

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PCM – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E
A MATEMÁTICA**

MAISA LUCIA CACITA MILANI

**INVESTIGAÇÃO ACERCA DO ENSINO DE GEOMETRIA ANALÍTICA
NUMA ABORDAGEM BASEADA EM VÍDEOS**

MARINGÁ - PR

2018

MAISA LUCIA CACITA MILANI

**INVESTIGAÇÃO ACERCA DO ENSINO DE GEOMETRIA ANALÍTICA
NUMA ABORDAGEM BASEADA EM VÍDEOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e a Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Dulcinéia Ester Pagani Gianotto

MARINGÁ - PR

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR, Brasil)

M637i Milani, Maisa Lucia Cacita
Investigação acerca do ensino de geometria analítica numa abordagem baseada em vídeos / Maisa Lucia Cacita Milani. -- Maringá, PR, 2018.
127 f.: il. color.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Dulcinéia Ester Pagani Gianotto.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2018.

1. Aprendizagem significativa. 2. Multimídia. 3. Geometria analítica. I. Gianotto, Dulcinéia Ester Pagani, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. III. Título.

CDD 23.ed. 516.3

Márcia Regina Paiva de Brito – CRB-9/1267

MAISA LUCIA CACITA MILANI

Investigação acerca do Ensino de Geometria Analítica numa abordagem baseada em vídeos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em *Ensino de Ciências e Matemática*.

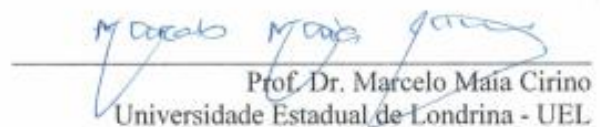
BANCA EXAMINADORA



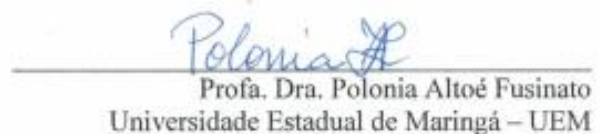
Prof. Dra. Dulcinéia Ester Pagani Gianotto
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dra. Adriana Helena Borssoi
Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Prof. Dr. Marcelo Maia Cirino
Universidade Estadual de Londrina - UEL



Prof. Dra. Polonia Altoé Fusinato
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dr. Valdeni Soliani Franco
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 7 de Março de 2018.

Dedico ao meu amado filho, José Milani Neto,
e ao meu esposo, Ronaldo Milani, por toda a
confiança, ajuda e carinho.

À minha mãe Maria Lucia Cacita e a meu
amado pai Aparecido José Cacita.

Aos meus queridos alunos do projeto
Conhecer mais a matemática pelos vídeos.

“A educação é uma arte, cuja prática necessita ser aperfeiçoada por várias gerações. Cada geração, de posse dos conhecimentos das gerações precedentes, está sempre melhor aparelhada para exercer uma educação que desenvolva todas as disposições naturais na justa proporção e de conformidade com a finalidade daquelas e, assim, guie toda a humana espécie ao seu destino”.

(KANT, 1996, p. 19)

AGRADECIMENTOS

“Construímos o mundo a partir de laços afetivos. Esses laços tornam as pessoas e as situações preciosas, portadoras de valor. Preocupamo-nos com elas e tomamos tempo para dedicar-nos a elas. Sentimos responsabilidade pelo laço que cresceu entre nós e os outros. O cuidado recolhe todo esse modo de ser e mostra como atuamos enquanto seres humanos” (Leonardo Boff).

Agradeço primeiramente a **Deus**, que é fonte de força e sabedoria;

À professora Dra. **Dulcinéia Ester Pagani Gianotto**, por compartilhar seu preciso conhecimento, orientação e acreditar nos sonhos de seus alunos;

Aos professores **Dra. Adriana Helena Borssoi**, **Dr. Marcelo Maia Cirino**, **Dr. Valdeni Soliani Franco** e **Dra. Polônia Altoé Fusinato**, pelas valiosas contribuições;

À minha **família**, pelo apoio e incentivo, principalmente a meu sobrinho **Maicon Milani**, por ceder seus aparatos tecnológicos e pelo carinho;

À minha colega de doutorado e amiga **Lucimar**, pelos conselhos, conversas e apoio nas horas mais difíceis;

À minha amiga **Daniela**, pela companhia e reflexões nesta longa caminhada;

À equipe do colégio de Bandeirantes PR-SESI e à professora **Anália Maria Dias de Góis**, que confiaram na pesquisa e apoiaram o projeto.

MILANI, Maisa Lucia Cacita. **Investigação acerca do ensino de geometria analítica numa abordagem baseada em vídeos**. 2018. 127 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

RESUMO

As formas de produção e acesso ao conhecimento, tanto empírico quanto científico, na era das tecnologias digitais e da internet modificam os ambientes de aprendizagem. As formas de apresentação de conteúdos escolares, restritas à exposição oral do professor e aos livros impressos, foram ressignificadas com as atuais tecnologias. Uma dessas formas é o vídeo digital, apreciado principalmente pelo público jovem, que acessa vídeos relativos a diversos temas e até mesmo produz vídeos conforme seus interesses. Em contrapartida, temos os conteúdos de Matemática, acerca dos quais grande parte dos alunos apresentam dificuldades de aprendizagem e falta de motivação. Diante desse contexto, no presente estudo objetivamos investigar possíveis evidências de aprendizagem sobre o conteúdo de Geometria Analítica junto a alunos do Ensino Médio, em ambientes de ensino nos quais foram utilizados vídeos digitais. Nosso problema de pesquisa foi ‘A utilização de vídeos no processo de ensino de Matemática possibilita provocar e/ou estimular a aprendizagem significativa de conteúdos de Geometria Analítica?’. Realizamos uma pesquisa de cunho qualitativo, pautada na análise de conteúdo, em que a coleta de dados ocorreu em um curso de quarenta horas, no qual empreendemos sequências de aulas usando vídeos com base na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. Para tanto, utilizamos três cenários diferentes: primeiramente a apresentação do conteúdo de Geometria, segundo, a exposição da questão-problema, seguida da apresentação da resolução pelos alunos. Os sujeitos foram 24 alunos dos 2º e do 3º anos do Ensino Médio de uma escola do norte paranaense, em período de contraturno. Como instrumentos de coleta de dados utilizamos: questionários, pesquisa documental, gravação em áudio, vídeo, mapas conceituais e entrevistas. A análise da aprendizagem, fundamentada à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, aponta, dentre outros resultados, que os vídeos exercem influências positivas na aprendizagem de Geometria Analítica, evocam conhecimentos prévios, possuem grande potencial para gerar ambientes convidativos e instigadores.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Aprendizagem Multimídia. Geometria Analítica. Vídeos digitais.

