no esclarecimento de algumas das etapas iniciais do processo.

O Campus virtual da UNEAD, então, foi fundamental para que as instruções chegassem até os estudantes, sendo o local para envio de materiais para instrução de técnicas, como apostilas, vídeos e links de sites com tutoriais sobre produção e edição de vídeos. O campus virtual na UNEAD serviu como local para discussão sobre as dúvidas que surgiram nos participantes e para que isso funcionasse de forma organizada. Dado o grande volume de

[49] O endereço virtual do Campus Virtual da UNEAD é www.campusvirtual.uneb.br.

mensagens que circulavam no ambiente, foram abertos fóruns específicos onde os estudantes colocavam suas dúvidas, como mostra a Figura 50.

Figura 50 - Dúvidas sobre o desenvolvimento da atividade.

Re: Dúvidas sobre os procedimentos da Atividade de vídeos
por segunda, 5 Set 2016, 18:26

Professora confesso que estou um pouco perdida com tantas informações sobre esse vídeo, teria com fazer um cronograma mais "enxuto" sobre as datas em que temos que apresentar os relatórios dos vídeos?

Re: Dúvidas sobre os procedimentos da Atividade de vídeos
por terça, 6 Set 2016, 16:44

Boa tarde!

Professora, eu ainda estou com duvidas sobre a produção do vídeo. Sei que uns dos primeiros passos era formar o grupo e escolher um assunto que seria o tema para trabalharmos na produção do vídeo. E agora quais são os próximos passos?

Re: Dúvidas sobre os procedimentos da Atividade de vídeos
por quarta, 31 Ago 2016, 15:08

Olá!

O vídeo deve ter uma duração de no mínimo 4 minutos, não é?

Pensamos em apresentar o conceito de vetores e operações com vetores através de slides.

Pensamos também em exibir o momento exato do acidente com a espaçonave Challenger como recurso visual. A professora sugere mais alguma etapa?

Fonte: Dados da pesquisa.

No início da atividade foi disponibilizado uma apostila com todas as orientações para o desenvolvimento da atividade de produção dos vídeos, nas duas disciplinas nas quais os dados da pesquisa foram produzidos, mas naturalmente, algumas dúvidas persistiram e os Fóruns funcionaram bem nesse aspecto. Porém outras dúvidas não relacionadas às instruções foram apresentadas pelos estudantes. Os questionamentos sobre os procedimentos técnicos também foram levados aos fóruns não destinados às dúvidas, o que foi normal, visto que durante as discussões nos fóruns sobre a experiência no processo de produção de vídeos, sobre o conteúdo matemático ou sobre o uso de vídeos nas aulas de Matemática, as reflexões e discussões podem gerar dúvidas que precisam ser avaliadas para dar continuidade à interação no momento.

Figura 51 - Dúvidas no procedimentos técnicos para a produção de um vídeo.

Re: Questão 3
por sexta, 5 Mai 2017, 20:42

Pois é pessoal, eu queria aprender a gravar um vídeo pelo notebook, mas não a minha imagem explicando, gravasse apenas a tela e a minha fala explicando, queria aprender isso, para tentar gravar um pequeno explicando uma reta mesmo no winplot, ou geogebra, mas não conheço os recursos que devo usar. A professora colocou no fórum e eu nem tive tempo de explorar. Quem souber aí, viu. Aceito a orientação.

Re: Questão 3
por sexta, 12 Mai 2017, 21:06

Muito legal, professora Liliane, é isso mesmo que eu queria aprender. E como faz para colocar a animação?

Fonte: Dados da pesquisa.

Para os casos em que as dúvidas estavam relacionadas a procedimentos técnicos, como apresentadas na Figura 51, a explicação da pesquisadora, muitas vezes, era acompanhada de um link para um vídeo instrucional. Para a situação apresentada, especificamente, foram disponibilizadas explicações, juntamente com links de vídeos que ensinavam o procedimento para captura de tela e que mostravam formas de produzir animações em software livre.

Um entrave percebido durante o processo de produção dos vídeos foi o espaço reduzido nos fóruns para anexar vídeos instrucionais. Algumas vezes houve a necessidade de realização de discussão com base em um vídeo instrucional, os quais, geralmente, tem tamanho maior que 500KB, que é o limite permitido em uma mensagem. Um dos menores vídeos produzidos pelos estudantes para a pesquisa teve 1min32s e o seu tamanho é 10.930 KB. O ambiente também não permite que sejam anexados *gifs*, o que limita as possibilidades de produção dos estudantes.

A forma de organização dos fóruns para o cumprimento do acompanhamento das etapas no processo de produção dos vídeos é apontada como uma potencialidade do ambiente virtual de aprendizagem. Para cada duas etapas do processo, um fórum foi aberto. Essa organização, não só facilitou o suporte aos estudantes, como também o procedimento de organização para análise dos dados da pesquisa.

6 Análise dos vídeos produzidos na pesquisa

> [...] o momento em que uma soma de ideias ou de pensamentos se une para formar uma explicação, em que um certo raciocínio se constrói repentinamente, e em que uma ligação se estabelece entre vários fatos e faz-se a luz. É nesse estágio que a imaginação e a intuição do pesquisador são mais utilizadas. (POUPART et al, 2014, p. 305).

Este capítulo foi dividido em quatro seções com o intuito de estabelecer uma organização com base nas etapas do processo de análise dos vídeos possibilitando ao leitor um acompanhamento fiel dos procedimentos adotados nesta fase e das reflexões que emergiram desencadeando na análise dos dados produzidos na pesquisa. O objetivo aqui é apresentar reflexões sobre as dimensões da questão de pesquisa que emergiram dos dados, assim, a seção 6.1, intitulada *Os dados produzidos na Educação a Distância e a SF-ADM,* apresenta uma discussão sobre as especificidades da produção de dados de pesquisa que envolve vídeos no cenário da Educação a Distância online. Na seção 6.2, *Análise preliminar dos vídeos produzidos na pesquisa,* as justificativas para as escolhas dos vídeos que foram efetivamente analisados segundo a SF-ADM, em uma triangulação com os demais dados, são evidenciadas a partir dos resultados da adaptação do método de análise de vídeos de Powell, Francisco e Maher (2004) apresentado por Scucuglia (2012) e aplicado a todos os vídeos produzidos para a pesquisa. Por fim, a seção 6.3, intitulada *Análise Multimodal dos vídeos,* se voltará para a análise dos vídeos da pesquisa, segundo a Análise do Discurso Multimodal. Cinco vídeos foram analisados e para cada um deles uma nova subseção será apresentada. A análise desses vídeos considera, particularmente, como foram realizadas as combinações de recursos semióticos, além do potencial para expansão semântica das intersemioses realizadas. As possibilidades de expansão de significado de conceitos matemáticos a partir das intersemioses demonstradas nos vídeos tornam estes recursos mais efetivos no auxílio à aprendizagem. Essas ideias são articuladas com as concepções dos estudantes participantes da pesquisa explicitadas nos fóruns do ambiente virtual de aprendizagem, além dos dados referentes aos relatórios dos encontros dos estudantes para a produção dos vídeos e os roteiros nas Considerações Finais.

6.1 Os dados produzidos na Educação a Distância e a SF-ADM

Na análise dos dados de uma pesquisa a voz do pesquisador é evidenciada, fundamentada em sua visão de conhecimento e entrelaçada com a voz dos dados (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2018) e com a abordagem teórica adotada. Neste caso, buscando relatar o processo de análise dos dados de forma que seja explícito o seu caráter subjetivo, o texto desse capítulo será apresentado em primeira pessoa.

Bogdan e Biklen (2006) se referem a duas etapas que constituem a análise de dados da pesquisa: o momento de busca sistemática e organização do material acumulado durante a produção dos dados, por exemplo, transcrições de entrevistas e notas de campo; e, a interpretação dos dados, a qual se refere ao desenvolvimento de ideias sobre o que foi encontrado relacionando-os com a literatura.

Na análise dos dados realizei a construção lógica formada a partir do material produzido nesta investigação (SEVERINO, 2007), a fim de obter interpretações em torno das escolhas semióticas realizadas pelos estudantes participantes da pesquisa. Porém, ao andar em torno da questão de pesquisa enxerguei outras dimensões (BICUDO, 1993) desta, as quais se mostraram importantes para o entendimento do ambiente no qual a investigação foi realizada.

Dessas dimensões vieram à tona compreensões e interpretações significativas acerca do potencial de possibilidades de combinações dos recursos de linguagem, simbolismo e imagens com outros recursos, como gestos e música no discurso matemático apresentado nos vídeos. Além disso, emergiram reflexões sobre a visão dos professores em formação sobre a possibilidade do uso dos vídeos como recursos didáticos a serem utilizados nas aulas de matemática e sobre as possibilidades com relação às interações necessárias à condução das etapas de produção de um vídeo digital com conteúdo matemático no ambiente virtual de aprendizagem. No capítulo 5 apresentei uma sistematização das discussões realizadas nos fóruns da UNEAD organizadas em categorias emergentes que foram consideradas na interpretação dos dados. Essas categorias conduziram as reflexões sobre a formação do professor na Educação a Distância, em especial, sobre a formação para o uso de tecnologias digitais em Educação Matemática nesse cenário.

Segundo Belloni (2010), a formação inicial na modalidade de Educação a Distância integra as tecnologias de informação e comunicação como suportes essenciais de sua proposta pedagógica, favorecendo o uso competente, crítico e criativo dessas tecnologias pelo licenciando que dessa forma, estará “mais sintonizado com as culturas jovens e preparado para lidar com a complexidade de sua prática pedagógica no contexto de uma sociedade tecnificada e globalizada.” (BELLONI, 2010, p. 246). Essa seria uma das especificidades dos cursos de licenciatura da Educação a Distância e que teria influência direta nos dados produzidos nessa pesquisa. De fato, os estudantes participantes da pesquisa demonstraram, em sua maioria, entusiasmo no desenvolvimento da atividade de produção de vídeos, sem demonstrar receio diante da tarefa de elaborar um roteiro e manipular mídias, mesmo sem nunca ter realizado algo parecido, segundo os relatos. Dos oitenta e cinco estudantes participantes, apenas uma estudante me procurou para solicitar a dispensa da atividade pelo motivo de não saber manipular a tecnologia digital necessária para produzir um vídeo. Uma semana depois do seu pedido, a estudante voltou atrás afirmando que havia repensado e que essa seria uma oportunidade de aprender.

O engajamento da maioria dos estudantes na atividade de produção de vídeos proposta por mim nas duas disciplinas pode ser entendido como um resultado das práticas que envolvem a modalidade de Educação a Distância. Vale ressaltar que para essa turma, especificamente, a professora de Geometria Analítica II e Informática Aplicada a Educação Matemática produziu e compartilhou, com os estudantes, vídeos com o conteúdo das disciplinas regularmente. Com respeito a isso, Cruz (2016) afirma, baseada em observações empíricas e em relatos de estudantes, que mídias, como redes sociais, jogos eletrônicos, softwares de autoria audiovisual ou hipermidiática e ambientes virtuais de ensino e aprendizagem, ampliam as possibilidades de melhorar suas performances, tanto como estudantes quanto como professores. Porém Cruz (2016) declara que para que essas competências sejam apreendidas é necessário que práticas midiáticas sejam contínuas durante o processo de formação para a docência.

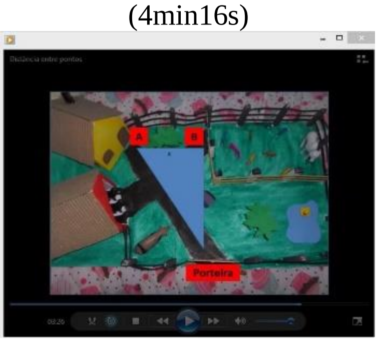
Os dados provenientes das discussões realizadas no ambiente virtual são elaborações submetidas pelos próprios participantes da pesquisa que, por sua vez, se apresentam na íntegra no ambiente virtual de aprendizagem, sendo cada trecho vinculado ao autor pelo seu cadastro no UNEAD. Assim, além das transcrições das discussões realizadas nos fóruns do ambiente virtual UNEAD, complementam os dados da pesquisa, vinte e sete vídeos produzidos pelos estudantes, relatórios dos encontros realizados para a produção dos vídeos e roteiros dos vídeos. Os vídeos produzidos pelos estudantes são protagonistas, pois tem relação direta com a pergunta que propus investigar ao trazer em seu conteúdo o conhecimento dos estudantes em expressões multimodais. Banks (2009, p. 100) afirma que "produzir um filme é uma maneira adequada de explorar e representar um conhecimento, pois existem maneiras de conhecer o mundo social que são independentes da linguagem.". Por outro lado, ao articular as reflexões sobre as categorias emergentes nos fóruns da UNEAD com o conteúdo dos vídeos produzidos consegui ir mais a fundo, trazendo para a discussão argumentos sobre as escolhas dos recursos, a técnica utilizada para a produção e suas ideias sobre o que estavam produzindo, ou seja, um material para auxiliar outros estudantes em dúvidas sobre aquele conteúdo específico apresentado em cada vídeo. Essa articulação, então, contribuiu na composição da narrativa para as considerações finais da pesquisa.

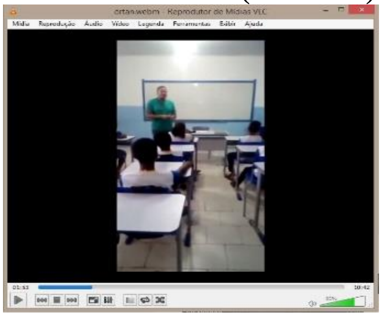
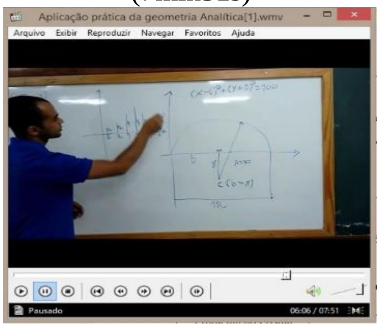
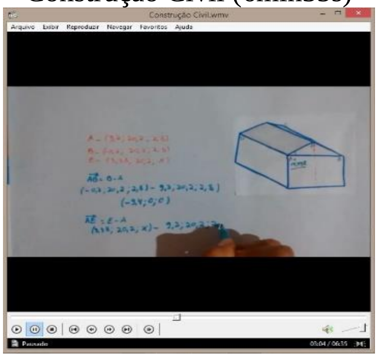
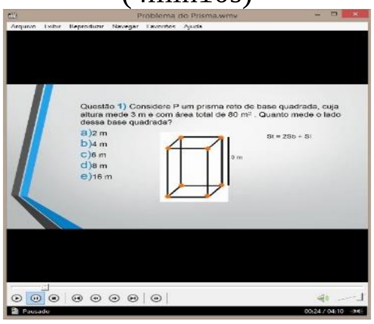
Na próxima seção, apresento a análise preliminar dos vinte e sete vídeos produzidos na pesquisa. Os relatórios e os roteiros foram utilizados para adicionar informações sobre os vídeos nessa análise. Os vídeos foram observados de forma isolada dos dados produzidos no ambiente virtual de aprendizagem UNEAD e os resultados dessa primeira análise auxiliaram na escolha dos vídeos que farão parte da análise dos dados da pesquisa na qual fundamentando-se na SF-ADM (JEWITT; BEZEMER; O'HALLORAN, 2016) foram confrontados com as categorias emergentes nas discussões dos fóruns da UNEAD.

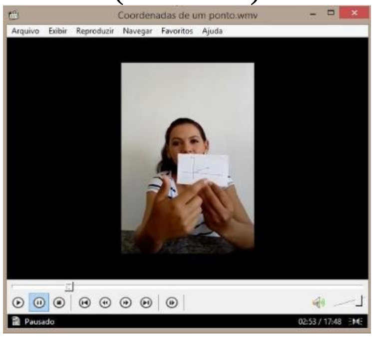
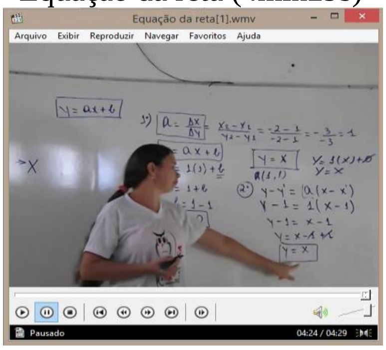
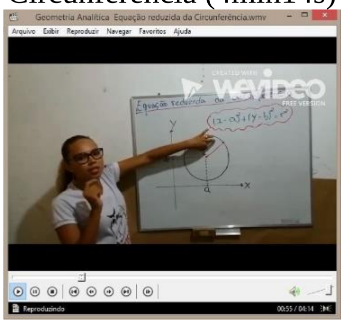
6.2 Análise preliminar dos vídeos produzidos na pesquisa

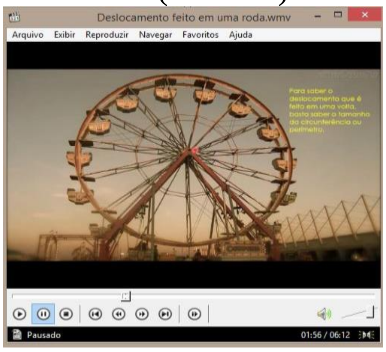
Nessa seção descrevo o processo de escolha dos vídeos para a análise dos dados. Foram produzidos trinta vídeos nas duas disciplinas, dezoito em Geometria Analítica II e doze em Informática Aplicada à Educação Matemática. Considerando que três grupos de estudantes de Geometria Analítica II reproduziram seus vídeos, aprimorando-os, na segunda disciplina, tem-se, então, vinte e sete vídeos, os quais foram analisados. O Quadro 11 apresenta a descrição de cada um dos dezoito vídeos produzidos em Geometria Analítica II, assim como o endereço de acesso a esses materiais.

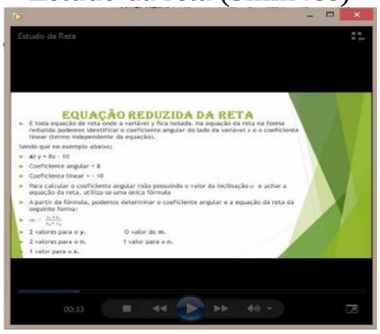
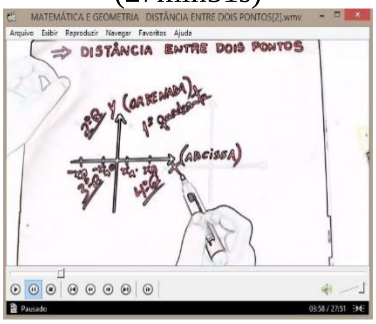
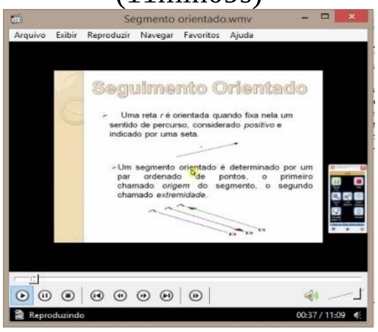
Quadro 11 - Vídeos produzidos na disciplina Geometria Analítica II.

Título do Vídeo	**Informações**	**Descrição**
Distância entre pontos (4min16s)  Produzido por estudantes de Amargosa – Bahia.	https://youtu.be/Km6lxBIl-IQ?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Resolução de um problema no qual um fazendeiro quer calcular a distância entre dois locais da sua fazenda. Os estudantes utilizam a fórmula para o cálculo da distância entre pontos definida em Geometria Analítica para resolver o problema.

Aula sobre Vetores (10min42s)  Produzido por estudantes de Amargosa – Bahia.	https://youtu.be/xnRSl4lb8Js?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Gravação de uma aula de um dos estudantes integrantes do grupo da disciplina, na qual ele explica para os seus alunos o conceito de ponto, reta e plano, antes de introduzir a noção de vetores e operações com vetores.
Aplicação prática da G.A. (7min51s)  Produzido por estudantes de Brumado – Bahia.	https://youtu.be/Rbl_CN1YdCM?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Discussão sobre o uso prático da equação da circunferência. Justifica-se o uso da equação para o traço de grandes circunferências. No final do vídeo um problema relacionado ao cálculo da altura das colunas que sustentam um telhado que tem a forma de uma semicircunferência é resolvido.
Construção Civil (6min35s)  Produzido por estudantes de Brumado – Bahia.	https://youtu.be/2wjTnFpv3oM?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Resolução de um problema sobre o cálculo da altura do vértice de um telhado com relação à linha da laje, considerando o formato triangular do telhado. A fórmula para o cálculo do ângulo entre vetores foi utilizada para determinar a altura.
Problema do Prisma (4min10s)  Produzido por estudantes de Brumado – Bahia.	https://youtu.be/zJYpvWqCpYc?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Resolução de um exercício no qual deve-se calcular a medida do lado da base quadrada de um prisma reto com altura e área definidas. A fórmula para o cálculo da área superficial do prisma foi utilizada para determinar a medida do lado da base quadrada.

Coordenadas de um ponto (17min48s)  Produzido por estudantes de Conceição do Coité – Bahia.	https://youtu.be/o7v79fXPe4k?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Discussão das noções de sistemas de coordenadas cartesianas, cilíndricas, polares, elípticas e geográficas. A resolução de um exercício sobre distância entre dois pontos do plano e a utilização de uma representação do plano cartesiano com materiais concretos, para discutir ponto médio de segmento são apresentados.
Vetores e Tecnologias Espaciais (7min58s)  Produzido por estudantes de Conceição do Coité – Bahia.	https://youtu.be/rcq8IYHLOhs?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Apresentação de uma discussão sobre a ideia de Momento Linear, introduzindo o tópico com fatos históricos e concluindo com uma análise da definição do conceito a partir da Lei do paralelogramo.
Equação da reta (4min29s)  produzido por estudantes de Itaberaba – Bahia.	https://youtu.be/pZhQYadd0K4?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Resolução de um exercício no qual pede-se para determinar a equação reduzida de uma reta a partir de dois pontos pré-determinados.
Equação reduzida da Circunferência (4min14s)  Produzido por estudantes de Itaberaba – Bahia.	https://youtu.be/B_Z_HXYaLqo?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Gravação de uma aula na qual deduzem a fórmula da equação reduzida de uma circunferência com centro em um ponto qualquer do plano cartesiano. O vídeo é finalizado com um exemplo.

Coordenadas Polares (1min49s)  Produzido por estudantes de Itaberaba – Bahia.	https://youtu.be/DqAd_lLbcZU	Gravação de uma aula na qual são apresentadas noções de coordenadas polares. São definidas as ideias de eixo polar, distância polar e discutem o significado das coordenadas positivas e negativas em um ponto definido por coordenadas polares.
Deslocamento feito em uma roda (6min12s)  Produzido por estudantes de Mata de São João – Bahia.	https://youtu.be/LgmBwQAsiCk?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Discussão em torno da pergunta: Qual é a distância percorrida por um banco de uma roda gigante ao completar uma volta completa? No vídeo é introduzida um pouco da história da roda, além das noções de raio, diâmetro e comprimento de uma circunferência.
O estudo das retas (1min32s)  Produzido por estudantes de Mata de São João – Bahia.	https://youtu.be/BOCgNXnVlW0?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Apresentação da noção de retas paralelas. Um exemplo visual, utilizando a imagem de uma cadeira, é realizado para verificação das noções apresentadas.
Parábola (8min38s)  Produzido por estudantes de Mata de São João – Bahia.	https://youtu.be/aAkBqjO7pwM?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Apresentação da definição de Parábola a partir da igualdade entre a distância de um ponto ao foco e a distância desse mesmo ponto a diretriz. São demonstradas as relações entre os pontos da parábola e o foco utilizando espelhos e um laser.

Simetria dos cones (3min45s)  Produzido por estudantes de Mata de São João – Bahia.	https://youtu.be/Vp7LA5URag8?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Discussão sobre a história da Simetria e sobre as noções de Reflexão, Rotação e Translação.
Estudo da reta (3min48s)  Produzido por estudantes de Santo Estevão – Bahia.	https://youtu.be/HbOsvoT-EEg?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Apresentação em slides de noções relacionadas às Retas. São apresentados os conceitos de inclinação da reta, coeficientes de uma equação reduzida da reta, além da definição de equação geral de uma reta por meio da matriz formada a partir de pontos da reta.
Distância entre dois pontos (27min51s)  Produzido por estudantes de Santo Estevão – Bahia.	https://youtu.be/xpfEuo9DQ7s?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Apresentação de uma aula sobre Distância entre dois pontos do plano a partir de uma gravação com efeitos. Realizou-se uma discussão detalhada sobre as noções de plano cartesiano e seus elementos.
Segmento orientado (11min09s)  Produzido por estudantes de Santo Estevão – Bahia.	https://youtu.be/koocv142Oj0?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Apresentação em slides das noções de segmento orientado, adição e subtração de vetores. O vídeo é finalizado com um exemplo.

Rosácea (4min47s)  Produzido por estudantes de Santo Estevão – Bahia.	https://youtu.be/DKwBtzoS9wU?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD	Discussão da noção de Rosáceas, definidas no sistema de coordenadas polares. O vídeo traz imagens de rosáceas em construções e na natureza. As rosáceas são definidas de forma algébrica e alguns exemplos são construídos utilizando o software Winplot.
Total de videos: 18	Tempo total de videos: 137min34s	

Fonte: Dados da pesquisa.

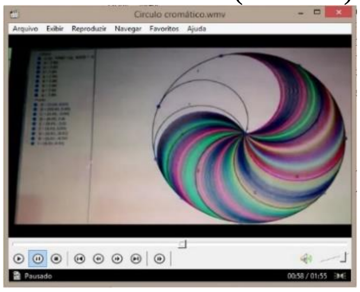
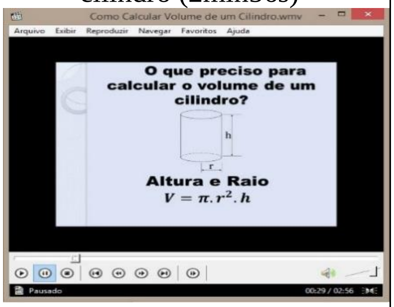
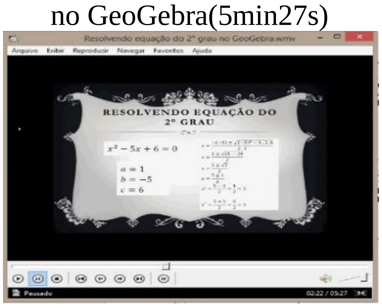
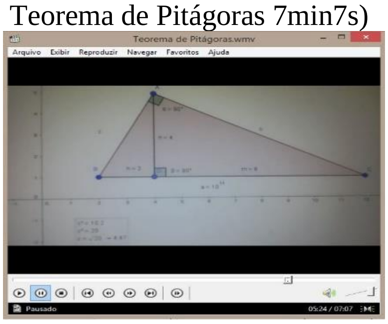
Dentre os vídeos produzidos na disciplina de Geometria Analítica II, um abordou tema de Geometria Espacial (Problema do Prisma) e outro tratou de um tema de Geometria Plana (Deslocamento feito em uma roda). A princípio, foi solicitado que os grupos escolhessem como tema para os vídeos conteúdos da disciplina Geometria Analítica I ou Geometria Analítica II, porém quando os grupos apresentaram outros tópicos, eu os aceitei, visto que junto com eles apresentaram as primeiras versões dos roteiros dos vídeos.

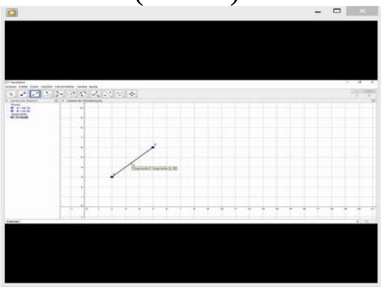
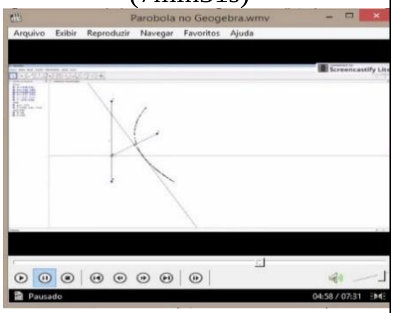
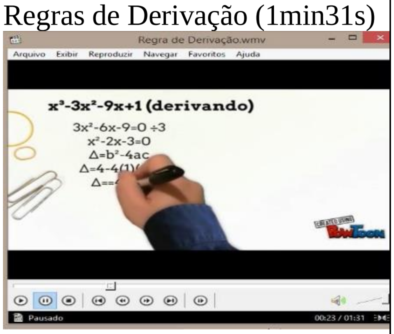
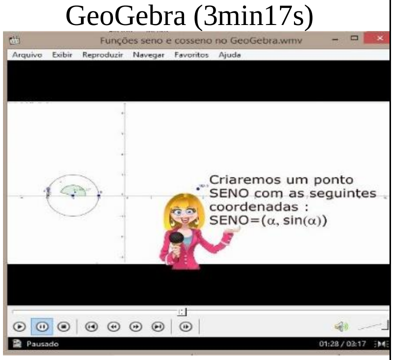
Com relação ao tempo do vídeo, solicitei que as produções não ultrapassassem 8 minutos, porém cinco vídeos excederam o tempo definido. Minha intenção ao determinar um limite de tempo foi para que os vídeos estivessem adequados às normas do I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. Os estudantes foram convidados a participarem do evento, caso houvesse interesse. Nesse caso, se os vídeos produzidos na disciplina já contemplassem as normas do evento, isso facilitaria a participação dos estudantes.

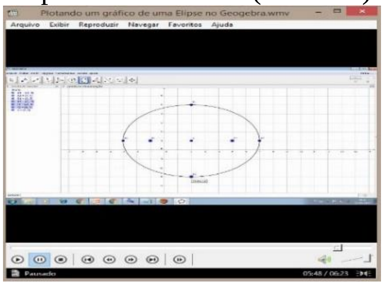
O conteúdo matemático dos vídeos foi discutido em um dos fóruns do ambiente virtual, porém o seu compartilhamento pelos participantes da pesquisa aconteceu já no final do semestre letivo, o que ocasionou que as considerações teóricas e técnicas que eu publiquei nos fóruns, para cada vídeo produzido e compartilhado na UNEAD, visando o seu aprimoramento, não fossem realizadas, embora fossem discutidas no fórum. Os estudantes justificaram que o volume de atividades no final do semestre não permitiu que refizessem os vídeos.

Sessenta e dois estudantes se envolveram na atividade de vídeos da disciplina de Geometria Analítica II e quarenta e sete na disciplina de Informática Aplicada à Educação Matemática. Na segunda disciplina, solicitei que softwares matemáticos fossem incorporados de forma mais acentuada nos vídeos. As descrições dos vídeos produzidos em Informática Aplicada à Educação Matemática são disponibilizadas no Quadro 12.

Quadro 12 - Vídeos produzidos em Informática Aplicada à Educação Matemática.

Título do Vídeo	**Informações**	**Descrição**
Círculo Cromático (1min55s)  Produzido por estudantes de Amargosa – Bahia.	https://youtu.be/yyJCILBcpPM?list=PLFe4cPJPgGN-tbmOVuTM_OBZUL8CZcEzO	Apresentação da definição de Círculo Cromático e de uma construção do círculo no GeoGebra, a qual utilizando a ferramenta animação demonstram o efeito das cores no círculo.
Como calcular o volume de um cilindro (2min56s)  Produzido por estudantes de Brumado – Bahia.	https://youtu.be/GZaE7D7LoX8?list=PLFe4cPJPgGN-tbmOVuTM_OBZUL8CZcEzO	Resolução de um problema sobre o cálculo do volume de um cilindro. Os elementos que compõem a fórmula do cálculo do volume do cilindro são definidos.
Resolvendo equação do 2º grau no GeoGebra(5min27s)  Produzido por estudante de Brumado – Bahia.	https://youtu.be/Ssn3etqhEB4?list=PLFe4cPJPgGN-tbmOVuTM_OBZUL8CZcEzO	Resolução de um mesmo exercício sobre o cálculo de uma equação do segundo grau de duas diferentes formas: utilizando a fórmula de Bhaskara e determinando no GeoGebra os zeros da função definida a partir da equação dada.
Teorema de Pitágoras 7min7s)  Produzido por estudantes de Brumado – Bahia.	https://youtu.be/O6B3-SA_-Ow?list=PLFe4cPJPgGN-tbmOVuTM_OBZUL8CZcEzO	Apresentação do teorema de Pitágoras. O teorema é enunciado e sua demonstração é apresentada a partir das equações definidas em um triângulo retângulo qualquer. O vídeo é finalizado com a resolução de um exercício, seguido da sua verificação no GeoGebra.

Ponto e segmento de reta (7min3s)  Produzido por estudantes de Conceição do Coité – Bahia.	https://youtu.be/zlyjcQgBXzA?list=UUrW3D8_SLKfu2XKn2dXJtYQ	Discussão, utilizando o GeoGebra, das noções de segmento de reta e ponto médio de um segmento de reta.
Parábola no GeoGebra (7min31s)  Produzido por estudantes de Mata de São João – Bahia.	https://youtu.be/W34cChzpA9w?list=UUrW3D8_SLKfu2XKn2dXJtYQ	Apresentação de um tutorial para a construção de uma parábola no GeoGebra a partir da ideia de Lugar geométrico. A ferramenta rastro do software é utilizada para descrever a parábola pela movimentação de um ponto de interseção de duas retas definidas a partir da reta diretriz da parábola.
Regras de Derivação (1min31s)  Produzido por estudantes de Mata de São João – Bahia.	https://youtu.be/1iyM9MNwvSU?list=UUrW3D8_SLKfu2XKn2dXJtYQ	Apresentação, utilizando a ferramenta online Powtoon, de algumas das regras para o cálculo da derivada de funções polinomiais. O GeoGebra é utilizado para mostrar os pontos máximo e mínimo de uma função polinomial.
Funções seno e cosseno no GeoGebra (3min17s)  Produzido por estudantes de Santo Estevão – Bahia.	https://youtu.be/PID26_gCC3U?list=UUrW3D8_SLKfu2XKn2dXJtYQ	Apresentação da construção dos gráficos das funções Seno e Cosseno utilizando o GeoGebra. O passo a passo para a construção considera uma circunferência de raio um e o ângulo entre o centro da circunferência, um ponto C qualquer da circunferência e a interseção do eixo x com o a tangente que passa por C.

Plotando o gráfico de uma Elipse no GeoGebra (6min23s)  Produzido por estudantes de Santo Estevão – Bahia.	https://youtu.be/xuKXlwe8Dus?list=UUrW3D8_SLKfu2XKn2dXJtYQ	Apresentação da cônica Elipse. O bloco de notas é utilizado para mostrar o processo de redução da equação de uma Elipse e o software GeoGebra é utilizado para a construção de uma Elipse.
Rosácea (6min48s)  Produzido por estudantes de Santo Estevão – Bahia.	https://youtu.be/mziicBKC3tc?list=UUrW3D8_SLKfu2XKn2dXJtYQ	Discussão da noção de Rosáceas, definidas no sistema de coordenadas polares. O vídeo traz imagens de rosáceas em construções e na natureza. As rosáceas são definidas de forma algébrica e alguns exemplos são construídos utilizando o software Winplot. A discussão utilizando o software foi ampliada.
Total de videos: 10	Tempo total de videos: 49min2s	

Fonte: Dados da pesquisa.

Doze vídeos foram entregues pelos grupos na disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática, porém três deles foram vídeos produzidos em Geometria Analítica II que foram revisados e adaptados para a nova disciplina. Dois desses vídeos revisados não foram incluídos no Quadro 12, a saber, Problema do Prisma e Distância entre dois pontos, por não apresentarem modificações substanciais. O vídeo Rosácea foi revisado e teve sua discussão final sobre a construção de rosáceas no Winplot ampliada.

A temática da disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática previa o estudo de conteúdos já vistos em disciplinas de semestres anteriores, como Geometria Analítica I e II e Fundamentos de Matemática, porém com a implementação do conteúdo pelo uso de softwares de Matemática. A professora de Informática Aplicada à Educação Matemática adotou dois softwares, o Winplot e o GeoGebra e a temática da disciplina foi integrada a atividade de produção de vídeos, sendo solicitado, então, que fossem utilizados softwares, na forma que quisessem, na produção dos vídeos, o que resultou nos dez vídeos apresentados no Quadro 12.

A análise dos 28 vídeos produzidos nas disciplinas seria inviável, visto que o espaço para a sua apresentação é limitado. Supondo que alguns vídeos podem trazer mais elementos para análise do que outros ao serem examinados sob a lente teórica adotada na pesquisa, percebi a necessidade da realização de uma análise em primeiro nível de todos os vídeos produzidos na pesquisa, de forma que permitisse uma seleção para a análise mais detalhada dos dados.

Entre as vantagens oferecidas pelos dados em formato de vídeos, Powell, Francisco e Maher (2004) pontuam a possibilidade de pesquisadores visualizarem os eventos gravados com a frequência que for necessária, além de considerar formatos variados das imagens para essa observação, como o formato em câmera lenta ou quadro a quadro, tornando visíveis nuances sutis na fala, assim como nos comportamentos não verbais, o que os torna viáveis em análises de fenômenos multimodais. A análise detalhada das imagens em vídeo possibilita ainda a realização de interpretações em múltiplas perspectivas.

A análise em primeiro nível dos vídeos seguiu alguns dos passos da adaptação realizada por Scucuglia (2012) do modelo de análise de vídeos apresentada por Powell, Francisco e Maher (2004). Em sua adaptação Scucuglia (2012) combinou alguns dos sete procedimentos do modelo original reduzindo-o a cinco etapas. As etapas para análise de vídeos proposta por Scucuglia (2012) são, então, (a) visualização e descrição, que se refere à visualização repetida dos vídeos considerando múltiplos pontos de vista, para familiarização com os dados, seguido da elaboração de uma tabela descritiva dos vídeos contendo informações consideradas importantes pelo pesquisador; (b) codificação, que está relacionada à identificação de temas que ajudam o pesquisador a interpretar os dados; (c) eventos críticos, referente aos momentos que confirmam ou desafirmam hipóteses de pesquisa e, neste caso, direcionado aos momentos em que acontecem intersemioses nos vídeos; (d) transcrição dos eventos críticos; (e) construção do enredo e composição da narrativa, relativo ao contraste do resultado da codificação e interpretação de eventos críticos com outros dados da pesquisa.

A pergunta proposta nesta pesquisa é: Como licenciandos em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos para expressar ideias matemáticas? Recursos semióticos são meios modelados ao longo do tempo que são gerados fisiologicamente ou tecnologicamente para produzir significados, como linguagem verbal, simbolismo matemático, imagens, expressões faciais, gestos, música e som e o processo de combinação de recursos semióticos é chamado de intersemiose através do qual resulta o significado contextualizado, ou seja, a expansão semântica. Com o propósito de analisar em profundidade alguns dos vídeos produzidos na pesquisa, sob a lente da SF-ADM, para responder à interrogação supracitada, realizei a análise em primeiro nível de todos os 28 vídeos a partir das etapas (a), (c) e (d) do modelo de Scucuglia (2012). Dessa forma, visualizei repetidamente os 28 vídeos produzidos, ao mesmo tempo em que elaborei em um arquivo do software Excel uma tabela descritiva contendo as seguintes informações: Título, Tempo do vídeo, Autores, Tema, Descrição, Técnica de produção/edição, Recursos semióticos, Modalidade do recurso semiótico, Eventos

Críticos, Introdução do vídeo, Problema apresentado, Resolução do problema apresentado, Conexão do tema do problema apresentado com outras áreas e Observações. Os eventos críticos e a transcrição desses, itens (c) e (d) do modelo, estão incorporados na tabela na coluna *Eventos Críticos.* Essas informações foram organizadas em abas separadas por polos, por exemplo, na primeira aba coloquei os dados referentes aos vídeos produzidos pelos alunos do polo de Amargosa, nas duas disciplinas.

O Quadro 13 e o Quadro 14 seguintes apresentam uma parte dos dados da tabela descritiva criada no Excel durante a realização da análise em primeiro nível dos vídeos produzidos em Geometria Analítica II e em Informática Aplicada à Educação Matemática, respectivamente. Nesses quadros destaco os eventos críticos apresentados nos vídeos, principal item utilizado como critério para a escolha daqueles que comporiam a análise em profundidade segundo a SF-ADM. Vale destacar que outros itens emergentes na fase de descrição dos vídeos não foram desconsiderados, os quais são relatados na coluna *Informações técnicas*.

Quadro 13 - Dados da tabela descritiva dos vídeos produzidos em Geometria Analítica II.

	Recursos Semióticos	Eventos críticos	Informações técnicas
Distância entre pontos	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens (fotografias) Imagens matemáticas Música	Combinaram-se no início do vídeos música, linguagem verbal escrita e imagens (fotografias) para apresentar os materiais que foram utilizados para montar a maquete que ilustrará o problema, assim como, para mostrar o próprio processo. Aos 3min23s os dados do problema são apresentados em linguagem verbal oral, escrita e imagens do ambiente criado na maquete. Aos 3min45s é apresentada a resolução do problema através da linguagem verbal oral, escrita, o simbolismo matemático e uma imagem matemática.	O Movie Maker foi utilizado na edição do vídeo produzido com fotos da produção da maquete e de slides contendo o enunciado e a resolução do problema proposto. A maquete produzida serviu como cenário para a discussão inicial do problema.
Aula sobre vetores	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Expressões faciais Gestos dêiticos Gestos representacionais	Em sua aula sobre vetores, o professor articula em todos os momentos a linguagem verbal oral e escrita, com expressões faciais, movimentos corporais (posições), gestos dêiticos e representacionais, simbolismo matemático e imagens matemáticas, ao interagir com os alunos explicando o conteúdo na lousa.	Gravação pelo celular de aula ministrada pelo estudante participante da pesquisa. A imagem do vídeo não possui boa visibilidade.
Aplicação prática da Geometria Analítica	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens (Fotografias) Imagens matemáticas Expressões faciais Gestos dêiticos Gestos representacionais Música	Por se tratar de um vídeo de uma aula vários recursos semióticos são combinados a todo momento. Linguagens verbal oral acompanham o simbolismo matemático utilizado na dedução da fórmula da equação da circunferência escrita na lousa. Essa dedução também acontece junto à análise de imagens matemáticas em que também são combinados gestos dêiticos, representacionais e expressões faciais para a explicação. A música é combinada com imagens de construções com formato circular e texto explicativo.	Gravação pelo celular da apresentação de uma aulas organizada pelos estudantes participantes da pesquisa. O vídeo foi editado no software Movie Maker. Na edição foram feitos cortes para inclusão de imagens para apresentação dinâmica de imagens a partir de fotos ou slides.

Construção Civil	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagem (figuras) Imagem em movimento Imagem matemática Gestos dêiticos Música	A linguagem verbal escrita não interage com outros recursos, aparecendo apenas no título do vídeo e no final com informações sobre os participantes. No início do vídeo, a música, a linguagem oral, as figuras e imagem em movimento são combinadas para introduzir o tópico que será abordado. A música passa a ideia de que algo dinâmico e divertido será apresentado em seguida no vídeo. Durante a resolução do problema proposto foram articulados a linguagem verbal oral, o simbolismo matemático e a imagem que representava o telhado, o qual teve seus vértices, ângulos e lados identificados pelo uso dos gestos dêiticos	O vídeo foi gravado com celular e editado no Movie Maker. Foram realizadas gravações de uma construção para a introdução do vídeo, em seguida apresenta-se a gravação das mãos de uma estudante desenvolvendo a resolução do problema proposto no vídeo no papel.
Problema do Prisma	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagem matemática Efeito de cores	Na introdução do vídeo são combinadas a linguagem verbal oral e a linguagem verbal escrita para apresentação dos estudantes, da instituição e do tema do vídeo. Ao enunciarem o problema proposto no vídeo, os estudantes combinam linguagem verbal oral e escrita, imagem e efeitos de cores que chamam atenção para os vértices de uma representação do prisma. Na resolução do exercício proposto são combinadas a linguagem verbal oral, a imagem da planificação do prisma e o simbolismo matemático.	O software Movie Maker foi utilizado na edição do vídeo cujos quadros são slides contendo o texto da apresentação, o enunciado do problema e a sua resolução.
Coordenadas de um ponto	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Expressões faciais Gestos dêiticos Gestos representacionais Objetos tridimensionais Música	Na primeira parte do vídeo são combinados gestos representacionais, expressões faciais, linguagem verbal oral, objetos tridimensionais, para representação dos eixos de coordenadas e uma imagem representando o plano polar. Na segunda parte uma estudante é gravada enquanto mostra na tela de uma TV a resolução de um exercício. São combinadas, então, a linguagem verbal oral, os gestos dêiticos, que acompanham o que está escrito na tela, além da linguagem verbal escrita, o simbolismo matemático e as imagens matemáticas. Na terceira parte outra estudante constrói um plano cartesiano de isopor e resolve um problema utilizando esse plano. São combinados a linguagem verbal oral, simbolismo matemático, linguagem verbal escrita e objetos tridimensionais. A música é utilizada na introdução e no final, quando apresentam os créditos do vídeo.	O vídeo foi gravado com o celular e editado no movie maker com acréscimos dos slides de introdução e créditos no final com música. A gravação da tela da TV com a projeção do problema causou reflexos na imagem que atrapalham sua visibilidade.