MILANI, Maisa Lucia Cacita. **Research on the teaching of analytical geometry in a video-based approach**. 2018. 127 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

ABSTRACT

In the age of digital technologies and the internet, forms of production and access to both empirical and scientific knowledge modify learning environments. Also, the forms of presentation of school contents, which were restricted to the teacher's oral presentation and to printed books, were resignified with current technologies. One of such form is the digital video, which is appreciated mainly by the young audience, which accesses videos that deal with various themes and even produce videos according to their interests. In contrast, we have the contents of Mathematics, in relation to which most of the students present learning difficulties and lack of motivation. Given this context, the present study aimed to investigate possible evidence of significant learning about the content of Analytic Geometry, Cartesian plane, with high school students, in teaching environments in which digital videos. In this context we have the following research problem: Does the use of videos in the process of teaching Mathematics make it possible to provoke and/or stimulate meaningful learning of contents of Analytic Geometry? For that, a qualitative research was conducted, based on the content analysis in which the data collection took place in a course of forty hours, in which sequences of classes were taught using videos, within the assumptions of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. To do so, we use three different scenarios: first, the presentation of the Geometry content; second, the presentation of the problem-question; third, the presentation of the resolution by the students, involving 24 students from the 2nd and 3rd years of a high school in the north of Paraná, after the school shift period. As instruments of data collection were used: questionnaires, documentary research, audio recording, videos, conceptual maps and interviews. The analysis of learning based in the light of Ausubel's Significant Learning Theory shows, among other results, that the videos exert positive influences on the learning of analytical geometry, evoke previous knowledge, favorable for use in the educational context, with the potential to generate inviting environments and instigators focused on GA learning, students are largely embedded in the digital village and have great acceptance for this form of presentation of school content.

Keywords: Significant Learning. Multimedia Learning. Analytic Geometry. Digital videos.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICO

FIGURA 1 – UTILIZAÇÃO DO ATLAS TI.....	24
FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS POR MEIO DA LOCALIZAÇÃO DE PONTOS.....	39
FIGURA 3 – A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOB A ÓTICA DE AUSUBEL.....	44
FIGURA 4 – APRENDIZAGEM MECÂNICA, ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	44
FIGURA 5 – TCAM: SISTEMA DE PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO	47
FIGURA 6 – CARTAZES DO G4.....	97
FIGURA 7 – ESQUEMA SOBRE VARIÁVEIS QUE INTERFEREM NO ENSINO COM VÍDEOS DIGITAIS DE GA VISANDO A APRENDIZAGEM.....	102
GRÁFICO 1 – PRINCÍPIOS DA TCAM NOS VÍDEOS DE GA.....	71

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 – PESQUISA SOBRE GA NO NÍVEL SUPERIOR, TÉCNICO, SEU PRODUTO EDUCACIONAL E ESTADO DA ARTE.....	25
QUADRO 2 – PESQUISA EM ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO	29
QUADRO 3 – QUARTA FASE DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	32
QUADRO 4 – PESQUISA SOBRE CONSTRUÇÃO DE VÍDEO E/OU EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	34
QUADRO 5 – PRINCÍPIOS: PROCESSAMENTO ESTRANHO NA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA.....	49
QUADRO 6 – PRINCÍPIOS PARA GERENCIAR O PROCESSAMENTO ESSENCIAL NA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA	50
QUADRO 7 – PRINCÍPIOS PARA PROMOVER O PROCESSAMENTO GENERATIVO	51
QUADRO 8 – <i>MILIEUS</i> (MEIOS) DE ENSINO E APRENDIZAGEM E EXEMPLOS	57
QUADRO 9 – ÊNFASE NA ABORDAGEM DA GEOMETRIA	58
QUADRO 10 – INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS E OBJETIVOS	63
QUADRO 11 – LEGENDA SOBRE A CONTEMPLAÇÃO DOS PRINCÍPIOS.....	68
QUADRO 12 – CONTEMPLAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA TCAM NOS VÍDEOS DE GEOMETRIA ANALÍTICA.....	69
QUADRO 13 – CATEGORIA, CÓDIGO DE ANÁLISE E DESCRIÇÃO SOBRE O VÍDEO NA FUNÇÃO DE MATERIAL.....	72
QUADRO 14 – VÍDEO DO G1: RESOLUÇÃO JARDIM DE NÚMEROS	75
QUADRO 15 – VÍDEO DO G2: JARDIM DE NÚMEROS REMAKER	77
QUADRO 16 – VÍDEO DO G3: JARDIM DE NÚMEROS	79
QUADRO 17 – CENAS DO VÍDEO (G4)	82
QUADRO 18 – CATEGORIA E CÓDIGOS DE ANÁLISE: VERIFICAÇÃO DE EVIDÊNCIA/OCORRÊNCIA DA APRENDIZAGEM.....	85
QUADRO 19 – DISPOSIÇÃO OU ORDENAÇÃO DOS CONCEITOS MO, MM E MR....	80
QUADRO 20 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A1	91
QUADRO 21 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A14.....	92
QUADRO 22 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A19.....	92
QUADRO 23 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A6.....	93

QUADRO 24 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A10.....	94
QUADRO 25 – CATEGORIAS E DESCRIÇÃO QUANTO ÀS ATITUDES E AÇÕES DOS ALUNOS.....	96
TABELA 1 – <i>MILIEUS</i> (MEIOS) DE APRENDIZAGEM.....	57
TABELA 2 – CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G1	87
TABELA 3– CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G2	88
TABELA 4 – CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G3	89
TABELA 5 – CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G4	89
TABELA 6 – CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G5	90

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 PANORAMA DA GEOMETRIA ANALÍTICA E VÍDEOS DIGITAIS.....	22
1.1 ESTADO DA ARTE.....	22
1.2 A GEOMETRIA ANALÍTICA NAS PESQUISAS BRASILEIRAS.....	24
1.3 OS VÍDEOS DIGITAIS NO CONTEXTO NACIONAL.....	34
2 REFERENCIAL TEÓRICO	38
2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	38
2.1.1 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa	46
2.2 TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA	47
2.3 TAS & TCAM: IMPLICAÇÕES PARA A PESQUISA	53
3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	55
3.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA	56
3.2 OS VÍDEOS NAS ATIVIDADES: <i>MELIEUS</i> DE ENSINO E APRENDIZAGEM	56
3.3 SEQUÊNCIA DAS AULAS USANDO VÍDEOS.....	60
3.3.1 Contexto 1: apresentação dos conteúdos de GA	62
3.3.2 Contexto 2: apresentação do problema	63
3.3.3 Contexto 3: apresentação da resolução do problema.....	63
3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	63
3.5 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS DADOS E O ATLAS TI.....	64
3.5.1 Metodologia de análise dos mapas	65
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	67
4.1 OS VÍDEOS DIDÁTICOS DE GEOMETRIA.....	67
4.2 OS VÍDEOS COMO MATERIAL DE ENSINO E PRODUTO EDUCACIONAL	72
4.2.1 Condição cognitiva adequada para criar vídeos de GA.....	74
4.2.2 Os vídeos criados pelos alunos trazem as conhecimento prévio de GA?.....	75

4.2.3	Significado lógico do vídeo: estrutura interna do material	82
4.2.4	Interferência negativa na estrutura e ordem dos conteúdos dos vídeos	84
4.2.5	Percepção e significado do vídeo como material para aprender	84
4.3	TECENDO REFLEXÕES: O QUE APONTAM OS MAPAS?	85
4.3.1	Conceitos de GA nos mapas pré e pós e novos conceitos	86
4.3.2	Disposição ou ordenação dos conceitos.....	91
4.4	LUZ, CÂMERA, AÇÃO... PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO.....	96
4.4.1	Percepção da responsabilidade do processo.....	97
4.4.2	Participação ativa, colaborativa e intenção.....	98
4.4.3	Expectativas com a construção de vídeos de GA	100
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
	REFERÊNCIAS	105
	APÊNDICES	111

INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais na Educação Matemática e o uso de aparatos tecnológicos é um tema amplamente discutido no meio educacional. Nesta pesquisa, os conceitos centrais relacionados a essa temática e que se articulam são ensino e aprendizagem, Geometria Analítica (GA) e vídeos digitais.

O ensino pode ser definido “[...] como o provimento das condições e modos de assegurar o processo de conhecimento pelo aluno, sob a condução pedagógica do professor” (LIBÂNEO, 2002, p. 11). Em outras palavras, é uma forma de condução do processo de ensino ou de mediação, e a assimilação ativa do aluno ocorre de maneira independente. A compreensão científica desse processo aponta que “O ensino em seu núcleo é um processo de conhecimento [...]. O caráter científico do ensino significa principalmente a condição do processo de ensino sobre a base do conhecimento” (KLINGBERG, 1978 apud LIBÂNEO, 2002, p. 15). A aprendizagem, segundo o dicionário de educação, “consiste em modificar a capacidade de realizar uma tarefa a partir de uma interação” (ZANTEN, 2011, p. 45). Os pressupostos da neurociência definem “[...] a aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente, ativando sinapses, tornando-as mais ‘intensas’” (BARTOSZECK, 2006, p. 2). Libâneo (2017, n.p.) registra que a aprendizagem é a “[...] assimilação ativa de conhecimento e de operações mentais, para compreendê-los e aplicá-los consciente e autonomamente”. A aprendizagem escolar pode ser entendida como as operações mentais realizadas pelo aluno referentes às matérias do currículo escolar, e esse processo é centrado no sujeito.

Entretanto, indagamos: é identificada alguma relação entre o ensino e a aprendizagem? Libâneo (1994, p. 90) assinala que “[...] a relação entre ensino e aprendizagem não é mecânica, não é uma simples transmissão do professor que ensina para um aluno que aprende”. Ambos os conceitos não abrangem as várias definições dos termos no campo de estudo da Educação, apenas servem para pontuar seu entendimento e adesão neste estudo, situando o fenômeno educativo de ensinar e aprender como uma teia, a qual envolve relações, operações mentais, sujeito ativo, interação, dentre outros aspectos necessários para chegar ao conhecimento do currículo escolar.

A Geometria é parte integrante desse currículo escolar, principalmente no Ensino Médio (EM), e um de seus princípios é o desenvolvimento da autonomia intelectual, a qual

passa por mudanças na Base Nacional Comum Curricular¹ (BNC), sendo uma referência obrigatória. A BNC, porém, não é um currículo e sim uma proposta para orientar a revisão e a elaboração dos currículos estaduais e municipais, com a prerrogativa de contextualizá-los e adaptá-los à realidade de cada localidade, entre outras.

A Geometria, na versão preliminar² da BNC, é intitulada como uma unidade de conhecimento matemático em que se apresentam indicações como construções geométricas envolvendo as ideias de lugar geométrico, estudo de pontos e segmentos, utilização de *softwares* de geometria dinâmica como apoio, etc. Geometria Analítica (GA) tem algumas atribuições específicas, dentre as quais: articulação com a álgebra, ampliação da capacidade de visualização, articulação com outras áreas da matemática e taxas de variação. Almeja desenvolver as capacidades de os alunos compreender e generalizar as propriedades, demonstrar teoremas, sistematizar os conhecimentos estudados, dentre diversos temas estudados no Ensino Médio.

A discussão acerca das tecnologias no processo de ensino, ainda com muitas indagações por parte dos educadores e da comunidade escolar, adentra na Geometria, disciplina obrigatória no currículo vigente.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino norteiam uma formação para que o aluno consiga “identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade” (BRASIL, 2002, p. 105).

Nas Diretrizes Curriculares da Educação do Paraná³, a GA é um conteúdo estruturante desdobrado das Geometrias, justificado por apontamentos de fatos históricos relativos à emergente ciência na primeira metade do século XVII, na Europa, e à necessidade de cálculos mais avançados no campo da astronomia e da mecânica. Nesse contexto, para a resolução de problemas mais avançados, eram necessários conceitos de GA como de distância entre pontos, coordenadas de ponto que dividem um segmento conforme dada razão, determinação de pontos de intersecção de curvas, entre outros. Também eram expostas algumas atribuições

¹ A base é estabelecida na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), cujo intuito é nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da Educação Infantil e do Ensino Fundamental foi homologada pelo ministro da Educação Mendonça Filho, em 20 de dezembro de 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2018.

² Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/mec_bncc_2versao.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2018.

³ Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_mat.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2017.

a serem garantidas ao aluno pelo viés da GA como o aprofundamento dos conceitos da geometria plana e espacial alcançando um nível de abstração mais complexo, análises por meio de representação algébrica pela geometria analítica plana, etc., sendo indispensável o estudo das distâncias entre pontos, cálculos de áreas de figuras geométricas no plano, circunferência, estudo das posições, entre outros.

Somam-se a essas indicações algumas ainda em estudo e reformulação das diretrizes norteadoras para o Ensino Médio (EM) sobre questões referentes ao conhecimento do aluno acerca desse conteúdo curricular, em que é indispensável a compreensão dos “conceitos e princípios matemáticos, raciocine claramente e comunique ideias matemáticas, reconheça suas aplicações e aborde problemas matemáticos com segurança” (LORENZATO; VILA, 1993, p. 41). Esses apontamentos, dentre outras indagações de pesquisas, há décadas constituem um desafio no campo de ensino e aprendizagem da Geometria, e os discutimos em uma seção específica desta tese.

A Geometria perpassa as discussões e indicações curriculares, as questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem, entre outras, e adentra em mais uma “revolução” ou evolução nos meios, formas, produção, disseminação e acesso à informação na atual conjectura das tecnologias digitais na sociedade. A esse respeito, Moreira assinala que “Não resta dúvida que o impacto das tecnologias foi e continuará sendo determinante no modo em que trabalhamos, nos divertimos, cuidamos de nossa saúde, do meio ambiente, enfim, em todas as dimensões de nossas vidas” (2012, p. 43-44).

Os aparatos tecnológicos na forma do computador, da internet de fibra ótica, de satélites, entre outros, permitem a “transmissão de uma quantidade cada vez maior de informação num lapso de tempo cada vez mais curto” (DELORS, 2006, p. 64).

Em termos conceituais, as tecnologias representam artefatos como computador, tablets, hardwares, softwares, etc., porém representam mais do que isso. Arthur (2009) evidencia as tecnologias como algo criado pela necessidade de evolução, produzindo também novas necessidades. E acrescenta:

Talvez possamos simplesmente aceitar a tecnologia e não nos preocuparmos muito com as profundas questões por trás dela. Mas eu acredito – em verdade acredito fervorosamente – que é importante entender o que a tecnologia é e como ela se constitui. Não apenas porque a tecnologia cria nosso mundo. Mas porque a tecnologia, neste estágio de nossa história, pesa em nós, pesa em nossas preocupações, prestemos ou não atenção a isso (ARTHUR, 2009, p. 13).

Podemos inferir que o caminho das tecnologias representa um contínuo que parte do setor social para o educacional, como aponta Moreira (2012, p. 43).

Acompanhamos, nas últimas três décadas, o crescente avanço tecnológico que fomentou a informatização de diversos setores da sociedade. A difusão de novos recursos possibilitou o acesso a uma variedade de informações em tempo cada vez menor, o que ampliou as práticas educacionais voltadas à aplicação desses elementos tecnológicos em todos os níveis educacionais.