Vetores e tecnologias espaciais	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Imagem (fotografia) Imagem em movimento Música	Na introdução foram combinadas a linguagem verbal oral e expressões faciais com a apresentação da introdução do vídeo realizada por uma estudante. Em seguida os estudantes articularam linguagem verbal oral e escrita, expressões faciais, imagens (figuras) e imagens em movimento (parte de um vídeo do YouTube) na discussão que contextualiza o tema tratado no vídeo. Na parte final, em que o conceito de momento linear é apresentado, são combinados a linguagem verbal oral, escrita, simbolismo matemático, imagens (fotografias), imagens matemáticas e imagem em movimento (partes de vídeos do YouTube). Músicas são utilizadas no início e no final do vídeo.	O vídeo foi editado no Movie Maker. Foram realizados cortes nas gravações em que aparecem os estudantes para a introduções de partes de dois vídeos. Slides foram utilizados para a apresentação da definição de Momento Linear.
Equação da reta	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagem matemática Expressões faciais Gestos dêiticos	Para enunciar o exercício foram combinados a imagem matemática da reta, a linguagem verbal oral e escrita, os gestos dêiticos, expressões faciais. Para a resolução, a estudante combinou a linguagem verbal oral e o simbolismo matemático ao expressar todos os passos do procedimento para resolução. Além disso, usou os gestos dêiticos para enfatizar alguns elementos, as expressões faciais e a linguagem verbal escrita embutida no simbolismo matemático.	Gravação pelo celular da apresentação de uma resolução de um exercício na lousa organizada pelos estudantes participantes da pesquisa. O vídeo não foi editado em nenhum tipo de software.
Equação reduzida da circunferência	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Expressões faciais Gestos dêiticos	Na primeira parte do vídeo uma estudante apresenta a dedução da fórmula da equação reduzida da circunferência na lousa. Nessa parte são combinadas a linguagem verbal oral e escrita, o simbolismo matemático, a imagem matemática representando a circunferência, os gestos dêiticos que destacam elementos da circunferência que serão relacionados para a dedução da fórmula e as expressões faciais. Na segunda parte do vídeo os mesmos recursos foram combinados para a resolução de um exercício de aplicação da fórmula proposto.	Gravado com o celular e editado com a versão livre do software WEVIDEO, trata-se da gravação pelo celular de uma aula organizada pelos estudantes participantes da pesquisa.
Coordenadas polares	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Expressões faciais Gestos dêiticos	Na aula sobre coordenadas polares realizada pelos estudantes são combinadas a linguagem verbal oral com a escrita, a imagem e o simbolismo matemático quando realizam a leitura do que está exposto na lousa. Os gestos dêiticos destacam elementos em momentos específicos da leitura. A combinação dos recursos é superficial, visto que foi realizada uma leitura do que já estava escrito no quadro sem acréscimos de elementos.	Gravado com o celular e editado com o movie maker, conversas no local onde foi gravado o vídeo ocasionaram interferência que dificultam o entendimento no início do vídeo.

Deslocamento feito por uma roda	Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Simbolismo matemático Imagens matemáticas Imagens (figuras) Gestos dêiticos Música e sons Cenário	No início foram combinados a linguagem verbal oral e os objetos do cenário em que foi gravado o vídeo. Imagine se, ao apresentar o problema só aparecesse a imagem da roda gigante no parque, sem o som. O som natural daquele ambiente atribui um significado maior ao que está sendo comunicado na linguagem verbal oral. Na discussão da resolução do problema proposto no vídeo (em linguagem verbal oral) foram combinados, as linguagens verbais oral e escrita, as imagens, imagens matemáticas, o simbolismo matemático e os gestos dêiticos a partir da utilização de uma luz de laser. A música aparece na parte final, na apresentação dos créditos da produção.	Gravação com o celular e edição com slides no Movie maker. Os ruídos e sons do parque na parte inicial do vídeo destacam a atmosfera real do ambiente que contextualiza o problema proposto, porém dificulta um pouco que o espectador entenda do que está sendo falado pelo estudante.
O estudo das retas	Linguagem verbal escrita Simbolismo matemático Imagem Música	O vídeo não possui falas. Uma música suave acompanha as definições apresentadas em linguagem verbal escrita pouco formal. Ou seja, há pouco simbolismo matemático e um pouco mais de linguagem verbal escrita. Uma imagem de uma cadeira é utilizada no enunciado do exercício de verificação de paralelismo, porém não foi realizada uma combinação da imagem da cadeira com o simbolismo matemático.	Apresentação de slides animados utilizando a ferramenta Powtoon.
Parábola	Linguagem verbal oral Imagens matemáticas Imagens (fotografias) Gestos dêiticos Gestos representacionais Objetos tridimensionais Efeitos de luz	O estudante que apresenta a propriedade com o auxílio de um plano de isopor, uma régua, um espelho e um laser, combina esses recursos para esclarecer conceitos e propriedades. A linguagem verbal oral é utilizada em toda a primeira parte do vídeo em que são explicadas as ideias matemáticas, combinada com os gestos dêiticos (feitos com uma régua), a imagem matemática representando a parábola e efeitos de luz feitos com o laser e espelho. No final do vídeo, imagens do procedimento explicado são apresentadas.	Gravação com o celular da explicação dos conceitos e propriedades usando o material concreto. A edição do vídeo foi realizada no Movie maker.
Simetria dos cones	Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Expressões faciais Objetos tridimensionais	Na discussão sobre Simetria o estudante apresenta uma contextualização histórica do tema e segue com uma leitura dos conceitos de reflexão, rotação e translação. São combinados, então, apenas dois recursos, a linguagem verbal oral e as expressões faciais. Quando apresenta a ampulheta como um exemplo de Cone (equivocadamente), o estudante faz uso dos mesmos dois recursos combinados com o objeto tridimensional. Na parte final, a linguagem escrita aparece na apresentação dos créditos.	Gravação com o celular da imagem do estudante que fala diretamente para a câmera. O vídeo foi editado no Movie maker.

Estudo da reta	Simbolismo matemático Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Imagem (figura) Música	As combinações dos três principais recursos acontecem como nos livros: a linguagem escrita auxilia na estruturação do simbolismo matemático e ajuda na análise da imagem matemática. A música é lenta e suave e acompanha todos os slides. Os estudantes se preocupam em deixar um espaço de tempo entre os slides para que o expectador possa ler com calma o conteúdo escrito.	O vídeo foi produzido no formato de apresentação de slides com gravação da tela do computador.
Distância entre dois pontos	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Gestos dêiticos Música	No vídeo os estudantes combinam linguagem verbal oral, que é utilizada de forma intensa, com imagens matemáticas, simbolismo matemático e gestos dêiticos. A linguagem escrita aparece, porém de forma reduzida, na apresentação, no título e nos créditos do vídeo. Os estudantes utilizam as mãos para causar modificações na imagem matemática e completar o sentido do que estão falando. É um recurso interessante que agiliza o processo, economizando o tempo de produção de mais uma imagem. A música no início e no final do vídeo é animada e entusiasma o expectador com relação ao que está por vir.	Gravação com o celular de um plano em que aparece as mãos dos estudantes explicando no papel as noções referentes a plano cartesiano, posição de pontos no plano e distância entre pontos. O vídeo foi editado no Movie maker e é extenso.
Segmento orientado	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Gestos dêiticos	O conteúdo do vídeo se restringe à uma leitura/ explicação do conteúdo exposto nos slides como em um livro. O estudante usa a seta do computador (mouse) para fortalecer o discurso, chamando atenção para algo que queira no texto apresentado no slide. Combina-se então, linguagem verbal oral, gestos dêiticos (seta), linguagem verbal escrita e simbolismo matemático e imagens matemáticas.	O vídeo foi produzido no formato de apresentação de slides com gravação da tela do computador.
Rosácea	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Imagens (fotografias e figuras) Gestos dêiticos	No início do vídeo foram combinadas imagens de rosáceas com música, linguagem verbal oral e linguagem verbal escrita. Em seguida, apresenta-se a definição e uma propriedade das rosáceas, com a combinação de linguagem verbal oral, escrita, simbolismo matemático e gestos dêiticos (com a seta do mouse). Nessa parte não foram usadas as imagens. No final do vídeo, o software Winplot é usado para construir as imagens de duas rosáceas ilustrando dois tópicos da propriedade apresentada na definição. Nesse momento combinam-se a linguagem verbal oral, o simbolismo matemático, os gestos dêiticos e as imagens matemáticas.	Edição no movie maker de imagens de slides, em conjunto com a gravação da tela do computador.

Quadro 14 - Dados da tabela descritiva dos vídeos produzidos em Informática Aplicada à Educação Matemática.

	Recursos Semióticos	**Eventos críticos**	**Informações técnicas**
Círculo cromático	Linguagem verbal escrita Imagens Música	Na apresentação uma música animada acompanha o texto em slides. O vídeo apresenta imagens de círculos cromáticos junto com a definição em linguagem verbal escrita. Na parte final do vídeo a imagem matemática de um círculo cromático é apresentada no GeoGebra, Um texto explicativo sobre a divisão das cores é combinado com a imagem do círculo no GeoGebra.	O vídeo foi produzido com slides e gravação da tela de um computador com o celular. A edição foi feita no software Movie maker. O vídeo não mostra como a construção do círculo foi realizada.
Como calcular o volume de um cilindro	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas	Foram combinadas imagens matemáticas, linguagem verbal escrita, linguagem verbal oral e simbolismo matemático na apresentação do cilindro, dos seus elementos: raio, altura e base e na resolução do exercício. Na apresentação do problema foram combinados linguagem verbal oral, escrita e imagem.	O software Movie Maker foi utilizado na edição do vídeo que se constituiu pela montagem de slides.
Resolvendo Equação do 2º grau no GeoGebra	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas	Na resolução do exercício, uma equação do segundo grau, são combinadas as linguagens verbal oral e escrita com o simbolismo matemático. Na construção da parábola no GeoGebra foram combinadas as linguagem oral, imagem matemática e simbolismo matemático.	Gravação da tela do computador com a apresentação de slides e tutorial sobre a construção da parábola no GeoGebra.

Teorema de Pitágoras	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Gestos dêiticos	No enunciado do teorema foram combinadas as linguagens oral e escrita. No exemplo, os estudantes combinaram linguagem oral, escrita, imagem matemática e simbolismo matemático. Na exploração do exercício no GeoGebra foram combinados imagem matemática, linguagem verbal oral, e gestos dêiticos realizados com a seta do mouse.	Gravação da tela do computador com o celular enquanto se constrói o triângulo retângulo e se aplica o teorema. A gravação da tela pelo celular ocasionou reflexos na imagem gravada, além de cortes na imagem.
Ponto e segmento de reta	Linguagem verbal oral Imagens matemáticas Gestos dêiticos	A estudante que apresenta o vídeo articula linguagem verbal oral com as imagens matemáticas ao explicar as construções no GeoGebra. Para destacar pontos de sua fala ela usa a seta do mouse como recurso. O uso da seta como recurso está sendo associado aos gestos dêiticos. Apesar de a estudante apresentar a janela de Álgebra do software GeoGebra, nenhum simbolismo matemático foi articulado em sua análise. Os dados usados na exploração são todos numéricos.	Gravação da tela do computador para apresentação de manipulação no software GeoGebra. Como o apresentador utiliza os comando do menu do software GeoGebra, o simbolismo matemático não aparece no vídeo.
Parábola no GeoGebra	Linguagem verbal oral Imagens matemáticas Gestos dêiticos	No vídeo o estudante articula linguagem oral, imagem matemática e gestos dêiticos realizados com a seta do mouse. A linguagem verbal oral aparece na explicação do passo-a-passo da construção da parábola no GeoGebra. Essa articulação se estende em todo o processo, porém de uma forma mais próxima de um "é assim que se faz". Mas a interação entre linguagem oral e imagem acontece. Os gestos dêiticos aparecem para destacar pontos considerados importantes pelo apresentador.	Gravação da tela do computador para apresentação de manipulação no software GeoGebra. Como o apresentador utiliza os comando do menu do software GeoGebra, o simbolismo matemático não aparece no vídeo.
Regras de Derivação	Simbolismo matemático Linguagem verbal escrita Imagem matemática Música	A trilha sonora do vídeo traz uma música lenta e um pouco melancólica. A linguagem verbal escrita aparece em textos que explicam o que será feito em partes específicas do vídeo. No GeoGebra há uma articulação tímida entre o gráfico da função e os gestos dêiticos com a seta do mouse que mostram os pontos máximo e mínimo da função.	Apresentação de conteúdo utilizando animação em slides no Powtoon. Não é apresentado o passo a passo da derivada, mesmo sendo anunciado que esse era o objetivo central do vídeo.

Funções Seno e Cosseno no GeoGebra	Linguagem verbal escrita Imagem matemática Música	No vídeo estudantes combinam linguagem verbal escrita com imagem matemática para explicar os passos para a construção dos gráficos das funções seno e cosseno. O recurso de animação do GeoGebra pode agregar significado ao discurso matemático transformando o conhecimento matemático. A música é animada e compõe o fenômeno pela sensação de que algo divertido está sendo realizado.	Gravação da tela do computador para apresentação de manipulação no software GeoGebra.
Plotando o gráfico de uma Elipse no GeoGebra	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Imagens matemáticas	A linguagem foi utilizada para indicar os procedimentos para construção da Elipse, além da definição desta curva no início do vídeo. O simbolismo matemático foi articulado com a linguagem verbal oral na análise da equação de uma elipse dada para definir o foco e os eixos necessários na construção do gráfico da Elipse.	Gravação da tela do computador para apresentação de manipulação no software GeoGebra.
Rosácea	Simbolismo matemático Linguagem verbal oral Linguagem verbal escrita Imagens matemáticas Imagens Gestos dêiticos Música	No início do vídeo foram combinadas imagens de rosáceas com música, linguagem verbal oral e linguagem verbal escrita. Em seguida, apresenta-se a definição e uma propriedade das rosáceas, com a combinação de linguagem verbal oral, escrita, simbolismo matemático e gestos dêiticos (com a seta do mouse). Nessa parte não foram usadas as imagens. No final do vídeo, o software Winplot é usado para construir as imagens de duas rosáceas para ilustrar os dois tópicos da propriedade apresentada. Nesse momento combinam-se a linguagem verbal oral, o simbolismo matemático, os gestos dêiticos e as imagens matemáticas.	Gravação da tela do computador para apresentação de manipulação no software GeoGebra em conjunto com o uso de software como o Movie Maker para apresentação dinâmica de slides com imagens de rosáceas.

Existem diferenças no modo como foram produzidos os vídeos pelos estudantes nas duas disciplinas. Aqueles que foram produzidos em Geometria Analítica II têm o conteúdo sendo exposto em slides articulado com vídeos ou imagens em uma introdução elaborada ou com apresentação de aulas na qual o conteúdo é explorado na lousa. Na disciplina Informática Aplicada à Educação Matemática, seguindo a solicitação de fazer uso de softwares para auxiliar nas discussões matemáticas, os vídeos tiveram em parte ou completamente o formato de tutorial apresentando instruções para construções no software GeoGebra ou no software Winplot. Em alguns casos, a combinação de recursos semióticos nos tutoriais alcançou um nível superficial, pois o formato de descrição de procedimentos passo a passo, como nos tutoriais, não permite análises mais aprofundadas, de forma que possibilite a produção de significados, conduzindo à uma transformação do conhecimento matemático.

Os diferentes recursos semióticos envolvidos no fenômeno multimodal e a forma como foram combinados foram os dois principais critérios para a escolha daqueles que seriam analisados, ou seja, considerei também as intersemioses. Além disso, na coluna *Informações técnicas* dos Quadros 13 e 14 indiquei fatores que levaram alguns vídeos a não serem considerados na análise em profundidade, realizada sob a luz da abordagem SF-ADM, como visibilidade ruim, interferências sonoras e tempo muito longo do vídeo. Outra estratégia que considerei foi eliminar vídeos que utilizaram recursos semióticos já apresentados em outros vídeos considerados mais completos com relação às combinações desses recursos. As inconsistências matemáticas encontradas em alguns vídeos não foram destacadas na análise inicial, no entanto, para a análise dos vídeos selecionados sob a luz da abordagem teórica, a SF-ADM sugere um estudo em torno da forma como o conteúdo matemático é expresso, na busca de possíveis características que dificultam a compreensão do discurso matemático representado por meio de um recurso semiótico específico. Como já explicado anteriormente, no período de realização das atividades de produção de vídeos as inconsistências foram discutidas, mas não houve tempo para que os estudantes fizessem as correções necessárias.

A partir das informações apresentadas nos Quadros 13 e 14, um critério foi utilizado para selecionar e outro para eliminar vídeos da próxima etapa de análise. Problemas técnicos e o tempo foram responsáveis pela eliminação dos vídeos Aula sobre vetores, Coordenadas de um ponto, Parábola, Distância entre dois pontos, Segmento orientado e Teorema de Pitágoras. A variedade de recursos semióticos utilizados para combinação e produção de significados foi o critério utilizado para seleção de cinco entre os 22 vídeos restantes. O vídeo *Aplicação prática da Geometria Analítica* contém os mesmos recursos que os vídeos Equação da reta, Equação reduzida da circunferência, Coordenadas polares e Simetria dos cones, porém a interação com as imagens acontece em um formato diferente, menos tecnicista. Além disso, apresenta a música como um recurso adicional em comparação com os outros vídeos citados. O vídeo *Deslocamento feito por uma roda* apresenta o conteúdo em um formato de slides, porém a parte introdutória do vídeo apresenta o discurso em cenário externo utilizando diferentes recursos semióticos. Os vídeos Problema do prisma, O estudo das retas, Estudo da reta, Resolvendo equação do 2º grau no GeoGebra, Ponto e segmento de reta e Regras de derivação, apresentam os mesmos recursos semióticos que estão presentes no vídeo Deslocamento feito por uma roda, porém este último se sobressai com mais elementos para produzir significados, especificamente, recursos cinematográficos. Do mesmo modo, o vídeo *Construção Civil* tem sua análise representativa no que diz respeito às intersemioses apresentadas nos vídeos Distância entre dois pontos, Vetores e tecnologias espaciais e Como calcular o volume de um cilindro. Por fim, as análises dos vídeos *Funções seno e cosseno no GeoGebra* e *Rosácea* são representativas no que diz respeito às análises dos vídeos Círculo cromático, Parábola no GeoGebra e Plotando o gráfico de uma Elipse no GeoGebra, considerando que esses últimos apresentam intersemioses envolvendo simbolismo, linguagem e imagens, porém os dois primeiros vídeos citados trazem, além desses, outros recursos. Com respeito ao vídeo Rosácea, a análise da sua segunda versão foi realizada, considerando que se trata de uma ampliação do vídeo produzido em Geometria Analítica II.

A repetida visualização dos vídeos funcionou como uma lente de aumento que fez surgir expectativas com relação ao potencial semiótico de combinações de recursos, porém foi necessária uma análise mais aprofundada, com base na SF – ADM, para confirmar ou não minhas pressuposições. Os vídeos que se destacaram, segundo a análise em primeiro nível relatada anteriormente, foram cinco: *Aplicação prática da Geometria Analítica, Deslocamento feito em uma roda, Construção Civil, Funções Seno e Cosseno no GeoGebra e Rosácea*. Segundo Marshall (1996) essa é uma amostra intencional, na qual o pesquisador seleciona a amostra mais produtiva para responder à pergunta de pesquisa.

No que segue, apresento as análises desses cinco vídeos produzidos para a pesquisa. Nesta análise serão destacados os recursos semióticos que aparecem nos vídeos, em uma análise intrasemiótica, assim como os momentos de integração desses recursos, as intersemioses. O potencial de produção de significado, ou seja, a possibilidade de expansão semântica será analisado com base na literatura exposta no Capítulo 3. Também será dada atenção ao papel dos recursos tecnológicos na viabilização dos processos de intersemioses.

6.3 Análise Multimodal dos vídeos

Os cinco vídeos selecionados foram analisados de acordo com a abordagem Sistêmico Funcional - Análise do Discurso Multimodal (SF-ADM) considerando, as funções da Linguagem Matemática, do Simbolismo Matemático, das Imagens Matemáticas e de outros recursos utilizados nos vídeos, assim como suas interações realizadas a fim de produzir significados. Os Quadros 13 e 14 apresentam diferentes tipos imagens, linguagem corporal, música, som, cenários, movimentos de câmera, imagens em movimento e diferentes tipos de planos como recursos utilizados pelos estudantes nos vídeos, diferentes dos recursos usualmente presentes no discurso matemático. As análises giram em torno dos modos pelos quais esses recursos são integrados, a partir das funções que exercem nos contextos específicos inseridos nos vídeos. Além disso, são analisadas as possibilidades de expansão semântica a partir das intersemioses realizadas entre os recursos semióticos.

6.3.1 Análise do Vídeo *Aplicação prática da Geometria Analítica*[50]

Figura 52 - Acesso ao vídeo *Aplicação prática da Geometria Analítica.*

6.3.1.1 Descrição do vídeo

A proposta do vídeo *Uso prático da Geometria Analítica*, segundo os estudantes que o produziram, é mostrar que conceitos de Geometria Analítica podem ser utilizados em atividades práticas. Especificamente, esses estudantes do curso de licenciatura em Matemática da Educação a Distância da UNEB justificam que o uso da equação da circunferência auxilia na construção de grandes prédios com o formato circular, o que não seria possível com o

[50]Acesso ao vídeo: https://youtu.be/Rbl_CN1YdCM?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD.

compasso. O compasso é um instrumento composto de dois braços unidos por uma charneira na parte superior, utilizado para tomar medidas e traçar circunferências.

Os estudantes apresentam no vídeo uma aula sobre a equação da circunferência. No início, a importância do conteúdo é justificada quando o estudante argumenta que o compasso é utilizado para traçar circunferências, porém não é possível utilizar esse instrumento para traçar grandes circunferências. Para validar o seu discurso os estudantes apresentam uma imagem do Edifício Guangzhou ainda em construção, que fica na província de Guangzhou, na China. O Edifício Guangzhou tem 138 metros de altura e tem formato circular. Ao apresentar uma circunferência generalizada no plano cartesiano construído no quadro branco, uma breve leitura da imagem é realizada com a indicação do centro da circunferência (a, b) e um ponto qualquer pertencente a ela, (x, y). O estudante segue com a aula deduzindo a equação da circunferência a partir dessa imagem e resolve, em seguida dois exemplos; no primeiro ele deduz a equação de uma circunferência com centro no ponto $(2,3)$ e raio $R = 5$ e no segundo ele considera a circunferência cuja equação é $(x-2)^2 + (y-3)^2 = 5^2$, verificando se o ponto $(5, -1)$ pertence a ela. Depois do primeiro exemplo uma imagem do Estádio Nacional de Brasília *Mané Garrincha* é apresentada. O vídeo é finalizado com a apresentação de um problema que envolve o cálculo da altura das colunas que sustentam um telhado que possui o formato de uma semicircunferência. No final do vídeo a imagem de um prédio cujo telhado tem o formato de semicircunferência é apresentada.

A análise preliminar do vídeo *Uso prático da Geometria Analítica* revelou o uso dos recursos de linguagem verbal oral e linguagem verbal escrita, simbolismo matemático, imagens (gráficos e fotografias), música e linguagem corporal (expressões faciais, gestos dêiticos e gestos representacionais, postura).

6.3.1.2 Linguagem verbal oral

A linguagem verbal oral destacou-se no vídeo pelo seu uso na contextualização da problemática proposta, justificando os processos que seriam realizados pela relação do conteúdo com um evento físico específico. Além disso, a linguagem verbal oral foi utilizada para explicar as etapas de resolução dos cálculos realizados no quadro branco e a dedução da fórmula, relacionando elementos do simbolismo matemático e das imagens matemáticas. Esse recurso foi utilizado também na reflexão final sobre os resultados do problema da altura das colunas do telhado. Esses usos reafirmaram a função da linguagem de construir uma visão estável da realidade a partir das relações matemáticas presentes no discurso.

Em uma análise mais aprofundada com respeito à metafunção ideacional da linguagem, que envolvem os significados experiencial e lógico, observei que, através desse recurso revelou-se uma experiência de mundo a partir de um evento específico, que seria o uso da equação da circunferência no processo que resultaria na construção de grandes prédios com formato circular. A relação que se estabelece entre o conteúdo matemático proposto e as duas construções citadas no roteiro do vídeo, a saber, o edifício Guangzhou e o Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha, não são aprofundadas, porém há uma tentativa de estabelecer um significado experiencial pelo discurso proferido. De fato, a elaboração da planta das duas construções citadas, as quais evidenciariam as relações matemáticas, não foram discutidas, porém a sua existência é afirmada. Então, na contextualização realizada com a linguagem oral a ideia de uma relação entre as construções com formato circular, em particular as duas citadas no vídeo, e a noção de equação da circunferência apresentada traz uma nova visão sobre elementos do mundo físico, a qual a Matemática está mais próxima, como pode ser visto na transcrição seguinte:

> *Nós percebemos no nosso dia a dia que ... para traçarmos circunferências usamos basicamente o compasso. Toda vez que queremos fazer uma circunferência usamos o compasso e fazemos a circunferência. Mas quando formos fazer circunferência grandes, de maior porte... É impossível, não tem como você colocar um compasso gigante. Para isso nós usamos a [tosse] equação da circunferência, na qual a gente vai aprender um pouquinho hoje. (20s a 56s)*

Nesse contexto, a metafunção ideacional opera quando o expectador é convidado a se envolver na prática matemática pelo estudante que apresenta a aula. As escolhas linguísticas expressas no modo auditivo formam um padrão estrutural no qual cláusulas dependentes são logicamente conectadas a cláusulas independentes. Esse padrão, comum na linguagem matemática, conecta acontecimentos em termos de relações aditivas, tempo, causalidade e consequência (O'HALLORAN, 2018), como quando o estudante deduz a equação da circunferência a partir da imagem de um triângulo retângulo inscrito na circunferência:

> *Não sei se vocês perceberam, aqui nós formamos [pausa] um teo... um triângulo retângulo que se resolve com o teorema de Pitágoras. Para isso vamos [pausa curta] resolvê-lo. O teorema de Pitágoras diz que o cateto oposto ao quadrado mais cateto adjacente ao quadrado mais... igual a hipotenusa ao quadrado. Então temos aqui, cateto oposto ao quadrado que é x menos a elevado ao quadrado mais y menos b ao quadrado que é igual a hipotenusa, que no caso aqui é o raio da circunferência, que é R ao quadrado. Daí formamos a equação. (1min15s a 2min09s)*

A construção linguística apresentada na transcrição acima se resume em uma mensagem que contém processo relacionais e entidades nominais. Assim, o conteúdo apresentado para explicar da ideia matemática, em uma composição que assegure a lógica do pensamento, expresso simbolicamente no quadro branco. Com respeito ao significado interpessoal, o discurso apresentado no vídeo reafirma relações habituais presentes, de forma geral, nas aulas de Matemática nas quais o professor assume o papel de autoridade, detentor do saber que é transmitido aos seus alunos. O uso de afirmações e comandos imperativos aparecem no discurso do estudante, repassando a atitude dominante normalizada no discurso matemático.

> *Ela [a equação da circunferência] é dada da seguinte forma. Nós vamos ter lá um ponto determinado centro da circunferência. Esse ponto é dado por b e a, que é o centro da circunferência. E um ponto qualquer dessa circunferência, que é x e y. A partir daí nós podemos montar a equação da circunferência. (57s a 1min15s)*

Ao apresentar os exemplos para aplicação da equação da circunferência, o estudante se referiu a eles utilizando o termo *básico*. Trata-se de outra postura usual entre aqueles que assumem o papel de transmitir o conhecimento matemático. Esse conhecimento, então, é transmitido, desconsiderando-se suas características de definições interligadas, descontinuidade semântica e suas expressões especiais, que podem dificultar a compreensão do conceito em questão. As transcrições a seguir mostram três momentos em que o estudante utiliza o termo *básico,* referindo-se àquele conteúdo específico que está sendo tratado como algo simples, fácil de entender e realizar.

> *Um exemplo básico pra gente resolver ... [tosse] Tá aqui já os números pra gente montar a equação. (2min10s a 2min19s)*
> *E aqui nós temos um exemplo básico que usamos no dia-a-dia, a cobertura de um telhado. Esse telhado tem forma de circunferência. (5min32s a 5min43s)*
> *Pra gente resolver um exemplo básico, a gente .... vamos substituindo aqui: x, neste caso aqui é um, um menos seis elevado ao quadrado, mais y, que a gente está procurando, que é o valor da coluna, aqui ó, a primeira altura, mais oito elevado ao quadrado, tudo isso é igual a cem. Porque o raio da circunferência é dez. Cem ao quadrado, dez ao quadrado, cem. (6min37s a 7min13s)*

A análise da aplicação da metafunção interpessoal deve, no entanto, considerar o contexto em que o discurso foi realizado. A escolha dos estudantes em produzir um vídeo sobre o conteúdo matemático com o formato de videoaula, entre todas as opções mencionadas nas discussões dos fóruns e no documento informativo disponibilizado, a Atividade de produção de vídeos digitais na EaD (Apêndice B), traz consigo elementos que fazem parte do senso comum sobre a postura do professor em sala de aula: o discurso claro e formal, a segurança sobre o que está sendo proferido, falando com o olhar direto para os alunos, nesse caso, a câmera.

Alguns desses elementos fazem parte da organização textual do discurso, que segue o padrão científico adotado na Academia, ou seja, as normas adotadas nas instituições. De fato, o estudante apresenta um discurso sem variação de sonoridade na voz que se destaca pela entonação contínua e suave adicionando um efeito elucidativo à exposição. As pausas constantes em frases do discurso, no entanto, sugerem dúvida ou nervosismo do estudante. O fato de retomar a frase do início quando ocorre um equívoco no que foi enunciado mostra que o estudante reconhece a função da linguagem oral no discurso matemático, se preocupando, então, com o encadeamento de definições, como pode ser visto na transcrição seguinte.

> *A partir daí nós podemos montar a equação da circunferência. Não sei se vocês perceberam, aqui nós formamos [pausa] um teo... um triângulo retângulo que se resolve com o teorema de Pitágoras. (1min15s a 1min27s)*

Ao deduzir a equação da circunferência, o estudante cita e utiliza conceitos e propriedades referentes ao conteúdo de triângulo retângulo e do teorema de Pitágoras, sem explicá-los detalhadamente. Essa característica da linguagem matemática, que trata de definições interligadas que podem gerar dificuldades para aqueles que não estão familiarizados com a noção de equação da circunferência ou seus pré-requisitos. Outras noções consideradas triviais pelo estudante também foram omitidas no uso da linguagem oral, como os significados de centro, e raio da circunferência, que foram apresentados pelo estudante utilizando a imagem da circunferência, porém não foram definidos de forma generalizada. A linguagem possui características, como as supracitadas, que tornam o discurso matemático mais difícil de ser compreendido e podem ser superadas com o uso de outros recursos, a partir de sua integração.

6.3.1.3 Linguagem verbal escrita

No vídeo, a linguagem verbal escrita aparece no título, indicando o conteúdo que será objeto de discussão, integrada ao simbolismo matemático nomeando elementos que farão parte dos cálculos matemáticos e junto às imagens assumindo uma função explicativa. O uso desse recurso é discreto, porém suas características metafuncionais são realizadas e auxiliam na composição do discurso matemático. Experiencialmente, a linguagem verbal escrita apresentada no vídeo envolveu informações numéricas adicionadas às duas primeiras imagens apresentadas no vídeo, a fim de introduzi-las ao tema central tratado no vídeo. Na primeira imagem, consta a frase:

> *Edifício Guangzhou, com 33 pisos, 140 m de diâmetro, impossível traçá-lo com o compasso! (43s a 49s)*

Esta frase reafirma o tema e justifica o uso do conteúdo matemático, chamando atenção para uma necessidade de que sejam utilizadas outras ferramentas, que não o compasso, para construções como a do Edifício Guangzhou. Os números apresentados na frase, indicando o número de pisos e o diâmetro da circunferência do prédio, complementam a imagem trazendo a dimensão real do edifício. O texto apresentado na segunda imagem seguiu o mesmo modelo, trazendo informações sobre a área e a capacidade da construção, que, unidas à imagem, poderiam levar o espectador a ter uma visão real do tamanho da construção, nesse caso, o Estádio Mané Garrincha:

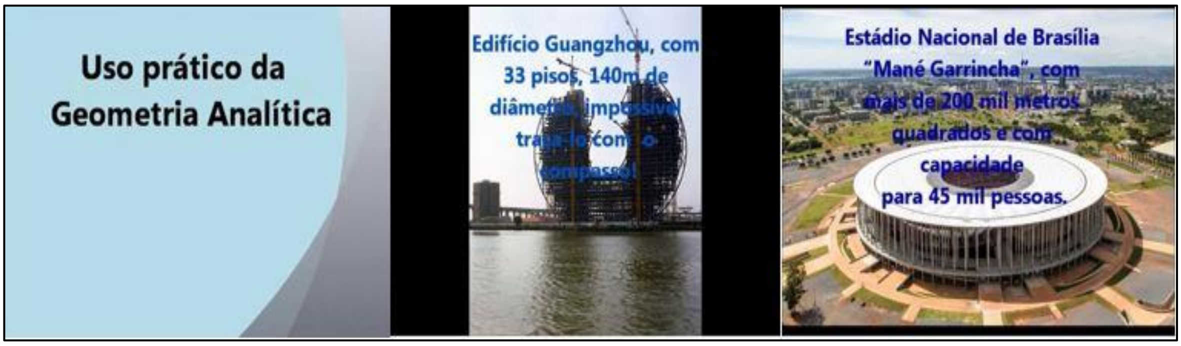
> *Estádio Nacional de Brasília "Mané Garrincha", com mais de 200 mil metros quadrados e com capacidade para 45 mil pessoas. (3min22s a 3min27s)*

Logicamente, as frases conectam acontecimentos em termos de causalidade e consequência, vinculando a construção dos prédios ao conteúdo matemático, Equação da circunferência, como na frase que aparece na primeira imagem e que apresenta uma estrutura lógica utilizada para justificar a importância do conteúdo proposto no vídeo: *Edifício Guangzhou, com 33 pisos, 140 m de diâmetro, impossível traçá-lo com o compasso!*

Esta mesma frase pode ser analisada sob o ponto de vista da metafunção interpessoal, pela manutenção de relações usuais, a partir dos papeis do professor e do aluno, já comentados na subseção anterior. A função interpessoal se realiza pelo uso da afirmação: *[...] impossível traçá-lo com o compasso!* na qual uma aplicação da Matemática é imposta sem detalhamentos.

Textualmente a mensagem expressa em linguagem verbal escrita foi organizada de forma que o tema do vídeo fosse destacado. No título "Uso prático da Geometria Analítica", apresentado em um slide com fundo azul, os estudantes destacam a intenção de usar a Matemática, ou mais especificamente, algum ou alguns conceitos da disciplina Geometria Analítica na resolução de algum problema prático.

Figura 53 - Contextualização a partir da Liguagem verbal escrita.



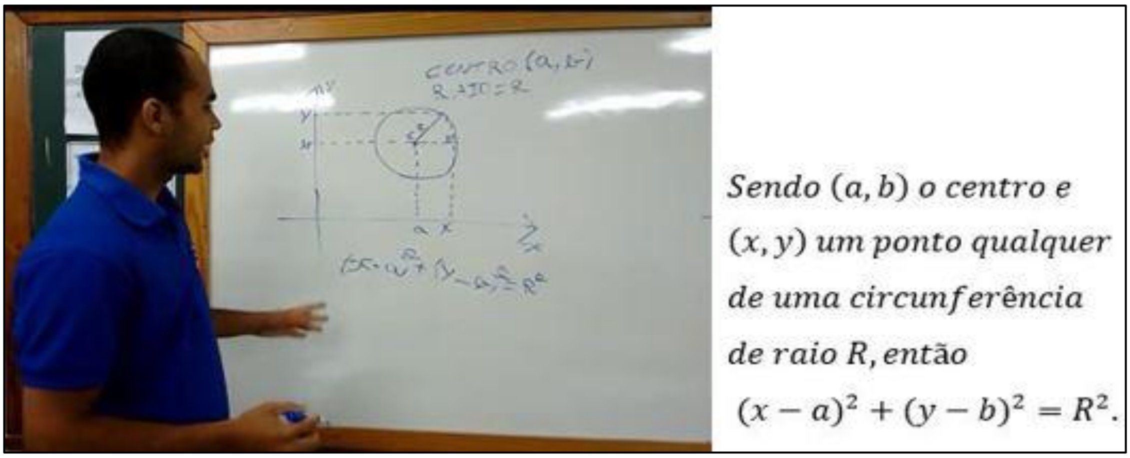
Fonte: Dados da pesquisa.

As duas frases que aparecem junto às imagens das construções do edifício e do estádio, na Figura 53, fortalecem o tema principal do vídeo. A organização textual apresentada destaca ainda a relação da Matemática com a Construção Civil ao trazer os termos e os números que fazem referências às dimensões das construções, a saber, 33 pisos, 140 metros de diâmetro, 200 mil metros quadrados e capacidade para 45 mil pessoas, respectivamente. Essas informações centralizadas e destacadas com diferentes cores sugerem que a Matemática ou a Geometria Analítica não estão tão distantes da população, podendo ser utilizada na solução de problemas reais.

6.3.1.4 Simbolismo Matemático

O simbolismo matemático aparece inicialmente no vídeo quando o estudante deduz a equação da circunferência no quadro branco e utiliza a imagem de uma circunferência com elementos generalizados representado por variáveis. As operações e as variáveis são apresentadas de forma econômica, com o significado das relações entre as variáveis sendo apresentado em um formato precisamente comum na Matemática. Experiencialmente, esse recurso semiótico possibilitou a captura de operações a partir das coordenadas do ponto (a, b) que marcaram o centro da circunferência, das coordenadas de um ponto (x, y) qualquer, além do raio R da circunferência apresentados na imagem desenhada no quadro branco. A relação foi estabelecida com o uso do teorema de Pitágoras a partir do triângulo retângulo inscrito na circunferência definido pelos segmentos paralelos ao eixos x e y, e pelas coordenadas dos pontos supracitados. Com catetos medindo $x - a$, $y - b$ e a hipotenusa coincidindo com o raio de medida R da circunferência, o estudante estabeleceu a relação apresentada na Figura 54. A metafunção interpessoal do simbolismo matemático é realizado nas relações estabelecidas a partir dos comandos emitidos em afirmações absolutas, como o uso do resultado do teorema de Pitágoras em uma etapa do processo que determina a equação da circunferência.

Figura 54 - Constituindo processos relacionais.



Fonte: Dados da pesquisa.

A *incorporação* foi utilizada como uma estratégia que reduz a codificação ao envolver uma codificação simbólica dentro de outra operação. A equação da circunferência, na forma como foi apresentada no vídeo representa essa característica, visto que possui operações incorporadas, como mostrado na Figura 55. Essa característica também destaca a densidade das configurações simbólicas em Matemática, que apresentam operações não discutidas por serem consideradas triviais no contexto em que o discurso matemático é produzido.

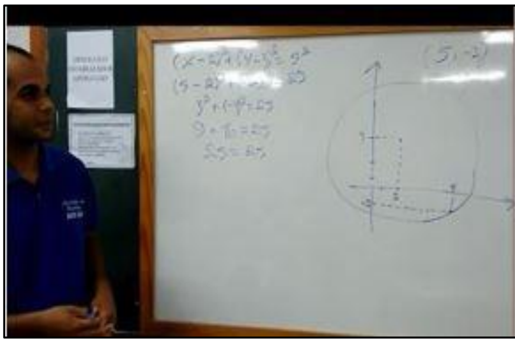
Figura 55 - Incorporação de operações na equação da circunferência.

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = R^2$$
$$(x^2 - 2 \cdot a \cdot x + a^2) + (y^2 - 2 \cdot b \cdot y + b^2) = R \cdot R$$
$$x^2 + y^2 - 2 \cdot (a \cdot x + b \cdot y) + a^2 + b^2 = R \cdot R$$

Fonte: Elaborado pela autora.

As operações incorporadas na equação da circunferência são obtidas pela resolução da potenciação das diferenças, que fazem surgir outras operações de potenciação, além de multiplicações, adições e diferenças. O simbolismo matemático obedece a uma padronização, além das formas particulares de significados circunstanciais, como foi mostrado no vídeo na solução dos exemplos e do problema proposto. O carácter sofisticado do simbolismo matemático estabelece padrões generalizados para obtenção das soluções de problemas e exibição de resultados matemáticos. Nos exemplos propostos pelo estudante, tem-se dois problemas envolvendo circunferências particulares. No primeiro deduz-se a equação de uma circunferência com centro no ponto (2,3) e raio $R = 5$ e no segundo ele considera a circunferência resultante do primeiro exemplo cuja equação é $(x-2)^2+(y-3)^2 = 5^2$ e apresenta o cálculo que verifica se o ponto $(5,-1)$ pertence a ela. Para a dedução da equação, o estudante repetiu o procedimento realizado no início do vídeo estabelecendo novamente as relações entre as variáveis a partir da imagem desenhada no quadro, porém, dessa vez, considerou a circunferência com centro no ponto $(2{,}3)$ e raio $R = 5$. Para determinar se o ponto $(5,-1)$ pertencia à circunferência a imagem não foi analisada, ao invés disso, como mostra a Figura 56, aplicou-se as coordenadas do ponto na equação para verificação da igualdade no final dos cálculos.

Figura 56 - Metafunção lógica na resolução do exemplo apresentado no vídeo.



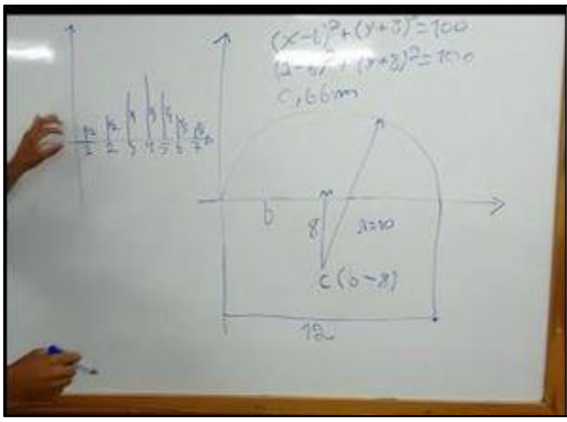
Da equação da circunferência $(x-2)^2+(y-3)^2 = 5^2$, tem-se $(x-2)^2+(y-3)^2 = 25$. Substituindo as coordenadas do ponto $(5,-1)$ na equação, temos:
$(5-2)^2+(-1-3)^2 = 25 \Rightarrow (3)^2+(-4)^2 = 25 \Rightarrow$
$3 \cdot 3 + (-4)\cdot(-4) = 25 \Rightarrow 9+16 = 25 \Rightarrow 25 = 25.$

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 56 mostra que a linguagem verbal escrita não foi utilizada pelo estudante no desenvolvimento do cálculo, tendo sido, a sequência lógica, expressa visualmente, apenas pelo simbolismo matemático. A organização, que segue os padrões gerais para exibição dos resultados matemáticos foi realizada com a sequência de igualdades que descrevem um modo de raciocínio, contemplando a metafunção textual do simbolismo matemático.

Logicamente, os resultados apresentados pelo estudante capturam relações entre variáveis e operações matemáticas definidas na equação, nos exemplos e no problema final, a partir de leis algébricas e operações matemáticas pré-estabelecidas. Para a resolução do problema proposto no final do vídeo também foram utilizadas as relações definidas no início do vídeo, como ilustra a Figura 57, porém parte das operações e justificativas foram omitidas.

Figura 57 - Resolução do problema apresentado no final do vídeo.



$$(x-6)^2 + (y+8)^2 = 100$$
$$(1-6)^2 + (y+8)^2 = 100$$
$$0{,}66\ m$$

Fonte: Dados da pesquisa.

O problema não foi enunciado formalmente e os cálculos não foram desenvolvidos com detalhes. Depois de utilizar os resultados pré-estabelecidos, no caso, a equação da circunferência para o centro $(6, -8)$ e raio $R = 10$, o estudante calculou a altura da primeira coluna considerando o valor de x igual a 1. A Figura 58 apresenta os cálculos que foram omitidos da apresentação da resolução no vídeo. A metáfora semiótica aparece no movimento entre o recurso gráfico, na parte esquerda da imagem, com a representação da coluna no plano cartesiano e a sua representação por meio do simbolismo matemático, no qual a altura da coluna é representada na parte superior do lado direito do quadro, como $0{,}66\ m$, quando a medida da altura é, aproximadamente $0{,}66\ m$, como mostram os cálculos na Figura 58.

Figura 58 - Resolução do problema proposto no vídeo.

Dada a equação da circunferência $(x-6)^2 + (y+8)^2 = 100$,

para $x = 1$, temos:

$(1-6)^2 + (y+8)^2 = 100 \Rightarrow (-5)^2 + (y^2 + 2 \cdot y \cdot 8 + 8^2) = 100 \Rightarrow$

$(-5) \cdot (-5) + y^2 + 16 \cdot y + 64 = 100 \Rightarrow 25 + y^2 + 16 \cdot y + 64 = 100 \Rightarrow$

$y^2 + 16 \cdot y + 89 = 100 \Rightarrow y^2 + 16 \cdot y - 11 = 0.$

Resolvendo a equação pela fórmula de Bhaskara, obtemos:

$$y = \frac{-16 \pm \sqrt{16^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-11)}}{2 \cdot 1} = \frac{-16 \pm \sqrt{256 + 44}}{2} = \frac{-16 \pm \sqrt{300}}{2} = \frac{-16 \pm \sqrt{3 \cdot 100}}{2}$$

$$= \frac{-16 \pm 10\sqrt{3}}{2} = -8 \pm 5\sqrt{3} = \begin{cases} -8 + 5\sqrt{3} \approx 0{,}66025 \\ -8 - 5\sqrt{3} \approx -16{,}66025. \end{cases}$$

Fonte: Elaborado pela autora.