No meio educacional, mais especificamente na Educação Matemática, são várias as concepções que norteiam o processo de ensino e aprendizagem, e algumas se preocupam apenas em inserir os aparatos tecnológicos na escola. Nessa direção, Moreira afirma que “Na verdade, à exceção do projetor multimídia, como meio de comunicação, pouco mudou na sala de aula da educação básica [...]” (2012, p. 44).

As mudanças no ambiente escolar muitas vezes parecem modismos como, por exemplo, os laboratórios de informática e os projetores, que apenas substituem o quadro negro com os conteúdos digitados nos slides. Moran alega que “ensinar com as novas mídias será uma revolução se mudarmos simultaneamente os paradigmas convencionais do ensino [...]. Caso contrário, conseguiremos dar um verniz de modernidade, sem mexer no essencial” (2000, p. 63).

Masseto (2000), por sua vez, declara que os recursos audiovisuais, como os projetores utilizados nas salas de aula, algumas vezes são empregados de forma exaustiva quando apenas substituem o quadro de giz. Para o autor, não basta inserir um aparato tecnológico se privilegiarmos aulas totalmente expositivas sem a participação do aluno. Em suas palavras, “[...] o processo de aprendizagem abrange o desenvolvimento intelectual, afetivo, o desenvolvimento de competências e atitudes, [assim] pode-se deduzir que a tecnologia a ser usada deverá ser variada e adequada a esses objetivos” (MASSETO, 2000, p. 143).

Isso aponta para questões que vão além da apresentação do conteúdo, ou seja, para o uso de um recurso tecnológico que contemple os objetivos de ensino; nada difere expor os conteúdos digitais em slides ou escritos no quadro de giz. Os quadros de giz ou quadros-negros são uma tecnologia que permitiu e ainda permite ao professor ministrar suas aulas. Essa tecnologia, mesmo que antiga e não digital, serviu ao propósito educacional, sendo um meio de levar para o aluno as imagens e as palavras escritas.

Nesse sentido, Sancho (2001, p. 136) argumenta que “devemos considerar como ideal um ensino usando diversos meios. [...] deveriam ter oportunidade também, de todas as

linguagens: desde a palavra falada e escrita até as imagens e sons, passando pelas linguagens matemáticas, gestuais e simbólicas”.

No contexto social, as linguagens que utilizam imagens e palavras ganharam dinamicidade com os vídeos digitais. Estes últimos estão cada vez mais presentes no cotidiano dos jovens, que acessam conteúdos escolares, de entretenimento, de política, entre outros. Além disso, em alguns casos, produzem seus próprios vídeos sobre temas de seu interesse. Nesse aspecto, levamos em conta que “[...] trazer o vídeo digital – forma com a qual a nova geração faz piada, se comunica, se diverte – para sala de aula é importante” (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2014, p. 100). Isso, considerando a aceitação da forma de apresentação do conhecimento popular ou científico por parte desse público.

Pontuamos que os vídeos não foram inventados ou planejados para fins educacionais, contudo são usados no contexto escolar para diversos fins. Na Educação Matemática, são valorizados, pois “[...] uma nova fase surge quando inovações tecnológicas possibilitam a constituição de cenários qualitativamente diferenciados de investigação matemática” (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2014, p. 37). A utilização das inovações tecnológicas por esse viés proporciona um pensamento original do aluno quando reflete matematicamente por meio delas, ou seja, o aluno ao utilizar uma tecnologia, desenvolve um novo conhecimento ou entendimento de um teorema.

Segundo Mayer (2009), os vídeos digitais possibilitam a utilização das vias de interpretação da linguagem escrita e oral, da visão e da audição. O autor defende que o processamento (entendimento) visual ocorre de uma forma e o auditivo, de outra. Enumera 12 princípios a serem considerados em uma instrução multimídia, que servem para vídeos digitais. Os princípios são indicações e apontamentos relativos à coerência, sinalização, segmentação, pré-formação, organização espacial, voz, imagem, dentre outros fatores.

A aprendizagem é consolidada quando ocorre a integração das informações de imagens e palavras com aquelas armazenadas na memória de longo prazo, de acordo com o conhecimento prévio (MAYER, 2009). Conforme David Ausubel et al., o fator que mais interfere na aprendizagem é aquele já conhecido do sujeito, o conhecimento prévio (AUSUBEL, 2003; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Em geral, os alunos têm conhecimentos sobre diferentes aparatos tecnológicos, particularmente acerca dos vídeos digitais, cada vez mais presentes em seu dia a dia. Eles acessam conteúdos de entretenimento, de política, curiosidades, dentre outros. Também

acompanham as publicações de “youtubers”, pessoas que produzem vídeos com temas variados, com as visualizações chegando a milhões.

A esse respeito, Moran (1995, p.28) assinala que:

O vídeo parte do concreto, do visível, do imediato, do próximo, que toca todos os sentidos. Mexe com o corpo, com a pele – nos toca e “tocamos” os outros, que estão ao nosso alcance, através dos recortes visuais, do close, do som estéreo envolvente. Pelo vídeo sentimos, experienciamos sensorialmente o outro, o mundo, nós mesmos (MORAN, 1995, p.28).

Diante desses apontamentos que envolvem os vídeos digitais, emergem algumas questões como ‘Os vídeos digitais (palavras e imagens dinâmicas) de GA apresentam potencial para gerar ambientes convidativos e instigadores para os alunos do EM?’; ‘É possível aos alunos construir vídeos de GA, ou seja, produzir conhecimento e, se isso ocorrer, seriam evocados sentimentos positivos em relação à aprendizagem matemática?’; ‘Se os alunos construírem vídeos de GA, é possível ocorrer a relação de conceitos de plano cartesiano com outros conhecimentos?’.

Isso posto, o problema central desta pesquisa versa sobre a seguinte questão: ‘A utilização de vídeos no processo de ensino e aprendizagem de Matemática possibilita provocar e/ou estimular a aprendizagem significativa de conteúdos de Geometria Analítica?’.

Nesta investigação, os vídeos compuseram o ambiente de ensino em sequências de aulas aplicadas a alunos do Ensino Médio em período de contraturno.

Os debates relativos aos ambientes de ensino que utilizam tecnologias no contexto escolar permearam o percurso histórico da formação desta pesquisadora e sua atuação como docente. Na oportunidade de vivenciar a ação de docência como formadora em cursos de formação docente em nível médio e de educação continuada de professores, também como professora da educação básica e do ensino superior, foram muitos os desafios e indagações nessa caminhada acadêmica e profissional. Afinal, “a pesquisa deve ser baseada nas dúvidas dos professores” (LANKSHEAR; KNOBEL, 2008, p. 23).

A partir dessas constatações e das experiências vivenciadas pela pesquisadora, o objetivo deste estudo é investigar possíveis evidências de aprendizagem sobre o conteúdo de Geometria Analítica por parte dos alunos do Ensino Médio em ambientes de ensino nos quais foram utilizados vídeos digitais.

Para compreender os elementos que fundamentam a pesquisa, este estudo está organizado em cinco capítulos, além da introdução, considerações finais, referências e apêndices.

No Capítulo 1, apresentamos um panorama acerca da GA e a produção de vídeos na Educação Matemática com base nas pesquisas acadêmicas.

No Capítulo 2, discorremos sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) segundo Ausubel (2003), a qual serve de lente teórica para a investigação, a premissa da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) proposta por Richard E. Mayer (2009), que fundamentou as tarefas e a produção dos vídeos, e implicações das teorias sobre aprendizagem para a pesquisa.

No Capítulo 3, detalhamos os aspectos metodológicos adotados neste estudo.

No Capítulo 4, versamos sobre os resultados e as análises das discussões referentes à investigação.

Nas considerações finais, realizamos apontamentos sobre os resultados e inferências desta pesquisa. E, na sequência, citamos as referências bibliográficas e os apêndices.

1 PANORAMA DA GEOMETRIA ANALÍTICA E VÍDEOS DIGITAIS

Para discutir sobre a Geometria e os vídeos digitais em um contexto científico e não tecermos um discurso vazio, é necessário desvelarmos os elementos desses campos de conhecimento. Sendo assim, apresentamos um panorama das pesquisas que discutem a GA e a produção de vídeos digitais em situações de ensino e aprendizagem no Ensino Médio, por meio de um Estado da Arte.

1.1 ESTADO DA ARTE

Pesquisas caracterizadas como Estado da Arte utilizam-se de produções escritas como fonte de informação, ou seja, de um caráter bibliográfico que permite desvelar singularidade, novas abordagens, problemáticas, lacunas de uma área específica, aproximações de teorias, dentre outros aspectos.

Segundo Ferreira (2002, p. 257), essa metodologia tem o:

[...] desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários.

Em nosso levantamento, a primeira busca foi no Google acadêmico, uma ferramenta de pesquisa na internet utilizada para identificar a existência de produções do tipo Estado da Arte que abordassem essa temática pelos descritores: D1(descritor 1), Estado da Arte + Geometria Analítica e D2 (descritor 2), Estado da Arte + vídeo + Educação Matemática. A primeira busca nos retornou uma tese de doutorado que abordou esse objeto de estudo, intitulada “O estado da arte das pesquisas brasileiras sobre geometria analítica no período de 1991 a 2014” (SANTOS, 2016a, p. 9), dentre 41 pesquisas. Essa pesquisa serviu de fonte de dados secundária para o levantamento desse período. Buscamos, na pesquisa de Santos (2016), estudos direcionados às tecnologias e GA. Após sua identificação, buscamos na íntegra, pois os resumos não foram suficientes para trazer as informações necessárias ao corpus de análise. A segunda busca sobre os vídeos digitais no contexto da Educação

Matemática nos retornou dois trabalhos, e “Vídeos e educação matemática: um olhar para dissertações e teses” (OECHSLER, 2015) foi utilizado como fonte de dados secundários, seguindo os mesmos passos da primeira etapa.

O levantamento dos dados primários bibliográficos de teses e dissertações em GA seguiu o caminho construído por Santos (2016a), acrescido de outras fontes. As fontes de coleta de dados foram: banco de teses e dissertações da Capes, sites de programas de pós-graduação *stricto sensu* em Ensino de Matemática no Brasil e Google acadêmico.

Realizamos o levantamento bibliográfico sobre vídeos na Educação Matemática através do banco de teses e dissertações da Capes, de sites de programas de pós-graduação *stricto sensu* em Ensino de Matemática no Brasil e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

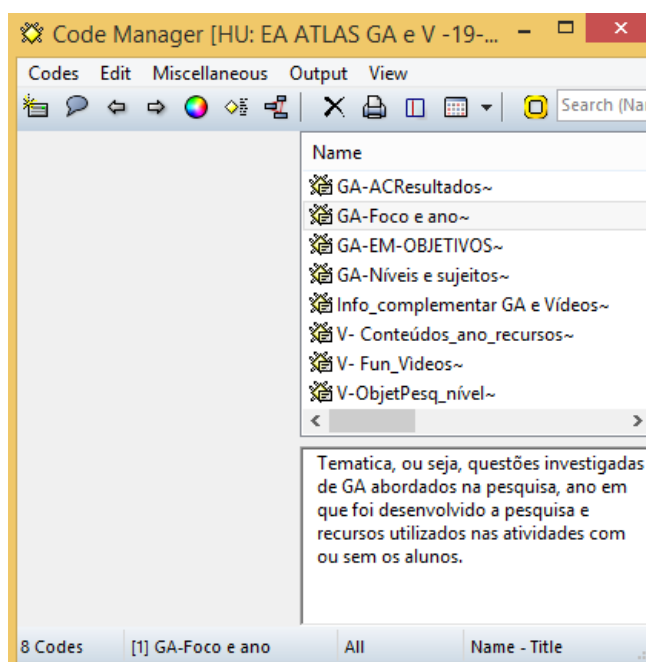
Baixamos as produções científicas relativas a GA e vídeos da internet até a data de 31/12/2017, e as inserimos no *software* ATLAS TI, apresentado com mais detalhes na metodologia deste estudo, com exemplos no Apêndice I. Utilizamos os pressupostos da análise de conteúdo: “1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação (BARDIN, 2010, p. 121), aprofundados na sequência.

Empreendemos a leitura flutuante⁴ dos dados secundários e primários de GA com 25 pesquisas: oito no Ensino Médio – ‘dissertações’, e o Vídeo na Educação Matemática, com cinco dissertações e uma tese. Escolhemos então 31 pesquisas (três teses sobre GA e uma sobre vídeos) para compor o *corpus* de análise. Da pós-leitura emergiram as seguintes indagações: ‘As pesquisas de GA utilizam que tipo de aparato tecnológico e, se utilizam, quais os objetivos?’; ‘Se olharmos em ordem crescente de datas, as pesquisas mudaram os focos sobre as tecnologias?’; ‘Os vídeos são contemplados nas pesquisas de GA?’; ‘Existem pesquisas que versam sobre a produção de vídeos na Educação Matemática?’; ‘Os vídeos são utilizados para que finalidade e em que nível de ensino?’.

Desenvolvemos oito categorias no Atlas TI, utilizando as ferramentas como codes, memos, entre outras (Figura 1).

⁴ Consiste em “[...] analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações” (BARDIN, 2009, p. 122).

FIGURA 1 – UTILIZAÇÃO DO ATLAS TI



Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Na sequência, efetuamos a leitura dos trabalhos e a análise, as quais são indicadores dos apontamentos sobre os dois campos de estudo. Para melhor organização, discorreremos acerca das inferências da GA e, posteriormente, sobre os vídeos.

1.2 A GEOMETRIA ANALÍTICA NAS PESQUISAS BRASILEIRAS

Fainguelernt (1999, p. 15) assevera que “a geometria é considerada uma ferramenta para compreender, descrever e interagir com o espaço em que vivemos; é talvez a parte da matemática mais intuitiva, concreta e real”. Diante dessa assertiva, inquirimos: ‘E no contexto da Educação Matemática brasileira, como vem sendo trilhado esse caminho segundo as investigações?’; ‘O que dizem os achados das pesquisas sobre a GA + vídeos + EM?’.

Pavanello (1989), em sua pesquisa, quase no início da década de 1990, discutiu o abandono do ensino da Geometria nas escolas brasileiras e apontou causas como ausência de abordagem do conteúdo ou de forma superficial, conhecimento superficial do professor, metodologias adotadas, dentre outras. De acordo com Kaleff (1994), uma das causas e/ou consequências do abandono é atribuída ao movimento internacional de modernização da

Matemática, que teve forte influência na escolha curricular da Geometria e recebeu o termo de Movimento da Matemática Moderna⁵ (MMM), o qual:

[...] levou os matemáticos a desprezarem a abrangência conceitual e filosófica da Geometria Euclidiana, reduzindo-a a um exemplo de aplicação da Teoria dos Conjuntos e da Álgebra Vetorial. Desta forma, a Geometria Euclidiana foi praticamente excluída dos programas escolares e também dos cursos de formação de professores de primeiro e segundo graus, com conseqüências que se fazem sentir até hoje (KALEFF, 1994, p. 20).