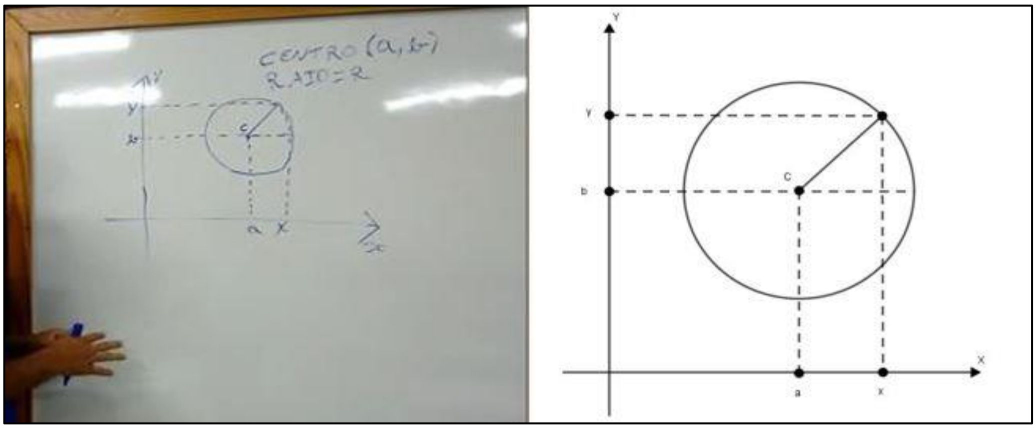
O cálculo apresentado na Figura 58 apresenta símbolos que são convencionais e que remetem à conceitos pré-existentes. Essa característica faz parte das estratégias gramaticais do simbolismo matemático que se baseia em uma corrente lógica que perpassa por noções implícitas para o desenvolvimento de novos processos.

6.3.1.5 Imagens

As Imagens presentes no vídeo tiveram papel importante nas análises que resultaram na determinação das relações matemáticas apresentadas através do simbolismo matemático. O vídeo mostra que o estudante estabeleceu as relações necessárias para a dedução da equação da circunferência, para a resolução dos exemplos e do problema proposto no final a partir de uma análise direta com as imagens matemáticas. No segundo exemplo, no entanto, a imagem não foi utilizada na análise e interpretação da ideia matemática discutida no vídeo.

Experiencialmente, as imagens matemáticas apresentam aspectos da organização relacional de variáveis e objetos matemáticos, como a relação entre a curva que representa a circunferência e os eixos coordenados. A unidade de medida marcada nos eixos do plano cartesiano obedece a um padrão estabelecido pela Matemática ao codificar eventos físicos. Isso pode ser observado na Figura 59, a qual mostra o primeiro gráfico apresentado no vídeo. Pode-se observar na imagem a representação no espaço bidimensional da circunferência abstrata, nos quais os padrões usuais de medidas nos quais se baseia a estrutura da imagem são considerados.

Figura 59 - Imagens descrevem relações matemáticas simbólicas.



Fonte: Dados da pesquisa.

A relação entre as variáveis nos eixos coordenados e a circunferência pode ser percebida pelos segmentos pontilhados. O ponto (x, y) com coordenadas variáveis e o segmento com extremidades neste ponto e no ponto (a, b) caracterizam os pontos que pertencem à circunferência. No simbolismo matemático essa caracterização é feita pela equação.

As imagens fotográficas da Figura 60 não trazem informações sobre as relações matemáticas que compõem a discussão do vídeo, por outro lado, cumprem a função de relacionar o conteúdo exposto com situações reais, validando o objetivo do vídeo e complementando a função experiencial desse recurso através da associação do conhecimento matemático expresso simbolicamente com as imagens de construções com formato circular.

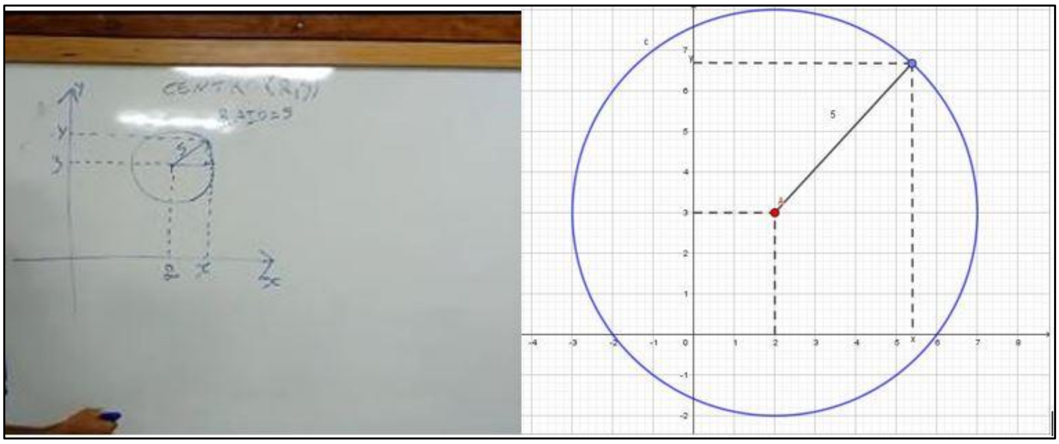
Figura 60 - Uso de imagens para contextualização do problema matemático.

Fonte: Dados da pesquisa.

Textualmente, as convenções na apresentação de imagens matemáticas estão relacionadas à descrição que favorece o entendimento das relações estabelecidas e apresentadas na imagem. A imagem na Figura 61 apresenta padrões visuais utilizados na construção de curvas no plano cartesiano, como a marcação do ponto no centro e outro na própria circunferência com a indicação de suas coordenadas, abscissa e ordenada nos eixos horizontal e vertical, respectivamente, por segmentos pontilhados. Com respeito à metafunção interpessoal, os eixos x e y perpendiculares tiveram seus representantes paralelos passando pelas coordenadas dos pontos marcados e formando na circunferência o triângulo retângulo inscrito. As interseções dessas retas definiram as medidas dos catetos do triângulo retângulo inscrito na circunferência utilizado pelo estudante durante a dedução da equação da circunferência (ver Figura 61). Esses artifícios são utilizados na Matemática como método não negociável para demonstração, mostrando que as imagens como recurso também podem reafirmar a posição dominante da Matemática.

A relação entre a circunferência e as coordenadas variáveis dos pontos é perceptível visualmente, ou seja, a partir da composição visual observa-se que à medida que x e y variam nos eixos horizontal e vertical, respectivamente, o ponto (x, y) percorre a circunferência. Essa forma de organização da imagem, então, confere o carácter lógico do recurso, pois estabelece uma conexão entre a organização das variáveis nos eixos e a posição do ponto na curva. A imagem matemática na Figura 61 também realiza a metafunção lógica, tendo sido utilizada pelo estudante para representar um caso particular de circunferência com centro e raio definidos numericamente, uma circunferência com centro no ponto (2,3) e raio $R = 5$ a qual teve, no quadro branco, a sua equação deduzida seguindo o mesmo processo utilizado na equação da circunferência abstrata. Nesse caso, a relação entre as variáveis e os pontos que constituem a circunferência também é visualizada, além disso, à medida que x e y variam de forma que (x, y) pertença à circunferência, a distância do centro $(2{,}3)$ a (x, y) é sempre igual a 5.

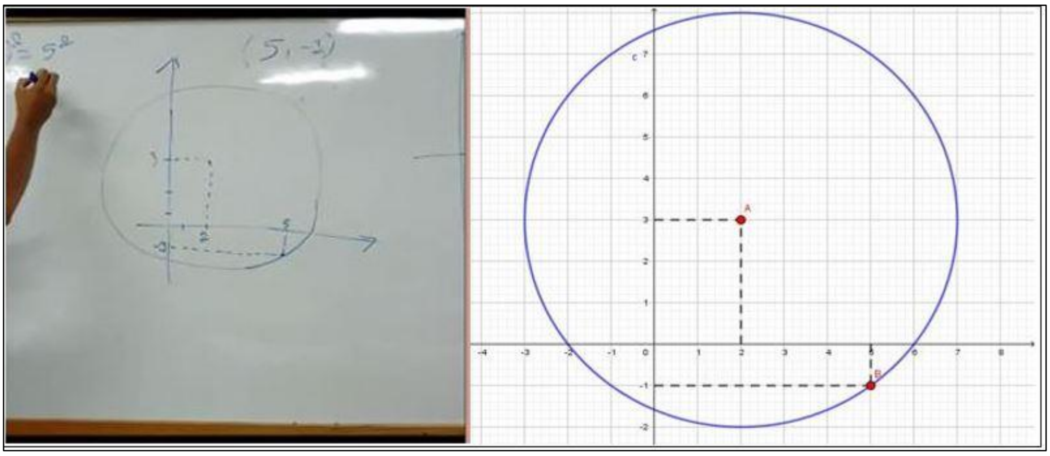
Figura 61 - Equação da circunferência para um ponto com coordenadas numéricas.



Fonte: Dados da pesquisa.

No caso da representação da circunferência no espaço bidimensional, como ilustra a Figura 61, há informações sobre os valores de x e y que satisfazem a equação, ou seja, cujos pontos resultantes da combinação para o par ordenado estará na circunferência, além dos valores que formarão pontos que estarão dentro da circunferência ou fora dela. Essa análise da circunferência pode ganhar sentido prático se a circunferência representar algo em um contexto específico relacionado a um problema físico. No segundo exemplo apresentado no vídeo, o estudante propõe a análise da circunferência apresentada na Figura 62 com a verificação da posição do ponto (5,-1) com relação à circunferência.

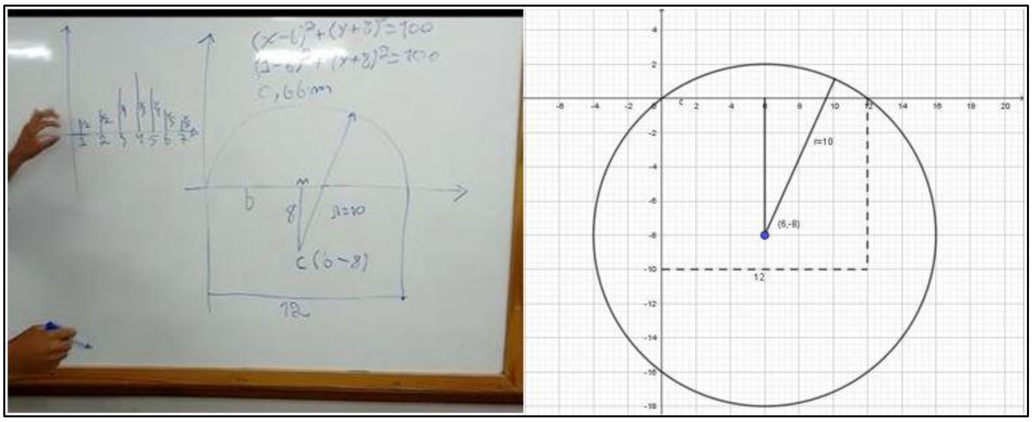
Figura 62 - Análise do pertencimento de um ponto à circunferência.



Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando que a contextualização pode facilitar o entendimento de operações e conceitos matemáticos, o problema apresentado no final do vídeo possibilita uma interpretação das ideias matemáticas discutidas que se aproxima das justificativas utilizadas no início do vídeo, reafirmando o uso prático da equação da circunferência. A imagem que representa o problema, na Figura 63, foi construída a partir dos dados emitidos no enunciado: o telhado tem formato de um arco de circunferência com centro $(6, -8)$ e raio 10. Considerando que a parte da circunferência que representa o telhado é aquela que está acima do eixo x, a representação das colunas do telhado cuja altura deverá ser calculada não compõe a imagem desenhado no plano cartesiano. O estudante opta por colocar o desenho das colunas em outro plano cartesiano ao lado da circunferência, o que pode dificultar a análise das relações do elementos que constituem o problema.

Figura 63 - Imagem da circunferência do problema proposto no vídeo.



Fonte: Dados da pesquisa.

O raciocínio implícito que se refere a conceitos subjacentes à imagem é uma característica das imagens matemáticas e fazem parte da Figura 64. Para o cálculo das alturas das colunas foram consideradas as ideias iniciais utilizadas na dedução da equação da circunferência, especificamente, o valor das ordenadas equivalentes aos abscissas correspondentes às marcações das colunas no plano cartesiano. Essas colunas não foram representadas na imagem principal, e tendo sido calculadas a partir da equação da circunferência, fazem parte de um raciocínio implícito, motivado pelo cálculo mecânico.

6.3.1.6 Música

No vídeo *Uso prático da Geometria Analítica,* a música foi utilizada como pano de fundo para as imagens que relacionaram o conteúdo do vídeo com situações práticas reais. A música instrumental adicionou um efeito que sugere estado de alegria junto à imagem. O tempo da música no vídeo é curto, não ultrapassando seis segundos cada vez que aparece durante a apresentação de cada uma das três imagens. Trata-se de uma música instrumental com um som grave e ritmado que é acompanhado pelos toques de um sino que se complementam na constituição da harmonia musical.

A trilha sonora escolhida imprime no vídeo um lado emocional no discurso matemático realizado, pela introdução de um tom cômico, descontraído, o qual contrasta com a formalidade apresentada até o momento. Ao quebrar a formalidade com a música os estudantes produtores modificam a atmosfera implantada no início do vídeo e criam uma identidade para este, promovendo o seu distanciamento de um modelo de vídeo mais fiel aos procedimentos utilizados nas aulas de Matemática adotadas na maioria das escolas. Apesar de ser uma quebra pontual, o uso da música com a imagem aponta para uma análise dos estudantes sobre o potencial ou a característica desse tipo de tecnologia digital nas aulas.

A junção da música instrumental escolhida com as imagens de construções com formato circular sugere que se estabeleça uma identificação entre o significado de cada um dos recursos no contexto em que o vídeo está imerso. Ou seja o tom cômico da música no vídeo e a imagem das construções geram uma associação que pode se traduzir como: a prática da Matemática, no contexto produzido no vídeo, pelo uso da Geometria Analítica como auxílio às grandes construções, é algo prazeroso, divertido.

Para Sekeff (2007) o potencial do uso da música pode ir além, com a química do cérebro sendo afetado pela emoção musical promovendo, assim, respostas comportamentais. Segundo essa autora, o ritmo induz reações positivas e negativas, além disso, experiências musicais, por mais simples que sejam, solicitam daquele que ouve um estado de prontidão, no qual o movimento de operações mentais são necessárias para a compreensão de formas e sentidos.

6.3.1.7 Linguagem corporal

Ao apresentar uma discussão sobre a aplicabilidade da Equação da circunferência no vídeo *Aplicação prática da Geometria Analítica*, o estudante adota a postura convencional do professor utilizada nas instituições educacionais. Olhando diretamente para a câmera, exceto nos momentos em que olha para baixo sugerindo dúvida ou esquecimento, o estudante mantém a postura ereta se movimentando entre a escrita no quadro branco e o discurso pronunciado de frente para a lente. Os elementos que se destacaram na linguagem corporal expressa no discurso foram os gestos, que complementaram a exposição em momentos estratégicos.

Os gestos são formas de comunicação não verbais no qual o pensamento é incorporado no ambiente físico pela expressão do indivíduo com a utilização das mãos. Alibali et al (2013) afirmam que os gestos dêiticos incorporam a cognição matemática indicando objetos ou lugares para reforçar um discurso, já os gestos representacionais retratam aspectos pela modelagem com as mãos ou trajetória motora. Esses dois tipos de expressões corporais auxiliam no ensino ao acrescentarem informações visuais ao discurso, possibilitando novas interpretações pela comunicação multimodal. No vídeo o estudante usou os gestos de forma significativa.

Figura 64 - Gestos representacionais para a função do compasso no traço de circunferências.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao introduzir as ideias iniciais sobre o conteúdo do vídeo e justificar o uso da equação da circunferência, o estudante reforça que o compasso não se adapta a todas as situações. Como forma de enfatizar essa afirmação os gestos demonstram como o instrumento opera, como ilustrado na Figura 64. Aliado ao discurso, esse gesto representacional agrega sentido, ilustrando que um compasso não serve para traçar grandes circunferências. Complementando essa ideia, como mostra a Figura 65, o estudante abre os braços e utiliza os polegares e indicadores das duas mãos na forma de um gancho para ilustrar uma grande circunferência.

Figura 65 - Gestos representacionais articulados ao discurso.

Fonte: Dados da pesquisa.

O gesto apresentado na Figura 65 articulado ao discurso possibilita que seja criada uma associação mesmo que a equação da circunferência ainda não tenha sido apresentada. A sequência de gestos está associada ao discurso que nega a operabilidade do compasso para o caso de grandes circunferências e justifica a aplicabilidade da equação da circunferência.

Os gestos dêiticos são utilizados pelo estudante para apresentar e enfatizar os elementos que constituem a circunferência, como mostra a Figura 66. Esses elementos, a saber, centro e raio da circunferência, não foram definidos pela linguagem verbal, mas seus nomes foram citados enquanto os gestos dêiticos foram utilizados para apresentá-los.

Figura 66 - Gestos dêiticos apresentando os elementos que constituem a circunferência.

Fonte: Dados da pesquisa.

No primeiro exemplo do vídeo o estudante enfatiza novamente os elementos da circunferência, agora para o caso particular em que o centro tem coordenadas 2 e 3 e o raio é igual a 5, como pode ser visto na Figura 67. O estudante apresenta o centro da circunferência com os gestos dêiticos destacando os segmentos traçados no quadro branco para marcar o ponto central da circunferência no plano cartesiano.

Figura 67 - Gestos dêiticos apresentando o centro de uma circunferência.

Fonte: Dados da pesquisa.

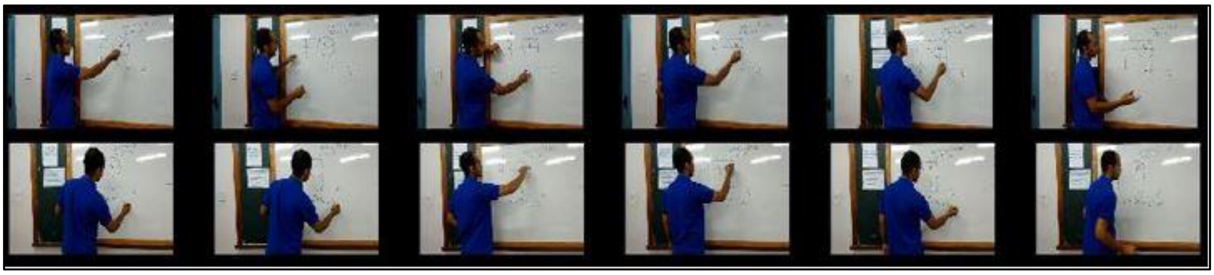
A definição visual foi realizada, porém a relação descrita pela afirmação de que a distância de qualquer ponto até o centro da circunferênciada é igual ao quadrado da medida do raio não é apresentada, deixando incompleta as noções formais de centro e raio de uma circunferência. Os estudantes optaram pela dedução da equação da circunferência pelo uso do Teorema de Pitágoras no lugar da relação supracitada. A dedução da equação da circunferência foi realizada passo a passo com o auxilio dos gestos dêiticos, como mostra a Figura 68. O destaque dado em algumas partes das informações pelos gestos dêiticos pode tornar o discurso mais fácil de ser apreendido, com as noções tratadas de modo abstrato para a dedução da equação mais concretas.

Figura 68 - Gestos dêiticos na construção do simbolismo matemático.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para o passo a passo da construção da equação da circunferência, o estudante destacou o triângulo retângulo inscrito à circunferência de centro (a, b) e raio R. Ele considera, então, o ponto (x, y) qualquer na circunferência e traça retas paralelas aos eixos coordenados passando pelos dois pontos. Na região limitada por essas retas e pelos pontos, um triângulo retângulo é construído. Neste triângulo os catetos medem $(x - a)$ e $(y - b)$ e a hipotenusa mede R, ou seja, é próprio raio da circunferência. Toda essa contrução foi realizada com os gestos dêiticos indicando as medidas dos catetos e justificando as relações entre os elementos da circunferência. Isso pode ser percebido pelo movimento dos gestos dêiticos, na direção da figura desenhada no quadro branco, seguido do movimento de escrita que o estudante realiza na parte inferior do quadro branco, como pode ser visto na Figura 69.

Figura 69 - Gestos dêiticos na resolução do problema.



Fonte: Dados da pesquisa.

Essa estratégia também é utilizada no desenvolvimento da resolução do problema proposto no final do vídeo. Apesar de não ter detalhado a solução, o estudante articula gestos dêiticos com a imagem que representa o telhado da construção com formato de arco de circunferência desenhado no quadro branco para a construção da equação da circunferência. Como ilustra a Figura 70, a equação é construída com a indicação dos gestos antecedendo cada símbolo que é escrito no quadro, as coordenadas do centro, o raio 10 e o primeiro valor atribuído a x, que é substituído por 1 para determinar a altura da primeira coluna.

Figura 70 - Gestos dêiticos na resolução do problema.

Fonte: Dados da pesquisa.

Neste caso, os gestos auxiliam na incorporação de ideias mais práticas saindo um pouco do escopo da abstração, sendo esse o objetivo do problema proposto no final do vídeo. O tipo de comunicação que é apresentada, com características instrucionais, naturalmente faz uso significativo da linguagem verbal oral, porém nota-se que os gestos são muito utilizados, principalmente nos momentos em que as informações mais abstratas estão sendo explicadas, como a parte do discurso apresentada no início do vídeo. Nesse esforço para tornar as ideias concretas, os gestos dêiticos e representacionais contribuem tornando possível a materialização de noções que constituem o conhecimento referente ao discurso matemático. Além disso, nota-se uma caracterização desse recurso semiótico ao contexto em que ele é aplicado. De fato, segundo Alibali et al (2013), os gestos quando utilizados no contexto da sala de aula tem seu uso adaptado dinamicamente em resposta ao comportamento dos alunos nas interações. No caso do vídeo instrucional, em que não se tem o retorno do aluno, apesar de o interlocutor estar se dirigindo a alunos, há uma intensificação do uso de gestos em partes específicas, porém todas relacionadas à materialização de conceitos, como mencionado anteriormente.

6.3.1.8 Intersemiose com Linguagem verbal, Simbolismo, Imagens, Música e Gestos

Os estudantes expressaram nos fóruns do ambiente virtual UNEAD que uma das potencialidades do uso de vídeos nas aulas de matemática é a facilidade de relacionar o conteúdo matemático com problemas práticos. A ideia do grupo de estudantes produtores do vídeo *Uso prático da Geometria Analítica* foi mostrar como a Matemática pode auxiliar na resolução de problemas mais práticos. O discurso sobre o uso da equação da circunferência para traçar grandes circunferências é realizado destacando os recursos de linguagem verbal, simbolismo matemático, imagens, música e gestos. Os estudantes utilizam dois tipos de imagens no vídeo: as imagens de construções reais com formato circular apresentadas no início do vídeo, que foram articuladas com a linguagem verbal escrita e com a música para produção de significado, e as imagens matemáticas, que possibilitaram a produção de um novo significado pela sua articulação com a linguagem verbal oral, o simbolismo matemático e os gestos.

As imagens das construções com as características enunciadas que serviram como problematização do tema do vídeo constituíram uma intersemiose com a música e com a linguagem verbal escrita rompendo a atmosfera formal que é dominante no vídeo que tem característica instrucional. A música em conjunto com as imagens do Edifício Guangzhou, ainda em construção, do Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha e do prédio com telhado em formato de arco de circunferência, transportam o espectador para fora daquele ambiente sugerindo que usar a matemática em problemas práticos pode ser algo divertido. Essa sensação é induzida pela melodia da música e complementa um significado produzido também pela ideia de grandiosidade das construções com formato de circunferência, dado que imagens trazem informações referentes aos seus tamanhos e capacidades. Na última foto, que apresenta o prédio com telhado em forma de arco de circunferência, a imagem não traz informações em linguagem verbal escrita, porém o ângulo em que a foto do prédio foi tirada expressa a grandiosidade do seu tamanho. Destaca-se nessa análise a característica multisemiótica do vídeo como tecnologia digital, que permitiu a introdução das imagens em cortes realizados na cena da aula instrucional, o que viabiliza a expansão semântica pelo novo significado produzido a partir da junção desses recursos para expressar a ideia de que a Matemática tem um lado prazeroso, divertido, além do seu discurso formal e rigoroso.

A linguagem, o simbolismo matemático e as imagens tiveram seu potencial semântico otimizado quando utilizados de forma articulada com a música e os gestos dêiticos e representacionais. No vídeo as funções usuais dos três primeiros recursos foram utilizadas, ou seja, a linguagem foi usada na contextualização do problema matemático proposto, as imagens feitas no quadro branco para representar a circunferência e as imagens de construções reais com formato de circunferência mostraram as relações matemáticas referentes ao conteúdo expressas por meio do simbolismo, principalmente na dedução da equação e a relação do conteúdo com problemas práticos, respectivamente. O simbolismo matemático foi priorizado na resolução do problema, sendo que a equação foi deduzida a partir da interação da imagem matemática de uma circunferência generalizada, considerando o centro, o raio e um ponto qualquer, com relações matemáticas e operações. A combinação dos gestos nessa interação auxiliou esclarecendo e complementando o discurso manifestado pela linguagem oral, como quando o estudante escreve a equação $(x-a)^2+(y-b)^2=R^2$ e confirma o significado das variáveis apontando para as coordenadas (a,b) do centro da circunferência, para o raio R e para um ponto qualquer (x,y) na imagem da circunferência desenhada no quadro.

Toda a dedução utilizando a imagem da circunferência com o triângulo retângulo inscrito auxilia no entendimento das relações estabelecidas e expressas na equação e esse é um ponto importante da análise da combinação de recursos semióticos, visto que a intersemiose resultante da combinação da linguagem oral com as imagens matemáticas e os gestos dêiticos promoveu uma materialização das noções abstratas que estavam sendo tratadas no discurso. O efeito da intensificação do uso dos gestos para a concreção das ideias matemáticas, juntamente com as imagens das construções reais possibilitou a expansão semântica com o significado do uso prático da equação da circunferência na solução de um problema real, geralmente relacionado a exercícios de aplicação da fórmula.

Os três recursos principais do discurso Matemático, ao serem combinados a partir de escolhas semióticas organizadas operaram intersemioticamente de forma que as predileções entre recursos visuais e auditivos levaram a um novo significado para a noção de circunferência. Os gestos, a música, a linguagem verbal, o simbolismo matemático na forma algébrica, as imagens gráficas e as fotos se complementaram no vídeo expressando uma ideia matemática de forma que fosse possível ampliá-la, saindo de uma expressão formal de um discurso matemático instrucional para um outro próxima da aplicabilidade dessa disciplina.

No vídeo diferentes recursos semióticos foram articulados para o discurso matemático. Os gestos, a música, a linguagem verbal oral e escrita, o simbolismo matemático na forma algébrica e as imagens gráficas e fotográficas se complementam no vídeo, a fim de expressarem uma ideia matemática. Há um esforço para mostrar a utilidade prática da equação da circunferência no vídeo e a música chama atenção para as imagens de grandes construções em formato de circunferências, estabelecendo uma relação entre a Matemática e a construção civil sugerindo que se trata de algo prazeroso. As imagens assumem o seu papel, reforçado pelos gestos, ao estabelecerem relações que definem a equação da circunferência a partir do teorema de Pitágoras. As imagens reais de circunferências e semicircunferência agregam significado experiencial ao conceito mostrado no quadro branco. A intersemiose dos recursos apresentada no vídeo mostra indícios que sugerem a possibilidade de expansão semântica pela escolha e combinação dos recursos semióticos que complementam o discurso matemático apresentado.

6.3.2 Análise do vídeo *Deslocamento feito em uma roda*[51]

Figura 71 - Acesso ao vídeo Deslocamento feito em uma roda.

6.3.2.1 Descrição do vídeo

O vídeo Deslocamento feito em uma roda combina dois tipos diferentes de técnicas de produção, a saber, uma gravação em um ambiente externo e a gravação de uma apresentação

[51] Acesso ao vídeo: https://youtu.be/LgmBwQAsiCk?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD.

com montagem de slides. O vídeo começa com a apresentação de uma gravação em que um dos estudantes aparece em um cenário externo, especificamente, um parque de diversões. Neste cenário o estudante problematiza o tema do vídeo, indagando: *Qual distância que um dos bancos da roda gigante percorre ao dar uma volta completa?* Nessa parte inicial do vídeo compõem o cenário objetos que fazem referência à roda e o interlocutor introduz de forma breve um pouco da história sobre a descoberta da roda, além de sua funcionalidade atualmente.

Depois de introduzir o problema, o qual se refere ao cálculo da distância percorrida por um banco de uma roda gigante ao completar uma volta, o estudante discute a sua resolução de forma detalhada utilizando a fórmula para cálculo do comprimento de uma circunferência. São introduzidas as noções de raio e diâmetro de uma circunferência e o estudante faz uma breve explicação sobre a origem do número π, apresentando seu valor aproximado, comumente utilizado em cálculos matemáticos. A fórmula para o comprimento de uma circunferência é apresentada em seguida, sem que seja deduzida ou justificada. Por fim, a medida que representa o raio da roda gigante é dado e utilizado na equação do comprimento da circunferência para obtenção do resultado do problema proposto. Uma música acompanha os créditos do vídeo.

A análise preliminar do vídeo Deslocamento feito por uma roda revelou o uso dos recursos de linguagem verbal oral e linguagem verbal escrita, simbolismo matemático, imagens, linguagem corporal, música, sons e cenário.

6.3.2.2 Linguagem verbal oral

A característica explicativa do vídeo *Deslocamento feito em uma roda* coloca em evidência as metafunções da linguagem verbal oral. De fato, acontecimentos são descritos por verbos, nomes e circunstâncias na justificativa de eventos físicos, nesse caso, a trajetória circular de um objeto. Isso pode ser visto na primeira parte do vídeo, quando o conteúdo matemático é contextualizado. No trecho da transcrição do vídeo que será apresentado a seguir o estudante atribui à invenção da roda a constituição do mundo como ele é hoje.

> *Eu vim aqui falar sobre um evento sem o qual não podia existir esse parque de diversão e o próprio mundo como conhecemos seria bem diferente [O estudante aponta para a roda gigante que está atrás dele]. Esse invento é justamente a roda [ênfase na palavra roda]. (9s a 20s)*

Nessa frase, o estudante estabelece uma relação entre a Matemática e a forma como o mundo foi organizado e se constitui hoje, atribuindo valor ao conteúdo dada a sua aplicabilidade na resolução de problemas da sociedade. Este fato justifica a escolha desse tema, pelo grupo de estudantes, para realizar a produção do vídeo. A importância da roda para a execução de atividades humanas é ainda justificada com fatos históricos, com o estudante citando exemplos que mostram como o seu uso facilitou o transporte:

> *[O estudante está ao lado de um carro] A roda foi inventada por volta do ano 4000 antes de Cristo. O que pouca gente sabe é que ela foi inventada para fins de transporte. Mas naquela época não era para compor um carro desse tão bonito [o estudante está abaixado ao lado da roda de um carro e aponta para ele]. Era para transportar grandes pesos e eles se inspiraram no tronco de madeira para fazer grandes pesos serem transportados sobre ela [gestos com uma das mãos que sugerem o movimento decorrente do deslocamento]. (37s a 55s)*

Assim, o discurso inicial apresentado no vídeo, esclarece sobre a importância do conteúdo que será apresentado e sinaliza no discurso ideias relacionadas a uma experiência de mundo, caracterizando a metafunção experiencial. Para relacionar esse que é considerado por vários cientistas um dos maiores inventos da humanidade, com a Matemática, o estudante apresenta a problemática que carrega o tema central do vídeo:

> *Olha a roda gigante aqui funcionando [na imagem ao fundo vê-se uma roda gigante e ouve-se o som do ambiente]! Onde vem a pergunta: afinal, qual o deslocamento que uma pessoa faz ao dar uma volta completa na roda? Vamos ver? (56s a 1min7s)*

O problema proposto pelos estudantes coloca novamente a Matemática na posição de uma ciência que não está distanciada do cotidiano das pessoas. A pergunta gira em torno de uma ação que é praticada eventualmente pelas pessoas em momentos de laser, introduzindo a ideia de que essa ciência pode estar relacionada a qualquer tipo de atividade humana.

A pergunta é apresentada pelo estudante duas vezes, em uma gravação feita em um parque de diversões. Na segunda vez o problema é remodelado e apresentado de forma que outros elementos são incorporados, como é o caso do centro da circunferência, referenciado no discurso como eixo central, como pode ser observado no trecho seguinte.

> *Gente, olha só que beleza essa roda gigante! Olhando ela assim girar, e girar, e girar, me vem a pergunta: finalmente, qual será o deslocamento que um desses carrinhos faz ao dar uma volta completa em torno do eixo central? (1min15s a 1min32s)*

A apresentação da problemática em diferentes formatos é uma característica positiva do discurso matemático, mesmo que apenas pela mudança de um único termo, visto que possibilita uma segunda análise do que está sendo proposto pela introdução de um elemento diferente. Um olhar mais amplo para o problema, considerando diferentes formatos do enunciado, acrescentando elementos, viabiliza a análise das formas de resolução possíveis e diminui o impacto da ambiguidade sintática, característica da linguagem matemática, no raciocínio em torno do problema proposto no vídeo.

A metafunção lógica é realizada nas relações semânticas entre entidades nominais e processos apresentadas no discurso no início do vídeo, quando se define como resolver o problema, e durante a própria resolução. No discurso proferido no vídeo os eventos são conectados logicamente, possibilitando a expressão do raciocínio organizado. A sequência lógica apresentada introduziu o tema do vídeo com o discurso inicial que contextualiza o conteúdo matemático que será tratado. Ela conecta logicamente dois eventos, a saber, a invenção da roda e a organização do mundo como ele é atualmente, ou seja, os avanços da humanidade. A organização lógica expressa pelo estudante na análise do enunciado do problema utiliza um termo específico da linguagem matemática para compor a ideia que envolve a resolução do problema proposto: perímetro. Ao direcionar o seu discurso para as questões específicas do problema, o estudante deixar de focar na contextualização e se aproxima de uma linguagem mais técnica. Realizando a análise da resolução do problema ele conclui que o deslocamento do carrinho é obtido pelo perímetro da circunferência definida pela roda gigante. O perímetro é, em seguida, definido algebricamente. A resolução do problema, então, é concluída algebricamente, porém a linguagem matemática é utilizada na explicação dos argumentos, encadeados logicamente.

A linguagem é proferida acompanhando a escrita do simbolismo matemático apresentado no vídeo. Este último recurso possui como uma das suas funcionalidades a redução das operações matemáticas, o que torna a linguagem verbal útil nas explicações de pontos que suscitem ambiguidades semânticas. Com respeito a metafunção interpessoal da linguagem verbal, o uso de afirmações e comandos imperativos mantêm no discurso matemático a posição dominante da Matemática.

> *Vamos lá! Veja bem! Temos aqui algumas partes do círculo que nós precisamos esclarecer antes. Temos aqui o raio que é essa medida que vai do centro do círculo até a extremidade em linha reta, como se observa. Tem também aqui o comprimento que, apesar de eu não ter colocado aqui, mas eu vou chamar atenção, que é... o comprimento dele é sempre igual ao dobro do raio. Que ele pega essa parte aqui toda [destaca o diâmetro com o laser]. Temos a circunferência ou perímetro, que é isso que nos interessa, não é? Querendo saber qual o tamanho do perímetro aqui, você vai saber o deslocamento que é feito. Então, dito isso, vamos também compreender o seguinte: temos também o número π, que foi um ... um número que nós optamos por não dar muita explicação aqui por entender que já é do conhecimento de muitos de vocês. Mas de qualquer sorte, para aqueles que é marinheiro de primeira viagem, π é um número que você encontra ele se você pegar o tamanho da circunferência, essa aqui [o estudante usa a luz de um*

> *laser para contornar a imagem de uma circunferência apresentada no slide] e dividir pelo diâmetro você vai encontrar aí um valor aí perto de três vírgula catorze. (2min17s a 3min29s)*

O trecho acima foi proferido pelo estudante quando iniciou a resolução do problema. Os pré-requisitos para a resolução foram informados com base nas variáveis que compõem a fórmula para calcular o comprimento da circunferência. A fórmula não foi deduzida, ou seja, o fato de o comprimento da circunferência ser determinado pelo produto das medidas do raio e do dobro do número π não foi justificado. Outros elementos denunciam no discurso o lugar da Matemática como uma ciência absoluta, como a caracterização de uma descontinuidade semântica, quando apresenta o número π. O próximo trecho apresenta o momento em que a fórmula é enunciada na linguagem verbal, caracterizando novamente uma descontinuidade semântica, na qual as relações entre sentenças são assumidas sem justificativas.

> *Bom, temos aqui a fórmula, né? Para calcular o tamanho do perímetro aqui ou circunferência. Vamos lá! Então, a circunferência vai ser igual a dois vezes π vezes o raio [mostra o raio com a luz do laser na imagem]. Lembra que eu falei que o raio é cada um... é... é a medida que vai do centro da circunferência até a sua extremidade. Certo? (3min42s a 4min9s)*

As frases "*Temos a circunferência ou perímetro, que é isso que nos interessa, não é?*", "*optamos por não dar muita explicação aqui por entender que já é do conhecimento de muitos de vocês*", ilustram uma postura comum com relação ao ensino de Matemática. O estudante mantêm, através da linguagem verbal, o papel dominante da Matemática em seu discurso.

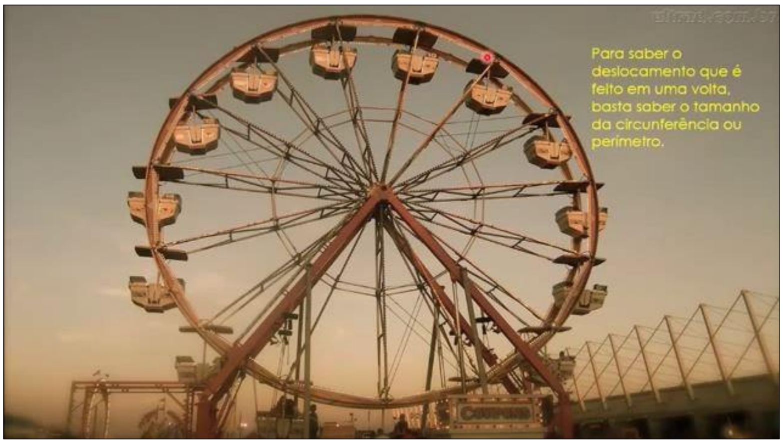
Textualmente, os estudantes organizaram o discurso matemático em um modelo que é implementado na maioria das aulas convencionais de Matemática realizadas nas instituições de ensino. O discurso foi dividido em três partes, a saber, introdução, discussão teórica e, por fim, apresentação e resolução do problema. Na introdução o estudante justifica a importância do tema do vídeo apresentando a importância da invenção da roda para a humanidade. Na discussão teórica, o foco é direcionado para os conceitos matemáticos de raio, comprimento, além de falar sobre o número π, os quais serão utilizados na resolução do problema proposto. Na resolução foram desenvolvidos os cálculos que levaram à resposta do problema. Apesar de não ser realizada uma discussão, ou mesmo uma justificativa, em torno da dedução da fórmula do comprimento da circunferência, a mensagem não apresenta definições interligadas.

O estudante apresenta um discurso pausado, o que contribui na compreensão das explicações. Apesar de não ter optado por uma linguagem formal, o interlocutor utiliza os termos matemáticos próprios. A qualidade vocal, com sonoridade sem variações, mostra o que pode ser segurança do interlocutor com relação ao conteúdo que está sendo expresso em linguagem oral, dada uma possível experiência atuando na sala de aula. Essa percepção corrobora com a postura mantida no discurso do estudante, apresentando a Matemática como absoluta, porém com explicações detalhadas sobre os elementos da circunferência (o raio, o diâmetro e o comprimento) e a preocupação de que a mensagem seja compreendida, levando-o a explorar o enunciado do problema de diferentes formas.

6.3.2.3 Linguagem verbal escrita

No vídeo *Deslocamento feito por uma roda* a linguagem verbal escrita é utilizada de forma discreta, reafirmando partes do discurso oral de duas formas, na apresentação da solução do problema e de elementos da circunferência que compõem a fórmula que será utilizada para obter o resultado. Esse recurso, então, destaca as partes consideradas mais importantes pelos estudantes no discurso. O primeiro momento em que a linguagem verbal escrita aparece é ilustrada na Figura 72. O texto revela como o problema proposto no vídeo pode ser resolvido.

Figura 72 – Apresentação da solução do problema.

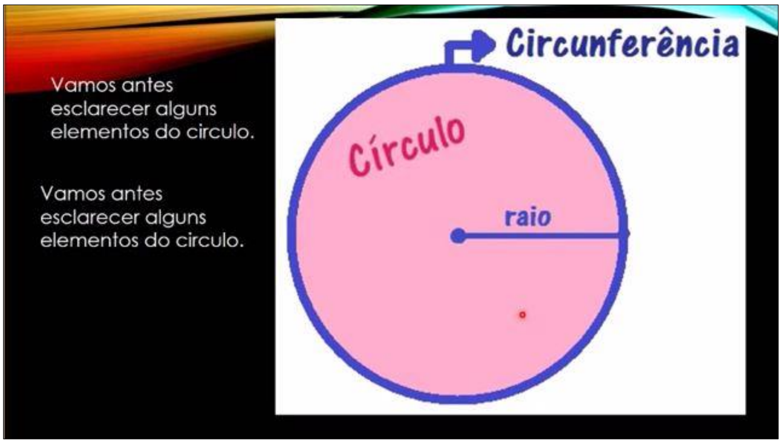


Fonte: Dados da pesquisa.

A metafunção ideacional é realizada por esse recurso, considerando que apresenta uma justificativa para o processo, a partir da sua relação com um evento físico específico. Em linguagem verbal escrita, o texto apresenta uma estrutura lógica que conecta acontecimentos em termos de causalidade e consequência, como o trecho da transcrição: *Para saber o deslocamento que é feito em uma roda, basta saber o tamanho da circunferência ou perímetro.*

O texto na Figura 72 também apresenta de forma organizada o tema que é central no vídeo, caracterizando, assim, a metafunção textual do recurso semiótico. Com respeito a metafunção interpessoal, a Figura 73 ilustra como a linguagem verbal escrita contribui para que o discurso se torne menos denso, ao denominar elementos que esclarecem expressões especiais. As relações estabelecidas entre circunferência, círculo e raio e suas imagens suavizam o discurso.

Figura 73 – Apresentando os elementos da circunferência.



Fonte: Dados da pesquisa.

No vídeo *Deslocamento feito por uma roda*, a metafunção interpessoal também se caracteriza, no recurso da linguagem verbal escrita, pelo uso de afirmações que estabelecem a posição dominante da Matemática, como pode ser observado na Figura 74.

Figura 74 – Apresentando a solução do problema proposto.

Fonte: Dados da pesquisa.

A afirmação de que “basta usar a fórmula” sugere uma descontinuidade semântica, na qual relações entre as sentenças devem ser assumidas sem justificativas ou deduções. Essa característica da linguagem verbal julga que o processo é trivial e não atribui valor à sequência lógica na qual se constrói o conhecimento. No início do vídeo, os estudantes dedicaram atenção para a conexão do conteúdo com situações cotidianas, sugerindo que concordavam que destacar esse tipo de relação contribui para a construção do conhecimento, porém esse pensamento não foi adiante no vídeo, pelo fato de os produtores terem escolhido não justificar o processo que resultaria no valor do comprimento da circunferência, afirmando, “basta usar a fórmula”. Escolhas como essa são comuns nas aulas de Matemática e, segundo Freire e Faundez (2017), mostram um movimento unilinear no ensino no qual a curiosidade é castrada, esquecendo-se que o início do conhecimento é perguntar. De fato, deve-se considerar que o discurso matemático está sendo proferido por meio digital para um público não presente, porém o planejamento do vídeo deve pautar sobre quais elementos podem contribuir efetivamente para que a mensagem seja compreendida ou mesmo sobre as características que fazem o discurso matemático denso, para então, evitá-las.

6.3.2.4 Simbolismo Matemático

As funcionalidades do simbolismo matemático são realizadas na discussão da solução do problema proposto. Especificamente, a fórmula pela qual se determina o comprimento de uma circunferência se apresenta como o recurso semiótico no vídeo. A fórmula, destacada na Figura 75, estabelece uma relação entre o comprimento e o raio da circunferência, porém o processo de constituição dessa relação, fundamental na construção do conhecimento matemático, não é discutida no vídeo.

Figura 75 – Fórmula do comprimento de uma circunferência.

Fonte: Dados da pesquisa.