Sena e Dorneles (2013) mapearam pesquisas brasileiras cuja temática fazia referência à Geometria com a questão norteadora: Quais os rumos do ensino de geometria que se apresentam nas pesquisas das duas últimas décadas em nosso país? Chegaram à conclusão que as “[...] duas últimas décadas de pesquisa em geometria revelam que o estudo dessa área não é uma das prioridades no ensino da Matemática” (SENA; DORNELES, 2013, p. 154).

A Geometria, de forma geral, não tem tecido um caminho linear e com grandes conquistas positivas no campo da Educação Matemática. Há ainda questões a serem sanadas, e essa ciência carrega consigo uma forte herança de descontentamento, ao longo do tempo, por parte de educadores e pesquisadores.

Nesse sentido, indagamos: ‘E a GA, sendo um ramo da Geometria, encontra-se em um patamar diferente?’.

Santos (2016a) identificou 41 pesquisas no período de 1991 a 2014 relativas ao ensino de GA no contexto educacional brasileiro. A pesquisadora dividiu a análise em dois eixos: um com as pesquisas que discutem as TICs – por exemplo, *softwares* de geometria dinâmica – e outro com as pesquisas que não visam às TICs como foco – por exemplo, com manipulação de materiais. Desconsideramos as pesquisas desse último eixo por estarem distantes da questão de investigação central deste estudo.

No Quadro 1, apresentamos pesquisas voltadas ao Ensino Superior com as seguintes informações: autor/ano, nível da pesquisa, foco da investigação e conteúdo de GA, sujeitos/tipo de pesquisa, ação do pesquisador e ferramentas e conclusões.

⁵ O MMM é considerado o segundo movimento internacional de modernização da matemática e foi idealizado nos Estados Unidos nas décadas de 1960 e 1970, nas quais teve fortes influências. Segundo Oliveira, Silva e Valente (2011, p. 139), teve um caráter abstrato na Educação Matemática brasileira. O “MMM, em geral, está associado às estruturas algébricas, teoria dos conjuntos, geometria das transformações e a um forte apelo às sistematizações, à abstração matemática” (OLIVEIRA, 2011, p. 67).

QUADRO 1 – PESQUISA SOBRE GA NO NÍVEL SUPERIOR, TÉCNICO, SEU PRODUTO EDUCACIONAL E ESTADO DA ARTE

Autor/Ano Nível da pesquisa	Foco da investigação e conteúdo de GA	Sujeitos/Tipo de pesquisa	Ação do pesquisador e ferramentas	Apontamentos e conclusões
(FUSCO, 2002) Tese	Uma pesquisa-ação em que o professor muda sua prática docente e a acompanha com sua pesquisa. Estudo da reta e vetores.	Engenharia	Atividade para os alunos realizarem usando o <i>software</i> Cabri-Géomètre	O <i>software</i> cria oportunidade ao aluno para aprender. É possível realizar diversas estratégias de ensino usando o Cabri.
(RICHT, 2005) Dissertação	Realizou uma análise e descreveu como trabalhar com projetos usando o <i>software</i> Geometricks. Vetores e cônicas	Licenciatura em Matemática (primeiro ano) Disciplina de GA	Aplicou atividades no formato de projetos nos moldes da teoria do Construcionismo de Seymour Papert, visando facilitar a aprendizagem.	O trabalho com projetos contribui para a formação do futuro professor. Os projetos de GA utilizando <i>software</i> de Geometria dinâmica favorecem a formação do futuro professor. A formação deve ter sintonia com as transformações da sociedade.
(CARVALHO, 2007) Dissertação	Desenvolvimento e uso da biblioteca de funções em <i>visual basic for applications</i> do Excel. Conteúdo: Fórmulas de GA	4º período do curso Técnico em Biotecnologia	Atividades usando <i>visual basic for application</i> (VBA) e linguagem Basic de programação integrada com <i>software</i> de planilhas de cálculo Excel.	Os alunos não tiveram problemas em resolver as atividades propostas. A aplicabilidade da biblioteca de funções é uma ferramenta de auxílio para o ensino da Geometria Analítica.
(LUCAS, 2009) Dissertação	O GeoGebra e Moodle no ensino de GA: vetores	Licenciatura em Matemática/ Disciplina Geometria Analítica II	O pesquisador construiu um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para ensinar vetores usando o Geogebra 3D. Extensão da sala de aula.	Motivação dos alunos em utilizar o Geogebra, com visualização que facilita a compreensão dos conceitos de vetores. Melhora na participação em sala de aula.
(SANTOS, 2011) Dissertação	Exploração de conceitos de Geometria Analítica Plana utilizando o GeoGebra.	Licenciatura em Matemática/ Disciplina de Geometria Analítica Plana	As atividades foram elaboradas pelo pesquisador para serem implementadas pelos alunos no <i>software</i> .	A manipulação, visualização, movimento, simulação, entre outros, proporcionam a descoberta de propriedades, facilitando a aprendizagem. Proporciona a autonomia do aluno.

(CORREIA, 2011) Dissertação	As contribuições da utilização de atividades de investigação e exploração e utilização de <i>software</i> para aprendizagem de ponto e reta.	Licenciatura em Matemática/ Disciplina de Geometria Analítica Plana	O pesquisador aplicou uma sequência de cinco tarefas, quatro com o <i>software</i> GeoGebra e uma com lápis e papel.	Aprendizagem de uma metodologia de ensino. Ocorreu a aprendizagem de conceitos de GA. Aprendizagem por meio de atividades de exploração e investigação.
(PERALI, 2011) Dissertação	Elaborar, aplicar e avaliar um experimento de ensino; Conteúdos: vetores.	1º período do curso de Licenciatura em Química/ Disciplina de Física Teórica e Física Experimental	Atividades para serem realizadas em ambientes com papel e lápis e com o <i>software</i> Cabri-Géomètre II	O <i>software</i> contribuiu para a validação, a motivação e o interesse em utilizar o Cabri. Possibilitou também explorar, visualizar e analisar.
(LEMKE, 2011) Dissertação	Elaborar, aplicar e analisar situações no espaço R^3 . Conteúdos: retas e planos	1º período do curso de Engenharia	Atividades para serem resolvidas com papel, lápis e <i>Cabri 3D</i> .	O <i>software</i> possibilitou ao aluno realizar as tarefas com mais rapidez. O caráter dinâmico do <i>software</i> favorece a autonomia e a investigação de situações que não estão previstas nas tarefas.
(PAULA, 2011) Dissertação	Como os conceitos de GA são mobilizados e articulados. Conteúdos: Geometria Plana e Álgebra.	11 alunos de Licenciatura em Matemática. Não teve uma disciplina específica.	Aplicação de 16 atividades com o <i>software GrafEq</i> como ferramenta para a realização da sequência didática durante seis meses.	Os alunos apresentam dificuldades em fazer a conversão do registro algébrico para o gráfico, porém participaram do processo e o <i>software</i> permitiu que os alunos organizassem suas ideias e participassem do processo de construção do conhecimento. “Entretanto, apesar do trabalho desenvolvido algumas dificuldades persistiram até o final” (p. 168). Necessidade de pesquisa com esse tema, porém, com mais duração.
(LAGDEM, 2011) Dissertação	Construiu um produto educacional destinado ao professor, para ensinar as Cônicas utilizando o <i>software</i> Microsoft Excel. Conteúdo: Cônicas.	Material educacional	Elaborou um roteiro com atividades contextualizadas pela história das cônicas e suas propriedades: elipse, hipérbole, parábola, circunferência. <i>Software</i> Excel.	O uso de planilhas na educação apresenta-se como ferramenta facilitadora do estudo de tópicos da Matemática. O material serve de apoio aos professores, porém não indica o nível de ensino a ser aplicado.