A ideia que justifica o comprimento de uma circunferência caracteriza as correntes de raciocínios implícitos presentes nesse recurso semiótico. A sequência lógica que define a igualdade apresentada no vídeo se baseia em três propriedades, segundo Dolce e Pompeo (1993). Esses autores enunciam que “A razão entre o perímetro do círculo e seu diâmetro é um número constante representado por π.” (DOLCE; POMPEO, 1993, p. 292) e demonstram:

Sejam duas circunferências de comprimentos C e C' e raios R e R', respectivamente. Sejam ainda, p_n, P_n, p'_n, P'_n *os perímetros de polígonos inscritos e circunscritos a C e C', respectivamente. Considere que o perímetro do polígono inscrito é menor do que o perímetro do polígono circunscrito, ou seja,* $p_n < P_n$ *e* $p'_n < P'_n$. *Desta forma, dados polígonos regulares semelhantes inscritos e circunscritos nas circunferências C e C', então:*

$$\frac{p_n}{p'_n} = \frac{R}{R'} \; e \; \frac{P_n}{P'_n} = \frac{R}{R'}.$$

Como $p_n < C < P_n$ *e* $p'_n < C' < P'_n$*, então*

$$\frac{p_n}{2R} < \frac{C}{2R} < \frac{P_n}{2R} \; e \; \frac{p'_n}{2R'} < \frac{C'}{2R'} < \frac{P'_n}{2R'}. \; Logo, \; \frac{C}{2R} = \frac{C'}{2R'}.$$

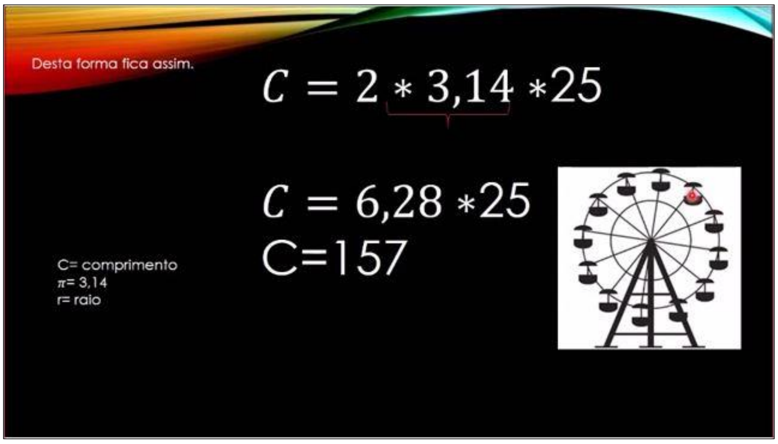
A razão no lado direito da última igualdade é igual a constante π*, portanto,* $\frac{C}{2R} = \pi$*, ou seja,* $C = 2\pi R$.

Essa informação subliminar representa a corrente de raciocínio implícito na fórmula do comprimento da circunferência e trata de justificar a igualdade que ela define. Vale ressaltar que a ideia inicial, ou o enunciado que move a demonstração foi apresentado pelo estudante com o uso de linguagem verbal oral, ao propor a solução, porém não houve uma associação entre essa afirmação, apresentada no trecho da transcrição seguinte, e a fórmula apresentada.

> *[...]* π *é um número que você encontra ele se você pegar o tamanho da circunferência, essa aqui [o estudante usa a luz de um laser para contornar a imagem de uma circunferência apresentada no slide] e dividir pelo diâmetro você vai encontrar aí um valor aí perto de três vírgula catorze. (3min18s a 3min29s)*

A equação, então, captura uma relação entre o comprimento e o raio de circunferências, cumprindo a metafunção ideacional. A função interpessoal aparece na forma como foi expressa a equação, a partir de um comando não negociável e sem justificativas. A função textual garante a organização, a partir de padrões gerais, para a exibição dos resultados. A Figura 76 ilustra o processo operacional realizado a partir da equação representada pelo simbolismo matemático.

Figura 76 – Organização textual na solução do problema proposto.



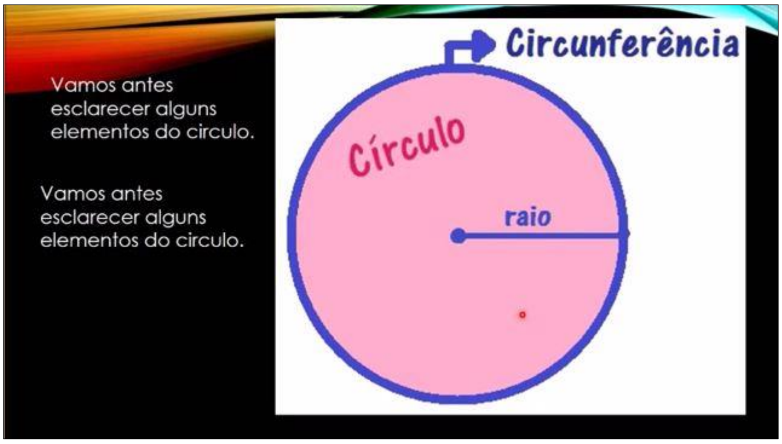
Dados da pesquisa.

O uso de símbolos especiais pode dificultar a compreensão do discurso. No vídeo a equação apresenta o número π, o qual o professor utiliza a linguagem verbal oral para tentar explicar. No simbolismo as variáveis da equação são explicitadas, como ilustra a Figura 76. A metáfora semiótica destaca uma mudança na funcionalidade do número π, que, em sua representação na linguagem verbal oral é descrita como um valor perto de três vírgula catorze, mas que, na Figura 76 é representada como igual a três vírgula catorze.

6.3.2.5 Imagens matemáticas

As imagens no vídeo *Deslocamento feito por uma roda* foram utilizadas para apresentar os elementos que fazem parte da circunferência, auxiliando na construção visual sobre tais conceitos. A circunferência e o raio são destacados e associados às imagens em diversos momentos durante a apresentação da resolução do problema no vídeo. Experiencialmente, a primeira imagem, ilustrada na Figura 77, apresenta um mapa visual que descreve aspectos da organização composicional dos elementos da circunferência. Com respeito ao significado lógico, foram utilizadas regras para o posicionamento dos elementos que compõem a imagem, como o centro com relação aos pontos que pertencem à circunferência.

Figura 77 – Elementos da metafunção ideacional nas imagens do vídeo.



Dados da pesquisa.

A imagem se destaca pelos efeitos visuais, como cores que diferenciam o círculo da circunferência, e apresentam informações nominais, (círculo, circunferência e raio) que realizam a metafunção interpessoal. Textualmente, a imagem apresenta uma estrutura única para a circunferência, apresentando o ponto central (centro) bem posicionado com relação à parte constituinte, a circunferência.

As características gramaticais da imagem central utilizada no vídeo apresentam raciocínio implícito, considerando a relação entre a circunferência e o raio, elementos de destaque da imagem, mas que, fundamentados em conhecimentos prévios, não são exibidos na imagem. O fato de a circunferência na Figura 77 não apresentar medidas de centro e raio específicos, com construção em um plano cartesiano, seus elementos generalizados destacam o alto valor-verdade da imagem. Com representação abstrata, a Figura 77 representa um conhecimento descontextualizado, item atenuado pela imagem da roda gigante apresentada no vídeo antes da imagem descontextualizada. A integração de elementos linguísticos na imagem da circunferência auxiliam na compreensão do significado do conceito.

6.3.2.6 Linguagem Corporal

A linguagem corporal contribui para a comunicação da ideia central que será tratada no vídeo em sua contextualização de forma que apresente o conteúdo matemático como algo que está presente no cotidiano. A performance do estudante no vídeo *Deslocamento feito em uma roda*, se concentra na tarefa de expressar de forma clara e diferenciada, no sentido de apresentar o tema de forma diferente do que é feito na sala de aula, o conteúdo. No cenário escolhido, o estudante tem seus gestos contidos na apresentação. A sua postura ereta e a realização de movimentos calculados com os braços sugere a sua preocupação de que a atenção esteja voltada para o seu discurso e para o cenário à sua volta, como pode ser visto na Figura 78.

Figura 78 - Linguagem corporal na apresentação do tema do vídeo.

Fonte: Dados da pesquisa.

A expressões faciais do estudante sofrem variações discretas, não interferindo de forma destacada no discurso. Olhando sempre para a câmera com o sorriso discreto, o seu semblante não dá ênfase, não confirma e não nega o que está sendo proferido no discurso. Quando faz referência a invenção da roda, o estudante aponta com o polegar para o objeto que está atrás dele e a câmera foca na roda gigante do parque de diversões, cenário da parte inicial do vídeo. Ao apontar para a roda gigante, elemento que faz parte do seu discurso, a ideia que está sendo compartilhada é materializada e em sua nova dimensão viabiliza a construção de um significado com base em noções concretas. O estudante utilizou novamente esse recurso ao relacionar a invenção da roda com a atividade de transporte, como ilustra a Figura 79.

Figura 79 - Materialização do discurso.

Fonte: Dados da pesquisa.

O apelo ao visual como complemento para o discurso se torna mais dinâmico com o uso da gravação de vídeos que oferecem alternativas como a locação em cenários reais. Na sequência de imagens apresentada na Figura 79, ao introduzir a justificativa histórica para a invenção da roda o estudante se aproxima da roda de um carro e com as mãos simula o movimento de deslocamento. Os gestos representacionais e os gestos dêiticos apontando para os objetos que constituem o discurso acontecem em momentos específicos, os quais são considerados relevantes pelo interlocutor e para os quais o público-alvo deve ter atenção. Esses destaques promovidos pelo gesto de se abaixar, ficando na altura da roda de um carro, ou de usar as mãos para simular a realização do deslocamento de um objeto, são importantes para a interpretação do discurso.

O estudante também utiliza os gestos dêiticos, por meio da luz de um laser, para definir e destacar ideias relacionadas ao conceito de circunferência utilizando a foto de uma roda gigante e a figura de uma circunferência no vídeo. Isso pode ser visto enquanto enuncia o problema, como ilustra a Figura 80, quando o estudante utiliza o laser para destacar o deslocamento do banco da roda gigante no sentido horário. Esse gesto dêitico, realizado com um laser, revela a ideia de que trata o problema: qual o deslocamento de um carrinho ao dar uma volta completa?

Figura 80 – Gestos deiticos na apresentação do problema.

Fonte: Dados da pesquisa.

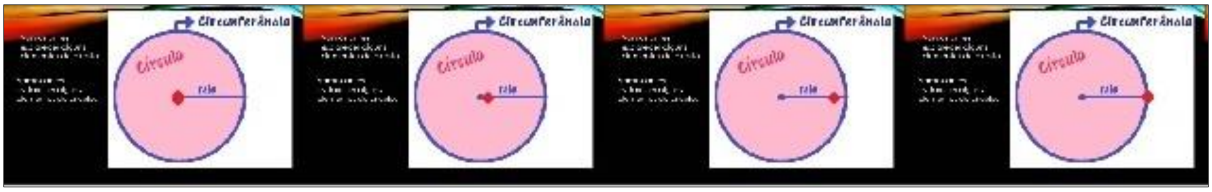
O mesmo efeito realizado com a luz do laser foi utilizado para demonstrar a noção de raio de uma circunferência. O segmento com extremidades no centro da circunferência e em um ponto pertencente à circunferência foi apresentado com a luz vermelha cobrindo os pontos de uma extremidade a outra.

Figura 81 – Definindo o raio da circunferência.

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 81 ilustra o movimento com o uso do laser realizado pelo estudante em uma foto contendo uma roda gigante. Essa demonstração foi repetida na imagem da circunferência apresentada na Figura 82.

Figura 82 – Definindo o raio de uma circunferência.



Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar de o diâmetro da circunferência não ter sido representado pela linguagem verbal escrita, o estudante o definiu em seu discurso e utilizou a luz do laser para representá-lo. A Figura 83 mostra o movimento realizado pelo laser, cobrindo a linha imaginária que liga dois pontos pertencentes à circunferência, passando pelo centro.

Figura 83 – Diâmetro de uma circunferência.

Fonte: dados da pesquisa.

Com o uso do laser os estudantes puderam realizar algo próximo dos gestos dêiticos, destacando aspectos que estavam visualmente acessíveis para reforçar afirmações pela adição de elementos visuais e complementar o discurso com noções apresentadas nas imagens fornecidas. Essa ação foi repetida durante o desenvolvimento da solução do problema, enfatizando o raio e o comprimento da circunferência ou o seu perímetro, como algumas vezes foi enunciado no vídeo, como algo ainda mais concreto, sendo vinculados, dessa vez, a valores numéricos: o raio foi informado pelos funcionários do parque de diversões, sendo 25 metros e o comprimento que foi calculado, resultando em 157 metros, aproximadamente.

6.3.2.7 Música, Sons, Cenário e Movimentos de câmera.

Os recursos música, sons, cenário e movimentos de câmera tiveram usos discretos no vídeo *Deslocamento feito em uma roda*, por esse motivo optei por discutir a sua composição em uma única seção. Esses recursos cumprem papéis que particularizam a mensagem final do vídeo e, a partir disso, influenciam o discurso e produzem significados em torno do conceito matemático proposto.

A música escolhida como trilha sonora foi utilizada no final do vídeo para apresentação dos créditos. Trata-se de uma música instrumental de ritmo suave que dá prosseguimento ao tom descontraído construído no início do vídeo para discussão do conteúdo matemático. Os sons que aparecem no vídeo, por sua vez, foram captados pela câmera durante a gravação no cenário externo, o parque de diversões. A música ambiente se sobrepõe à voz do estudante que apresenta o problema matemático, interferindo na compreensão do discurso. O som ambiente é responsável por aproximar o roteiro da realidade, porém precisa ser controlado de forma que não prejudique a mensagem. Além da música alta no parque de diversões, sons de carros também interferiram na gravação e, consequentemente, na compreensão da mensagem.

Com respeito ao cenário, o estudante se preocupa em mostrar os elementos principais do discurso em seu ambiente natural, com a roda de um carro e a roda gigante gravadas no ambiente externo de forma que tivesse acesso a esses objetos quando faz referência a eles. Essa possibilidade agrega valor à mídia que está sendo utilizada como recurso para o compartilhamento de conhecimentos. De fato, a locação tem influência em termos visuais e estéticos na composição do discurso e a escolha pela gravação no parque possibilitou a materialização das ideias centrais que envolvem o conteúdo do vídeo.

A forma com que as imagens são apresentadas no vídeo dizem respeito à criatividade e sensibilidade dos estudantes. Suas escolhas sobre as imagens mais adequadas para as mensagens influenciam no significado que é produzido ao expor a concepção dos estudantes sobre o roteiro. Na parte inicial do vídeo, os movimentos de câmera captaram imagens em combinação com as palavras inseridas no discurso.

Figura 84 – Combinação entre discurso e objeto pelo movimentos de câmera.

Fonte: Dados da pesquisa.

O cinema caracteriza tipos de planos fixados na imagem e movimentos de câmera de acordo com significados específicos sugeridos pelo formato de exposição da imagem. Na Figura 84, a imagem do estudante aparece até um pouco acima da cintura, no que é chamado no cinema como plano médio. Esse tipo de imagem permite que o espectador se aproxime do personagem, além disso, os gestos ficam destacados na composição com o discurso. O movimento de câmera executado logo depois da referência à roda, faz com que a imagem, que inicialmente mostra o estudante e a roda gigante atrás dele em um plano conjunto, foque no brinquedo do parque de diversões. O movimento realizado foi zoom-in cujo efeito serve para chamar a atenção para um objeto ou detalhe na imagem e foi realizado de forma mais discreta na referência à roda, quando o estudante se abaixa para ficar próximo a roda do carro na cena.

Figura 85 - Combinação entre discurso e objeto pelo tipo de plano.

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 85 ilustra movimentos de câmera que apresentam três planos em uma sequência. Inicialmente o plano conjunto inicial combina a imagem do estudante com a do parque de diversões iluminado. Em seguida, a câmera faz um zoom-in aproximando a imagem da roda gigante e, por fim, finaliza com o plano aberto contendo a roda gigante iluminada, acompanhando a descrição do estudante que destaca a beleza da imagem do brinquedo iluminado à noite. A combinação no plano conjunto chama atenção para os dois elementos centrais do discurso, o interlocutor e a roda gigante. O zoom destaca o brinquedo e, para que sua imagem seja visualizada de forma ampla no local em que está inserido, passa-se para o plano aberto, de forma que se perceba a sua relação com o ambiente.

6.3.2.8 Intersemiose com linguagem verbal, simbolismo, imagens, gestos dêiticos, música, sons e cenário

A primeira vez que o problema é enunciado no vídeo, a linguagem verbal oral é utilizada em conjunto com a imagem de uma roda gigante. O estudante aparece no plano médio e enuncia o problema estando posicionado em um local onde, ao fundo, se pode ver a imagem de uma roda gigante. Apesar de não se caracterizar como uma interação capaz de estabelecer significado conceitual nesse momento, o fato de se estar em um lugar próprio para diversão, criando nesse ambiente uma problematização matemática, destaca a metafunção experiencial nessa integração de recursos. A música do ambiente quando o problema é enunciado reforça essa possibilidade de relacionar a matemática com algo que é real. O problema é enunciado desta mesma forma uma segunda vez, modificando-se apenas a posição do estudante com relação à roda gigante.

Na terceira vez que o problema é enunciado os estudantes articulam linguagem verbal oral, imagem de uma roda gigante real e linguagem verbal escrita. O uso dos três recursos em conjunto foi reforçado com a utilização de uma luz vermelha que percorreu a imagem em uma volta completa. Essa articulação favorece a introdução do problema, atribuindo significado vinculando à imagem da roda gigante. A constituição de uma relação matemática formal começa a ser construída quando os termos circunferência e perímetro são introduzidos na linguagem verbal escrita apresentada ao lado da imagem da roda gigante. Essa relação é aprofundada no vídeo a partir desse momento. O vídeo fica restrito à movimentação de slides onde são articulados linguagem verbal oral, simbolismo matemático e imagens até o final. O desenvolvimento da solução do problema é apresentado passo a passo, a partir da interação da imagem da circunferência com os cálculos numéricos a partir do simbolismo matemático e a linguagem verbal oral. O ponto de luz vermelha substitui os gestos dêiticos reforçando a linguagem verbal oral ao relacionar o que é enunciado através da fala com o que é apresentado com simbolismo matemático e a imagem.

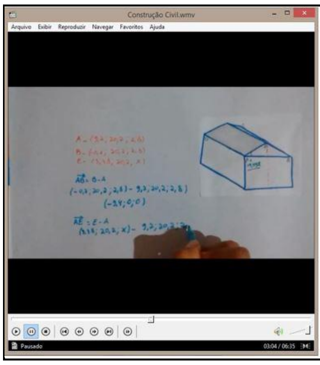
Os elementos da circunferência são apresentados, porém não se estabelece uma relação entre esses elementos e a equação que representa o comprimento da circunferência. Esta é apresentada e não construída a partir de relações existentes entre entidades matemáticas vinculadas à circunferência.

O vídeos possui recursos que poderiam tornar mais dinâmica a discussão sobre a ideia do número π, apresentada no vídeo como “número que se encontra quando pega o tamanho da circunferência e divide pelo diâmetro”. A dedução da equação que expressa o comprimento de uma circunferência em função do raio também poderia ser apresentada de forma dinâmica usando os recursos do vídeo.

A intersemiose no vídeo acontece de forma razoável, principalmente no início do vídeo, quando a metafunção experiencial é destacada ao “construir experiência de mundo” (JEWIT, BEZEMER e O’HALLORAN, 2016). Além disso, a linguagem verbal foi utilizada de forma a garantir que o raciocínio em torno do problema fosse expresso de forma bem organizada. O simbolismo matemático foi utilizado para determinar a solução do problema, porém alguns saltos decorrentes do raciocínio implícito, característico desse recurso, foram evidenciados. A relação entre o comprimento da circunferência e o seu raio não foi justificada a partir de uma articulação entre o simbolismo matemático e as imagens, o que caracterizou a articulação apresentada no vídeo como superficial, não alcançando assim, uma intersemiose com possibilidade de expansão do significado.

6.3.3 Análise do vídeo *Construção Civil*[52]

Figura 86 - Acesso ao vídeo *Construção Civil*.



6.3.3.1 Descrição do vídeo

O vídeo *Construção Civil* apresenta o conteúdo Distância entre pontos ao se concentrar na discussão de um problema em que se quer calcular a altura do vértice de um telhado com relação à linha da laje, considerando o formato triangular do telhado. Os estudantes utilizam noções de vetores, como a fórmula do ângulo entre vetores para determinar a altura.

A aplicabilidade da Geometria Analítica se traduz como a motivação para a discussão do conteúdo matemático no vídeo. Na introdução, os estudantes citam a aeronáutica, o desenho gráfico de jogos de computador, a mecânica e a construção civil como áreas que a Geometria Analítica é aplicada e afirmam que o vídeo se concentra na sua aplicação na construção civil. Para a introduzir o tema, música, linguagem verbal, imagens e imagem em movimento são combinados de forma que a ideia de que algo dinâmico e divertido será apresentado em seguida, algo que aproxime a Matemática do cotidiano das pessoas, mostrando-a mais acessível.

O discurso matemático expresso no vídeo envolve um problema que trata do cálculo da distância entre dois pontos e para a resolução do problema proposto foram articulados os recursos de linguagem verbal, simbolismo matemático, além de tipos diferentes de imagens. Os gestos dêiticos foram utilizados de forma intensa na associação entre os cálculos desenvolvidos a partir do simbolismo matemático, desenvolvidos a partir do conceito de vetores, com a imagem que representava a casa com o telhado em formato triangular. Nessa imagem matemática, os vértices, ângulos e lados são identificados pelo uso dos gestos dêiticos.

O vídeo, que mistura imagens gravadas em uma construção com apresentações de slides se concentra na gravação da resolução do problema sobre distância entre pontos proposto com o celular e editado no Movie Maker. Foram realizadas gravações de uma construção para a

[52] Acesso ao vídeo: https://youtu.be/2wjTnFpv3oM?list=PLFe4cPJPgGN_CXv6RGeigrOjjl8FLhQBD.

introdução do vídeo, na qual adicionaram uma música, em seguida apresenta-se a gravação das mãos da interlocutora desenvolvendo a resolução do problema em uma folha de papel.

A análise preliminar do vídeo *Construção civil* revelou o uso dos recursos de linguagem verbal oral e escrita, simbolismo matemático, representação numérica, imagens matemáticas, imagens em movimento, gestos dêiticos e música.

6.3.3.2 Linguagem verbal oral e escrita

O vídeo *Construção Civil* foi produzido em um modelo que é bastante visto na internet, em sites especializados na produção de materiais didáticos, e muito visitado por estudantes que buscam complementar os seus estudos. A técnica consiste no desenvolvimento da resolução de um problema, sendo que o enquadramento da câmera se limita ao papel, lápis e mãos do interlocutor. Nesse cenário, a linguagem verbal tem papel de destaque no acompanhamento dos cálculos na resolução do problema proposto. Suas funções são realizadas no discurso e a contextualização do problema é cumprida nos primeiros minutos do vídeo.

> *Olá pessoal! Tudo bem? você sabe pra que é utilizada a geometria analítica? Ela é usada na aeronáutica, nos desenhos gráficos de jogos de computador, gravitação, mecânica e construção civil. Nesse vídeo vamos ver a aplicação da geometria analítica na construção civil. Vem ver! (0s a 22s)*

A linguagem verbal oral, no trecho da transcrição acima, sugere um alinhamento entre áreas importantes da sociedade e a Matemática. Especificamente, a Geometria Analítica, a qual agrega a uma ciência dedutiva, a operacionalidade advinda da Álgebra, é a base de atividades não originalmente matemáticas e os estudantes esclarecem esse fato na introdução do vídeo.

A metafunção ideacional aparece no discurso justificando operações e variáveis em uma relação definida no problema proposto. Na transcrição seguinte a estudante apresenta quais são as etapas necessárias para determinar as relações matemáticas que conduzirão ao desenvolvimento da resolução, a partir dos dados informados no enunciado do problema. A mudança de estratégia, na qual a interlocutora sai da ideia do cálculo da distância entre dois pontos (cálculo da altura do ponto E em relação à laje) e evolui para a determinação da coordenada x do ponto E, segue uma organização lógica que permanece implícita no discurso, como sugere o trecho da transcrição seguinte.

> *Nós vamos calcular qual é a altura do ponto E em relação à laje, mas inicialmente precisaremos calcular qual é a altura do ponto E em relação ao solo. Sabendo que o ângulo A mede 14,452 graus aproximadamente, vamos precisar determinar quais são as coordenadas dos pontos A, B e E, ponto A, B e E. As coordenadas do ponto A são nove vírgula dois, vinte vírgula dois e*

> *dois vírgula oito. As coordenadas do ponto B são menos zero vírgula dois, vinte vírgula dois e dois vírgula oito. As coordenadas do ponto E são três vírgula trinta e oito, vinte vírgula dois e x, que é a altura que estamos procurando. (29s a 1min30s)*

A explicação sobre como o problema deve ser desenvolvido é realizada no vídeo com a interação da imagem matemática. No trecho acima, a estudante considera um telhado cuja parte frontal tem formato triangular com vértices A, E e B. A estudante explica que determinar as coordenadas dos vértices desse triângulo é necessário para calcular a altura do ponto E em relação à laje, porém esse cálculo não é apresentado no vídeo e a estudante apenas apresenta as coordenadas dos pontos no espaço tridimensional. O discurso segue com a apresentação das coordenadas dos pontos. Então, existe uma organização lógica no discurso que expõe uma sequência baseada na organização do pensamento matemático, porém as correntes de raciocínios implícitos característicos da linguagem verbal se destacam. Isso não invalida a constituição dos significados lógico, referente a metafunção ideacional, no discurso.

A metafunção interpessoal, na linguagem matemática, se realiza no uso de afirmações e comandos que estabelecem uma posição da Matemática com relação ao mundo. No vídeo *Construção civil*, a linguagem verbal apresenta a Matemática como uma ciência necessária para o desenvolvimento da sociedade, devido as suas conexões com áreas essenciais, como as citadas na introdução desse audiovisual, por outro lado, uma Matemática tecnicista toma lugar no enunciado e desenvolvimento do problema. No enunciado nota-se a pouca discussão em torno da problemática proposta, o que se repete na proposta para a resolução, a qual informa que a fórmula do cosseno levará à medida da altura do ponto E, vértice do telhado, até a laje.

> *Para acharmos qual é a altura do ponto E utilizaremos a fórmula do cosseno. Para isso, para utilizar a fórmula do cosseno, precisaremos determinar qual é a medida do vetor AE e do vetor AB. Vetor AB. O vetor AB será igual a B menos A. Assim teremos que menos zero vírgula dois, vinte vírgula dois e dois vírgula oito, Menos o vetor A, que é nove vírgula dois, vinte vírgula dois e dois vírgula oito. Obteremos o seguinte... resultado, menos nove vírgula quatro como coordenada x, zero como coordenada y e zero como coordenada z. Essas são as coordenadas do vetor AB. Agora iremos determinar qual é a coordenada do vetor AE. O vetor AE será igual a E menos A. Três vírgula trinta e oito, vinte vírgula dois e x, menos as coordenadas de A que são nove vírgula dois, vinte vírgula dois e dois vírgula oito. Fechando parênteses aqui e anterior. Obteremos fazendo as multipli.... fazendo a subtração sempre de x com x, y com y e z com z, obteremos o seguinte valor: menos cinco vírgula oitenta e dois como coordenada x, zero como coordenada y e c menos vinte e oito como coordenadas z. (3min10s a 3min29s)*

A fórmula do cosseno a que se refere a estudante é a Lei dos cossenos, o qual foi aplicado a um triângulo cujos lados consecutivos são vetores, e estabelece uma relação matemática entre o ângulo determinado por esses vetores e os seus módulos. Justificar o uso desta fórmula específica em detrimento de outros métodos para a resolução do problema poderia deixar o discurso matemático apresentado no vídeo menos denso. A justificativa de resultados matemáticos, que envolve definições interligadas, ao ser implementada pode modificar positivamente a imagem da Matemática.

A discussão promovida no vídeo tem foco direcionado na resolução do problema proposto, portanto destaca o tema matemático escolhido, a saber, módulo de um vetor.

> *Agora utilizaremos a fórmula... o cosseno, o cosseno de catorze vírgula quatrocentos e cinquenta e dois será igual a... o vetor, será igual ao vetor AB, o módulo do vetor AB vezes o vetor AE, dividido por... pelo módulo de AB multiplicado pelo módulo de AE. Sabendo que... sabendo que o módulo será obtido pela seguinte... da seguinte forma: será obtido pela raiz... pela raiz quadrada de x ao quadrado mais y ao quadrado mais z ao quadrado. Assim teremos que... que o cosseno de zero... Sabendo que o cosseno de zero, é catorze vírgula quatrocentos e cinquenta e dois será igual a zero vírgula noventa e sete, teremos AB menos cinco vírgula oitenta e dois, zero e menos dois vírgula oito multiplicado por... o vetor menos nove vírgula quatro, zero e zero. Lembrando que aqui a ordem não altera o fator, não altera o resultado. Dividido pela raiz quadrada de menos cinco vírgula oitenta e dois ao quadrado mais zero ao quadrado mais, menos dois vírgula oito ao quadrado multiplicado pela raiz quadrada de menos nove vírgula quatro ao quadrado mais zero ao quadrado, mais zero ao quadrado. Assim re... realizando a resolução dessa equação, obteremos o seguinte valor: x como quatro vírgula três. No entanto o... essa medida de x será do vetor AE em relação ao solo. Mas estamos procurando a relação do vetor AE em relação à laje. Então para acharmos os resultados faremos a altura do vetor EA em relação ao solo, que é quatro vírgula três, menos o baldrame, que tem dois vírgula oito. Assim obteremos o valor de um metro e meio. (1min31s a 6min29s)*

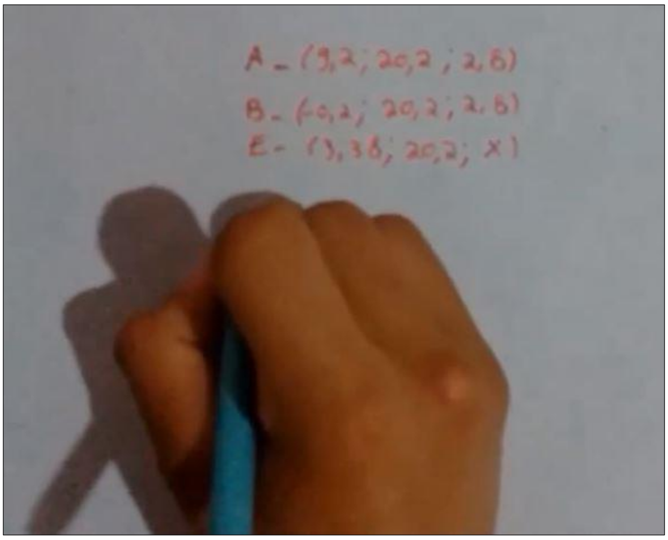
No discurso, a interlocutora apresenta elementos que atribuem ênfase ao que se pretende destacar, caracterizando a metafunção textual da linguagem matemática no vídeo. O estudante que apresenta o vídeo tem o tom de voz firme e claro, o que contribui para a compreensão do raciocínio lógico envolvido nas etapas dos cálculos matemáticos. A linguagem utilizada é uma linguagem matemática formal que faz uso de termos matemáticos próprios do conteúdo escolhido. A qualidade vocal apresenta variações em momentos específicos, como no convite feito na introdução para assistirem o vídeo, na nomeação dos elementos da fórmula do ângulo entre cossenos, utilizado na resolução do problema e nas coordenadas dos pontos e dos vetores. Essas variações direcionam a atenção de quem assiste para o que o interlocutor quer destacar em seu discurso. O discurso não valoriza as pausas e a continuidade dada à linguagem não interfere em sua clareza e estabelece uma linguagem dinâmica e rápida.

6.3.3.3 Simbolismo matemático e representação numérica

A fórmula do cosseno enunciada pelo estudante no vídeo representa o simbolismo matemático utilizado nesse fenômeno multimodal, o vídeo *Construção civil*. De fato, a sua introdução no discurso inicia com a ideia de que para se calcular a altura do ponto E, vértice do telhado triangular, com relação à laje da casa, deve-se utilizar a fórmula do cosseno.

No vídeo, o simbolismo matemático, unido à representação numérica é responsável pela complementação do discurso matemático nas lacunas deixadas pela linguagem, que não esclarece todas as etapas do raciocínio lógico que envolve a resolução do problema proposto. De todo modo, ao utilizar o simbolismo os estudantes também pulam etapas do processo. Como exemplo disso, a apresentação das coordenadas dos vértices do telhado triangular são representados por pontos do espaço tridimensional de uma forma desconectada do enunciado. A Figura 87 ilustra as coordenadas de cada um dos pontos A, B e E, sendo que E é o vértice não colinear do triângulo, com a sua última coordenada, a qual define a altura x.

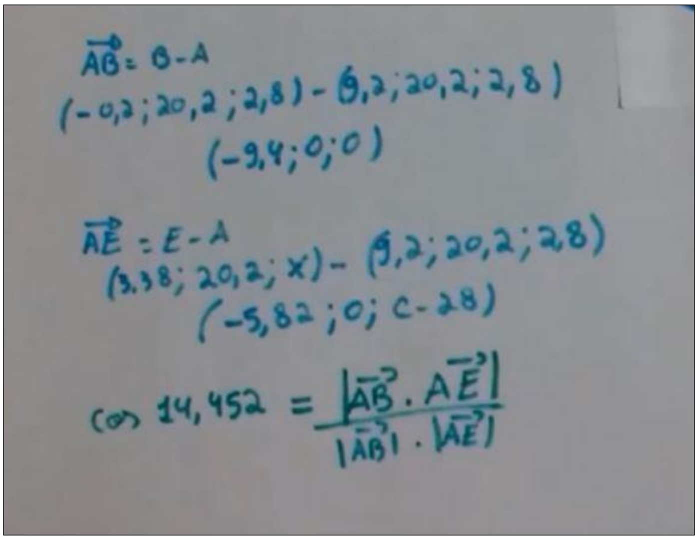
Figura 87 - Elementos presentes na fómula do ângulo entre vetores.



Fonte: Dados da pesquisa.

O discurso que se constitui para a apresentação dos elementos necessários para a utilização da fórmula do ângulo entre vetores não justifica os valores numéricos estabelecidos para as coordenadas dos pontos que definem os vértices do triângulo formado no telhado. O que deve ser observado, com respeito às coordenadas, é que, sendo o ponto E o vértice do telhado, a última coordenada deste ponto do espaço tridimensional, se refere à sua altura, ou seja, a altura do ponto E em relação ao solo, o que se quer determinar. A Figura 88, mostra uma mudança na escolha da variável que representa a altura do vértice com relação ao solo, o que pode tornar o discurso mais denso, visto que é característico do simbolismo matemático apresentar símbolos especiais padronizados de acordo com o conteúdo matemático.

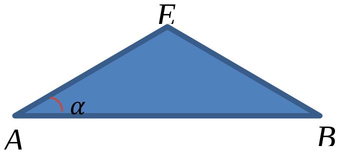
Figura 88 - Fórmula do ângulo entre vetores.



Fonte: Dados da pesquisa.

A fórmula do ângulo entre vetores é estabelecida como método viável para a resolução do problema proposto devido aos dados fornecidos no problema, que foram as coordenadas dos pontos A, E, B, vértices de um triângulo formado pelo telhado da casa na qual se quer calcular a altura em relação à laje, sendo que o ponto $\vec{E}$ é o ponto não colinear do triângulo, e o ângulo Â é constituído pelos vetores $\overrightarrow{AE}$ e $\overrightarrow{AB}$. A ideia central da fórmula utilizada na resolução parte da noção de que, dados os três pontos, pode-se considerar os vetores determinados pelos vértices, $\overrightarrow{AE}$ e $\overrightarrow{AB}$, então, considerando α o ângulo entre esses vetores e a lei dos cossenos aplicada ao triângulo formado por esses vetores, tem -se a seguinte relação matemática:

Figura 89 – Representação da imagem matemática da parte superior do telhado.



$$\left|\overrightarrow{AE} - \overrightarrow{AB}\right|^2 = \left|\overrightarrow{AE}\right|^2 + \left|\overrightarrow{AB}\right|^2 - 2 \cdot \left|\overrightarrow{AE}\right| \cdot \left|\overrightarrow{AB}\right| \cdot cos\ \alpha$$

Fonte: elaborado pela autora.

Por outro lado, se denominarmos as coordenadas dos pontos A, B e E como (a_1, a_2, a_3), (b_1, b_2, b_3) e (e_1, e_2, e_3), respectivamente, então o quadrado do módulo da diferença entre os vetores AE e AB também pode ser determinado pelo resultado obtido a partir do uso da definição da norma de um vetor, nesse caso, a norma do vetor diferença, $\overrightarrow{AE} - \overrightarrow{AB}$.

$$
\begin{aligned}
|AE - AB|^2 = {} & |(e_1 - a_1, e_2 - a_2, e_3 - a_3) - (b_1 - a_1, b_2 - a_2, b_3 - a_3)|^2 \\
& = |(e_1 - a_1 - b_1 + a_1, e_2 - a_2 - b_2 + a_2, e_3 - a_3 - b_3 + a_3)|^2 \\
& = |(e_1 - a_1) - (b_1 - a_1), (e_2 - a_2) - (b_2 - a_2), (e_3 - a_3) - (b_3 - a_3)|^2 \\
& = [(e_1 - a_1) - (b_1 - a_1)]^2 + [(e_2 - a_2) - (b_2 - a_2)]^2 + [(e_3 - a_3) - (b_3 - a_3)]^2 \\
& = (e_1 - a_1)^2 + (e_2 - a_2)^2 + (e_3 - a_3)^2 + (b_1 - a_1)^2 + (b_2 - a_2)^2 + (b_3 - a_2)^2 \\
& - 2[(e_1 - a_1) \cdot (b_1 - a_1) + (e_2 - a_2) \cdot (b_2 - a_2) + (e_3 - a_3) \cdot (b_3 - a_3)] \\
& = |AE|^2 + |AB|^2 - 2[(e_1 - a_1) \cdot (b_1 - a_1) + (e_2 - a_2) \cdot (b_2 - a_2) + (e_3 - a_3) \cdot (b_3 - a_3)]
\end{aligned}
$$

Diante desses dois resultados obtidos para a expressão matemática $|AE - AB|^2$, podemos igualar um ao outro e simplificar a equação, a fim de obter uma expressão para o cosseno do ângulo entre os vetores $\overrightarrow{AE}$ e $\overrightarrow{AB}$.

$$
\left|\overrightarrow{AE}\right| \cdot \left|\overrightarrow{AB}\right| \cdot cos\ \alpha = (e_1 - a_1) \cdot (b_1 - a_1) + (e_2 - a_2) \cdot (b_2 - a_2) + (e_3 - a_3) \cdot (b_3 - a_3)
$$

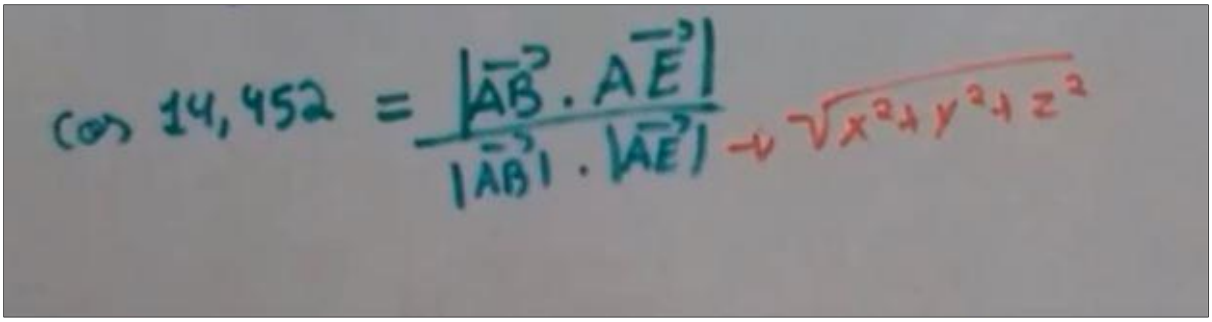
$$
cos\ \alpha = \frac{(e_1 - a_1) \cdot (b_1 - a_1) + (e_2 - a_2) \cdot (b_2 - a_2) + (e_3 - a_3) \cdot (b_3 - a_3)}{\left|\overrightarrow{AE}\right| \cdot \left|\overrightarrow{AB}\right|}
$$

A soma dos produtos no numerador é o resultado do produto escalar dos vetores AE e AB. O produto escalar entre dois vetores é igual a soma dos produtos das coordenadas dos vetores, dois a dois, então a última igualdade pode ser simplificada como a seguinte igualdade:

$$
cos\ \alpha = \frac{\left|\overrightarrow{AE} \cdot \overrightarrow{AB}\right|}{\left|\overrightarrow{AE}\right| \cdot \left|\overrightarrow{AB}\right|}.
$$

Então, dado que a última igualdade define o ângulo entre dois vetores, como na imagem do triângulo $E\hat{A}B$ acima, o resultado se aplica ao triângulo dado no problema enunciado no vídeo, o qual possui o telhado semelhante ao triângulo $E\hat{A}B$ da Figura 89. As expressões utilizadas, tanto a fórmula do cosseno para o ângulo entre vetores, quanto a expressão que determina o módulo de um vetor, descrevem padrões e capturam relações matemáticas, realizando, dessa forma, a metafunção ideacional do simbolismo matemático no vídeo. A Figura 90 ilustra um adendo feito pelo estudante durante a explicação do uso da fórmula do cosseno, quando indica como é realizado o cálculo da norma de um vetor do espaço tridimensional com coordenadas x, y e z.

Figura 90 - Organização do raciocínio lógico.



Fonte: Dados da pesquisa.

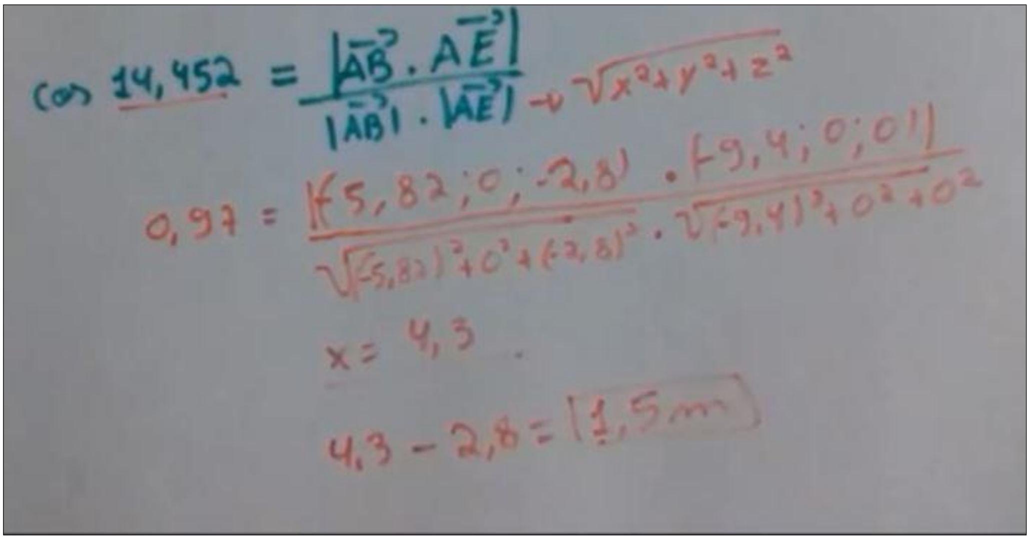
O modo justificado do cálculo do módulo de um vetor, como ilustrado na Figura 90, caracteriza a metafunção interpessoal do recurso semiótico. A informação adicional destacada em vermelho se refere a um raciocínio implícito, o qual dá prosseguimento às etapas da organização lógica no desenvolvimento da resolução do problema, como ilustra a Figura 91. A relação matemática que padroniza o valor da norma de um vetor, o qual está associada à ideia do cálculo da distância do ponto que determina a extremidade fim do vetor até a origem, é utilizado para um vetor com coordenadas x, y e z, como foi explicado anteriormente, porém essa referência não é discutida de forma que a organização lógica dos acontecimentos seja clara.

$$Para\ o\ vetor\ com\ coordenadas, x, y\ e\ z\ números\ reais, a\ norma\ desse\ vetor\ \text{é}\ o\ número\ real\ positivo\ |(x, y, z)| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}\ .$$

Essa informação, no entanto, pode ser complementada pelo uso do recurso da linguagem verbal oral, de forma que o raciocínio mantenha uma sequência lógica. Nota-se que ao apresentar a informação adicional referente a norma de um vetor, os estudantes utilizam as variáveis x, y e z obedecendo um padrão que está relacionado ao uso de símbolos especiais na gramática do simbolismo matemático. Essa padronização da Matemática utilizada nos textos e aulas dessa disciplina é copiada para os vídeos que expressam ideias matemáticas.

A metafunção textual do simbolismo matemático pode ser analisada pela observação da organização do recurso para exibição do resultado do problema. A resolução do problema da altura do telhado em relação à laje pode ser analisada na Figura 91.

Figura 91 - Resolução numérica do problema da altura do vértice do telhado.



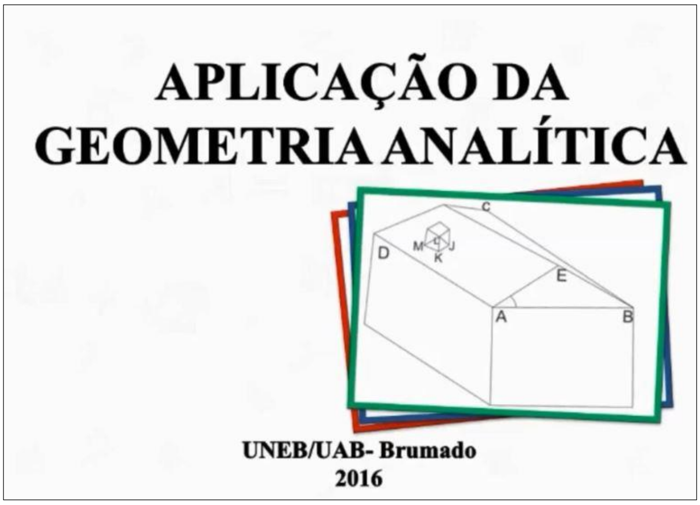
Fonte: Dados da pesquisa.