(AHMAD, 2012) Dissertação	Um estudo sobre a Geometria Analítica em ambiente virtual de aprendizagem. Conteúdo: Pontos notáveis no Triângulo 3	2° e 4° períodos de Licenciatura em Matemática	Atividades realizadas no AVA usando o <i>software</i> de Geometria Dinâmica (régua e compasso).	O <i>software</i> proporcionou aos alunos a experimentação. Os alunos usavam o lápis e o papel para depois testarem no <i>software</i> . Apontam-se, ainda, as ferramentas como AVA e o <i>software</i> , que proporcionam a (re)significação do processo de ensino e aprendizagem da matemática.
(MATTOS, 2012) Dissertação	Ampliar a compreensão do curso de Licenciatura em Matemática a distância. Conteúdo: vetores.	3° semestre de Licenciatura em Matemática na modalidade EAD/ Disciplina: Geometria Analítica	De 50 alunos matriculados no 3° semestre, só haviam 17. Atividades realizadas na plataforma Moodle.	As aulas por videoconferência segundo os alunos se tornavam chatas e pouco atrativas, pois a câmera ficava centrada na folha e na mão do professor. A demora de os tutores responderem as dúvidas dos alunos causou desânimo. A autora não cita as dificuldades ou outras considerações sobre o estudo de vetores.
(SOUZA, 2014) Dissertação		1° período do curso de Engenharia de Produção/ Disciplina de Geometria Analítica	Utilizou o <i>software</i> de Realidade Aumentada (RA) ⁶ chamado VetorRA.	O <i>software</i> é uma ferramenta inovadora que permite ao aluno aprender vetores por meio da visualização do objeto. Permite fazer os cálculos de forma imediata, ou seja, fornece o resultado correto.
(COUTO, 2015) Dissertação	Investigou as mediações didáticas da tutoria <i>online</i> de GA/ Conteúdo: equações	Licenciatura em Matemática	Curso no Moodle, com atividades e recursos da sala, tais como vídeos, <i>slides</i> e fórum.	“Reconfigurações dos tutores para o desenvolvimento da mediação didática e uma classificação das Estratégias de Mediação Didáticas” (p.8). “A falta de instrumentação, por parte de maioria dos tutores, para lidar com os recursos disponibilizados ou ainda com outros fora do ambiente” (p. 156).

⁶ “É a combinação de objetos virtuais com objetos reais gerados pelo computador. Por meio de objetos reais, identificados por marcadores e um *software* que tenha a capacidade de reconhecer esses objetos e um computador com uma *webcam*, podem-se exibir vários objetos virtuais na tela do computador” (SOUZA, 2014, p. 25).

(SANTOS, 2016a) Tese	Desenvolveu uma investigação sobre o “Estado da Arte” das pesquisas brasileiras no período de 1991 a 2014. Conteúdo: Geometria Analítica	Pesquisa bibliográfica		“Concluímos que os temas da Geometria Analítica abordados nas pesquisas não mudaram ao longo do período estudado. O que mudou foram as estratégias de ensino e aprendizagem, agora centradas no estudante [...]” (p. 9).
(LEAL, 2016) Dissertação	Desenvolver atividades usando o GeoGebra, usando problemas. Conteúdos: Geometria Euclidiana Plana e Geometria Analítica	Dois professores do Ensino Médio e cinco alunos de licenciatura e bacharelado em Matemática	O pesquisador elaborou as atividades de GA usando o <i>software</i> GeoGebra. Os sujeitos resolveram ou refletiram sobre atividades previamente selecionadas.	“A Geometria Analítica não é encarada como uma ferramenta alternativa na resolução de certos problemas” (p. 88).
(COSTA, 2015) Tese	Analisou como os autores de livros didáticos organizam as atividades. Conteúdos: Geometria Analítica no Espaço, Reta e Plano	Ensino Superior	Análise de quatro livros didáticos de GA destinados ao ensino superior.	Os exercícios são da forma: determinar a equação da reta no espaço, determinar a condição de pontos, entre outros. “Os autores privilegiam uma modelização algébrica dos objetos matemáticos” (p. 8). As técnicas são voltadas para o campo da Álgebra linear.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

As propostas voltadas ao Ensino Superior e a outros níveis de ensino discutem o ensino do conteúdo de GA usando as tecnologias digitais como recurso objetivando a visualização e manipulação de conteúdo. São estudos direcionados ao uso das tecnologias como recurso didático, como os de Fialho (2010) e Cunha (2013).

As pesquisas realizadas no nível superior, de 1998 a 2012 (sete pesquisas), não abordam a relação com as tecnologias digitais, indagam-se o ensino e a aprendizagem de conceitos mais relacionados a vetores. Santos (2016a, p. 253) aponta que no “[...] estudo dos vetores no ensino superior, dentre as dificuldades dos alunos a mais destacada foi o processo de visualização da representação dos objetos matemáticos no plano e no espaço”. Observamos que a visualização é uma questão pontuada pelas pesquisas desse período.

O Quadro 2 ilustra as pesquisas em ordem crescente de datas, os focos de investigação, sujeitos, ação dos pesquisadores, aparatos tecnológicos e apontamentos.

QUADRO 2 – PESQUISA NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO

Autor/ Ano Nível pesqui sa	Foco da investigação e conteúdo de GA	Sujeitos/ Tipo de pesquisa	Ação do pesquisador e ferramentas	Apontamentos
(PASSO, 2004) Dissertação	“Observar as contribuições dos <i>softwares</i> de Geometria Dinâmica, devido à possibilidade de arrastar os objetos geométricos mantendo-se as suas invariâncias, na construção destes conceitos” (p. 48). Ponto e Reta.	3° ano do Ensino Médio	O pesquisador elaborou e aplicou uma sequência didática com base na Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau.	Dificuldades lógico-dedutivas, na compreensão dos objetos matemáticos e confusão sobre suas propriedades. É ineficiente o trabalho desenvolvido com os alunos do Ensino Fundamental. O Cabri aliado a situações didáticas contribui para a aprendizagem de GA. Os alunos participaram ativamente das discussões orais sobre as regularidades dos conteúdos. Desenvolve o pensamento matemático.
(SILVA, 2006) Dissertação	Investigou se um ambiente informático permite ao aluno reconhecer propriedades geométricas. Conteúdo: equações cartesianas e Paramétricas em R^2	10 alunos do 3° ano do Ensino Médio	Atividades no <i>software</i> Winplot. Também construção de GIFs animados.	As representações dinâmicas permitem que os alunos reconheçam algumas propriedades e aprofundem os estudos em questão.
(HAJNAL, 2007) Dissertação	O estudo do paralelismo no ensino de Geometria Analítica Plana: do empírico ao dedutivo.	1° ano do Ensino Médio	O pesquisador aplicou atividades para os alunos resolverem com o <i>software</i> e verificou-se que o Cabri-Géomètre ou <i>softwares</i> de geometria dinâmica contribuem para que os alunos construam suas argumentações.	Ao analisar livros didáticos, concluiu-se que a maior parte dos exercícios são do tipo ‘calcule’ ou ‘determine’ e pouco contribuem para o aluno investigar ou levantar conjecturas. Possibilidades de visualização, experimentação, simulação, validação, entre outras, pelo <i>software</i> de geometria dinâmica. Autonomia para realizar, argumentar e provar suas conjecturas.