A expressão que representa a fórmula do cosseno do ângulo entre vetores foi diferenciada do cálculo numérico realizado para obtenção do resultado pelas cores, a fórmula foi escrita em azul e o cálculo numérico em vermelho. O arranjo do cálculo em vermelho, obedecendo uma sequência baseada na organização lógica do pensamento, expressa processos inerentes à noção de ângulo entre vetores, estabelecendo a sofisticação própria desse recurso, porém a opção por pular etapas pode levar a erros que comprometem o discurso matemático. Neste caso, ao não realizarem as etapas do cálculo referente à fórmula do ângulo, os estudantes não perceberam que a variável não aparece na fórmula. Outro ponto que comprometeu o discurso se deve ao fato de terem modificado as variáveis de x, que indicava a altura do ponto E, para c na segunda etapa da resolução, com a obtenção dos vetores. No final dos cálculos foi utilizado novamente a variável x.

6.3.3.4 Imagem matemática

As imagens matemáticas apresentam o cenário em que o problema proposto no vídeo se desenvolve e tem papel importante para o entendimento do conteúdo matemático expresso no vídeo. Suas funções são realizadas a partir de dois tipos de imagens, as que relacionam a Matemática com atividades ligadas à outras áreas do conhecimento ou com serviços e a imagem matemática que contextualiza o problema proposto. A Figura 92 representa a primeira imagem apresentada, a qual traduz ou responde a um questionamento ainda implícito, mas sugerido pelo título: quais são as aplicações da Geometria Analítica e qual delas será tratada no vídeo.

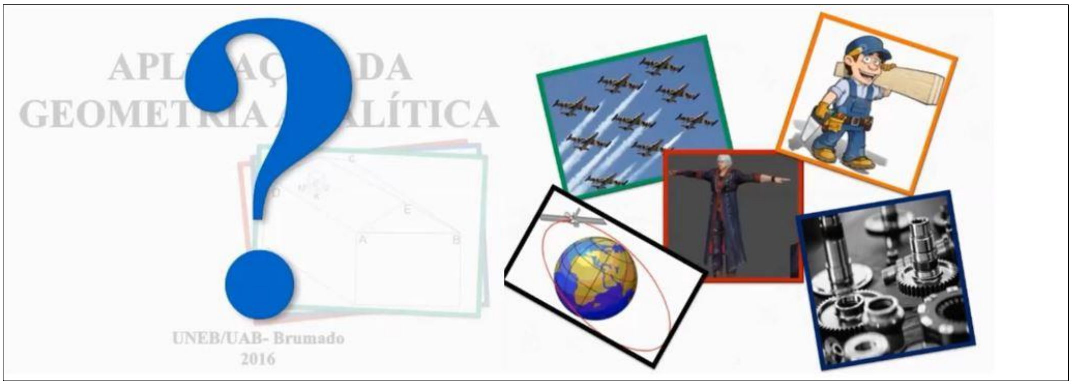
Figura 92 - Apresentação do tema do vídeo *Construção Civil*.



Fonte: Dados da pesquisa.

A imagem da casa com telhado triangular que representa o contexto em que se dá o problema proposto no vídeo é apresentada na introdução do vídeo, sugerindo uma resposta à pergunta implícita estabelecida pelo título do vídeo, como pode ser visto na Figura 92. As imagens que aparecem no vídeo, em seguida, na ordem em que aparecem na Figura 93, da esquerda para a direita, estabelecem uma relação entre a Geometria Analítica e as atividades ilustradas. Ao estabelecer essa associação a partir de elementos visuais, as potencialidades desse recurso, como as vantagens mnemônicas e relação a partir de características específicas, colaboram com a produção do significado relativo à aplicabilidade da Geometria Analítica.

Figura 93 - Aplicabilidade da Geometria Analítica.

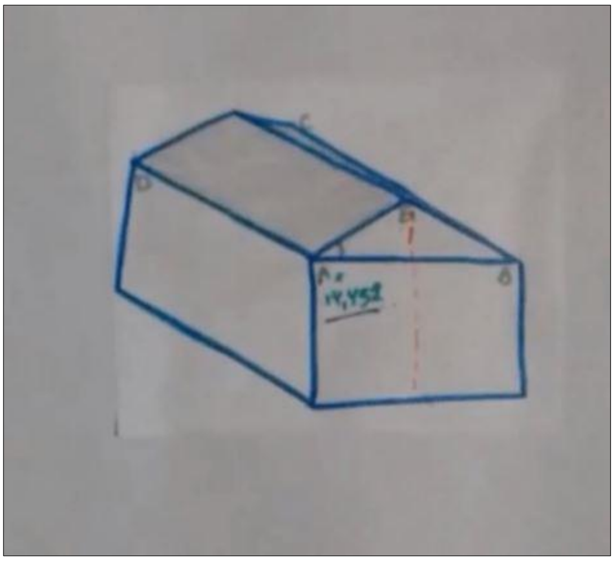


Fonte: Dados da pesquisa.

A conexão estabelecida entre as imagens apresentadas nas Figuras 92 e 93 e a Matemática resultam na sua contextualização. Além disso, pela linguagem verbal, especificamente, promete-se uma justificativa para a associação da Geometria Analítica com a Construção Civil. Em particular, a associação estabelecida pelo uso da imagem da casa com os elementos matemáticos na Figura 92 influencia na produção de significado experiencial promovido pelo recurso semiótico ao representar experiências humanas.

As funções das imagens matemáticas do vídeo *Construção Civil*, se concentram de forma mais intensa na imagem matemática ilustrada na Figura 94, a qual também aparece na introdução do vídeo e contextualiza o problema enunciado, estabelecendo as diretrizes para o desenvolvimento da resolução expressa pelo uso do simbolismo matemático.

Figura 94 - Visualização do problema da altura do telhado.



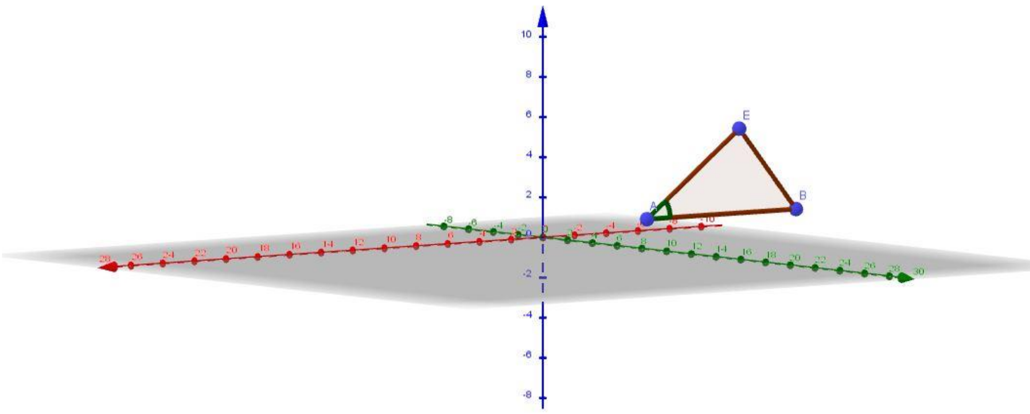
Fonte: Dados da pesquisa.

A imagem matemática na Figura 95 realiza a metafunção ideacional ao destacar elementos da relação matemática que define o problema proposto no vídeo. De fato, o triângulo apresentado na parte frontal da casa na imagem, representa o telhado para o qual se quer calcular a altura em relação ao solo. Os pontos A, B e E destacados, assim como a indicação do ângulo Â, descrevem aspectos associados ao conceito matemático discutido no vídeo, a saber, vetores. Essa composição, então, realiza a função ideacional do recurso semiótico no vídeo.

A metafunção interpessoal é descrita pelos efeitos da imagens, como o pontilhado marcado pelo interlocutor para representar a altura do telhado em relação ao solo. Nota-se que os pontilhados foram desenhados na mesma cor (vermelho) utilizada na resolução numérica do problema, estabelecendo uma associação entre esses elementos da imagem. As informações da imagem, como a representação dos vértices do triângulo e o valor do ângulo Â, $14,452$, definido pelos vetores $\overrightarrow{AB}$ e $\overrightarrow{AE}$ também dizem respeito à metafunção interpessoal ao posicionar elementos da imagem que estão engajados nas relações matemáticas utilizadas.

Textualmente, o posicionamento das retas que compõem a imagem matemática determinam a profundidade da casa e designa uma noção sobre a disposição do triângulo formado pelo telhado no espaço tridimensional, como ilustra a Figura 95.

Figura 95 - Representação do telhado no espaço tridimensional.



Fonte: Elaborado pela autora.

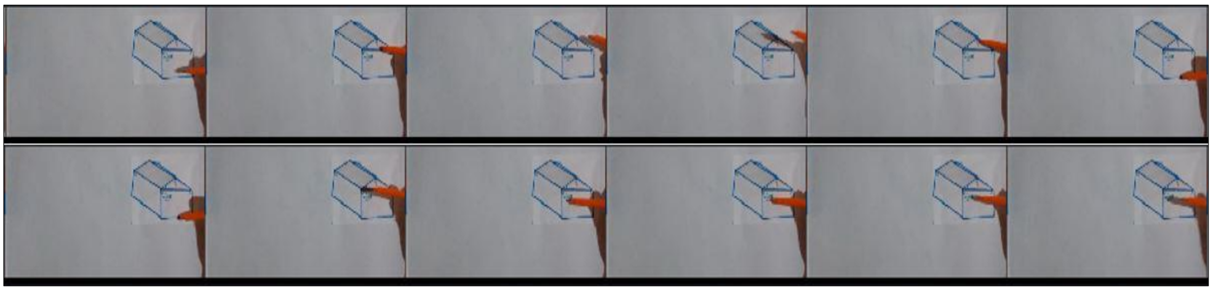
Características gramaticais das imagens matemáticas podem ser visualizadas nas imagens utilizadas no vídeo. De fato, convenções especiais, como a denominação de vértices com letras maiúsculas e a marcação do ângulo entre os vetores podem ser visualizadas na imagem. A densidade da interação visual é revelada pelos elementos que compõem a imagem, como os vetores que constituem o triângulo para o qual a fórmula do cosseno do ângulo entre os vetores é aplicado. Um vetor é uma classe de segmentos orientados que possuem a mesma intensidade, mesma direção e mesmo sentido. Essas noções ligadas ao cálculo do ângulo entre os vetores, sugerem raciocínios implícitos fundamentados em conhecimentos prévios necessários, como os processos para o cálculo da norma de um vetor, o qual define o comprimento dos vetores, e o cálculo do produto escalar entre vetores.

6.3.3.5 Gestos dêiticos

Os gestos dêiticos são utilizados no vídeo estabelecendo interações entre a imagem e o simbolismo matemático, ou seja, os gestos indicam na imagem os elementos que fazem parte das relações matemáticas que compõem a resolução do problema. Inicialmente os estudantes utilizam os gestos dêiticos para contextualizar o problema que está sendo enunciado, ilustrando na imagem matemática quais os elementos principais que compõem o conceito matemático.

A Figura 96 ilustra a composição da ideia matemática que é tema do vídeo. Os estudantes enunciam o problema ao mesmo tempo que indicam com os gestos dêiticos quais os elementos da imagem matemática que estão relacionados com a ideia expressa no discurso.

Figura 96 - Apresentação dos elementos que constitem o enunciado do problema.

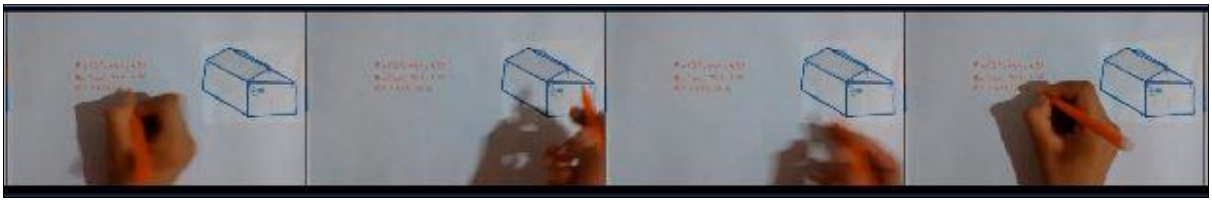


Fonte: Dados da pesquisa.

A pergunta principal que move o problema apresentado no vídeo, a saber, Qual a altura do ponto E, vértice do telhado da casa, em relação à laje? foi materializada pelo uso dos gestos dêiticos, como mostra a Figura 96. Além disso, informações adicionais presentes no enunciado foram corporificadas quando o estudante usou os gestos para indicar o ângulo formado pelo lado do telhado e a linha da laje, bem como a sua medida. A visualização proporcionada pela interação dos gestos com o discurso contribui para delimitar o quadro de conteúdos matemáticos que podem ser analizados como fontes para a resolução do problema. De fato, elementos da imagem matemática são relacionados a conteúdos específicos devido ao uso na imagem na dedução de relações matemáticas. Quando os gestos dêiticos materializam elementos do discurso realçando partes da imagem realiza-se uma conexão entre o fenômeno multimodal e alguns ou um conteúdo matemático específico.

Os gestos dêiticos também foram utilizados no discurso matemático na composição numérica dos elementos envolvidos no problema. As coordenadas dos pontos A, B e E, vértices do triângulo formado pela parte frontal do telhado, foram dados pelo estudante durante a resolução do problema. A altura do ponto E em relação à laje, foi identificada pelo uso do gesto com a última coordenada do ponto E, denominada pela variável x. A Figura 97 ilustra o momento em que a associação entre a imagem e as coordenadas do ponto foi realizada no vídeo.

Figura 97 - Associação da variável $\boldsymbol{x}$ do ponto E com a altura do telhado em relação à laje.



Fonte: Dados da pesquisa.

O triângulo que representa a parte frontal do telhado, limitado pela linha da laje não foi representado no espaço tridimensional, o que poderia contribuir no entendimento das relações matemáticas apresentadas no discurso, porém a coordenada x, referente a altura do ponto E, foi associada à imagem de forma que uma ideia abstrata surgisse a partir da materialização do discurso pela imagem da casa. De forma análoga o estudante associa os vetores que formam o ângulo apresentado no problema com dois lados do triângulo formado pela parte frontal do telhado com a linha da laje. A Figura 98 mostra o momento em que essa associação é realizada.

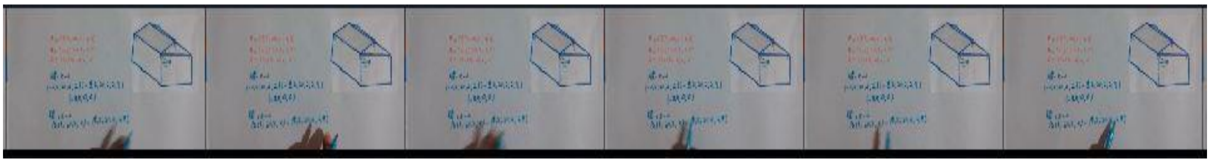
Figura 98 – Apresentação do comprimento dos vetores que compoem a fórmula matemática.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os vetores, formados pelo lado esquerdo da parte frontal do telhado e pela linha da laje, têm ambos origem no ponto A, informado na imagem matemática, e extremidades no ponto E, vértice não colinear do triângulo, e no ponto B. Essas informações sobre os vetores $\overrightarrow{AB}$ e $\overrightarrow{AE}$ não estiveram presentes na expressão da ideia matemática pela linguagem verbal, porém o uso dos gestos dêiticos para indicar o origem e extremidade dos lados do triângulo em um movimento que indicou o sentido do vetor, introduziu implicitamente essa noção no discurso.

As operações matemáticas desenvolvidas entre os vetores também foram introduzidas no discurso com a contribuição dos gestos dêiticos, como apresentado na Figura 99.

Figura 99 - Processo da operação de diferença ente vetores.



Fonte: Dados da pesquisa.

As regras matemáticas utilizadas nas operações que envolvem vetores se diferenciam das operações matemáticas utilizadas em processos numéricos. Devido a isso o estudante destacou a operação de subtração entre vetores no discurso e os gestos dêiticos complementaram o que estava sendo expresso pela linguagem oral reforçando as ideias apresentadas com a associação dos elementos visuais presentes na representação numérica. As diferenças realizadas, coordenada a coordenada, foi ilustrada pela sequência de movimentos realizadas pelos gestos dêiticos, indicando os membros das operações, considerando cada vetor.

6.3.3.6 Imagens em movimento

A utilização da imagem em movimento no discurso multimodal promovido no vídeo Construção Civil está alinhada com a ideia de contextualização da Matemática, especificamente da área de Geometria Analítica, que faz parte da temática da introdução do vídeo. Isso deve ser considerado, visto que experiências sociais também influenciam no resultado da aprendizagem. Aqui estou considerando a ideia do discurso matemático sendo apresentado dentro de um contexto, nesse caso, um contexto do cotidiano. A Figura 100 apresenta a passagem dos planos no vídeo na qual se conectam as imagens estáticas que representam atividades em que a Geometria Analítica pode ser relacionada, entre elas a construção civil, com as imagens de uma casa em construção.

Figura 100 - Introduzindo o contexto do discurso matemático.

Fonte: Dados da pesquisa.

As imagens na Figura 100 fornecem, a partir do movimento de imagens, a noção em que as ideias expressas na linguagem oral sugerem a relação da Geometria Analítica com a construção civil. A ação é bem específica, pois a imagem apresenta uma laje sem o telhado, fornecendo o contexto para a discussão matemática proposta no vídeo. Nesse sentido, a imersão do problema matemático no contexto específico da construção civil pode contribuir para a produção de significado pela possibilidade de relacionar conceitos matemáticos abstratos a aplicabilidade dessas noções que desencadeiam análises matemáticas em processos específicos.

As imagens em movimento, da forma como foram utilizadas no vídeo Construção Civil, permitiram que fosse realizado um reforço na introdução do contexto. O formato desse recurso semiótico agrega valor ao discurso matemático expresso pelo meio digital, pois faz uso de elementos próprios da mídia vídeo. Em um processo que teve início com a escolha de um problema matemático e que foi finalizado com a sua resolução, os estudantes analisaram a melhor forma de expressar o conteúdo envolvido no problema. O discurso apresentado deixa implícita a ideia de que mostrar a aplicabilidade do conteúdo pode motivar o espectador e justificar a Matemática no mundo, considerando que isso seja necessário, dada a imagem pública dessa ciência. O formato escolhido para expressar essa aplicabilidade parece viável e se adequa a linguagem em que se apresenta todo o discurso. Ao filmar uma construção de uma casa real, organizando a sequência de imagens, primeiro uma imagem da porta fechada, seguido da porta se abrindo, a construção e finalizando com a laje sem o telhado, nota-se a preocupação dos estudantes com a estética do vídeo, que está atrelada com a ideia matemática proposta. Com a imagem em movimento, então, o discurso matemático viabiliza a realização de conexões entre sentidos e significados para o desenvolvimento da aprendizagem.

6.3.3.7 Música

A música no vídeo *Construção Civil* acompanha a imagem em movimento, que tem como função específica no discurso matemático apresentado motivar aqueles que assistem pela aplicabilidade da Matemática. A música, então, contribui com a composição que apresenta a Matemática, em especial, a Geometria Analítica, como uma ciência que está próxima das pessoas, auxiliando na solução de problemas práticos da vida cotidiana. Essa contribuição está associada a sensação que a música, como recurso semiótico, atribui ao discurso.

A música escolhida para ser a trilha sonora da introdução do vídeo tem 30 segundos de duração e aparece no início em um volume baixo, como fundo musical para o discurso do interlocutor sobre as áreas em que a Geometria Analítica pode ser aplicada. A partir de 22 segundos a música segue em um volume mais alto, como fundo musical para as imagens em movimento que mostram a casa em construção. Trata-se de uma música instrumental com impacto sonoro destacado pelas batidas fortes, ritmo marcado, principalmente, por uma bateria, e que envolve quem assiste em uma atmosfera urgente e dinâmica. O cenário proposto pelo vídeo é, desta forma, imerso em um ambiente informal, descontraído e nesse lugar o discurso matemático é expresso. A música aparece no vídeo como um convite que recorre ao emocional.

A trilha sonora, nos primeiros 22 segundos, serve de fundo musical para o discurso matemático que introduz o contexto do problema que será tratado no vídeo, porém não altera a organização lógica para a expressão da ideia matemática nesse trecho do vídeo, visto que a música escolhida dialoga de forma harmoniosa com o ritmo do discurso expresso pelo interlocutor pela linguagem verbal oral. A organização da música com os outros recursos presentes no discurso matemático expresso no vídeo Construção Civil compõe um cenário que viabiliza a aprendizagem pelas possibilidades de associações entre o conteúdo matemático, os sentidos e a emoção. A música invoca a atenção de quem assiste, pelas batidas fortes dos instrumentos, e convida quem assiste para visualizar, ouvir e sentir.

6.3.3.8 Intersemiose com linguagem verbal, simbolismo, imagens, gestos dêiticos, imagem em movimento e música

O vídeo Construção Civil apresenta um contexto para o qual o discurso matemático estará inserido e o cuidado com a estética da parte introdutória do vídeo fica evidente. Com o propósito de relacionar o conteúdo matemático ao tema do vídeo, a saber, Vetores, com problemas práticos do cotidiano os estudantes do grupo responsável pelo vídeo reúnem os recursos de linguagem verbal oral, imagens estáticas, imagens em movimento e música. Essas escolhas semióticas foram realizadas de modo que as funcionalidades dos recursos fizessem emergir o interesse pela aplicabilidade da Matemática. Os recursos foram utilizados, então, de forma que se complementaram no discurso multimodal.

Para a introdução do vídeo, a linguagem verbal teve sua funcionalidade voltada para explicar a aplicabilidade da Geometria Analítica tornando o tema interessante para as pessoas. A ideia do grupo de estudantes produtores do vídeo *Construção Civil* foi mostrar como a Matemática está próxima da realidade das pessoas e pode auxiliar na resolução de problemas práticos do seu cotidiano. As imagens estáticas utilizadas na introdução contribuem com elementos visuais que representam a existência de atividades fora da Matemática, mas que de alguma forma dependem dessa ciência. A música e as imagens em movimento contribuem tornando o ambiente formado para o discurso matemático mais convidativo, pelo uso de uma música instrumental que harmoniza com a linguagem verbal em tom informal apresentada, trazendo a emoção como variável na promoção do discurso matemático. As imagens em movimento reafirmam o contexto em que o discurso está inserido. A estética resultante dos cuidados com as imagens agregam valor à introdução do vídeo, o suspense provocado pela porta que se abre e a imagem de uma laje sem o telhado mostra que existe um problema real que pode ser resolvido com a manipulação de conceitos da Geometria Analítica. As possibilidades em torno da produção de significados na introdução do vídeo são caracterizadas pela ideia da aplicabilidade específica do contexto. A Geometria Analítica que é associada geralmente às Cônicas e Superfícies, forma uma outra imagem mental, ligada à outras áreas, mas especificamente, à construção civil.

A música em conjunto com as imagens estáticas e as imagens em movimento convidam o espectador para um momento interessante, sugerindo que usar a matemática em problemas práticos pode ser algo divertido. Destaca-se nessa análise a característica multisemiótica do vídeo como tecnologia digital, que permitiu a introdução das imagens em movimento mescladas com imagens estáticas, o que viabiliza a expansão semântica pelo novo significado produzido a partir da junção desses recursos para expressar a ideia de que a Matemática tem um lado prazeroso, divertido, além do seu discurso formal e rigoroso.

A linguagem verbal oral, o simbolismo matemático, a representação numérica e a imagem matemática tiveram seu potencial semântico otimizado quando utilizados de forma articulada com os gestos dêiticos na segunda parte do vídeo, a qual envolve a resolução do problema matemático proposto. No vídeo, as funções usuais dos primeiros recursos foram utilizadas, ou seja, a linguagem foi usada na apresentação do contexto do problema matemático proposto, a imagem da casa representa o cenário em que o problema está imerso, e contribuíram para a elaboração das relações matemáticas referentes ao conteúdo expressas por meio do simbolismo. A representação numérica foi priorizada na resolução do problema, sendo que a fórmula do ângulo entre vetores utilizada surgiu no discurso da interação da linguagem verbal oral com a imagem matemática e os gestos dêiticos. A combinação dos gestos nessa interação auxiliou esclarecendo e complementando o discurso manifestado pela linguagem oral.

A representação da fórmula a partir da utilização da imagem da casa com o triângulo representando o cenário no qual se aplica o problema, foi realizada com a interação dos gestos dêiticos indicando os elementos da fórmula na imagem. A combinação desses recursos semióticos auxiliou no entendimento das relações estabelecidas e expressas na fórmula utilizada na resolução do problema. A intersemiose resultante da combinação da linguagem oral com as imagens matemáticas e os gestos dêiticos promoveu a materialização das noções de vetores, como a operação de subtração entre vetores, o módulo de um vetor e o ângulo entre dois vetores. O efeito da intensificação pelo uso dos gestos para a concretização das ideias matemáticas possibilitou a expansão semântica com o significado do uso prático da fórmula para o cálculo do ângulo entre dois vetores na solução de um problema real.

Os três recursos principais do discurso Matemático, ao serem combinados a partir de escolhas semióticas organizadas operaram intersemioticamente de forma que as predileções entre recursos visuais e auditivos levaram a um novo significado para noções relacionadas ao conteúdo de vetores. Os gestos tiveram intensa contribuição para a formação de conceitos, além de promover a ideia de sua aplicabilidade expressando conceitos matemáticos implícitos no contexto e ampliando a noção considerando a sua aplicabilidade dessa disciplina.

No vídeo diferentes recursos semióticos foram combinados para potencializar o discurso matemático. Os gestos reforçam e complementam a linguagem verbal oral e contribuem para a construção da fórmula pelo simbolismo matemático. A imagem matemática apresenta o contexto do problema e destaca elementos que formam a fórmula para a resolução do problema. Há um esforço para mostrar a utilidade prática da fórmula do ângulo entre vetores. A música convida quem assiste para essa experiência, em que se estabelece uma relação entre a Matemática e a construção civil sugerindo que se trata de algo prazeroso. As imagens em movimento na casa em construção agregam significado experiencial ao conceito apresentado no vídeo. A intersemiose dos recursos apresentada no vídeo mostra indícios que sugerem a possibilidade de expansão semântica pela aplicabilidade da noção de vetores.

6.3.4 Análise do vídeo *Funções Seno e Cosseno no GeoGebra* [53]

Figura 101 - Acesso ao vídeo *Funções Seno e Cosseno no GeoGebra*.

6.3.4.1 Descrição do vídeo

O vídeo *Funções Seno e Cosseno* no GeoGebra apresentam um tutorial para a construção dos gráficos das funções Seno, definida por $f(x) = sen(x)$ e Cosseno, definida por $g(x) = \cos(x)$, ambas com domínio real, no software GeoGebra. Os estudantes utilizaram os

[53] Acesso ao vídeo: https://youtu.be/PID26_gCC3U?list=UUrW3D8_SLKfu2XKn2dXJtYQ.

recursos de animação e rastro do software para centralizar o conteúdo do vídeo em uma visualização do comportamento das duas funções a partir da variação de valores do domínio.

A visualização do comportamento de cada função, assim como a visualização dos gráficos das duas funções no mesmo plano cartesiano permite a realização de uma análise comparativa com base nos valores das imagens de cada função $f(x)$ e $g(x)$ para os mesmos valores do domínio x. Tal análise não é apresentada no vídeo, porém o espectador é levado a realiza-la pela forma como os gráficos são expostos no vídeo.

No vídeo *Funções seno e cosseno no GeoGebra* os estudantes combinam linguagem verbal escrita com imagem matemática dinâmica para explorar o comportamento das funções Seno e Cosseno. O recurso de animação do GeoGebra pode agregar significado ao discurso matemático por proporcionar uma visualização local do evento pela continuidade do processo de constituição do conjunto Imagem das funções em intervalos. Essa visualização local possibilitada por uma construção passo-a-passo viabiliza que o conhecimento matemático seja transformado a partir da análise comparativa das funções. A música se destaca no vídeo pela sua função de compor, juntamente com os demais recursos utilizados no fenômeno, um cenário descontraído impulsionado pelo movimento possibilitado pelo recurso de animação.

A análise preliminar do vídeo *Funções Seno e Cosseno no GeoGebra* revelou o uso dos recursos de linguagem verbal escrita, imagem matemática, música e imagem em movimento.

6.3.4.2 Linguagem verbal escrita

A linguagem verbal é o recurso utilizado de forma destacada para discussão das ideias matemáticas no vídeo. A descrição detalhada da construção dos gráficos das funções Seno e Cosseno são apresentadas na linguagem verbal escrita no GeoGebra de forma a cumprir as suas funções, especificamente enunciando um problema e descrevendo a solução. No vídeo o problema que será discutido é enunciado na primeira frase, como mostra a transcrição seguinte.

> *Hoje vamos aprender a representar as funções de seno e cosseno utilizando o GeoGebra. (10s a 14s)*

A expressão verbal descreve o problema em um ambiente natural ao que foi proposto no vídeo. O plano bidimensional do software GeoGebra serve de espaço para a apresentação da sequência que levará à solução do problema. A organização lógica que precede o enunciado do problema realiza as metafunções da linguagem verbal escrita no vídeo.

Com respeito à metafunção ideacional, o tutorial apresenta uma sequência lógica que organiza os acontecimentos e possibilita a compreensão do comportamento das funções pelo arranjo de ideias. De fato, ao apresentar a sequência os estudantes utilizam conceitos que estão interligados à ideia matemática que está sendo tratada no vídeo e exploram a variação do comprimento de um segmento perpendicular ao eixo x e limitado pela semicircunferência mediante a variação de um ponto no eixo x na circunferência de raio 1. No trecho da transcrição do vídeo seguinte são citadas as noções de circunferência e reta tangente.

> *Primeiro vamos criar uma circunferência de raio 1. Agora vamos inserir um ponto C na circunferência. Em seguida criaremos uma reta tangente ao eixo x que passa pelo ponto C. E colocaremos um ponto na interseção na tangente com o eixo x. Apagaremos a tangente e criamos um segmento do ponto C e a interseção. Movendo o ponto C teremos esse resultado. (15s a 55s)*

A transcrição descreve o primeiro passo para a construção do gráfico das funções trigonométricas seno e cosseno e faz uso de afirmações e comandos que caracterizam a metafunção interpessoal do recurso semiótico. A linguagem verbal escrita é apresentada de forma que reafirma a posição dominante da Matemática, além disso, a justificativa para a sequência apresentada não é realizada, ou seja, por que construir uma sequência de raio 1? Por que considerar a reta tangente ao eixo x? por que considerar o segmento com extremidades no eixo x e no ponto C da circunferência? Uma discussão que possibilite o esclarecimento das ideias apresentadas na sequência lógica torna a mensagem menos densa e aproxima a Matemática que se torna mais acessível, porém os estudantes optaram por manter a característica imperativa da Matemática.

Na mensagem escrita, os elementos textuais destacam o tema do vídeo, determinando o uso da metafunção textual pela proeminência do gráfico da função seno, como mostra o trecho da transcrição seguinte. O texto apresentado no vídeo não se repete para a função cosseno. Os estudantes apenas indicam que a mesma sequência de ações desse ser realizada no GeoGebra, porém dessa vez para a função cosseno.

> *Agora criaremos um ângulo entre os pontos B, A, C = BÂC. Movendo novamente o ponto C, teremos esse resultado. Criaremos um ponto SENO com as seguintes coordenadas: SENO= (α, sin(α)). Movendo o ponto C podemos ver o gráfico da função seno. Ativando o rastro. Agora repetimos o processo com o ponto CONSSENO com as seguintes coordenadas: COSSENO= (α, cos(α)). Até a próxima. (1min07s a 2min36s)*

A sequência apresenta algumas definições conectadas, como a de circunferência e reta tangente, já citadas, e ainda os conceitos de ângulo e gráfico de uma função, o qual foi representado no vídeo, de forma subliminar, como o conjunto de pontos $(\alpha, \sin(\alpha))$ e

$(\alpha, \cos(\alpha))$. A densidade lexical caracteriza esse recurso semiótico pela quantidade de informações presentes no trecho

> *Criaremos um ponto SENO com as seguintes coordenadas: SENO= (α, sin(α)). Movendo o ponto C podemos ver o gráfico da função seno. (1min28s a 1min44s)*

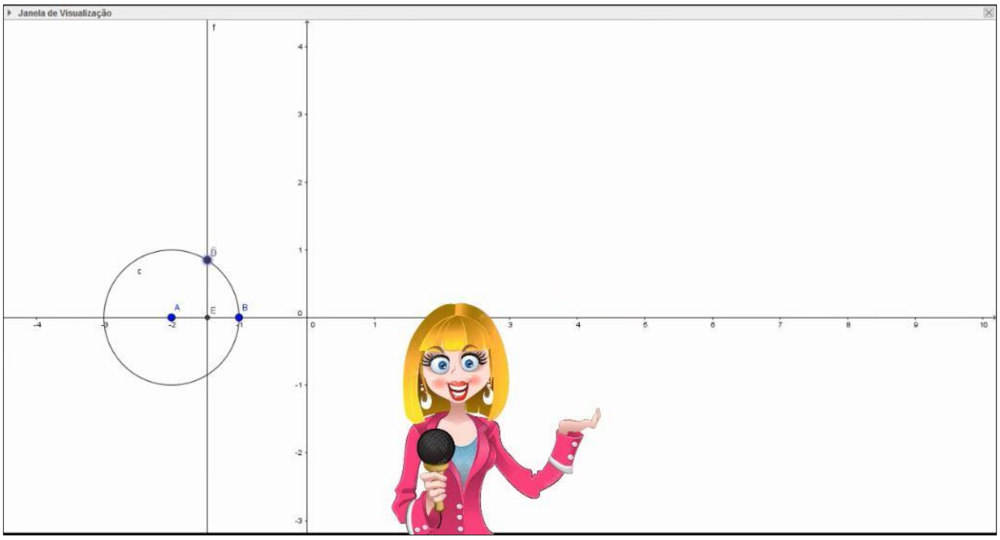
De fato, ao apresentar os gráficos das funções trigonométricas Seno e Cosseno os estudantes se referem aos subconjuntos do espaço bidimensional formados pelos pontos $(\alpha, \sin(\alpha))$ e $(\alpha, \cos(\alpha))$, respectivamente, sendo o domínio é descrito pela variação de α de zero a 2π. A densidade lexical também está presente na descrição do domínio das funções, quando os estudantes executam a sequência referente a construção da circunferência e determinação do ângulo como variável. No trecho não se esclarece que aquela etapa diz respeito à construção do domínio das funções, o que estabelece também uma descontinuidade semântica, na qual as relações definidas naquelas etapas entre o ponto C na circunferência, o ponto de interseção da reta tangente com o eixo x e o ângulo entre o segmento com extremidades nesses pontos e o eixo x são assumidas a partir de uma construção não justificada.

6.3.4.3 Imagens Matemáticas

As imagens são centrais no vídeo que foi produzido para mostrar como os gráficos das funções trigonométricas Seno e Cosseno são construídos no software GeoGebra. Na Matemática os gráficos de funções ilustram os valores funcionais obtidos a partir de um valor real atribuído à variável livre da função. A característica intuitiva dos gráficos auxilia na análise do comportamento das funções pela abordagem visual e movimento possibilitado pelas ferramentas *rastro* e *animação* do software GeoGebra.

A partir da circunferência apresentada no início do vídeo são descritos aspectos relacionais entre pontos do plano e o eixo x, além do ângulo determinado pela reta tangente e o eixo x, novamente. Essa organização composicional se estabelece a partir do domínio das funções Seno e Cosseno no software GeoGebra. A construção realizada obedece a padrões visuais estipulados por regras relacionadas ao posicionamento de elementos no plano bidimensional. No software GeoGebra essa distribuição dos elementos é feita de forma automática com a definição de padrões internos os quais podem ser modificados pelos usuários a partir de comandos específicos. A Figura 102 mostra essa caraterização para a construção dos elementos que definem o domínio das funções trigonométricas estudadas no vídeo.

Figura 102 - Significados experiencial e lógico na circunferência no GeoGebra.

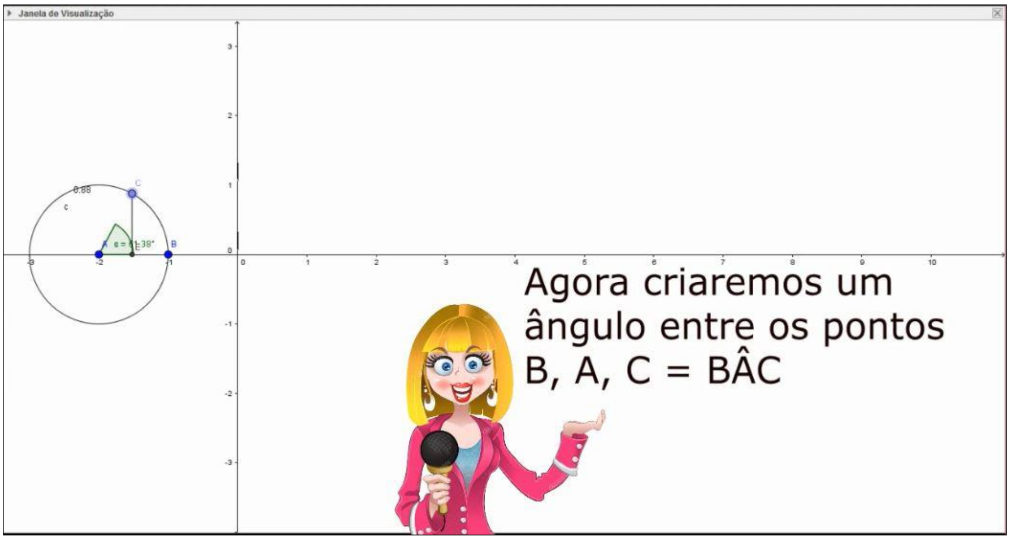


Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 102, é possível observar o uso da mesma escala nos eixos horizontal e vertical, a fim de estabelecer uma imagem gráfica padronizada para a construção do domínio das funções. Isso facilita a generalização dos elementos da imagem, como o ponto C que possui coordenadas que variam, mas que obedecem a um padrão, mesmo que isso não tenha sido discutido no vídeo. Essas caracterizações da imagem determinam a metafunção ideacional do recurso semiótico, considerando seus significados experiencial, ligado à organização relacional dos elementos da imagem, e lógico, referente às regras que resultam na sua padronização.

Com relação aos aspectos da metafunção interpessoal, a representação gráfica das funções são apresentadas de forma global, considerando a proporção da janela de visualização do software. Apesar de o software GeoGebra possibilitar a variação de cores dos elementos da imagem à escolha do usuário, os estudantes optaram por não diferenciar esses elementos utilizando esse artifício. A Figura 103 mostra alguns efeitos visuais sendo aplicados para destacar o ângulo definido pelo segmento EC e pelo eixo horizontal do plano cartesiano.

Figura 103 - Metafunção interpepessoal no domínio das funções Seno e Cosseno.

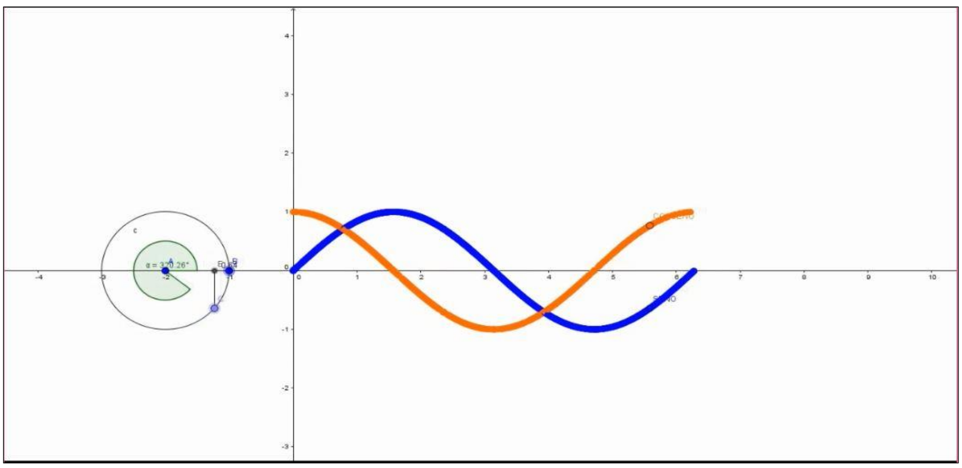


Fonte: Dados da pesquisa.

As imagens nas Figuras 102 e 103 trazem informações com respeito às coordenadas dos pontos A e B da circunferência e informações numéricas relacionadas à variação do ângulo BÂC e o comprimento do segmento CE. Essas imagens também capturam acontecimentos relacionados à imagem de forma geral, como a relação entre a variação do comprimento de CE na circunferência e a medida do ângulo BÂC, o que caracteriza a metafunção interpessoal.

A metafunção textual chama a atenção para a posição dos elementos da imagem para a percepção completa das relações estabelecidas. Neste caso, os dois conjuntos centrais são representados em lados opostos da imagem, o domínio das funções à esquerda e os gráficos à direita. As relações entre esses conjuntos são perceptíveis e isso foi possibilitado, de forma mais eficaz, pelo recursos de rastro e animação, o que pode ser observados na Figura 104.

Figura 104 - Metafunção textual e a representação das relações matemáticas na imagem.



Fonte: Dados da pesquisa.

A relação estabelecida entre os conjuntos descreve cada ponto da imagem que compõe o gráfico da função a partir da posição do ponto C na circunferência, ou seja, os pontos do conjunto imagem de cada função trigonométrica é definido pelo ângulo BÂC que muda quando o ponto C muda de posição na circunferência. As cores diferentes nos gráficos diferem as funções Seno (azul) e Cosseno (laranja), realizando a metafunção interpessoal.

Nas imagens apresentadas no vídeo nota-se a presença de convenções especiais para a construção dos gráficos que estão inseridos nos contextos das funções trigonométricas em Matemática, a saber a construção do ciclo trigonométrico para definir os pontos $(\alpha, \sin(\alpha))$ e $(\alpha, \cos(\alpha))$ dos gráficos das funções Seno e Cosseno, Tais convenções trazem em si relações condicionadas a raciocínios implícitos que podem tornar a compreensão da ideia matemática mais difícil, caso não sejam esclarecidos no discurso matemático.

6.3.4.4 Música

O vídeo *Funções Seno e Cosseno no GeoGebra* apresenta um tutorial para a construção dos gráficos das funções trigonométricas Seno e Cosseno no software de geometria dinâmica GeoGebra. Os estudantes optaram por não discutir as ideias matemáticas envolvidas no processo de constituição e análise desses gráficos. Sua escolha foi apresentar uma sequência que levasse à construção desses gráficos.

No período em que os estudantes estavam produzindo seus vídeos, discutimos nos fóruns da UNEAD sobre que tipo de vídeo queríamos desenvolver e foi firmado que seriam produzidos vídeos para os seus alunos, os estudantes participantes da pesquisa deveriam se expressar nos vídeos como se estivessem explicando a seus alunos aquele conteúdo matemático que foi escolhido. A partir disso, analiso a escolha da trilha sonora do vídeo *Funções Seno e Cosseno no GeoGebra* como algo intencional escolhido para o alunos que ensinam ou que um dia venham a ensinar. Trata-se da música *We chasing the easy life* que é uma música atual, criada em 2016 pelo Dj Mr. Majestic, e que insere no vídeo uma atmosfera mais informal, agradável e dinâmica, que combina com o movimento das imagens proporcionado pelos recursos de rastro e animação do software.

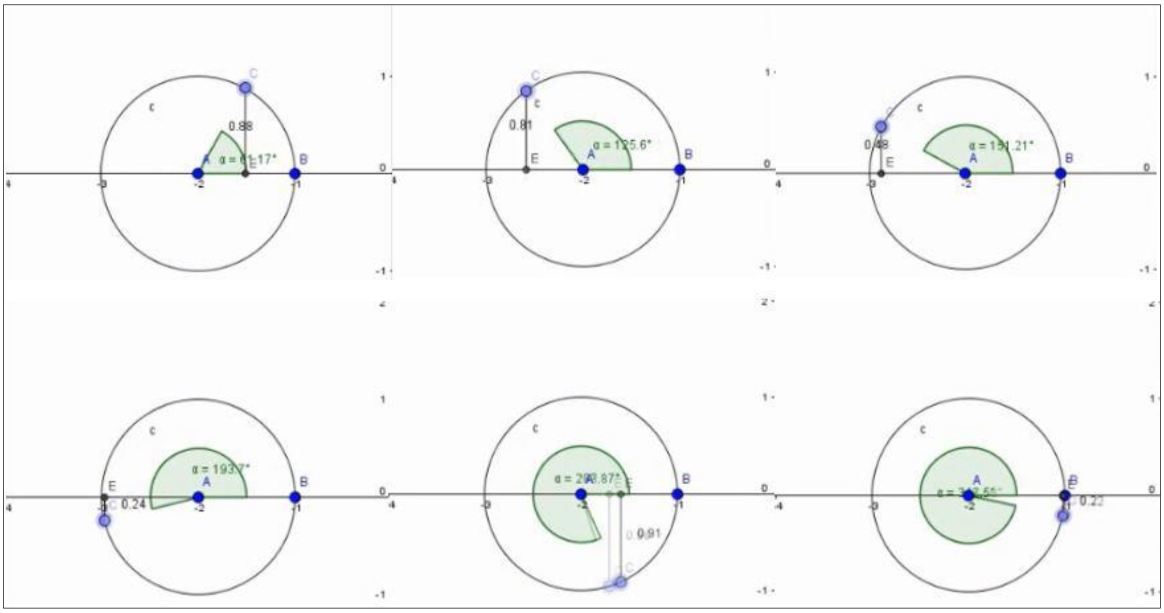
A trilha sonora escolhida é letrada, o que é muito delicado, pois toda música conta uma história e ao expor um pensamento ou um sentimento a música pode interferir no roteiro (MOLETTA, 2009). A escolha dos estudantes, porém, não alterou a organização lógica para a expressão da ideia matemática, visto que a música apresenta uma mensagem curta que se repete apenas duas vezes na música com um intervalo de tempo de 56 segundos. Trata-se de uma música eletrônica, seu ritmo é suave e dialoga de forma harmoniosa com o movimento dos gráficos das funções no vídeo. Essa composição possibilita que o aluno faça associações entre o conteúdo matemático, descrito por muitos como de difícil compreensão, e a emoção causada pela música, que sugere atenção, pelas batidas mais intensas dos instrumentos na música, ao mesmo tempo que insere um ambiente dinâmico e propício para a aprendizagem.

6.3.4.5 Imagem em Movimento

A imagem em movimento se caracteriza como um recurso semiótico, visto que se trata de uma ação, neste caso, produzida tecnologicamente utilizada para fins comunicativos. Seguindo a definição de Van Leeuwen (2005), as imagens em movimento possuem um potencial de significado baseado em seus usos, neste caso, busca-se promover com o uso dessas ferramentas a análise do comportamento das funções Seno e Cosseno em seus domínios. Os recursos de rastro e animação do GeoGebra permitem que as imagens matemáticas construídas no software sejam movimentadas de forma simultânea, viabilizando a análise do comportamento de entes matemáticos de forma mais rápida e dinâmica. O que, em um período anterior não muito distante, era possível apenas com a construção em lápis e papel de várias imagens em sequência, agora ganha dinamicidade possibilitando uma nova maneira de apreender.

A ferramenta de animação do software GeoGebra permite que sejam realizadas conjecturas com base nas simulações de eventos matemáticos promovidos pela dinamicidade imposta pelo recurso. Essa característica dinâmica incorporada pelas imagens através da animação viabiliza que sejam descontruídas convicções sobre a ideia da imagem matemática como algo estático. Sua característica dinâmica, promovida por recursos que são acessíveis atualmente, modifica o olhar sobre as imagens matemáticas como eram para dar espaço para uma dinâmica de construção a partir do que está fixado na imagem estática. Isso favorece uma postura fundamentada nos questionamentos, na pergunta: E se eu esticar o gráfico? E se eu achatar a circunferência? Eu posso pensar nessas questões, porque as imagens matemáticas são dinâmicas. O vídeo *Funções Seno e Cosseno no GeoGebra* apresenta essa possibilidade com as duas funções trigonométricas que se propõem, como ilustra a Figura 105.

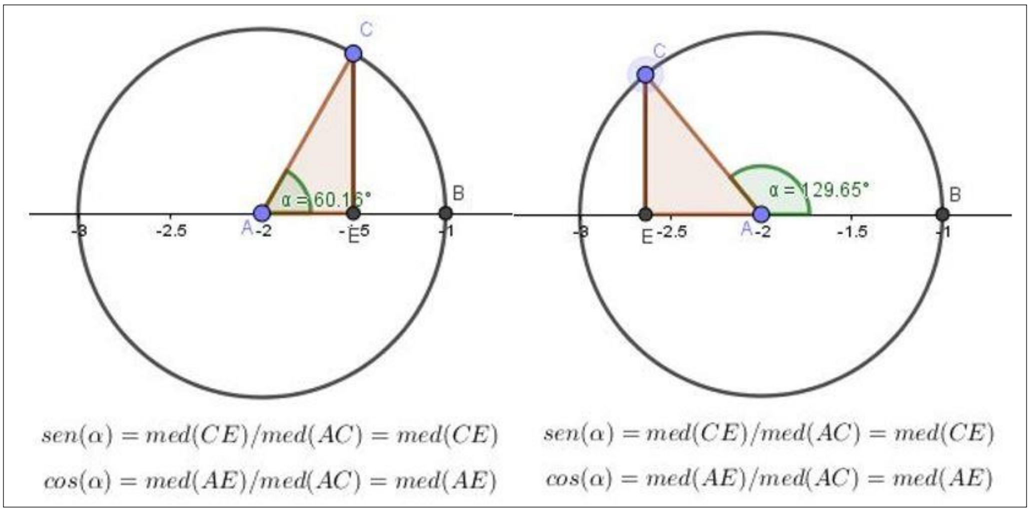
Figura 105 - Imagem em movimento na representação do domínio da função Seno.



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 105 ilustra o movimento de um ponto C da circunferência em torno da própria circunferência. A construção do ângulo formado pelos pontos B, A e C realizada pela sequência descrita no vídeo resulta no ciclo trigonométrico que compreende os ângulos de 0 a 360 graus, domínio das funções definidas por $f(\alpha) = sen(\alpha)$ e $g(\alpha) = cos(\alpha)$. Ao traçar o segmento CE, com E sendo o ponto de interseção da reta perpendicular ao eixo horizontal do plano cartesiano com o próprio eixo x, obtém-se o triângulo retângulo no qual se calculam os valores de seno e cosseno do ângulo α definido por BÂC. Esse triângulo não é apresentado no vídeo, porém ele é utilizado na constituição do domínio das funções pela variação do ângulo.

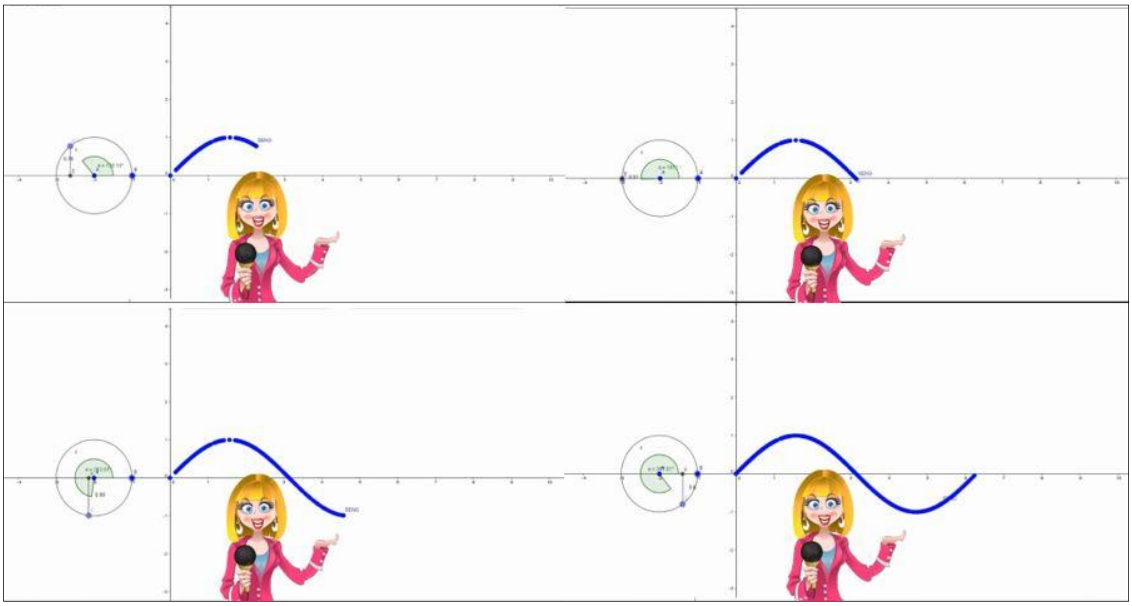
Figura 106 - Ciclo trigonométrico para constituição do domínio das funcões Seno e Cosseno.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 106 mostra o triângulo retângulo inscrito no círculo trigonométrico. É possível observar a variação do ângulo, o que cresce, na medida em que o ponto C percorre a circunferência no sentido anti-horário. Como a circunferência é unitária, ou seja, tem raio 1, a medida do segmento AC representado na Figura 107 como med (AC), é igual a 1. Após definir a variação do ângulo de 0 a 360 graus pela animação do ponto C, os estudantes definiram o gráfico das funções trigonométricas Seno e Cosseno, sendo os conjuntos de pontos do plano cartesiano formados pelos pares ordenados $(\alpha, \sin(\alpha))$ e $(\alpha, \cos(\alpha))$, respectivamente.

Figura 107 – Utilização do rastro para análise do compotamento da função Seno.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 107 a imagem dinâmica no lado esquerdo mostra a variação do ângulo no sentido anti-horário e no lado direito o rastro da função que se compõe a partir de cada ponto $(\alpha, \sin(\alpha))$ obtido para cada ângulo entre 0 e 360 graus. Essa disponibilidade das imagens induz a realização de uma análise do comportamento da função Seno, na qual se pode concluir, por exemplo, que, para os ângulos entre 0 e 90 graus, a função é crescente e positiva, pois suas imagens assumem valores positivos. Para os ângulos entre 90 e 180 graus, a função é decrescente e positiva, para os ângulos entre 180 e 270 graus, a função é decrescente e negativa e, por fim, para os ângulos entre 270 e 360 graus, a função é crescente e negativa. Esse tipo de análise é importante na Matemática e ajuda a resolver problemas que vão além de resultados de cálculos e que precisam ser interpretados considerando o contexto em que estão situados.

O vídeo *Funções Seno e Cosseno no GeoGebra* possibilita que essa análise seja realizada visualmente, por tornar perceptível a variação dos valores funcionais com base na variação do domínio também acessível visualmente. Assim, as imagens em movimento agregam significado ao serem integradas ao discurso matemático expresso no vídeo tornando perceptíveis o comportamento das funções e viabilizando a produção de conhecimento.

6.3.4.6 Intersemiose com linguagem verbal escrita, imagens matemáticas, música e imagem em movimento

O vídeo *Funções Seno e Cosseno no GeoGebra* se diferencia dos vídeos analisados até o momento, por não evocar a aplicabilidade da Matemática no contexto social. A proposta dos estudantes é mostrar como construir os gráficos das funções trigonométricas Seno e Cosseno no software de geometria dinâmica GeoGebra. O vídeo apresenta essa problemática, voltada para a construção dos gráficos, tópico da Matemática que não é facilmente compreendido. De fato, as funções trigonométricas se diferenciam das demais funções quanto aos elementos que as constituem. As funções estudadas nas escolas, antes das trigonométricas, segundo o currículo escolar que geralmente as escolas adotam, são as polinomiais e racionais, cujos domínios são subconjuntos dos números reais e que possui uma dinâmica de estudo muito parecido, inclusive os seus gráficos. As funções trigonométricas, por sua vez, se diferenciam um pouco, com domínios definidos por ângulos e gráficos que se repetem de acordo com um período. Essa diferença na dinâmica de estudo das funções trigonométricas leva os alunos a considerá-la como um conteúdo de difícil compreensão. No entanto, nos fóruns promovidos na UNEAD, os estudantes mostraram que estavam motivados a trabalhar no vídeo com conteúdo que sentem dificuldade de compreender e pensaram na atividade de produção de vídeos como uma oportunidade de se aprofundar em conteúdos que ainda não estavam bem esclarecidos, como foi visto no capítulo 5.

A linguagem verbal escrita aparece no vídeo e organiza a sequência lógica que permitirá a construção dos gráficos das funções. Essas instruções são combinadas com as imagens numa dinâmica em que a linguagem explica a etapa da sequência e a imagem apresenta o resultado em seguida. Em alguns momentos do vídeo, a imagem se antecipa à explicação em linguagem verbal, o que permite que sejam realizadas conjecturas, antes que apareça a instrução explicativa. A característica explicativa da linguagem verbal escrita articulada aos aspectos intuitivos dos gráficos possibilitam que a análise matemática das imagens seja realizada pelas aberturas deixadas no discurso representado pela linguagem, que não apresenta respostas, apenas indica os passos para a construção dos gráficos. Na combinação desses dois recursos as expansões semânticas podem ser viabilizadas pela complementação que se estabelece, com a linguagem verbal explicando, por exemplo, “Agora criaremos um ângulo entre os ponto B, A, C = BÂC” e a imagem ao lado do texto ilustrando o ângulo BÂC no círculo trigonométrico, com A sendo o centro do círculo e B e C pontos da circunferência que limita o círculo. Essa composição é central para a construção do domínio da função, porém não são detalhadas no texto pelo recurso da linguagem verbal, e por isso a complementação das informações pela imagem vai além da informação por si e se traduz em um significado através das relações existentes entre os elementos matemáticos envolvidos na imagem. Essas relações ficam evidentes na imagem, como já foi discutido na seção sobre as imagens matemáticas do vídeo.

Da mesma forma as imagens em movimento atribuem significado ao que está sendo expresso pela linguagem verbal. Na instrução "Movendo novamente o ponto C, teremos este resultado" os estudantes se referem à movimentação da imagem que representa a variação do ângulo, domínio das funções Seno e Cosseno. Essa é uma informação crucial para a compreensão do comportamento das funções e a imagem em movimento dá acesso a ela pela possibilidade de visualização conjunta, mas também pela análise das imagens separadamente. Ao mover o ponto C em torno da circunferência o segmento CE é mobilizado resultando em um novo triângulo retângulo cujo ângulo oposto ao ângulo reto é outro, o que implica que o cálculo do valor do seno e do cosseno naquele novo ângulo será diferente. Essas informações são perceptíveis pela imagem em movimento e o mesmo acontece quando são comparados os ângulos com os pontos que representam a imagem do ângulo na funções Seno e Cosseno.

Ao incorporar a música com ritmo suave, mas com batidas fortes, os estudantes buscam chamar a atenção de quem assiste. É preciso observar com atenção o movimento das imagens para estabelecer as relações matemáticas e a música promete que uma dinâmica interessante está sendo realizada no vídeo. Assim, a linguagem verbal, as imagens matemáticas, a música e as imagens em movimento, possibilitadas pelas ferramentas de rastro e animação, são combinadas de forma a se complementarem produzindo um significado diferente daquele que é produzido por cada recurso separadamente. Ao serem combinados, esses recursos semióticos viabilizam novas possibilidades em torno da ideia matemática que está sendo expressa no discurso multimodal. A construção dos gráficos das funções em etapas isoladas (pela linguagem verbal isoladamente) pode ser revertida em uma construção e análise conjunta dos gráficos das funções trigonométricas Seno e Cosseno, em um ambiente agradável e que estimula a atenção daqueles que assistem.

6.3.5 Análise do vídeo *Rosácea*[54]

Figura 108 - Acesso ao vídeo *Rosácea*.

6.3.5.1 Descrição do vídeo

No vídeo *Rosácea* os estudantes apresentam a curva rosácea, pertencente à família da rosa polar, como é conhecida na Matemática, devido ao seu formato ser parecido com pétala de flores e, por isso, foram muito utilizadas no design de arquitetura de igrejas na Idade Média. Por causa de seu formato ser constituído de curvas muito fechadas, as rosáceas são definidas no plano polar e seus pontos são caracterizados por ângulos e raios de circunferências, como consequência essas curvas são definidas por expressões trigonométricas. Utilizando imagens dessa curva na natureza e na arquitetura de prédios, os estudantes a definem e constroem exemplos de rosáceas no software GeoGebra utilizando o sistema de coordenadas polares.

O vídeo inicia com a apresentação de rosáceas através de representações visuais em figuras e fotografias em que a curva aparece na arquitetura de prédios e na natureza. O nome *rosácea* é repetido à medida que aparecem as imagens da curva, estabelecendo uma correspondência entre o nome desta curva em particular e as imagens apresentadas. Uma música acompanha a apresentação das imagens no vídeo.

Um dos estudantes, depois de apresentadas as imagens de rosáceas, questiona: Que curva é essa? A resposta para a pergunta é dada com a combinação de recursos de linguagem verbal oral e escrita e simbolismo matemático. Essa resposta formaliza a ideia do que seria a curva rosácea e a caracteriza a partir do número de pétalas ao ser enunciada a definição de rosácea e a sua propriedade que estabelece o número de pétalas em função da multiplicidade do ângulo que a define. A partir disso, um tutorial para construção de exemplos de curvas rosáceas no software Winplot é apresentado no final do vídeo. Um narrador apresenta a

[54] Acesso ao vídeo: https://youtu.be/mziicBKC3tc?list=UUrW3D8_SLKfu2XKn2dXJtYQ.

ferramenta do software que fornece a representação visual da rosácea a partir da inserção da sua equação em uma janela estabelecendo uma relação entre o simbolismo matemático que descreve a curva no início do vídeo e a imagem da curva plotada no software.

A análise preliminar do vídeo *Rosácea* revelou o uso dos recursos de linguagem verbal oral, simbolismo matemático, imagens matemáticas, gestos dêiticos e música.

6.3.5.2 Linguagem verbal oral

A oralidade é utilizada no vídeo na apresentação do problema, na explicação das propriedades e na apresentação de um tutorial para a construção das rosáceas no software Winplot. Na introdução os estudantes estabelecem uma conexão entre o conteúdo matemático explorado no vídeo e a vida cotidiana através da sua aplicabilidade na arquitetura. A Linguagem verbal oral assume suas funções e as características, as quais definem as potencialidades e entraves do uso desse recurso no discurso matemático, ficam evidentes no vídeo.

O tema do vídeo é apresentado de uma forma diferenciada com o estudante repetindo o título do vídeo, o qual concentra o nome conteúdo matemático que será discutido. A última frase na abertura do tema, sugere uma aproximação do conteúdo matemático com as práticas cotidianas. Ao afirmar: *Eu já ví em algum lugar!*, como mostra o trecho da transcrição seguinte, A intenção dos estudantes produtores do vídeo, é mostrar a aplicabilidade desse conteúdo da Geometria na vida cotidiana, porém a noção exata dessa intenção se completa com as imagens.

> *Rosácea! Rosáceas! Rosácea? Eu já vi em algum lugar! (1s a 10s)*

O problema proposto no vídeo é enunciado pela linguagem verbal oral. Com uma abordagem que divide o audiovisual em duas partes, os estudantes buscam discutir teoricamente o conceito e aplicar os conhecimentos apresentados na primeira parte do vídeo utilizando o software Winplot. Assim, na primeira parte a oralidade se concentra no objetivo de expressar e explicar o conteúdo contido na definição de Rosácea e nas suas propriedades. O trecho da transcrição seguinte ilustra como a linguagem verbal oral se manteve nos limites da definição formal de rosácea, garantindo a organização lógica dos acontecimentos, o que caracteriza a realização da metafunção ideacional do recurso.

> *Rosácea! Que curva é essa? Bom, rosácea é toda a curva da equação, de equação polar do tipo r igual a a cosseno de n theta ou r igual a a seno de n theta, onde o a pertence a r asterisco, ou seja, o conjunto dos reais menos o zero, e n pertence ao conjunto dos números naturais, sendo que o n não pode ser 1 e o ângulo theta vai de zero a dois pi. (34s a 1min04s)*

O significado lógico é utilizado nesse trecho do discurso como a caracterização do simbolismo matemático expresso pela linguagem verbal oral. De fato, o estudante realiza a leitura do enunciado, o que faz com que o discurso mantenha a sua organização lógica natural do simbolismo matemático. O próximo trecho, ilustra o esforço dos estudantes em não ficar presos à leitura da definição formal das propriedades que caracterizam a curva rosácea.

> *O número de pétalas de uma rosácea depende do n, gente! Se for par, temos que 2n pétalas, ou seja, a rosácea terá duas vezes o valor de n, em quantidade de pétalas. Exemplo, se o n for dois, teremos quatro pétalas. Já se o n for ímpar, teremos n pétalas, ou seja, se o n for três, três pétalas a rosácea terá. (1min07s a 1min30s)*

De fato, nesse trecho os estudantes utilizam a função explicativa da linguagem verbal e o fazem de forma mais autônoma, se afastando um pouco mais da formalidade da definição do conceito. Nessa tentativa, o estudante emprega o seu estilo pessoal no discurso e escolhe manter a posição dominante da Matemática com as afirmações: *O número de pétalas de uma rosácea depende do n, gente!* Os comandos imperativos, frequentes no discurso matemático, reafirmam sua imagem de ciência distante, que é reservada para poucos. Em contrapartida, o esforço dos estudantes em explicar as afirmações contidas na propriedade, traduzindo-as para um formato mais esclarecedor, estabelecendo elementos que tornam o discurso menos denso, revela uma das vantagens do uso do recurso da linguagem na expressão de ideias matemáticas. Essas ações realizam a metafunção interpessoal da linguagem oral no discurso matemático do vídeo.

A segunda parte do discurso é evidenciada pela leitura do título do plano que é apresentado no vídeo. Novamente, os estudantes vão além da leitura do que está escrito no slide que compõe a cena e caracterizam o software que escolheram para dar continuidade a exploração do conteúdo matemático. Até o momento, o discurso é fixado no conceito de rosácea, tema do vídeo e a proeminência do tópico na organização do discurso é o que realiza a metafunção textual da linguagem verbal oral no vídeo Rosácea. No trecho da transcrição seguinte os estudantes chamam atenção para o objetivo da segunda parte do vídeo.

> *Construindo o gráfico de uma rosácea no Winplot, um aplicativo que podemos baixar livremente. Tá aqui o ícone do Winplot para quem não conhece. Vamos ver?! (1min33s a 1min43s)*

As funcionalidades da linguagem oral reaparecem na segunda parte do vídeo. Com a organização lógica configurando as etapas para a construção dos gráficos das curvas rosáceas propostas pelos estudantes, como pode ser visto na transcrição seguinte, o significado lógico é evidenciado no discurso. Inicialmente os estudantes mostram como configurar o plano onde as curvas serão plotadas, a fim de utilizarem o plano polar e as coordenadas polares.

> *Bom pessoal, já fiz o download aqui do Winplot. Ele é um arquivo executável, não precisa de... de instalação. Você faz o download aí. Procura o Winplot no google. Pronto. Então vamos abrir o aplicativo. Então, aí! Vamos abrir o aplicativo. Ele abre essa janela aqui, né? E dica, a gente fecha. Vamos em janela. Dois D, que é janela de duas dimensões. Aí abre essa janela de duas dimensões. Temos os eixos y..., y e x, xy. Vamos na opção ver. Aí vamos lá em grade. Ver grade. Aí abre essa janelinha aqui. Aí colocamos a opção polar. E aqui embaixo temos setores polares. Damos um aplicar. Fechar. Pronto! Você pode ver que o gráfico ficou dividido em eixos polares de trinta, de trinta em trinta graus. Você tem trinta, trinta, trinta, até completar trezentos e sessenta graus. Pronto! (1min47s a 2min57s)*

O trecho apresenta uma noção crucial para o estudo das curvas rosáceas, que está relacionada às suas características gráficas. Como as rosáceas são curvas fechadas, em formato de pétalas de flores, a melhor opção para a sua representação gráfica é o plano polar, visto que, ao serem considerados ângulo e setores circulares, essas curvas serão mais bem descritas. Essa discussão não é realizada pelos estudantes, que se limitam a explicar como configurar o plano polar no software. Isso, novamente, reflete a postura dominante da Matemática, a qual se refere ao significado interpessoal do recurso. O trecho também chama atenção para o uso de expressões específicas da linguagem matemática presentes no discurso (polar, setores circulares, eixos polares), mesmo que o estudante tenha sido pouco formal ao explicar as etapas da construção dos gráficos das rosáceas. As expressões específicas também aparecem no próximo trecho da transcrição, quando os estudantes inserem a equação da curva rosácea que servirá para analisar as propriedades enunciadas na primeira parte do vídeo.

> *Agora vamos inserir a equação. Vamos vir aqui em cima, em equação. Polar, equação polar. Pronto! Ele já deu um modelo de equação polar aqui: a cosseno de n theta, theta que é o ângulo. Nesse caso, o theta, a letra, é representado pela letra t aqui no aplicativo. Então o a, para o a, nós vamos colocar para exemplo aqui... o a dois. E o n também, dois. Vamos começar demonstrando com n par. Eu escolho aqui a espessura da linha. Vou colocar cinco para ficar mais visível e uma cor vermelha que é para enxergar melhor. Pronto! Então temos dois cosseno de dois theta. Theta aqui está representado pela letra t, que é o ângulo. Então damos um ok. Pronto! Temos aí uma rosácea de quatro pétalas. Como o n foi par, então o número de pétalas é igual a dois vezes n, que é dois vezes dois é quatro. Então temos uma rosácea de quatro pétalas. (2min58s a 4min05s)*

O uso da equação polar, citada pelo estudante na etapa de construção do gráfico, revela a densidade lexical e as expressões específicas da linguagem matemática, considerando as informações referentes a definição desse tipo de equação, além dos cálculos envolvidos na sua representação. A definição e os cálculos serão explorados na análise do simbolismo matemático como recurso utilizado no vídeo Rosácea. O exemplo na transcrição anterior se detém na aplicação da propriedade referente que relaciona o número de pétalas da curva rosácea ao valor da variável n, ou seja, à multiplicidade do ângulo theta. Nos exemplos seguintes do vídeo, ilustrados na próxima transcrição, os estudantes utilizam uma linguagem menos formal para tentar esclarecer as ideias matemáticas vinculadas aos conceitos que aparecem no discurso.

> *Vamos demonstrar agora uma rosácea com um, com n ímpar, um número ímpar de pétalas. Para isso eu vou aproveitar esse mesmo gráfico. Coloco aqui na opção editar. Vamos editar essa equação. Dois, ao invés de dois t, vamos colocar três t. pela, pela teoria, teremos, como n é ímpar, então o número de pétalas é igual a n. Então vai ser uma rosácea de três pétalas. Ok! Vamos verificar! Damos ok. Pronto! Está aí! Dois cosseno de três theta. Então, a rosácea de três pétalas. Vamos testar com outra rosácea, outro valor, em um exemplo, sete. Dois cosseno de sete. Vamos tirar o dois e vamos colocar quatro. Quatro cosseno de sete theta. Melhor colocar cinco. Cinco cosseno de sete theta. Número ímpar. É... Esse cinco fica responsável pela distância entre o eixo e... o, e..., a distância entre o eixo, até o final da pétala. Então vamos ver. E... Pela teoria, temos que ter sete pétalas. Então temos aí. Dá um zoom aqui. Dá um zoom. Uma rosácea de sete pétalas com tamanho cinco. Ok. Vamos.... É... editar essa equação de... novamente. Vamos colocar um... um cinco cosseno de quatro t. Pela teoria, temos que ter oito pétalas, porque quando n é par, o número de pétalas é igual a dois n. Então vamos olhar! Vamos, temos uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete, oito. Oito pétalas, pois o n é quatro. Então é isso aí pessoal! É assim que se faz um gráfico por coordenadas polares no... Winplot. Valeu! (4min06s a 6min37s)*

De fato, em suas simulações para a construção de uma nova curva rosácea, o estudante assume que está testando os resultados do enunciado da propriedade das rosáceas, ou seja, se n é um número par, então a rosácea terá duas vezes o valor de n pétalas, mas se n for um número ímpar, então o número de pétalas da rosácea será igual ao valor de n. Quanto ao número que multiplica a parte trigonométrica da expressão, os estudantes explicam que dele dependerá o comprimento, ou o eixo de cada pétala. Esta ação estabeleceu um discurso menos denso e reduz a densidade lexical da linguagem matemática utilizada na mensagem.

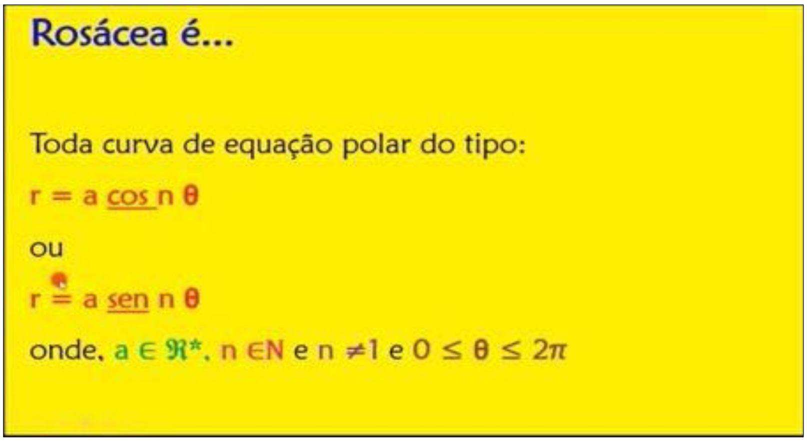
Com respeito as regras, que fazem parte do senso comum, sobre a postura do professor na sala de aula, esses elementos podem ser analisados na expressão oral do discurso, apenas. A oralidade do discurso tem influência na compreensão da mensagem, visto que diferentes entonações, ou mesmo o uso de palavras fora do contexto da matemática, por exemplo, podem trazer novos significados para o discurso. Assim, como mostra a transcrição total do vídeo apresentada nesta seção, os estudantes mantiveram o ritmo na fala. A entonação suave com a variação do volume da voz, em alguns momentos tornou o discurso difícil de ser compreendido.

No entanto a entonação se diferenciou no início do vídeo, destacando o conteúdo matemático que era o tema da produção: Rosácea! As pausas constantes e equívocos ao pronunciar algumas frases na segunda parte do vídeo tornou o discurso denso. Os estudantes do início do enunciado das propriedades das rosáceas até o final, com a construção das curvas no Winplot, utilizaram uma linguagem menos formal. Esse esforço deve ser considerado, visto que a opção de expressar ideias matemáticas por meio de um vídeo já traz em si a vontade de levar o discurso matemático para um outro cenário, diferente daquele vivenciado nas salas de aula.

6.3.5.3 Simbolismo Matemático

A primeira parte do vídeo concentra toda a expressão matemática representada por meio do simbolismo matemático. A funcionalidade do recurso é realizada na expressão do discurso, com a descrição dos padrões que caracterizam as curvas rosáceas. Na definição, a linguagem verbal escrita complementa o simbolismo matemático para a organização lógica do conceito. As relações entre o ângulo e o raio capturadas na definição, ilustrada na Figura 109, através de operações e das variáveis, considerando as coordenadas polares, revelam a execução da metafunção ideacional no fenômeno matemático. A lógica utilizada para a organização do raciocínio expresso configura o significado lógico do recurso semiótico em questão.

Figura 109 - Metafunção ideacional na definição da curva rosácea.

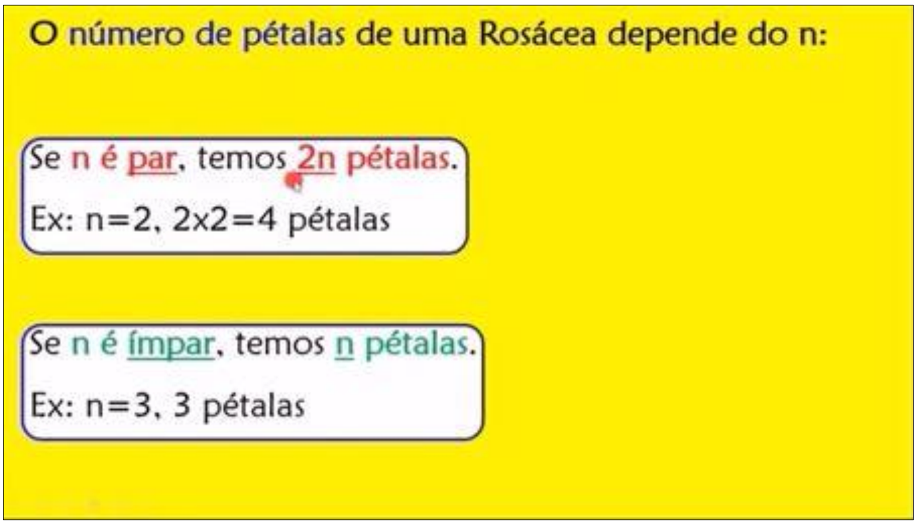


Fonte: Dados da pesquisa.

A relação entre as variáveis descrita na definição caracteriza o formato da curva para além do número de pétalas da rosácea. De fato, o número real $a \neq 0$ multiplica o resultado da expressão $cos\ n\theta$, o qual é um valor entre -1 e 1, resultando no raio r. As rosáceas são, dessa forma, constituída de pontos com coordenadas (r, θ). Uma relação análoga descreve as rosáceas com equação $r = sen\ n\theta$, na qual o raio varia dependendo do valor do ângulo θ.

A forma como essas relações foram estabelecidas e comunicadas no discurso matemático presente no vídeo *Rosácea* caracteriza a metafunção interpessoal do simbolismo matemático. Nesse caso, as afirmações absolutas emitidas através de comandos não justificáveis que possam tornar o discurso menos denso, estabelece a realização da metafunção interpessoal. Na Figura 110, essa postura é repetida, porém de forma amenizada, visto que os estudantes apresentam exemplos que podem esclarecer a aplicabilidade da propriedade.

Figura 110 – Funcionalidades do simbolismo matemático no vídeo Rosácea.



Fonte: Dados da pesquisa.

A metafunção textual é determinada pelos processos relacionais e operacionais, a partir de sua organização na expressão dos padrões e resultados. Tanto na definição quanto no enunciado das propriedades, na Figura 110, as relações são padronizadas em expressões que envolvem produtos e cálculos de composição trigonométricas. As relações apresentadas na Figura 110 configuram a caracterização visual das curvas, pela definição do número de pétalas. Propriedades da trigonometria e a simetria das curvas rosáceas, com relação à origem, ao eixo x e ao eixo y, levam a conclusão de que, se n for um número par, então a variação mínima do ângulo para completar uma rosácea é de 0 a 2π. No entanto, se n for ímpar, é suficiente que o ângulo varie no intervalo de 0 a π para construir uma rosácea completa. Por outro lado, para que uma pétala seja construída é necessário uma variação de 0 a $\frac{\pi}{n}$. Desta forma, quando n é ímpar, o número de pétalas será dado pelo intervalo mínimo da variação para completar uma rosácea dividido pela variação de uma pétala, ou seja, $\frac{\pi}{\frac{\pi}{n}} = n$. Utilizando o mesmo raciocínio, quando n é par, o número de pétalas é dado por $\frac{2\pi}{\frac{\pi}{n}} = 2n$. Essas ideias justificam a propriedade enunciada no vídeo pelos estudantes e compõem os raciocínios implícitos que caracterizam o simbolismo matemático a partir da continuidade semântica presente nesse recurso.

6.3.5.4 Imagens Matemáticas

As imagens matemáticas foram utilizadas em dois momentos no vídeo, com funções específicas. Na introdução do tema que seria discutido no vídeo Rosácea, os estudantes apresentaram imagens de rosáceas no design de arquitetura de catedrais e na natureza, como ilustrado na Figura 111. Nesse aspecto, as imagens estabeleceram um significado prático ao conteúdo matemático apresentado, aproximando a Matemática das pessoas e do ambiente natural em que estão vivendo. As imagens que fazem referência às rosáceas na introdução do vídeo são desenhos, fotografias de design em catedrais e fotografias de flores.

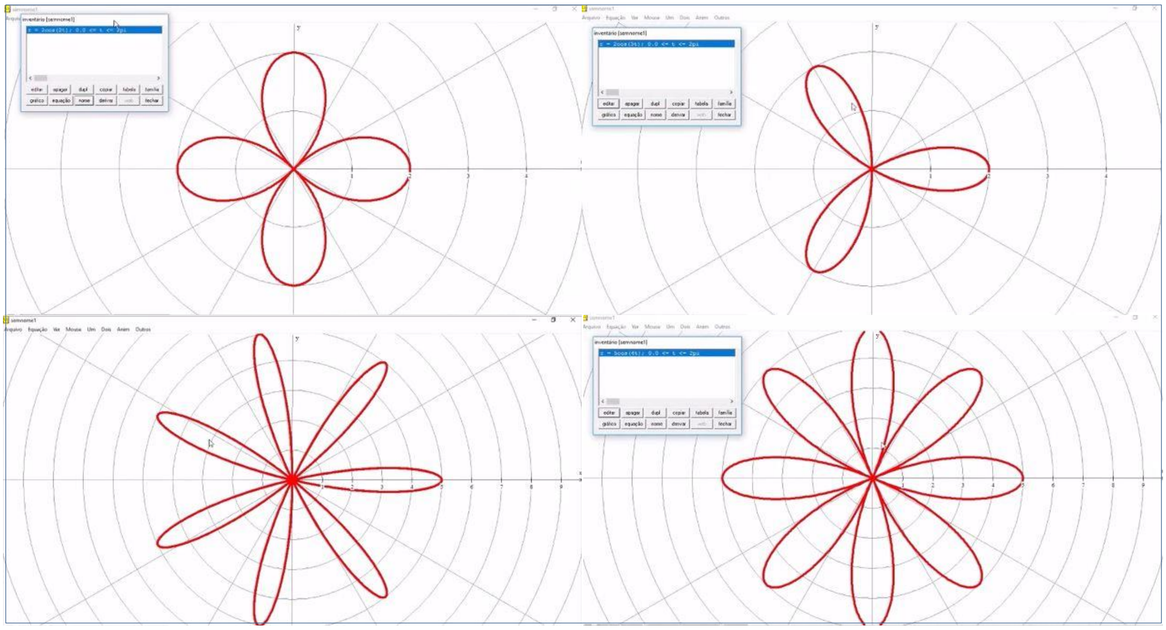
Figura 111 – Imagens na introdução do tema no vídeo *Rosácea*.

Fonte: Dados da pesquisa.

A metafunção ideacional é realizada na organização das imagens apresentadas na Figura 111, cumprindo sua funcionalidade referente à descrição de padrões visuais, os quais são perceptíveis nas características das pétalas nos desenhos e nas fotografias das flores e nos designs das catedrais. A relação estabelecida, através das imagens, entre o conteúdo matemático e a natureza ou a arquitetura, produz o significado experiencial do recurso, contextualizando o conhecimento. A percepção dos padrões nas imagens está vinculado ao significado lógico das imagens e se configura pela organização dos elementos que a compõe.

Na segunda parte do vídeo, o discurso matemático envolve a validação da propriedade que relaciona o número de pétalas da rosácea com a multiplicidade do ângulo. Os estudantes utilizam o software Winplot para a construção de rosáceas com variações de a e n, entre números pares e ímpares à sua escolha. Implicitamente, para construir os gráficos das curvas os estudantes consideram as rosáceas como uma família de funções definidas no intervalo de 0 a 2π, na qual a variável independente é t, chamada theta pelo estudante no vídeo, e a variável dependente é r. A Figura 112 ilustra os gráficos construídos no plano polar do Winplot.

Figura 112 – Validação das propriedades das rosáceas no Winplot.



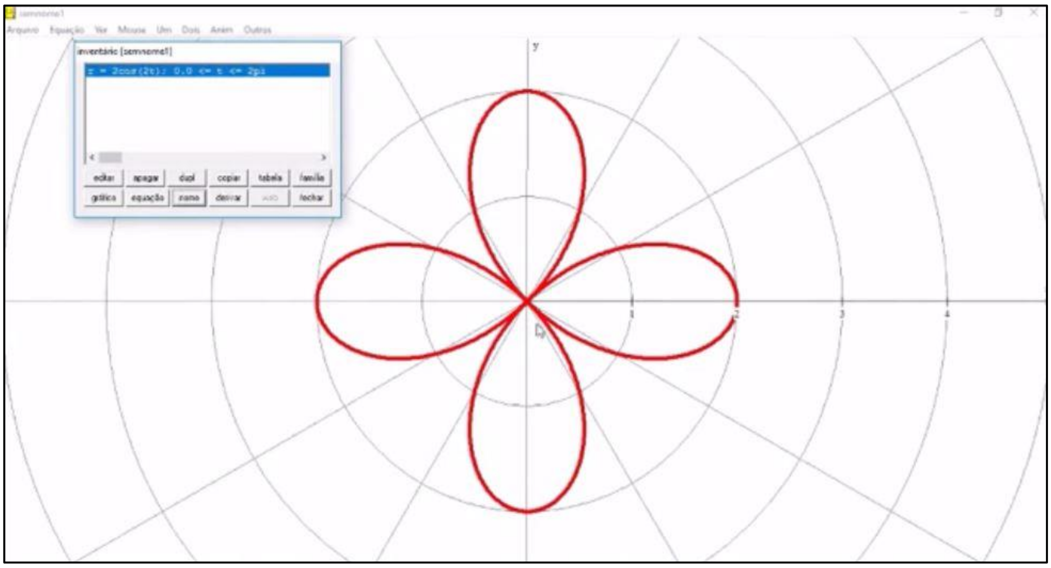
Fonte: Dados da pesquisa.

As construções dos gráficos foram fundamentais para a compreensão dos resultados referentes à variação do ângulo na equação das rosáceas. Com respeito a esse conteúdo matemático, é comum os alunos apresentarem dificuldades, por isso uma análise mais aprofundada em torno dos padrões e especificidades dos gráficos das curvas, seria relevante. Ao optarem por explorar as potencialidades do Winplot na representação geométrica das rosáceas, os estudantes puderam se valer das vantagens do recurso tecnológico que garante rapidez na construção, além da precisão nas medidas e padrões, obtendo mais tempo para discutir as relações entre domínio e a imagem, destacando a relação entre a variação do ângulo e o número de pétalas das rosáceas. As simulações possibilitadas pelo recurso tecnológico viabilizam a realização de conjecturas que podem auxiliar o aluno na compreensão do conceito.

A descrição dos padrões impressos nas imagens pela organização na distribuição dos elementos das curvas, como a medida dos raios, o polo ou centro, a simetria das curvas com relação aos eixos, compõem as imagens gráficas segundo a lógica matemática visual, caracterizando a metafunção ideacional das imagens matemáticas apresentadas.

Com respeito à metafunção ideacional, os gráficos das rosáceas foram construídos no plano polar e para destacar as curvas das rosáceas o estudante escolheu cores diferenciadas, além de aumentar a espessura das linhas das curvas. O tamanho das curvas é padronizado, seguindo um valor de medida dos eixos que é pré-definido, mas que pode ser alterado na configuração do software. Nesse caso, os estudantes definiram o plano considerando a distância de trinta graus entre os eixos polares. Algumas informações sobre o gráfico ficaram expostos no lado superior esquerdo do plano polar, como a equação que representava a curva.

Figura 113 - Integração do simbolismo matemático nas imagens matemáticas.



Fonte: Dados da pesquisa.

A integração do simbolismo às imagens matemáticas é uma característica desse último recurso semiótico e essa complementação contribui na percepção das relações e padrões visuais do gráfico apresentado. A Figura 113 ilustra a janela de informações do gráfico de uma rosácea de quatro pétalas construída no plano polar do Winplot. Na informação destacada na cor azul, na janela, à esquerda, está a função que descreve a curva: $r = 2\cos(2t)$.

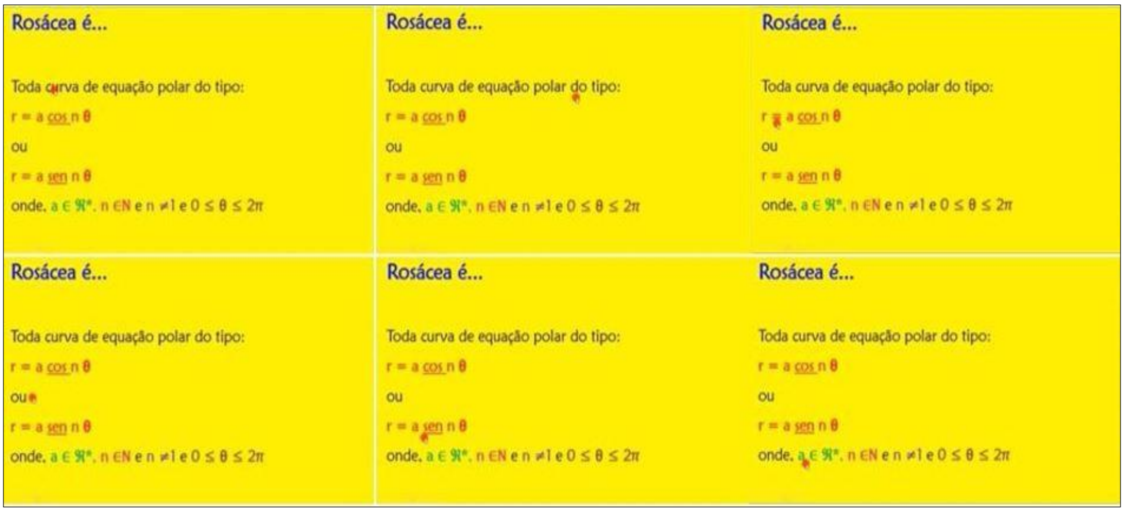
Os gráficos das rosáceas foram posicionadas no centro do plano polar, o que expressa o destaque que possuem no discurso matemático apresentado no vídeo. As relações matemáticas são representadas nas imagens e as variáveis são destacadas nos eixos polares. Essas caracterizações dizem respeito à metafunção textual do recurso semiótico.

O vídeo apresenta convenções especiais assumidas pelas imagens matemáticas que não são frequentes na Educação Básica. O plano polar e as coordenadas polares são utilizados na construção de gráficos de curvas com formato circular, viabilizando um diferente tipo de pensamento em torno dos gráficos de funções que está relacionado à análise da sua curvatura. As convenções adotadas na matemática para a exibição visual de padrões e características específicas da curva fazem parte da gramática das imagens matemáticas, assim como o raciocínio implícito em torno das justificativas das relações que definem o número de pétalas da rosácea pela multiplicidade do ângulo, caso seja um número par ou um número ímpar. Isso reafirma a característica desse recurso que estabelece que um volume grande de informações, entre conceitos e propriedades estão associadas às imagens matemáticas.

6.3.5.5 Gestos Dêiticos

O vídeo Rosácea não possui imagens dos estudantes que o produziram enquanto proferem o discurso matemático, apesar disso, os gestos dêiticos foram utilizados para destacar elementos mencionados na mensagem. Os gestos dêiticos são utilizados para enfatizar elementos considerados importantes pelo interlocutor no discurso. Os estudantes utilizaram uma luz de laser vermelha para destacar a mensagem codificada pelo simbolismo matemático expressa pela linguagem verbal escrita e oral. A Figura 114 ilustra como a luz enfatizou elementos do simbolismo no discurso, simulando os gestos dêiticos.

Figura 114 - Gestos dêiticos enfatizando a sequência lógica do simbolismo matemático.

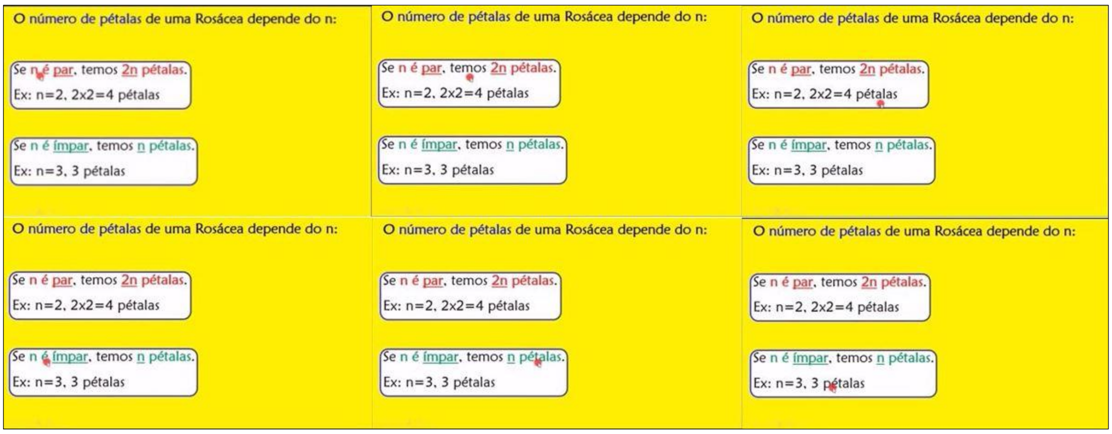


Fonte: Dados da pesquisa.

A luz vermelha do laser não destaca os elementos principais do discurso, ao invés disso, acompanha os elementos da mensagem passo a passo, enfatizando a organização lógica que expressa o pensamento exposto no vídeo. Em alguns momentos o estudante destaca com mais intensidade alguns elementos. Isso aconteceu no momento de definir as variáveis presentes na definição: a, n e o ângulo θ. Ao explicar que a variável a pertence ao conjunto $\mathbb{R}^*$, os estudantes destacaram com o laser o asterisco e contornando várias vezes o símbolo, esclareceram que a variável a poderia assumir qualquer número real, exceto o número zero.

Na apresentação das propriedades que caracterizam o número de pétalas em função da multiplicidade do ângulo, os gestos dêiticos também foram utilizados para enfatizar a organização lógica da ideia matemática, como ilustrado na Figura 115.

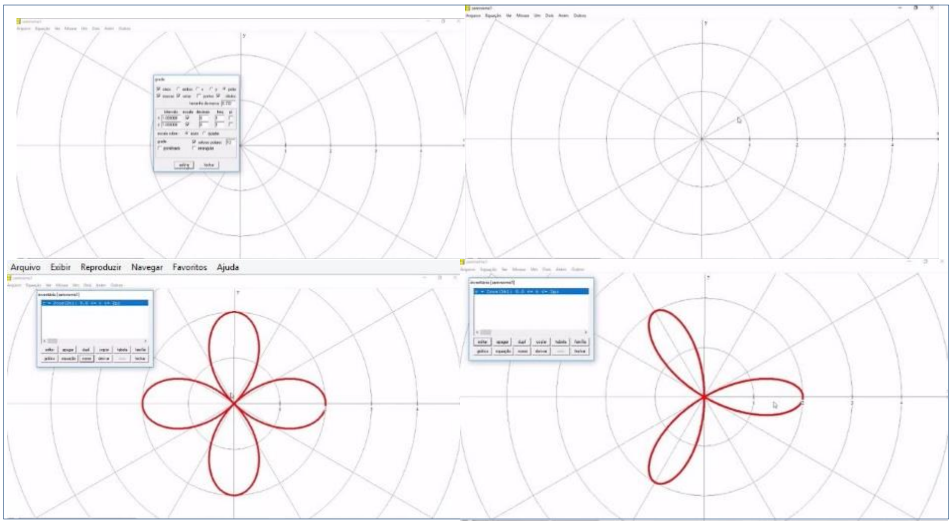
Figura 115 - Gestos dêiticos enfatizando elementos do discurso matemático.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os gestos dêiticos, realizados por meio da luz de um laser, foram utilizados também para destacar elementos do discurso e na construção dos gráficos das curvas rosáceas. O destaque nessa parte foi concentrado nos elementos enfatizados por diferentes cores no simbolismo matemático: n é par; $2n$ pétalas; n é ímpar; n pétalas, o primeiro enfatizado com vermelho e o segundo na cor verde. Esses são os elementos principais dessa parte do discurso e expressam de forma simplificada a relação matemática central do discurso apresentado no vídeo Rosácea.

Figura 116 - Gestos dêiticos na construção dos gráficos das rosáceas.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nessa parte do discurso as funcionalidades dos gestos dêiticos por meio do mouse são ampliadas com o seu uso na explicação do processo de construção dos gráficos no software, na análise do plano polar e na caracterização e análise dos gráficos das rosáceas. Inicialmente o estudante apresenta cada ícone das ferramentas disponíveis no software para a construção dos gráficos e explica cada etapa do processo utilizando a seta do mouse. A análise e caracterização do plano polar também recebe o auxílio dos gestos dêiticos por meio da seta do mouse. O estudante enfatiza o raio que marca a maior distância entre a origem do plano e a extremidade da curva relacionando essa medida com a variável a da equação que define a curva. Além disso, sugere a simetria da curva sem mencionar o termo, apenas utilizando a seta do mouse e enfatiza as características relacionadas à quantidade de pétalas da curva.

6.3.5.6 Som

O efeito sonoro na introdução do tema do vídeo Rosácea foi utilizado para acompanhar a transição das imagens que contextualizam o conteúdo matemático. A cada nova imagem, as quais variam entre desenhos de rosáceas, fotografias de plantas suculentas e flores, além de fotografias de catedrais em que as rosáceas compõem o design arquitetônico, o som aparece. Trata-se de um som instrumental que se encaixou perfeitamente na transição das imagens. O efeito sonoro aparece três vezes, em um intervalo de 17 segundos e remete ao som de sinos.

A utilização do recurso de som chama a atenção para as imagens, tornando a introdução do tema mais atrativa. O som complementa as imagens, sendo um diferencial do vídeo por entreter aqueles que assistem. O som, assim como a música utilizada nos filmes e vídeos, trata das emoções, enquanto as imagens ocupam a racionalidade, nesse momento são estabelecidas associações e a música ou o som marca o conteúdo do discurso. Nesse sentido, os efeitos sonoros interferem na produção dos significados inspirando sensações que são associadas às mensagens presentes no discurso matemático.

6.3.5.7 Intersemiose com linguagem verbal oral, simbolismo, imagens, gestos dêiticos e som

Na introdução do vídeo *Rosácea* a linguagem verbal oral, que enuncia o tema do vídeo, é integrada às imagens que contextualizam o conteúdo matemático. O som de sinos que acompanha a transição das imagens é combinado à linguagem e às imagens somando um significado emocional às percepções relacionadas aos padrões apresentados nas imagens e ao significado produzido pela contextualização do conteúdo matemático. A definição formal da curva rosácea é apresentada a partir da mobilização do simbolismo matemático, que naturalmente é integrado à linguagem verbal escrita para a organização lógica do pensamento. De fato, o simbolismo matemático é derivado da linguagem verbal e, por isso, frequentemente faz uso da linguagem verbal para construir a estrutura lógica necessária para a explicitar o raciocínio matemático em torno da solução de um problema.

O discurso matemático, representado pelo simbolismo, é expresso pela linguagem verbal oral, sendo enfatizado pelos gestos dêiticos que destaca o significado lógico no discurso. O conceito então, é transmitido de forma simultânea aos gestos dêiticos com a leitura da definição. A linguagem oral, no entanto, tem sua função explicativa aproveitada, adicionando informações decorrentes dos raciocínios implícitos característico do simbolismo matemático.

Os estudantes, produtores do vídeo, articulam o simbolismo matemático, a linguagem verbal oral e os gestos dêiticos para produzir significados em torno do conteúdo Rosáceas. Esse conteúdo envolve conceitos e relações trigonométricas que envolvem medidas de raios e ângulos para expressar as relações entre as variáveis matemáticas. No vídeo, os estudantes utilizam os gestos dêiticos para destacar a importância de entender as unidades variáveis e utilizam a linguagem verbal oral para adicionar informações sobre as variáveis que constituem as equações das rosáceas. Os produtores salientam a condição que $n \neq 1$, porém não utilizam os recursos para justificar esse item. Da mesma forma, não apresentam justificativas para as propriedades que relacionam o fato de n ser par ou ímpar com o número de pétalas da rosácea. Essas informações poderiam ser acrescentadas utilizando a linguagem verbal oral, de forma que cumprisse sua função explicativa, além disso, esclarecer pontos relevantes como esse presentes no discurso matemático, o tornariam menos denso modificando a ideia de uma Matemática dominante, distante e de difícil compreensão. Os gráficos das curvas rosáceas poderiam auxiliar nesta tarefa se fossem incorporados à discussão das propriedades apresentadas para análises gráficas. Isso possibilitaria que fossem constituídos significados a partir da combinação do simbolismo matemático com as imagens matemáticas e a linguagem verbal oral, em uma associação a partir dos significados experiencial e lógico desses recursos.

Na segunda parte do vídeo, os estudantes apresentam um tutorial do software Winplot, a fim de utilizarem suas ferramentas para a construção de rosáceas. Seu objetivo foi validar as propriedades das rosáceas enunciadas no vídeo. As imagens matemáticas contribuem, juntamente com os gestos dêiticos e a linguagem verbal oral na produção de significados em torno dos conceitos referentes às rosáceas. Juntos, esses recursos semióticos relacionam as propriedades referentes às rosáceas enunciadas no discurso inicial do vídeo com as imagens gráficas das curvas no plano polar construído no software. Apesar das discussões em torno das relações matemáticas entre as variáveis não terem sido o foco da discussão, elas se manifestam de forma implícita. A concentração dos estudantes na segunda parte do vídeo foi a validação das propriedades, com a contagem das pétalas, segundo o valor de n.

O simbolismo matemático e as imagens não são efetivamente integradas no discurso, o que faz com que as funções dos dois recursos não se complementem para a produção de significados em torno da ideia matemática. Apesar dessa separação, os conceitos são associados pela linguagem verbal oral, recurso que foi utilizado de forma mais enfática no vídeo. As imagens matemáticas estabelecem, a partir da combinação com a linguagem verbal oral, as relações matemáticas fornecendo os meios para o raciocínio visual, visto que os recursos combinados promoveram a discussão em torno da relação de dependência entre as variáveis.

A constituição de significados em torno do conceito matemático está associado ao fazer sentido, tornando-o compreensível de forma mais efetiva. Segundo as afirmações proferidas pelos estudantes nos fóruns da UNEAD, essa compreensão mais aprofundada torna-se possível com a combinação de diferentes representações, principalmente com a combinação do simbolismo matemático com as imagens matemáticas. O vídeo Rosácea apresenta combinações de recursos, simbolismo, imagens, linguagem verbal oral, gestos dêiticos e som, o que possibilita expansões semânticas, considerando que a combinação dos recursos foi desenvolvida de forma que as funcionalidades dos recursos se complementaram. A forma como a definição da curva rosácea é apresentada inicialmente, pelo simbolismo, foi correlacionada com as imagens contextualizadas e gráficas de forma que o significado que relaciona tal conceito a uma ideia aplicada pode ser constituído.

7 Considerações finais

As reflexões apresentadas neste capítulo giram em torno dos temas que permeiam os capítulos anteriores e que são focos desta pesquisa. As formas pelas quais os recursos semióticos foram combinados em intersemioses para a expressão de ideias matemáticas direcionaram as análises dos dados da pesquisa, acrescentando-se a isso a busca por interpretações sobre as possibilidades de expansão semântica nos fenômenos multimodais realizados por meio de vídeos digitais. A pergunta proposta nesta pesquisa, então, conduz as discussões aqui explicitadas, assim como outras dimensões apresentadas como pontos de interesse, contribuindo para as conclusões gerais, quais sejam: compreender como os vídeos produzidos pelos estudantes participantes da pesquisa são explorados em seu caráter multisemiótico e multimodal, além do papel do vídeo como fator potencializador do discurso matemático; compreender como os sujeitos da pesquisa, professores em formação, entendem o vídeo digital como possibilidade de recurso didático a ser utilizado nas aulas de matemática; e compreender de que forma o ambiente virtual de aprendizagem possibilita as interações necessárias à condução das etapas de produção de um vídeo digital com conteúdo matemático. Esses tópicos, assim como a pergunta de pesquisa, serão discutidos nas seções seguintes.

Como licenciandos em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos ao utilizarem vídeos para expressar ideias matemáticas?

A pergunta proposta nesta pesquisa reflete o interesse pelas escolhas semióticas que resultaram nas intersemioses a fim de produzir significados no que diz respeito a conteúdos matemáticos específicos das duas disciplinas nas quais foram produzidos os dados da pesquisa. Na análise dos cinco vídeos produzidos pelos participantes examinei suas escolhas semióticas considerando a característica multisemiótica e multimodal dos vídeos como tecnologia digital acessível, assim como as funções de cada recurso no discurso matemático apresentado. A partir disso, realizei conjecturas em torno do potencial das intersemioses quanto às possibilidades de expansão semântica e, consequentemente, a transformação do conhecimento matemático, considerando o coletivo seres humanos – com – mídias implementado em todo o processo de construção do discurso matemático. Dessa forma, a questão principal dessa pesquisa envolve uma análise em torno da natureza das relações entre as representações matemáticas usuais, a saber, a linguagem verbal, o simbolismo e as imagens matemáticas, com outros recursos semióticos presentes nos vídeos produzidos pelos sujeitos quando esses expressaram ideias matemáticas. A natureza dessas relações está associada às funcionalidades de cada recurso semiótico, considerando o contexto em que o discurso matemático está inserido.

A caracterização das metafunções dos recursos semióticos de linguagem verbal, simbolismo e imagens matemáticas, utilizados em cada um dos cinco vídeos, reafirmaram as funcionalidades dos recursos que representaram experiências de mundo, conexão lógica de acontecimentos, representação de relações sociais e a organização de informações. Outros recursos utilizados na produção de significados tiveram suas funcionalidades especificadas, considerando o contexto em que o tema do vídeo estava inserido.

Com respeito às características dos recursos semióticos descritas por O'Halloran (2015), que tornam a Matemática distante e que dificultam a sua compreensão, algumas foram mantidas no discurso matemático proferido por meio dos vídeos pelos estudantes, em particular, no que se refere à linguagem verbal oral e ao simbolismo matemático, como as definições interligadas, a densidade lexical e as correntes de raciocínios implícitos. Essas características, no entanto, foram utilizadas em contextos que representavam, no vídeo, algo mais próximo do que se realiza em uma sala de aula de Matemática.

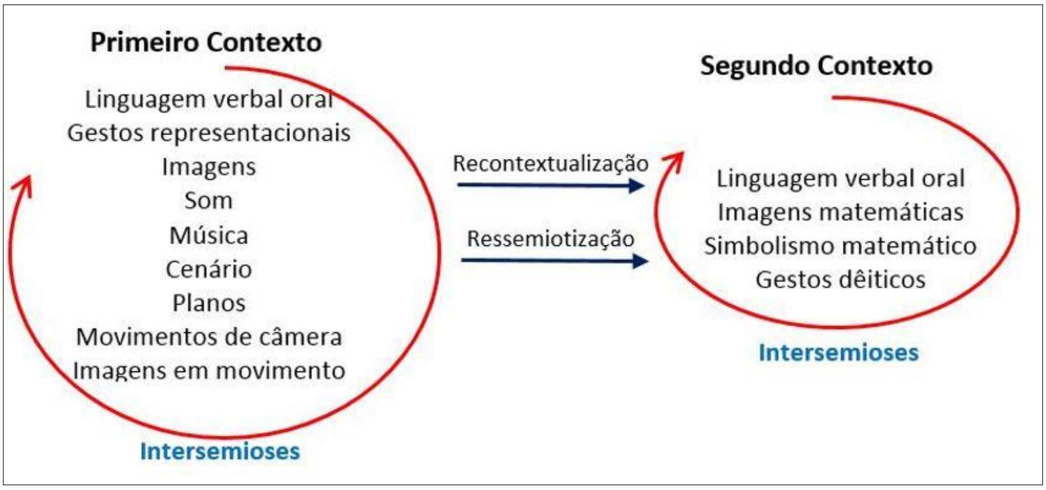
Para expressar suas ideias referentes aos conteúdos propostos nas disciplinas de Geometria Analítica II e Informática Aplicada à Educação Matemática, os estudantes apresentaram dois tipos de intersemioses nos quais inserem o conteúdo explorando dois ou mais contextos. Esses tipos de intersemioses se constituem a partir da escolha dos recursos semióticos, assim como, da recontextualização realizada nos fenômenos multisemióticos e multimodais. No primeiro tipo de intersemiose os processos foram realizados em dois diferentes momentos separados pela recontextualização. O vídeo, então, apresenta dois contextos que possuem finalidades específicas dentro do fenômeno multimodal. O segundo tipo de intersemiose se configura pela sustentação, do início ao fim do vídeo, de um contexto fixo no qual são inseridos, em momentos específicos, contextos relacionados à aplicabilidade do conteúdo matemático, alterando momentaneamente a atmosfera criada no contexto fixado.

O primeiro tipo de intersemiose descrito foi realizado nos vídeos Deslocamento feito em uma roda, Construção Civil e Rosácea. Esses vídeos foram divididos em duas partes, que representam dois diferentes contextos, revelados no fenômeno multimodal a qual se constitui o vídeo, pela recontextualização. No primeiro contexto o conteúdo matemático é introduzido em um formato que remete a um convite ao telespectador. Nesse convite, a ideia central é suscitar motivação e interesse, apresentando situações em que a Matemática está próxima das pessoas, fazendo parte do cotidiano, como no cálculo do percurso realizado ao dar uma volta em uma roda gigante em um parque de diversões, na construção de um telhado a fim de cobrir a laje de uma casa ou no design de plantas e de arquiteturas de prédios.

Especificamente, no primeiro contexto o tema do vídeo é introduzido com a apresentação do problema e recursos cinematográficos são utilizados de forma mais intensa com funcionalidades bem definidas: o som e o cenário, introduzem elementos que tornam o discurso verídico, ou seja, mais próximo de algo real; os movimentos de câmera e planos, destacam elementos visuais considerados importantes no discurso em momentos específicos em que se utiliza a linguagem verbal oral; a imagem em movimento valida o contexto no qual o problema matemático está inserido, apresentando imagens reais que se referem ao contexto em que o problema está inserido; a linguagem verbal oral explicita a relação da Matemática com o contexto criado; os gestos representacionais materializam elementos do discurso representado pela linguagem verbal oral e a música, que insere o elemento emoção no fenômeno multimodal, possibilita que sejam construídas associações entre o conteúdo matemático e as emoções sugeridas pelos elementos musicais, como ritmo e melodia. Esses recursos estiveram presentes na primeira parte dos vídeos, criando um contexto de aplicabilidade da Matemática no qual as intersemioses produzem um significado diferente daqueles apresentados por cada recurso em conexão com a funcionalidade exercida no discurso.

O segundo contexto que se forma a partir da recontextualização, assume um design formal e se aproxima do que se realiza nas salas de aulas de Matemática. Nele, o conteúdo matemático é explicitado com toda a sua formalidade e os recursos semióticos utilizados nesta parte dos vídeos são, essencialmente, a linguagem verbal, as imagens matemáticas, o simbolismo matemático e os gestos dêiticos. Essa reconstrução das escolhas semióticas a partir da recontextualização implica a realização da ressemiotização. A linguagem verbal oral, presente nos dois contextos, sofre alterações nesse processo, sendo mais informal no primeiro contexto, em que os estudantes se empenham em mostrar a Matemática de uma maneira não tão formal. O primeiro tipo de intersemiose está representado no Quadro 15.

Quadro 15 - Tipo de intersemioses 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

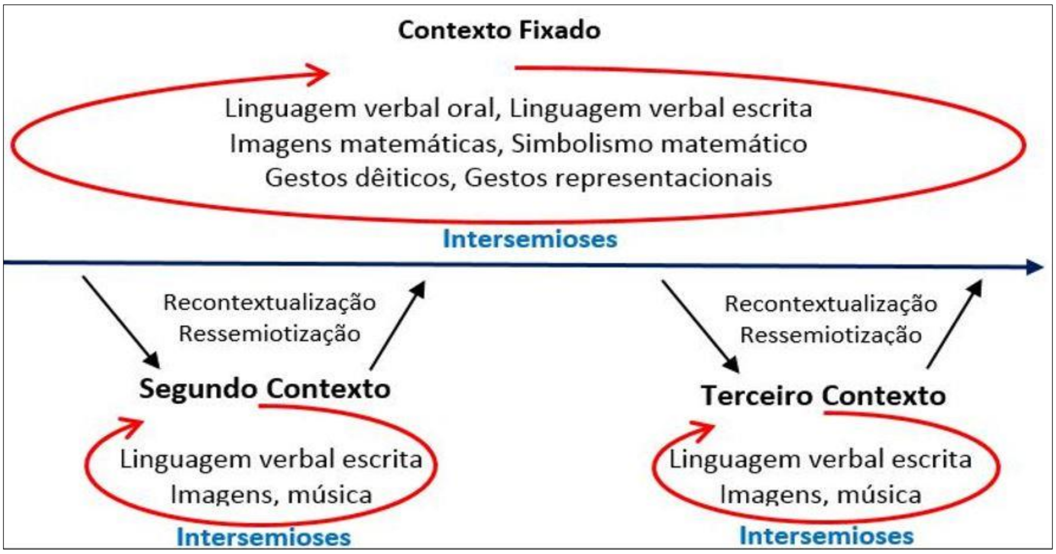
As intersemioses realizadas a partir das escolhas semióticas no primeiro e no segundo contextos apresentados no Quadro 15 resultam na produção de significados que constituem a mensagem expressa no vídeo. Os recursos semióticos combinados no fenômeno multimodal possibilitam a construção da ideia de uma Matemática próxima das atividades cotidianas, sendo essa aplicabilidade uma parte da Matemática menos formal e que pode tornar o estudo dessa disciplina mais aprazível, possibilitando que uma nova imagem sobre essa disciplina seja construída. A música tem papel de destaque para a construção desse significado ao possibilitar as associações entre conteúdo matemático e emoções. Os elementos musicais, como o ritmo e a melodia, penetram na esfera psicológica mobilizando experiências emocionais que envolvem a subjetividade do indivíduo que tem acesso ao discurso (SEKEFF, 2007), nesse caso, proferida no vídeo. As intersemioses realizadas para o discurso matemático em vídeo digital, então, produzem e interiorizam, por meio da emoção, significados que relacionam conceitos específicos da Matemática, a saber, Comprimento da circunferência, Ângulo entre vetores e Curvas rosáceas, à aplicabilidades específicas. A recontextualização realizada nos vídeos, no entanto, apresenta a ideia de que, para se ter acesso à parte prática da Matemática, sendo essa a parte que a justifica, é preciso desenvolver conhecimentos que dependem da sua formalidade, considerando seus conceitos interligados e sua posição dominante.

No segundo contexto apresentado, como já foi antecipado, a ideia matemática se constitui em um cenário próximo ao da sala de aula no que diz respeito à sua formalidade. Nesse contexto algumas características dos recursos de linguagem verbal, simbolismo e imagens utilizados mantem a posição da Matemática como uma ciência dominante, além disso, foram repetidas estratégias que tornam o discurso matemático denso. O significado é, então, formado pela intersemiose dos recursos escolhidos de forma a estruturarem a exposição sobre a resolução de dois problemas propostos nos vídeos Deslocamento feito por uma roda e Construção Civil e na explicação do conceito de Rosácea.

O significado contextualizado resultante das intersemioses realizadas em cada vídeo, pauta ideias específicas e pontuais em cada um dos vídeos. A noção de comprimento de uma circunferência, assim como a ideia de raio e diâmetro, as características gráficas de uma rosácea, as operações com vetores, foram construídas nos vídeos a partir da intersemiose entre linguagem verbal oral, imagens matemáticas, simbolismo matemático e, com papel essencial, os gestos dêiticos, que possibilitaram conexões entre as informações colocadas pela linguagem verbal oral, pelas imagens e pelo simbolismo matemático.

No segundo tipo de intersemiose, apresentado nos vídeos Aplicação prática da Geometria Analítica e Funções Seno e Cosseno no GeoGebra, um contexto é fixado, nesse caso, um contexto que se aproxima de um ambiente de sala de aula, nos quais as escolhas semióticas resultam na linguagem verbal oral ou escrita, o simbolismo, as imagens matemáticas e os gestos dêiticos e representacionais. Nesse segundo tipo, as recontextualizações acontecem ao serem inseridos outros contextos que mostram a aplicabilidade da Matemática em momentos específicos do discurso matemático central. O vídeo Funções Seno e Cosseno no GeoGebra apresenta um contexto fixado, porém não realiza recontextualizações e a intersemiose acontece com os recursos de linguagem verbal escrita, imagens matemáticas, imagens em movimento e música. Considero que o esquema de intersemioses do vídeo Funções Seno e Cosseno no GeoGebra pode ser caracterizado pela mesma dinâmica apresentada no vídeo Aplicação prática da Geometria Analítica, entendendo que, nesse caso, há uma supressão dos contextos não fixados. O Quadro 16 ilustra o segundo tipo de intersemiose.

Quadro 16 - Tipo de intersemioses 2.



Fonte: Elaborado pela autora.

No esquema apresentado no Quadro 16, as intersemioses realizadas com os recursos adotados no contexto fixo combinam a linguagem verbal oral e escrita, o simbolismo matemático, as imagens matemáticas, os gestos dêiticos e representacionais e produzem significados contextualizados a partir da inserção de contextos que apresentam o conteúdo matemático aplicado. Esses contextos não fixos que são inseridos durante o discurso matemático implementam as intersemioses com imagens relacionadas à aplicabilidade do conteúdo, juntamente com informações que complementam o contexto e a música que, novamente, introduz o fator emocional no discurso matemático. Ao realizar essas recontextualizações – no vídeo Aplicação prática da Geometria Analítica, isso ocorre em dois momentos – o ambiente formal estabelecido no contexto fixado é alterado e a música suscita a manifestação de contentamento pelo seu ritmo e melodia, além do estado de atenção.

Os significados resultantes dessas intersemioses se referem à associação do conteúdo Equação da circunferência à sua aplicação na construção de prédios com formato circular. A linguagem verbal foi o principal recurso no enunciado e na resolução dos problemas propostos no vídeo, destacando sua função explicativa na produção. Com os gestos dêiticos e representacionais os estudantes destacaram e realizaram a materialização de elementos do discurso representados pela linguagem verbal oral, o que possibilitou a produção de significados ao combinar esses recursos semióticos com as imagens matemáticas. Dessa forma, como resultado das intersemioses, as noções de raio da circunferência, assim como, a constituição das medidas dos catetos do triângulo retângulo circunscrito foram empregadas no discurso matemático, justificando as relações matemáticas apresentadas, sem que todos os passos dos cálculos algébricos fossem detalhados pela linguagem verbal escrita no quadro, sendo realizado apenas pelas associações a partir das intersemioses. Os gestos dêiticos tiveram papel importante na constituição de significados, enunciando conceitos implícitos, como a ideia de raio e as medidas dos catetos do triângulo retângulo como diferença das coordenadas dos pontos pertencentes à circunferência, construídas em intersemiose com a imagem matemática.

No vídeo Funções Seno e Cosseno no GeoGebra não acontecem recontextualizações e as intersemioses do fenômeno multisemiótico e multimodal envolvem linguagem verbal escrita, imagens matemáticas, imagem em movimento e música. Esses recursos semióticos combinados possibilitaram que significados referentes à relação de dependência das funções Seno e Cosseno fossem construídos. As imagens em movimento foram utilizadas para situar o problema matemático proposto no vídeo em um contexto explicativo. Os recursos proporcionaram a demonstração por meio de simulações das relações matemáticas, como no vídeo Funções Seno e Cosseno no GeoGebra. A ferramenta de animação do software permitiu a realização de conjecturas com base nas simulações que retrataram a constituição do conjunto imagem das referidas funções a partir da variação do domínio, ponto a ponto. A dinamicidade da construção acompanhada da música produziu significado a partir da relação visualização – emoção, no qual relações funcionais puderam ser visualizadas e animadas tornando a Matemática mais dinâmica. O significado construído, então, viabiliza a desconstrução da ideia de que a imagem matemática é sempre estática, além de apresentar conceitos e relações matemáticas a partir de suas aplicabilidades.

Com base nas considerações anteriores, concluo que, como resultado das intersemioses realizadas a partir das escolhas semióticas nos cinco vídeos analisados despontam possibilidades de expansão semântica em conceitos específicos envolvidos nos conteúdos tratados em cada vídeo. A produção de significados contextualizados em potencial chama atenção para o fato de que a combinação de recursos semióticos nos vídeos analisados permite que o discurso matemático seja compreendido pela complementação das funcionalidades de cada recurso envolvido no fenômeno, o que traz elementos para a discussão sobre as potencialidades do vídeo como recurso digital para expressão de ideias matemáticas.

Os recursos cinematográficos utilizados nos vídeos produzidos na pesquisa, a saber, imagens, imagens em movimento, cenários, movimentos de câmera, planos, som e música, contribuem para a organização estética do discurso matemático proferido e influenciam na mensagem, sendo recursos característicos dos vídeos. O que sustento, a partir dos potenciais de expansões semânticas identificados, é que a escolha dos recursos semióticos influencia na forma como o conhecimento é construído a partir do acesso ao discurso matemático resultante das intersemioses realizadas no vídeo. Ou seja, há um diferencial qualitativo no que diz respeito aos recursos semióticos envolvidos no fenômeno multisemiótico e multimodal (vídeo) sobre o qual o discurso matemático se constrói. Isso dá destaque ao lugar das tecnologias na construção do conhecimento, considerando o cenário atual o qual revela uma revolução tecnológica da comunicação audiovisual. Dessa forma, o problema proposto na pesquisa aqui relatada tem uma dimensão ancorada no pensar-com-tecnologia, visto que recursos específicos dos vídeos digitais condicionaram, lógica e esteticamente, a forma como o discurso matemático foi organizado para fins de produção de significados contextualizados, o que assegura o papel do vídeo como fator potencializador do discurso matemático.

Os participantes da pesquisa, então, exploraram o potencial dos vídeos em seu caráter multisemiótico e multimodal ao produzirem vídeos com o intuito de expressar ideias matemáticas considerando as funcionalidades específicas de cada recurso, de modo especial, o uso dos recursos cinematográficos, característicos dos vídeos. Os estudantes participantes veem na expressão de ideias matemáticas por meio do vídeo um potencial para relacionar o conteúdo com problemas aplicados, possibilitando expansão semântica pela associação do conteúdo à sua aplicabilidade. A associação conteúdo – emoção, aparece também como um elemento que merece ser destacado na pesquisa, visto que chama atenção para uma nova forma de conhecer, forma essa que, pelo uso das tecnologias digitais, suscita a emoção, além da visão e audição, já utilizados no processo de construção do conhecimento matemático.

A partir disso visualizo o construto teórico seres humanos – com – vídeos digitais como o coletivo dinâmico que produz conhecimento de formas qualitativamente diferentes, considerando as escolhas semióticas realizadas para as intersemioses no vídeo como fenômeno multisemiótico e multimodal. Essas escolhas condicionaram as expansões semânticas, criando possibilidades para a transformação do conhecimento matemático.

Reflexões de professores em formação sobre o vídeo digital como possibilidade de recurso didático para as aulas de Matemática

As discussões nos fóruns ofertados no ambiente virtual de aprendizagem da UNEB nas disciplinas Geometria Analítica II e Informática Aplicada a Educação Matemática para acompanhamento da atividade de produção de vídeos trouxe luz para as potencialidades e limitações do processo de produção de vídeos desenvolvido no ambiente online. O ambiente virtual foi lócus para reflexões em torno do uso de vídeos como recursos didáticos nas aulas de Matemática e para compartilhamento de experiências em torno dessa temática.

Os participantes da pesquisa, professores em formação, compartilharam suas ideias em torno do tema vídeo digital como possibilidade de recurso didático que vão além do seu uso em sala de aula, alcançando a análise de seu potencial para fornecer autonomia aos professores e aos alunos, considerando o contexto atual em que passamos pela revolução tecnológica da comunicação audiovisual. Durante a pesquisa, licenciandos, junto às tecnologias, geraram o vídeo, que se tornou uma parte do coletivo seres-humanos-com-mídias que o gerou. Nesse processo as etapas de produção do vídeo se mostraram como possibilidades para construção do conhecimento e os licenciandos perceberam seu potencial didático, passando a vislumbrar na atividade de produção de vídeos um considerável recurso para atividades e avaliações mais democráticas a serem desenvolvidas com os seus alunos nas suas aulas.

As reflexões decorrentes das discussões nos fóruns da UNEAD atribuíram significado à atividade de produção de vídeos proposta na pesquisa, visto que os temas dos fóruns estavam relacionados à atividade e isso possibilitou uma contribuição à formação dos estudantes participantes da pesquisa pela experiência vivenciada e compartilhada nos fóruns. O diálogo e a colaboração caracterizaram a natureza das interações online realizadas durante a pesquisa nos fóruns, nas quais estudantes compartilharam conhecimentos técnicos e teóricos a fim de auxiliar uns aos outros durante a experiência inicial com o processo de produção de vídeos. O fato de não conhecerem as técnicas envolvidas na produção e edição de vídeos, foi um dos principais fatores que motivaram sua participação na pesquisa. Os participantes justificaram a escolha dos conteúdos a serem trabalhados nos vídeos, pelo fato de não o terem compreendido bem durante a disciplina. Dessa forma, aponto outro fator que mostra a contribuição da atividade proposta na pesquisa na formação dos participantes.

A atividade de produção de vídeos, então, viabilizou a colaboração e a aprendizagem a partir de reflexões em torno da experiência no uso de uma metodologia que visa a utilização de tecnologias, especificamente, o uso de vídeos, buscando mudanças qualitativas no processo de produção de conhecimento matemático. Os participantes acreditam nas potencialidades dos vídeos para a aprendizagem matemática e relacionam o seu uso em sala de aula à possibilidade de contextualizar o conteúdo matemático, fator importante para a aprendizagem, segundo afirmaram. Além disso, suas análises do processo de produção de vídeos firmam suas etapas como possibilidades para construção do conhecimento matemático. A experiência com vídeos vivenciada pelos licenciandos nesta pesquisa joga uma nova luz sobre as possibilidades de uso de vídeos em Matemática.

Interações no ambiente virtual de aprendizagem para a produção de vídeos que expressam ideias matemáticas

Os fóruns configuraram o principal canal de comunicação durante a produção dos dados desta pesquisa, o que não limitou as possibilidades de desenvolvimento da produção de vídeos à distância. A organização do processo de produção em etapas, com discussões nos fóruns em cada uma delas, forneceu um formato adequado para o desenvolvimento da atividade no ambiente virtual. Os fóruns se constituíram, no cenário estabelecido, como lócus para discussão e compartilhamento de conhecimentos e experiências com a produção de vídeos. As discussões promovidas tiveram um papel formativo a partir das interações entre estudantes e entre professores e estudantes no cenário da Educação a Distância online, as quais tomaram contornos próprios a partir das questões inseridas com as temáticas para as discussões.

A comunicação matemática foi realizada nos fóruns com o uso dos recursos disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem. As ferramentas para inserir equações, caracteres especiais, tabelas e colar recortes do Word não foram utilizados nos fóruns promovidos na pesquisa. Ao invés disso, os estudantes optaram por incorporar e anexar arquivos de texto, imagens e vídeos no editor da UNEAD, o que possibilitou uma maior integração de recursos semióticos nas interações assíncronas, facilitando o manuseio com o simbolismo e gráficos matemáticos, juntamente com a linguagem verbal escrita.

A divisão do processo de produção de vídeos em sete etapas organizado de forma conjunta com os fóruns de discussão tornou possível o acompanhamento das produções realizado. O acesso a cada polo separadamente possibilitado pela organização do ambiente virtual de aprendizagem possibilitou que as interações com os grupos acontecessem de forma organizada e pessoal, fazendo com que fosse possível atender a questões específicas de cada grupo. Os espaços para discussão com todos os estudantes e tutores de todos os polos também estavam acessíveis, apesar de não terem sido utilizados. Durante a produção dos dados as potencialidades do ambiente UNEAD superaram entraves possibilitando que a atividade fosse desenvolvida de forma totalmente online. Isso, junto à organização e estrutura planejada da atividade viabilizou a realização das interações necessárias para a produção dos vídeos dos estudantes participantes da pesquisa.

Contribuições da pesquisa à Educação Matemática e possibilidades para pesquisas futuras

Considerando a atual revolução tecnológica da comunicação audiovisual (SETTON, 2015) esta pesquisa apresenta ao cenário da Educação Matemática questões referentes ao potencial para a produção de significados em vídeos digitais que expressam ideias matemáticas. O conceito de multimodalidade, como característica da quarta fase das tecnologias digitais na Educação Matemática (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018), se insere na investigação demarcando o campo de contribuição desta pesquisa.

Esta pesquisa apresenta ao cenário da Educação Matemática a abordagem Sistêmico Funcional-Análise do Discurso Multimodal com pressupostos teóricos que auxiliam na análise multimodal de vídeos educacionais para investigações que buscam sistematizar as escolhas semióticas com base nas funcionalidades dos recursos semióticos dos vídeos. Esse tipo de análise traz resultados sobre possibilidades de produção de significados em vídeos digitais na Educação Matemática. Além disso, as funcionalidades de recursos cinematográficos, em especial, a música, são integrados às combinações multimodais implementando as bases teóricas referentes aos estudos sobre vídeos digitais na Educação Matemática. Essa temática inclui esta pesquisa no grupo **G2** do Quadro 1 que dispõe as pesquisas que envolvem multimodalidade desenvolvidas nos programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e Pós-Graduação em Educação Matemática.

As formas com as quais licenciandos produzem vídeos para expressar ideias matemáticas, no contexto dessa pesquisa, mostram tendências em sua estrutura organizacional relacionadas diretamente ao modo pelo qual eles tentam tornar um vídeo que trata de uma ciência reconhecidamente distante das pessoas, mais próxima delas.

A busca pelo interesse na Matemática resultou em dois tipos de organização dos vídeos que podem ter suas estruturas analisadas, a fim de relacioná-las aos usos pedagógicos dos vídeos com conteúdo matemático. A descrição e organização das metafunções dos recursos usuais dos fenômenos matemáticos compõem o quadro teórico da Sistêmico Funcional – Análise do Discurso Multimodal, no entanto, a sistematização das funcionalidades de recursos semióticos, além da linguagem verbal, do simbolismo matemático e das imagens matemáticas não foi realizada na pesquisa, tornando-se uma questão para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

ABED –Associação Brasileira de Educação a Distância. **Censo ead.br**: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil. Curitiba: Intersaberes, 2018. Disponível em: < http://abed.org.br/arquivos/CENSO_EAD_BR_2018_digital_completo.pdf>. Acesso em 22 de mai. 2019.

ALIBALI, M. W.; NATHAN, M. J.; CHURCH, R. B.; WOLFGRAM, M. S.; KIM, S.; KNUTH, E. Teachers' gestures and speech in Mathematics lessons: forging commom ground by resolving trouble spots. **ZDM Mathematics Education**, v. 45, p. 425 – 440. 2013.

ALMEIDA, H. R. F. L. **Polidocentes – com – mídias e o ensino de Cálculo I**. 2016. 217f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2016.

ALMEIDA, H. R. F. L.; BORBA, M. C. Interações colaborativas e o papel do aluno na polidocência. **Ciência e Educação (UNESP)**, v. 24, n. 2., p. 431-448. 2018.

ALMEIDA, H. R. F. L.; HEITMANN, F. P. A linguagem matemática em ambientes virtuais de aprendizagem. *In*: BORBA, M. C; ALMEIDA, H. R. F. L. (org.). **As licenciaturas em Matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB)**: uma visão a partir da utilização das tecnologias digitais. São Paulo: Livraria da Física, 2015. p. 67 – 93.

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em Educação Matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas Ciências Sociais. *In:* ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F**. O método nas ciências naturais e sociais:** pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Editora Pioneira, 1998. p. 109 – 189.

ARAÚJO, J. A.; BORBA, M. C. Construindo pesquisas coletivamente em Educação Matemática. *In:* BORBA, M.C.; ARAÚJO, J. A. (org.). **Pesquisa qualitativa em Educação Matemática.** 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. p. 31 – 51.

AZEVEDO, S.C.B. **A construção discursiva de posicionamentos sobre avaliação educacional**: um estudo sistêmico funcional com professores da educação básica. 2015. 228f. Tese (Doutorado em Letras). Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2015.

BARBARA, L.; MACÊDO, C. M. M. Linguística Sistêmico – Funcional para análise de discurso: um panorama introdutório. **Cadernos de Linguagem e Sociedade.** v. 10, n.1, p. 89 – 107. 2009.

BASSO, C. R. **Apropriações de conceitos de ecologia por meio da transcodificação entre representações 3D e verbal feitas por estudantes do Ensino Fundamental.** 2014. 205f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

BATISTA, E. S. C. **Atividades multimodais no processo de aprender e ensinar matemática sob a perspectiva inclusiva:** uma experiência com licenciandos em Pedagogia. 2017. 311 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2017.

BELLONI, M. L. Mídia-educação e Educação a Distância na formação de professores. *In:* MILL, D.; PIMENTEL, N. **Educação a Distância:** desafios contemporâneos. São Carlos: EdUFSCar, 2013. p. 245 – 265.

BEZEMER, J.; KRESS, G. **Multimodality, Learning and Communication:** a social frame. London: Routledge, 2016.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática. **Pro-Posições**. v. 4, n. 1, p. 18 – 23. 1993.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Qualitative research for education:** na introduction to theories and methods. 5. ed. Boston: Pearson Education, 2006.

BOGDAN, R.; TAYLOR, S. **Introduction to qualitative research methods:** a phenomenological approach to the social sciences. New York: J. Wiley, 1975.

BORBA, M. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. *In:* BICUDO, M. A. V. (org.). **Pesquisa em Educação Matemática:** concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 285 – 295.

BORBA, M. C. Humans-with-media and continuing education for mathematics teachers in online environments. **ZDM Mathematics Education**, Berlim. v. 44, p. 802–814. 2012.

BORBA, M.C; ALMEIDA, H. R. F. L. (org.). **As licenciaturas em matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB)**: uma visão a partir da utilização das tecnologias Digitais. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

BORBA, M.C; ALMEIDA, H. R. F. L. E-licm@t. *In:* BORBA, M.C; ALMEIDA, H. R. F. L. (org.). **As licenciaturas em matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB)**: uma visão a partir da utilização das tecnologias digitais. São Paulo: Livraria da Física, 2015. p. 13 – 28.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; GRACIAS, T. A. S. **Pesquisa em ensino e sala de aula:** diferentes vozes em uma investigação. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (org). **Pesquisa qualitativa em Educação Matemática.** 5.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

BORBA, M. C.; CHIARI, A. S. S.; ALMEIDA, H. R. F. L. Interactions in virtual learning environments: new roles for digital technology. **Educational Studies in Mathematics**, v. 98, p. 1-18. 2018.

BORBA, M. C.; CONFREY, J. A student's construction of transformations of functions in a multiple representational environment. **Educational Studies in Mathematics**, v. 31, p. 319 – 337. 1996.

BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; AMARAL, R. B. **Educação a Distância online.** 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

BORBA, M. C.; NEVES, L. X.; DOMINGUES, N. S. A atuação docente na quarta fase das tecnologias digitais: produção de vídeos como ação colaborativa nas aulas de matemática. **EM TEIA - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v.9, p.1 – 24. 2018.

BORBA, M. C.; OECHSLER, V. Tecnologias na educação: o uso dos vídeos em sala de aula. **Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia**, v. 11, p. 181-213. 2018.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. 2.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

BORBA, M. C., VILLARREAL, M. E. **Humans-with-Media and the reorganization of mathematical thinking**: information and communication technologies, modeling, visualization and experimentation. New York: Springer, 2005.

CALDEIRA, J. S. **A redação de vestibular como gênero**: configuração textual e processo social. 2006. 150f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CAMARGO, I.; BOULOS, P. **Geometria Analítica:** um tratamento vetorial. 3. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

CANEDO JÚNIOR, N. R. 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, MG. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, 2018, p. 1-12.

CANEDO JÚNIOR, N. R.. 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, SP. **Anais...** São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2019, p. 1 - 12.

CHAGAS, P. C. Som, linguagem e significado musical. **Revista O gosto da música**, Anais do 9º Encontro Internacional de Música e Mídia, 2013.

CHIARI, A. S. S**. 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 "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2015.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa:** escolhendo entre cinco abordagens. Tradução de Sandra Mallmann da Rosa. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

CRUZ, D. M. Letramentos, práticas pedagógicas e formação de professores para as mídias: reflexões sobre a relação entre cultura digital e a universidade. *In:* MILL, D.; REALI, A. **Educação a Distância, qualidade e convergências:** sujeitos, conhecimentos, práticas e tecnologias. São Carlos: EdUFSCar, 2016. p. 77 – 191.

CUNHA, J. F. T. **Blended learning e multimodalidade na formação de professor para ensinar Matemática.** 2018. 106f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, 2018.

DENNEN, V. Atendendo às necessidades dos estudantes virtuais por meio da interação entre pares e da aprendizagem cognitiva. *In:* MILL, D.; REALI, A. **Educação a Distância, qualidade e convergências**: sujeitos, conhecimentos, práticas e tecnologias. São Carlos: EdUFSCar, 2016. p. 105 – 122.

DESLAURIERS, J.; KERISIT, M. O delineamento de pesquisa qualitativa. *In:* POUPART, J.; DESLAURIERS, J.; GROULX, L.; LAPERRIÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. P. **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológicos e metodológicos. Tradução: Ana Cristina Nasser. 4.ed. Petrólolis: Vozes, 2014. p.127 – 153.

DOMINGUES, N. S. **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, N. S. 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.

DOMINGUES, N. S., BORBA, M. C. Compreendendo o I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática. **Revista de Educação Matemática**, v. 15, 47 – 68. 2018.

EVES, H. **Introdução à história da Matemática**. Trad. Hygino H. Domingues. Campinas: UNICAMP, 2013.

FARIA, R. A. **Integração multimodal e coordenação de representações semióticas em atividades de Função do 1º grau.** 2017. 116f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

FARSANI, D. Deictic gestures as amplifiers in conveying aspects of Mathematics register. *In:* Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, 9., 2015, Prague, Czech Republic. **Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education**. Prague: HAL archives – ouvertes, 2016, p. 1382 – 1386.

FARSANI, D. **Making multi-modal mathematical meaning in multilingual classrooms**. 2014. 368f. Thesis (PhD in Philosophy) – University of Birmingham, Birminghan, 2015.

FERRÉS, J. **Vídeo e educação.** 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

FIORENTINI, D. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente? *In:* BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (org). **Pesquisa qualitativa em Educação Matemática.** 5.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. p. 53 – 85.

FIORENTINI, D.; CASTRO, F. C. Tornando-se professor de Matemática: o caso de Allan em Prática de ensino e Estágio supervisionado. *In:* FIORENTINI, D. (org.). **Formação de professores de Matemática:** explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 121 – 156.

FRASSON, F. **Aprendizagem significativa conceitual, procedimental e atitudinal na educação alimentar e nutricional, no Ensino Fundamental, por meio de multiplicidade representacional.** 2016. 169f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia.** 57. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 59. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

FREIRE, P. **A Educação na cidade.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 1991.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta.** 8.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

FRIEDLANDER, A.; TABACH, M. Promoting multiple representations in algebra. *In:* CUOCO, A. A.; CURCIO, F.R. **The roles of representation in schools Mathematics.** 2001 Yearbook. Reston: NCTM, 2001. p. 173 – 185.

FONTES, B. C. **Vídeo, comunicação e Educação Matemática:** um olhar para a produção dos licenciandos em Matemática da Educação a Distância. 2019. 187 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2019.

GINO, M. S.; MILL, D.; NAGEM, R. L. Sobre metáforas e animação cinematográfica em processos educacionais: riquezas e cuidados pedagógicos no uso do vídeo na educação. *In*: MILL, D. (org). **Escritos sobre Educação: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes.** 1. ed. São Paulo: Paulus, 2013. p. 295 – 323.

GOIS, A. K.; NOGUEIRA, M. F. M.; VIEIRA, N. V. A linguagem do corpo e a comunicação nas organizações. **Revista Anagrama**, p. 1 – 12. 2011.

GOLDEMBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 7.ed. Rio de Janeiro: Record, 1997.

GOLDIN, G.; SHTEINGOLD, N. Systems of representations and the development of mathematical concepts. *In:* CUOCO, A. A.; CURCIO, F.R. **The roles of representation in schools Mathematics.** 2001 Yearbook. Reston: NCTM, 2001. p. 1 – 23.

GOLDIN-MEADOW, S.; KIM, S.; SINGER, M. What the teacher's hands tell the student's mind about Math. **Journal of Education Psychology**, v. 91, n. 4, p. 720 – 730. 1999.

GREGORUTTI, G. S. **Performance matemática digital e a imagem pública da Matemática:** viagem poética na formação inicial de professores. 2016. 63 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2016.

HAIDT, R. **Curso de Didática Geral**. São Paulo: Editora Ática, 2006.

IEDEMA, R. Resemiotization. **Semiotica**, v. 1, n. 4, p. 23 – 39. 2001.

IEDEMA, R. Multimodality, resemiotization: extending the analysis of discourse as multi-semiotic practice. **Visual Communication**, v. 2, n. 1, p. 29 – 57. 2003.

IFRAH, G. **The universal history of numbers**: from Abacus to the Quantum computer. New York: John Wiley, 2001.

JEWITT, C. An introduction to multimodality. *In:* JEWITT, C. (ed.). **The routledge handbook of multimodal analysis**. London: Routledge, 2011a. p. 14–27.

JEWITT, C. Different approaches to multimodality. *In:* JEWITT, C. (ed.). **The routledge handbook of multimodal analysis**. London: Routledge, 2011b. p. 28–39.

JEWITT, C.; BEZEMER, J.; O'HALLORAN, K. **Introducing Multimodality**. New York: Routledge, 2016.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas: Papirus, 2003.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8.ed. Campinas: Papirus, 2007.

KLEIN, T. A. S. **Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de biotecnologia por alunos do Ensino Médio.** 2011. 197f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

KRESS, G. **Multimodality:** a social semiotic approach to contemporary communication. NewYork: Routledge, 2010.

KRESS, G. What is mode? *In:* JEWITT, C. (ed.). **The routledge handbook of multimodal analysis**. London: Routledge, 2011. p. 54–67.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Reading images:** the grammar of visual design. 2. ed. London: Taylor & Francis E-library, 2006.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referências conciliáveis da educação científica. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 2, p. 469 – 487. 2011.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.16, n. 1, p. 7-33. 2011.

LABURÚ, C. E.; ZOMPERO, A. F.; BARROS, M. A. Vygotsky e múltiplas representações: leituras convergentes para o ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n. 1, p. 7 – 24. 2013.

LEITHOLD, Louis. **O cálculo com Geometria Analítica**. Traduzido por Cyro de Carvalho Patarra. 3. ed. São Paulo: Editora HARBRA Ltda, vol. 1, 1994a.

LEITHOLD, Louis. **O cálculo com Geometria Analítica**. Traduzido por Cyro de Carvalho Patarra. 3. ed. São Paulo: Editora HARBRA Ltda, vol. 2, 1994b.

LEMKE, J. L. Letramento metamidiático: transformando significados e mídias. **Trabalhos em Linguística Aplicada**, v. 49, n. 2, p. 455 - 479. 2010.

LÉVY, P. **Cibercultura.** Tradução de Carlos Irineu da Costa. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva:** por uma antropologia do ciberespaço. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. 10. ed. São Paulo: Editora Loyola, 2015.

LINCOLN, Y.; GUBA, E. **Naturalistic Inquiry**. Londres: Sage Publications. Lisboa – Portugal: Edições 70, 1985.

LOPES, D. C.J. R. **Análise da multimodalidade em livros de biologia e contribuição para a prática docente.** 2010. 115f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MARSHALL, M. N. Sampling for qualitative research. **Family Practice**, v.13, n.6, p. 522-525. 1996.

MASETTO, M. T. Mediação pedagógica e tecnologias de informação e comunicação. *In:* MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 21. ed. Campinas: Papirus, 2013. p. 141- 171.

MCNEILL, D. **Hand and mind:** what gestures reveal about thought. Chicago: University of Chicago Press, 1992.

MILL, D. (a) Das inovações tecnológicas às inovações pedagógicas: considerações sobre o uso de tecnologias na Educação a Distância. *In:* MILL, D.; PIMENTEL, N. (Org.). **Educação a Distância:** desafios contemporâneos. São Carlos: EdUFSCAR, 2013. p. 43 – 57.

MILL, D. **Escritos sobre educação**: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. São Paulo: Paulus, 2013.

MILL, D. Sobre o conceito de polidocência ou sobre a natureza do processo de trabalho pedagógico na Educação a Distância. *In:* MILL, D.; RIBEIRO, L. R. C.; OLIVEIRA, M. R. G. (org.). **Polidocência na Educação a Distância:** múltiplos enfoques. 2. ed. São Carlos: EdUFSCAR, 2014. p. 25 – 42.

MELO, A. M. Acessibilidade em EaD mediada pela web: um convite à ação. *In:* MACIEL, C. **Educação a Distância:** ambientes virtuais de aprendizagem. Cuiabá: EdUFMT, 2013. p. 197 – 214.

MOLETTA, A. **Criação de curta-metragem em vídeo digital**: uma proposta para produções de baixo custo. 2.ed. São Paulo: Summus, 2009.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias**. *In:* MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas tecnologias e mediação pedagógica. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013. p. 11- 72.

MOREIRA, J. A.; JANUÁRIO, S.; MONTEIRO, A. Educar na (sociedade em) rede social. *In:* MOREIRA, J. A.; BARROS, D. M.; MONTEIRO, A. **Educação a Distância e eLearning na Web Social.** São Paulo: Artesanato Educacional, 2014. p. 23 – 37.

MORTIMER, E.F.; QUADROS, A. L. (org.). **Multimodalidade no Ensino Superior**. Ijuí: Editora Unijuí, 2018.

MORTIMER, E. F.; QUADROS, A. L.; SILVA, A.C.A.; SÁ, E. F.; MORO, L.; SILVA, P. S.; MARTINS, R. F.; PEREIRA, R. R. Interações entre modos semióticos e a construção de significados em aulas de Ensino Superior. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v. 16, n. 3, p. 121–145. 2014.

NARDY, M. **Aprendizagem significativa como integração dos conteúdos factual, conceitual, procedimental e atitudinal na educação ambiental.** 2013. 94f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

NEVES, L. X. 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. p. 1-12.

NEVES, L. X.; BORBA, M. C. Multiple representations in the study of analytical geometry: video production in a distance online pre-service teacher education program. *In:* Southern Hemisphere Conference on the Teaching and Learning of Undergraduate Mathematics and Statistics, 11., 2017, Gramado. **Proceedings of the 11th Southern Hemisphere Conference on the Teaching and Learning of Undergraduate Mathematics and Statistics**. Lajeado: Univates, 2018. p.83 – 95.

NEVES, L. X.; BORBA, M. C. Análise do discurso multimodal de um vídeo com conteúdo matemático. **Educação Matemática Debate**, v. 3, p. 220-235, 2019.

NEVES, L. X.; BORBA, M. C. ; LACERDA, H. D. G. E. . Learning Mathematics with Videos. *In:* International Conference on Mathematics Textbook Research and Development, 2., 2017, Rio de Janeiro. **Proceedings of the Second International Conference on Mathematics Textbook Research and Development**. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática da Universidade do Rio de Janeiro, 2018. p. 362 - 372.

NEVES, L. X.; SILVA, W. H. M.; BORBA, M. C.; NAITZIK, B. I Festival de vídeos digitais e Educação Matemática: uma classificação. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, no prelo.

OECHSLER, V. **Comunicação multimodal:** produção de vídeos em aulas de Matemática. 2018. 311f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2018.

OECHSLER, V.; BORBA, M. C. Mathematical videos, social semiotics and the changing classroom. **ZDM - The International Journal on Mathematics Education**, v. 1, p. 1, 2020.

OECHSLER, V.; FONTES, B. C.; BORBA, M. C. Etapas da produção de vídeos por alunos da educação básica: uma experiência na aula de matemática. **Revista Brasileira de Educação Básica**, Minas Gerais, v. 2, n. 1, p. 71–80, jan./mar. 2017.

O'HALLORAN, K. L. A multimodal approach for theorising and analysing mathematics textbooks. *In:* International Conference on Mathematics Textbook Research and Development, 2., 2017, Rio de Janeiro. **Proceedings of the Second International Conference on Mathematics Textbook Research and Development.** Rio de Janeiro: Instituto de Matemática da Universidade do Rio de Janeiro, 2018. p. 362 - 372.

O'HALLORAN, K. L. The language of learning Mathematics: a multimodal perspective. **The Jornal of Mathematical Behavior**. Elsevier. vol.40, p. 63 – 74. 2015.

O'HALLORAN, K. L. Multimodal Analysis and Digital Technology. *In:* MONTAGNA, E. (ed.). **Readings in intersemioses and multimedia.** Israel: IBIS Editions, 2013. p. 35 – 53.

O'HALLORAN, K. L. Historical changes in the semiotic landscape: From calculation to computation. *In:* JEWITT, C. **The routledge handbook of multimodal analysis**. New York: Routledge, 2011. p. 98 – 113.

O'HALLORAN, K. L. Systemic Functional-Multimodal Discourse Analysis (SF-MDA): Constructing Ideational Meaning using Language and Visual Imagery. **Visual Communication**, v.7, n. 4, p. 443-475. 2008.

O'HALLORAN, K. L. The Role of Language, Symbolism and Images in Mathematics: A Systemic Functional Multimodal Discourse Analysis (SF-MDA) Approach. **New English Language Teacher**, v.1, n. 1, p.73-89. 2007.

O'HALLORAN, K. L. **Multimodal discourse analysis:** systemic functional perspectives. London: Continuum, 2004.

O'HALLORAN, K. L. Classroom Discourse in Mathematics: A multisemiotic analysis. **Linguistics and Education**, v. 10, n. 3, p. 359-388. 2000.

O'HALLORAN, K. L., BEEZER, R.; FARMER, D. W. A. New generation of mathematics textbook research and development. **ZDM Mathematics Education**. 2018. v.50, p. 863. https://doi.org/10.1007/s11858-018-0959-8

O'HALLORAN, K. L.; LIM FEI, V. Systemic functional multimodal discourse analysis. *In:* NORRIS, S.; MAIER, C. D. **Interactions, images and texts:** a reader in Multimodality. Berlin: De Gruyter, 2014. p. 137 - 153.

OLIVEIRA, L. P. F. **Paulo Freire e produção de vídeos em Educação Matemática:** uma experiência nos anos finais do Ensino Fundamental. 2018. 106p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2018.

ONUCHIC, L. R; ALLEVATO, N. S. G. Formação de professores: mudanças urgentes na licenciatura em matemática. *In:* FROTA, M.C.R.; NASSER, L. (org). **Educação Matemática no ensino superior**: pesquisas e debates. Recife: SBEM, 2009. p. 169 – 188.

PEREIRA, V. C.; SILVA, C. B. M.; MACIEL, C. Recursos e atividades para materiais autoinstrucionais em AVA. *In:* MACIEL, C. (org.). **Educação a Distância:** ambientes virtuais de aprendizagem. Cuiabá: EdUFMT, 2013. p. 91 – 119.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. *In:* PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. **Professor reflexivo no Brasil:** gênese e crítica de um conceito. São Paulo: Cortez, 2012. p. 20 – 62.

POUPART, J.; DESLAURIERS, J.; GROULX, L.; LAPERRIÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. P. **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológicos e metodológicos. Tradução: Ana Cristina Nasser. 4.ed. Petrólolis: Vozes, 2014.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. Uma abordagem à Análise de Dados de Vídeo para Investigar o Desenvolvimento das Ideias Matemáticas e do Raciocínio de Estudantes**. BOLEMA**, Rio Claro (SP), v. 17, n. 21, p. 81–140. 2004.

PRESMEG, N. C. Visualization in High School Mathematics. For the Learning of Mathematics, **FLM Publishing Association**, Montreal, Quebec, Canada, v. 6, n. 3, p. 42 – 46, nov. 1986.

SALVADEGO, W. N. C. **Interpretação das gesticulações de estudantes no laboratório de química baseada na Semiótica de Peirce.** 2015. 196f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

SALVIATO, G. M. S. **Multimodos de representações e a aprendizagem significative de estudantes do Ensino fundamental sobre aquecimento global:** uma estratégia didática. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. São Paulo: Editora brasiliense, 2012.

SANTOS, Z. B. A Linguística Sistêmico – Funcional: algumas considerações. **Soletras Revista**. Rio de Janeiro: UERJ. v. 28, p.164 – 181. 2014.

SCUCUGLIA, R. R. S. **On the nature of students' digital mathematical performances.** 2012. 273 p. Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Graduate and Postdoctoral Studies, The University of Western Ontario, London- Ontario, 2012.

SCUCUGLIA, R. R. S. Narrativas Multimodais: a Imagem dos Matemáticos em Performances Matemáticas Digitais. **Bolema. Boletim de Educação Matemática**, v. 28, n. 49, p. 950–973, 2014.

SEKEFF, M. L. **Da música**: seus usos e recursos. 2. ed. São Paulo: editora UNESP, 2007.

SETTON, M. G. **Mídia e educação**. São Paulo: Contexto, 2015.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, D. G.; ALONSO, K. M.; MACIEL, C. Um olhar interno para os recursos do Moodle: algumas considerações sobre participação e interação. *In:* REALI, A. M. M. R.; MILL, D. (org). **Educação a Distância e tecnologias digitais:** reflexões sobre sujeitos, saberes, contextos e processos. São Carlos: UdUFSCAR, 2014. p. 215 – 227.

SILVA, S.R.P. **Vídeos de conteúdo matemático na formação inicial de professores de Matemática na modalidade a distância.** 2018. 247p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2018.

SILVA, W.; NEVES, L. X.; BORBA, M. C. Elaboração de uma taxionomia para vídeos produzidos por estudantes de ensino básico. *In:* CIET:EnPED, [S.l.], maio 2018, São Carlos. **Anais do CIET: EnPED 2018**. São Carlos: EdUSFCAR. 2018. p. 1-7. ISSN 2316-8722. Disponível em: <http://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/206>. Acesso em: 24 jul. 2018.

SMITH, H. A. Da homogeneidade biológica à heterogeneidade cultural: o papel da construção de significados no desenvolvimento humano. **Educar**, v. 14, p. 115 – 136. 1998.

SOUZA, M. B. Vídeos educacionais matemáticos: um ensaio apoiado na teoria da análise fílmica. *In:* ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 22., 2018. Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, 2018, p. 1-11.

SOUZA, M. B.; BORBA, M. C. Ensaio: Análise Fílmica de Um Vídeo Produzido por Estudantes de Licenciatura em Matemática. *In:* Encontro Nacional de Educação Matemática, 13., 2019, Cuiabá. **Anais ...** Cuiabá: UFMT, 2019, p. 1 – 12.

SOUZA, P. C. Aprendizagem colaborativa em ambientes virtuais de aprendizagem. *In:* MACIEL, C. **Educação a Distância**: ambientes virtuais de aprendizagem. Cuiabá: EdUFMT, 2013. p. 121 – 158.

STEWART, J. **Cálculo**. Tradução: EZ2 Translate. 7.ed. São Paulo: Cengage Learning. vol. 1, 2013a.

STEWART, J. **Cálculo**. Tradução: EZ2 Translate. 7.ed. São Paulo: Cengage Learning. vol. 2, 2013b.

VALENTE, J. A. Educação a distância: uma oportunidade para mudança no ensino. *In:* MAIA, C. (org.). ***ead.br*: educação à distância no Brasil na era da internet**. São Paulo: Anhembi Morumbi, 2000. p. 97-122.

VALENTE, J. A. O papel da interação e as diferentes abordagens pedagógicas da Educação a Distância. In: MILL, D.; PIMENTEL, N. **Educação a Distância:** desafios contemporâneos. São Carlos: EdUFSCAR, 2013. p. 25 – 41.

VAN LEEUWEN, T. **Introducing social semiotics**. New York: Taylor & Francis E-Library, 2005.

VILLARREAL, M. E. **Pensamento matemático de estudantes universitários de cálculo e tecnologias informáticas.** 1999. 402f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 1999.

WEIL, P.; TOMPAKOW, R. **O corpo fala:** a linguagem silenciosa da comunicação não verbal. 74. ed. Petrópolis: Editora Vozes. Edição do Kindle, 2015.

WOHLGEMUTH, J. **Vídeo educativo**: uma pedagogia audiovisual. Brasília: SENAC, 2005.

YERUSHALMY, M.; SHTERNBERG, B. Charting a visual course to the concept of function. *In:* CUOCO, A. A.; CURCIO, F.R. **The roles of representation in schools mathematics.** 2001 Yearbook. Reston: NCTM, 2001. p. 251 – 268.

ZOMPERO, A. F. **Significados de fotossíntese elaborados por alunos do Ensino Fundamental a partir de atividades investigativas mediadas por multimodos de representação.** 2012. 228f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - DOCUMENTO DE AUTORIZAÇÃO

Prezado (a),

No período de agosto a outubro do ano de 2016, será desenvolvida a pesquisa de doutorado intitulada, inicialmente, “Produção de vídeos, multimodalidade e geometria analítica: um ambiente para exploração da visualização matemática” pela pesquisadora Liliane Xavier Neves, na turma 2015.1 do 3º semestre do curso de Licenciatura em Matemática à Distância da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). O foco desta investigação está nas possíveis contribuições da visualização matemática como fator de aprendizagem de conceitos de Geometria Analítica e no papel dos recursos audiovisuais nesse processo, sendo parte do projeto “Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática à Distância”, já apresentado à coordenação do curso.

A pesquisa se desenvolverá em Fóruns vinculados à disciplina Geometria Analítica II, ministradas pela profa. Rosely Ouais Pestana Bervian, na Unidade Acadêmica de Educação à Distância (UNEAD) da UNEB. Uma atividade de produção de vídeos planejada pela pesquisadora e pela referida professora, será o tema dos fóruns. Os alunos matriculados na disciplina foram devidamente esclarecidos pela profa. Responsável, sobre os procedimentos da pesquisa.

Pesquisador Responsável: Liliane Xavier Neves (lxneves@uesc.br)
Orientador Responsável: Marcelo de Carvalho Borba
Instituição: Universidade Estadual Paulista (UNESP)/ Rio Claro

---

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Eu, ____, RG nº__________________________, aluno (a) da Universidade do Estado da Bahia, concordo em participar da pesquisa intitulada “Produção de vídeos, multimodalidade e geometria analítica: um ambiente para exploração da visualização matemática”, desenvolvida pela pesquisadora Liliane Xavier Neves 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 procedimentos metodológicos da mesma, 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 a pesquisadora 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. Declaro:

( ) não ser necessário manter o sigilo do meu nome e imagem.
( ) ser necessário manter o sigilo do meu nome e imagem.

Assinatura: ________________________________ Data: _________

APÊNDICE B - ORIENTAÇÕES PARA A I PRODUÇÃO DE VÍDEOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Departamento de Educação Matemática – Rio Claro/ SP
Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática

I ATIVIDADE DE PRODUÇÃO DE VÍDEOS DIGITAIS NA EaD

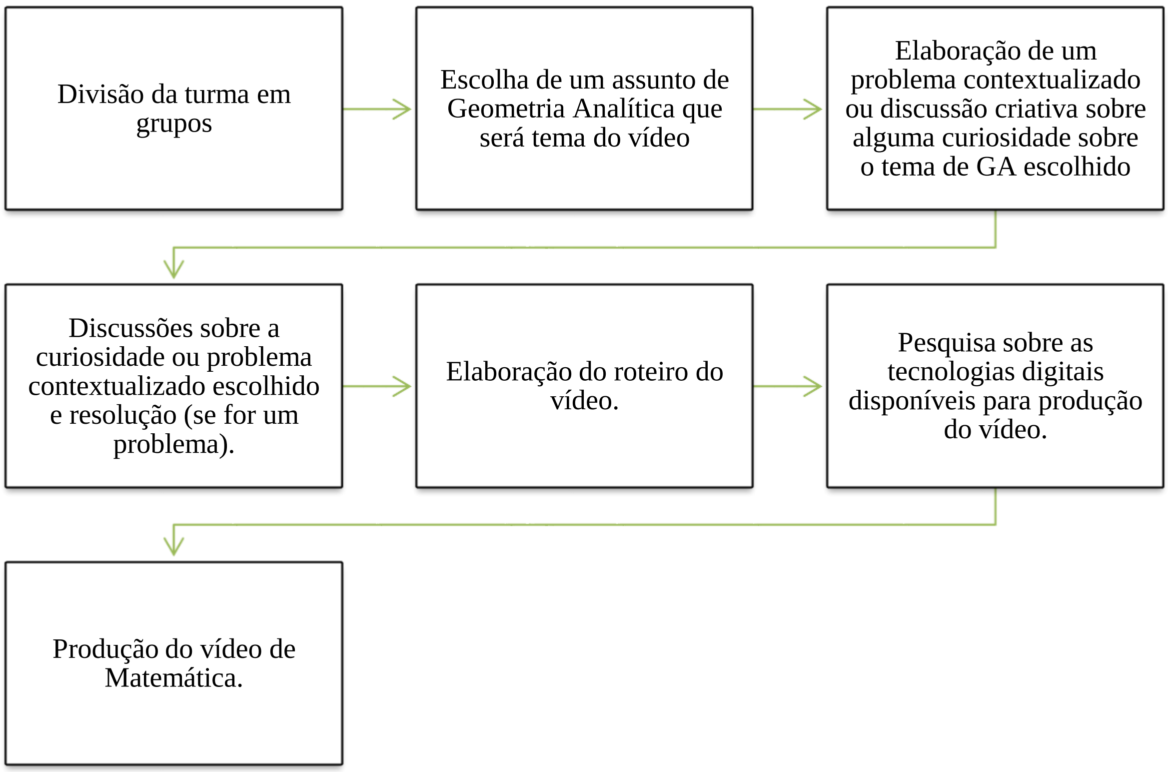
Esta atividade está vinculada ao projeto de pesquisa Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância (E-licm@t-Tube), no qual pretende-se investigar a utilização e produção de vídeos na forma de discurso multimodal nas licenciaturas em Matemática da Universidade Aberta do Brasil (UAB). O lócus inicial da pesquisa são os cursos da UAB, uma vez que em uma pesquisa anterior realizou-se uma investigação traçando um mapa das diferentes formas com que as 37 licenciaturas da UAB utilizam as Tecnologias Digitais.

O projeto supracitado envolve pesquisadores do programa de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), campus de Rio Claro –SP e, especificamente, a atividade de produção de vídeos proposta ao curso de Licenciatura em Matemática da EaD da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), sob a coordenação da professora Ma. Gerusa Soares Pinheiro, faz parte da pesquisa de doutorado da professora Ma. Liliane Xavier Neves. Nesta pesquisa temos interesse em analisar durante o processo de produção de vídeos a articulação de múltiplas representações de objetos matemáticos relacionados à Geometria Analítica, além do envolvimento das tecnologias digitais nesta articulação.

O projeto Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância prevê a realização de um Festival de Vídeos Matemáticos Digitais com premiação para os vídeos mais criativos e com conteúdo matemático bem definido e apresentado. Os vídeos produzidos na disciplina de Geometria Analítica II poderão, a critério daqueles que o produziram, ser submetidos ao Festival de Vídeos Matemáticos.

Procedimentos para a realização da Atividade de Vídeos

A atividade de produção de vídeos será realizada no período da disciplina de Geometria Analítica II, entre os meses de agosto e outubro de 2016, ministrada pela professora Ma. Rosely Ouais Pestana Bervian, do curso de Licenciatura em Matemática da EaD da UNEB. Esta atividade tem valor igual a 2 pontos e faz parte do meio III, procedimento avaliativo composto por fóruns avaliativos e participação nos encontros presenciais. O processo de desenvolvimento da atividade está dividido em etapas descritas a seguir:



Conhecendo melhor as etapas de produção de vídeos:

Etapa 1 - A turma deve se dividir em grupos com, no mínimo dois e no máximo cinco estudantes. Com um número pequeno de participantes em cada grupo esperamos possibilitar mais interação e participação de todos nas discussões.

Etapa 2 - Os grupos podem escolher entre os conteúdos das disciplinas de Geometria Analítica I ou II para ser tema da sua atividade de vídeos e esta escolha deve ser justificada, dizendo se escolheu o tema por querer uma oportunidade de aprofundar seu conhecimento sobre ele ou porque aprendeu muito sobre o assunto durante a disciplina, ou ainda, por achar interessante suas aplicações, por exemplo. Essa justificativa deverá constar no primeiro relatório, do qual falaremos mais adiante. Os grupos, em cada polo, devem se organizar para que não ocorra repetição de temas.

Etapa 3 – A fim de ampliar as possibilidades de aprendizagem nesta atividade consideramos a significação dos conteúdos envolvidos a partir da contextualização dos problemas que serão tratados nos vídeos. Assim, ao elaborar um problema, os grupos deverão dar importância aos seus cotidianos e vivências. Outra opção para os grupos é tratar no vídeo sobre alguma curiosidade relacionada ao assunto de Geometria Analítica escolhido de forma criativa. Ao elaborar o problema ou discutir sobre uma curiosidade matemática no vídeo, o grupo deve se colocar na posição de professores que querem comunicar uma ideia matemática, fazendo uso da criatividade para atrair a atenção do aluno.

Etapa 4 - Nas discussões sobre o tema de Geometria Analítica escolhido e sobre o problema contextualizado elaborado ou curiosidade realizados nas etapas anteriores, os grupos devem fazer uso das tecnologias disponíveis, como softwares de Geometria dinâmica (GeoGebra), calculadora, além de fazer pesquisas de conteúdos matemáticos em sites confiáveis e em livros. Tudo deve ser registrado no relatório, o qual falaremos mais adiante. Serão abertos fóruns online para tratar da atividade de produção de vídeos, em todas as suas etapas, com a pesquisadora responsável pela pesquisa.

Etapa 5 - Com a ideia formada sobre o vídeo que querem produzir, os grupos devem elaborar o roteiro do vídeo antes da produção. O roteiro é o planejamento do vídeo, com início, meio e fim no papel (modelo segue anexo). O roteiro também é considerado dado da pesquisa e deverá ser entregue à professora responsável pela disciplina e à pesquisadora responsável pela atividade.

Etapa 6 – Os grupos devem pesquisar e utilizar o software de produção/ edição de vídeos que for mais adequado para o tipo de vídeo que desejam fazer. Um dos softwares disponíveis na internet é o Movie Maker. O Movie Maker tem uma interface organizada, o que torna o processo de criação de vídeos mais fácil para os usuários principiantes, além de ser leve comparado a outros softwares disponíveis no mercado. Outros softwares como o Sony Vegas possuem versões livres por um período de um mês. Os links para acesso aos softwares citados são https://support.microsoft.com/pt-br/help/14220/windows-movie-maker-download e http://www.sonyvegas.com.br/vegas/download-sony-vegas-pro-13/.

Recursos como o celular ou uso da função filme com a câmera fotográfica são recomendados. O vídeo seguinte apresenta possibilidades de produção de vídeos. São recortes de vídeos disponíveis na internet e vídeos produzidos por estudantes da UNESP de Rio Claro: https://www.youtube.com/watch?v=zNH7r4MAOCg&list=PLiBUAR5Cdi60k-1HrhzBwkhkpwwaFeAKw&index=6.

O projeto também prevê um espaço online onde poderão ser tiradas dúvidas sobre produção e edição de vídeos, ainda no 2º semestre de 2016.

Etapa 7 – Com o roteiro elaborado e com as tecnologias disponíveis, o próximo passo é a produção do vídeo matemático que deverão ter duração de três a oito minutos. Serão considerados na avaliação dos vídeos, visto que este resultará em uma nota para a disciplina:

1. O conceito matemático tratado no vídeo, que deve envolver tópicos da disciplina de Geometria Analítica;
2. O uso da criatividade e imaginação, onde será analisada a originalidade do vídeo;
3. A boa articulação de recursos tecnológicos na produção e edição do vídeo.

Esses mesmos critérios serão considerados nos festivais de vídeos Matemáticos que estão previstos no projeto Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância. Desta forma, se o grupo quiser concorrer às premiações do Festival, poderão utilizar os vídeos produzidos nesta atividade. Serão dois festivais, um em 2017 e outro no ano de 2018. A etapa 7 pode exigir mais de uma reunião por parte dos grupos em cada polo, devido a circunstâncias como adaptação ao processo de produção, edição e aprimoramento do vídeo.

A Etapa 1 deve ser realizada na aula da disciplina que propõe a atividade, nesse caso, Geometria Analítica. As demais Etapas descritas anteriormente devem acontecer em, no mínimo, três reuniões realizadas pelos grupos da seguinte forma:

Reunião 1	**Reunião 2**	**Reunião 3**
• Etapa 2 • Etapa 3	• Etapa 4 • Etapa 5	• Etapa 6 • Etapa 7

Para cada reunião deve ser feito um relatório que fará parte dos dados da pesquisa e cujo modelo segue anexo a este documento. Nestes relatórios devem constar informações relacionadas às discussões matemáticas e decisões justificadas tomadas pelo grupo com relação ao desenvolvimento da atividade, além das tecnologias utilizadas ou qualquer outro recurso utilizado no desenvolvimento do vídeo. Se o grupo achar necessário realizar mais reuniões, então devem comunicar à professora da disciplina, assim como a pesquisadora e devem também elaborar os relatórios. Depois de cada reunião e da entrega dos relatórios, teremos um espaço online, nos Fóruns disponibilizados pela professora Rosely Pestana, para discussão sobre a atividade e para tirar dúvidas. Os relatórios deverão ser entregues com antecedência para que a pesquisadora faça uso deles nas discussões dos fóruns.

Cronograma de desenvolvimento da Atividade

ATIVIDADE	PRAZOS
Realização da Reunião 1	O tutor presencial pode apresentar a ideia do projeto para que os estudantes se dividam em grupos e comecem a pensar no tema e no problema contextualizado ou curiosidade. Os grupos devem ser enumerados (Grupo 1, Grupo 2, ...). A reunião deve acontecer para finalizar a ideia do grupo e elaboração do relatório. O prazo para a primeira reunião acontecer é 28/08/16.
Entrega dos relatórios referente a primeira reunião	Até o dia 29/08/16 o relatório deve ser postado no AVA. O arquivo deve ser nomeado como Relatorio1_nome da cidade do polo_ grupo n (n é o número do grupo)
Realização do primeiro Fórum de discussões	De 30/08 a 06/09/16.
Realização da Reunião 2	O prazo para finalizar a quarta e quinta etapas é o dia 18/09/16, com a realização da reunião e elaboração do relatório.
Entrega dos relatórios referentes a reunião 2	Até o dia 19/09/16 o relatório deve ser postado no AVA. O arquivo dever ser nomeado como Relatorio2_nome da cidade do polo_ grupo n (n é o número do grupo)
Realização do segundo Fórum de discussões	De 20/09 a 27/09/16.
Realização da Reunião 3	A terceira reunião que acontecerá para produção e edição de vídeos deverá acontecer até 09/10. Com o roteiro elaborado, o grupo já tem condições de produzir o vídeo.
Entrega dos relatórios referentes a reunião 3	Até o dia 10/10 o terceiro relatório deve ser postado no AVA. O arquivo deve ser nomeado como Relatorio3_nome da cidade do polo_ grupo n (n é o número do grupo)
Realização do terceiro Fórum de discussões e dúvidas	De 11/10 a 18/10/2016.
Entrega do vídeo	Até o dia 24/10.

A participação dos estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da EaD da UNEB é fundamental para o sucesso dessa pesquisa, por isso contamos com o efetivo envolvimento de todos. Os vídeos têm ganhado cada vez mais destaque na aprendizagem hoje, então acreditamos que esta atividade é um passo inicial na formação do professor inovador, aquele professor dá chance para que o novo revolucione a sala de aula de Matemática e potencialize a aprendizagem.

Esta atividade foi realizada com o apoio da Universidade do Estado da Bahia e do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática.

APÊNDICE C – RELATÓRIO 1

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – Rio Claro/ SP
Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática

RELATÓRIO 1

(Referente às etapas 2 e 3)

Polo:
Grupo nº:
Componentes (os nomes só serão divulgados na pesquisa se houver permissão):

1. Qual o conteúdo de Geometria Analítica que será abordado no vídeo produzido pelo grupo? Indiquem o porquê dessa escolha.

2. Descreva o problema contextualizado ou discussão criativa sobre a curiosidade envolvendo Geometria Analítica escolhido para ser tratado no vídeo.

3. Por qual motivo o grupo escolheu o problema ou curiosidade descrito no item 2 acima para apresentar no vídeo?

4. Para o grupo qual a importância matemática deste problema ou curiosidade na Educação Matemática ou na prática cotidiana?

5. Além do tema de Geometria Analítica escolhido, o problema ou curiosidade escolhido utiliza outros conceitos da Matemática? Quais?

APÊNDICE D – RELATÓRIO 2

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – Rio Claro/ SP
Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática

RELATÓRIO 2

(Referente às etapas 4 e 5)

Polo:
Grupo nº:
Componentes (os nomes só serão divulgados na pesquisa se houver permissão):

Para a discussão sobre o problema contextualizado escolhido e resolução ou discussão da curiosidade matemática escolhida vamos organizar alguns tópicos.

1. Introdução (Apresente o problema, sua importância e conexão com o cotidiano, se for o caso.)

2. Descreva detalhadamente a solução do problema ou discuta a ideia central da curiosidade matemática.

3. Quais tecnologias e recursos forma utilizados no desenvolvimento das etapas 1 e 2 (por exemplo: internet calculadora, software)? Descreva como foram utilizados tais tecnologias ou recursos.

APÊNDICE E – RELATÓRIO 3

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – Rio Claro/ SP
Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática

RELATÓRIO 3

(Referente às etapas 6 e 7)

Polo:
Grupo nº:
Componentes (os nomes só serão divulgados na pesquisa se houver permissão):

1. Quais tecnologias serão utilizadas na produção e edição dos vídeos? Qual o papel de cada um deles no desenvolvimento do vídeo do grupo?

2. Descreva as facilidades e dificuldades encontradas pelo grupo na produção e na edição do vídeo.

3. As dúvidas que surgiram durante o desenvolvimento das etapas da atividade de vídeos puderam ser sanadas nos fóruns?

4. O grupo utilizou outro recurso para sanar alguma dúvida? Se sim, qual foi o recurso utilizado?

5. O grupo considera que o vídeo que produziram pode ajudar algum estudante de matemática em sua aprendizagem? Por quê?

6. Descreva a opinião do grupo sobre esta atividade de produção de vídeos, dando sugestões ou apontando falhas.

APÊNDICE F – ROTEIRO DO VÍDEO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – Rio Claro/ SP
Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática

ROTEIRO DO VÍDEO

(O roteiro faz parte da etapa 5 da atividade e deve ser entregue juntamente com o relatório da segunda reunião.)

Polo:
Grupo nº:
Componentes (os nomes só serão divulgados na pesquisa se houver permissão):

1. Qual é o objetivo do vídeo? Qual a ideia matemática central que se quer passar?
2. Especifique informações sobre o público-alvo e sobre o que não pode faltar no vídeo. Seu objetivo agora é definir qual é o melhor forma de passar a mensagem, em quanto tempo, qual é a melhor linguagem, as palavras que funcionam melhor considerando o público-alvo, ou seja, pensar o roteiro de forma estratégica.
3. Qual é a mensagem principal, o que deve permanecer na mente da audiência depois de assistir ao vídeo, pode ser o conceito matemático, a importância daquele conteúdo ou a forma de resolver um tipo de problema. Pensem na simplicidade da mensagem ou de que maneira poderá torná-la simples e fácil.
4. Nós, seres humanos, aprendemos mais, e prestamos mais atenção, quando estamos curiosos em relação a um assunto, ou quando estamos deslumbrados, entre outras muitas emoções possíveis. Por isso, ao elaborar o roteiro devemos pensar em formas de fazer um vídeo criativo e com o tom certo para alcançar a atenção do público-alvo. O que o grupo pensa em fazer no vídeo para prender a atenção e surpreender quem o assistirá?
5. A ideia principal deve ficar bem clara logo nos primeiros 30 segundos do vídeo.
6. Descreva agora o vídeo do grupo no papel, seu início, meio e fim. Conte a história que o grupo quer passar aqui.

APÊNDICE G – ORIENTAÇÕES PARA A II PRODUÇÃO DE VÍDEOS

UNEB – UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
NEAD – NÚCLEO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO – CAMPUS I

ORIENTAÇÕES PARA A ATIVIDADE DE PRODUÇÃO DE VÍDEOS DIGITAIS NA EaD

Esta atividade faz parte da pesquisa de doutorado da professora Ma. Liliane Xavier Neves, a qual busca analisar a articulação de múltiplas representações de objetos matemáticos relacionados à Geometria Analítica durante o processo de produção de vídeos, além do envolvimento das tecnologias digitais nesta articulação. Nossa proposta, com esta atividade, é incentivar a produção de vídeos sobre conceitos de Geometria Analítica discutidos na disciplina de Informática Aplicada a Educação Matemática, ministrada pela professora Ma. Rosely Ouais Pestana Bervian, do curso de Licenciatura em Matemática da EaD da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), sob a coordenação da professora Ma. Gerusa Soares Pinheiro

Esta pesquisa de doutorado está vinculada ao projeto Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância (E-licm@t-Tube) desenvolvido por pesquisadores do programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus de Rio Claro –SP.

O projeto Vídeos Digitais na Licenciatura em Matemática a Distância prevê a realização de festivais de vídeos matemáticos digitais. Os vídeos produzidos na disciplina de Informática Aplicada a Educação Matemática poderão, a critério daqueles que os produzirem, ser submetidos ao I Festival de Vídeos Matemáticos.

Procedimentos para a realização da Segunda Atividade de Produção de Vídeos

A atividade de produção de vídeos será realizada no período da disciplina de Informática Aplicada a Educação Matemática, entre os meses de março e maio de 2017, ministrada pela professora Ma. Rosely Ouais Pestana Bervian, no curso de Licenciatura em Matemática da modalidade a distância da UNEB. Esta atividade tem valor igual a 2,0 pontos e faz parte do meio III, procedimento avaliativo composto por fóruns avaliativos e participação nos encontros presenciais.

Para esta atividade propomos a produção de vídeos, com o uso dos softwares Winplot ou GeoGebra, sobre os assuntos relacionados a Geometria Analítica que serão trabalhados na disciplina Informática Aplicada a Educação Matemática. Ao final da pesquisa, os vídeos produzidos pelos alunos da disciplina poderão ser utilizados como material didático pelos professores do curso na próxima oferta da disciplina.

A atividade compreende discussões em conjunto, com todos os alunos, por Polo, sobre as etapas da produção de seus vídeos. Os alunos poderão retomar os vídeos produzidos no semestre anterior na disciplina de Geometria Analítica II, fazendo um aperfeiçoamento destes ou podem se dividir em novos grupos, ou ainda realizar a atividade individualmente. Os estudantes contribuirão para as produções uns dos outros através das discussões realizadas em fóruns. Nestes fóruns, que serão realizados no ambiente virtual UNEAD com possibilidade de extensão para grupos fechados em mídias sociais, e mediados pela pesquisadora, serão discutidos a elaboração dos roteiros a partir de debates teóricos sobre a ideia matemática que se quer passar no vídeo, além de discussões que direcionem a produção do vídeo propriamente dito. As discussões ressaltarão as seguintes etapas de produção de vídeos:

Escolha do assunto para tema do vídeo	Discussões teóricas sobre o assunto escolhido (uso do Winplot e do GeoGebra)	Discussões sobre como o assunto deve ser abordado no vídeo
Elaboração do roteiro	Escolhas de softwares para produção e edição do vídeo.	Análise e reedição do vídeo.

A nota atribuída pela atividade dependerá da análise da participação e contribuições de cada aluno nas discussões dos fóruns. Durante o desenvolvimento do vídeo, serão atribuídas tarefas para execução da produção deste. A participação dos estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da EaD da UNEB é fundamental para o sucesso dessa pesquisa, por isso contamos com o efetivo envolvimento de todos. Os vídeos têm ganhado destaque no ensino e na aprendizagem hoje, por isso acreditamos que esta atividade contribui para a formação de professores inovadores, que abrem espaço para que o novo revolucione a sala de aula de Matemática e potencialize a aprendizagem.

Os vídeos produzidos nesta atividade poderão ser submetidos ao primeiro Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática que será realizado em agosto de 2017. Mais informações no site: http://elicmattube.wixsite.com/festivalvideos.

A APLICAÇÃO DESTA ATIVIDADE É UMA AÇÃO CONJUNTA DAS INSTITUIÇÕES UNEB (UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA) E UNESP (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"), REPRESENTADA POR MEMBROS DO GRUPO DE PESQUISA EM INFORMÁTICA, OUTRAS MÍDIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.