(SANTOS, 2008) Dissertação	Analisou a aplicação do <i>software</i> gráfico como recurso didático. Conteúdo: plano cartesiano, equações e inequações.	12 alunos do 2º ano do Ensino Médio	Manipulações no <i>software</i> GrafEq	Os alunos compreenderam a diferença entre equações e inequações. É preciso criar novas perspectivas para abordar os conteúdos.
(FIALHO, 2010) Dissertação	A utilização do <i>software</i> GeoGebra para o ensino de GA: estudo do ponto, vetores, reta e circunferência.	3º ano do Ensino Médio	O pesquisador planejou um roteiro com 12 atividades para os alunos resolverem no <i>software</i> GeoGebra. Utilizou nas aulas de matemática.	Os alunos apresentaram dificuldades em conceitos matemáticos como paralelismo e perpendicularismo, cálculos e construções incorretas, entre outras. Motivação do estudante durante as atividades. Necessidade de recurso da escola: laboratórios, <i>internet</i> , computadores, entre outros. “Os estudantes aprenderam usando o programa” (p. 105).
(CUNHA, 2013) Dissertação	Ambiente virtual de aprendizagem para o ensino de tópicos de GA: estudo do ponto e reta.	Ensino Fundamental e Médio	O pesquisador criou no AVA, Moodle, duas unidades de tarefas com uma sequência de teorias e lições utilizando o <i>software</i> GeoGebra.	Muitos alunos abandonaram as atividades por falta de conexão com a <i>internet</i> . O <i>software</i> contribui com a aprendizagem por meio de suas ferramentas de visualização. O AVA é uma ferramenta com grande potencial no ensino de matemática. Identificou-se a falta de dedicação dos alunos.
(SILVA, 2014) Dissertação	Proposta de atividade a partir de conversões de registros de representação semiótica usando o GeoGebra. Equação da reta.	3º ano do Ensino Médio	O pesquisador elaborou e aplicou atividade utilizando o GeoGebra.	Manipulação do objeto sendo que com o lápis e o papel não conseguimos o mesmo resultado. Associar o uso do computador a uma sequência de ensino bem planejada. O computador não substitui o professor em certas tarefas. “[...] uso do computador cumpriu com o seu papel de proporcionar maior reflexão em relação ao assunto” (p. 166).
(FERNANDES, 2016) Dissertação	Estudo sobre retas no plano, segundo a representatividade no significado da GA como um método de abordagem de problemas geométricos. Conteúdo: coordenadas cartesianas e reta.	3º ano do Ensino Médio	Atividades desenvolvidas com o <i>software</i> GeoGebra	“Alguns alunos que ainda preferem copiar, ter tudo pronto, resistem a realizar a atividade quando percebem que têm que ‘raciocinar’, ‘interpretar’, ‘observar [...]’” (p. 68). Aponta a cultura ainda presente nas salas de aula, por parte dos alunos, em apenas copiar e resolver a matemática, sendo uma dificuldade aderirem a metodologias de trabalho que visam atividades investigativas.

Fonte: Elaborado pela Autora (2018).

Nas pesquisas que não trazem as tecnologias no contexto da GA no Ensino Médio, no período de 1999 a 2012 (sete pesquisas), os conteúdos que preocupam os pesquisadores são o estudo da reta (4), circunferência (2) e vetores (1) (SANTOS, 2016). As indicações para mudanças são as mais diversas, apontadas nas pesquisas como ensino a partir da história de vetores e adaptação da geometria vetorial no EM, análises do coeficiente angular da reta por meio de situações-problema, análise de exercícios de vestibulares com a finalidade investigar os conceitos de GA implícitos, entre outras. Em relação às dificuldades dos alunos sobre a GA, as pesquisas desvelam a desarticulação dos conteúdos no currículo, o ensino focado apenas nas técnicas algébricas, a falta de o docente refletir sobre sua prática, dificuldade de mudança da representação algébrica para a gráfica.

Borba, Silva e Gadanidis (2014) elencam quatro fases das tecnologias digitais que expressam as particularidades e similaridades das tecnologias; uma fase não exclui ou substitui a outra. Na primeira fase (1985), as tecnologias identificadas são computadores, calculadoras, linguagem de programação Logo e perspectivas teóricas (o construcionismo). Na segunda fase (início de 1990), os computadores se tornam mais populares e surgem os *softwares* de geometria dinâmica: Maple, Winplot, Cabri, GeoGebra, entre outros, cujas características os levam a inserir-se no ciclo de aprendizagem caracterizado pela perspectiva de aprendizagem construcionista. A experimentação, visualização e demonstração são características apontadas na segunda fase. As pesquisas realizadas de 2002 até 2017 apresentam particularidades da segunda fase. Grande parte aponta essa função dos *softwares*, vistos como ferramentas para representar, visualizar, movimentar, entre outros, os conceitos de GA e predominam nas pesquisas em nível médio (GeoGebra) e no Ensino Superior.

Na terceira fase (1999), os computadores portáteis e a internet são evidenciados na discussão, com sua presença na educação online e nas comunidades de aprendizagem em rede. Ainda na atualidade, os pesquisadores se referem aos equipamentos de acesso à internet como um fator negativo da aprendizagem (CUNHA, 2013; FIALHO, 2010).

A quarta fase (2004), ou atual, apresenta alguns aspectos e elementos, como, por exemplo, os vídeos e a internet das tecnologias digitais na Educação Matemática, expostos no Quadro 3.

QUADRO 3 – QUARTA FASE DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Quarta fase (2004)	Tecnologias	Natureza ou base tecnológica das atividades	Perspectivas ou noções teóricas	Terminologia
	Computadores, <i>laptops</i> , <i>internet</i> , <i>tablets</i> , celulares e <i>internet</i> rápida.	GeoGebra, objetos virtuais de aprendizagem; <i>Applets</i> ; vídeos, <i>YouTube</i> , <i>Moodle</i> , entre outros.	Mobilidade; telepresença; interatividade; <i>internet</i> em sala de aula; produção e compartilhamento <i>online</i> de vídeos; performance matemática digital.	Tecnologias digitais (TDs); tecnologias móveis ou portáteis.

Fonte: Borba, Silva e Gadanidis (2014, p. 39).

Nos estudos de Santos (2016a, p. 258), identificamos 41 pesquisas (nível médio e superior). Nas produções acadêmicas, observamos a dificuldade da mudança de representação gráfica para a representação algébrica e a falta de interpretação em situações-problema como as principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes; isto é, por meio de uma modelagem do mundo real, alguns estudantes não conseguiram matematizar e solucionar tais problemas.

No que se referem às atividades propostas nas pesquisas levantadas, a maior parte centra-se na resolução de exercícios com ênfase na matemática pura (SKOVSMOSE, 2008). Como exemplo, em questões da OBMEP: “Determine a equação da reta perpendicular a $y - 2x + 5 = 0$ e que passe pelo ponto A (3;2)” (COUTO, 2015, p.84); “Represente a reta r de equação $y = 3x + 8$. Para isso digite ‘ $r: y = 3x + 8$ ’ no campo Entrada” (FERNANDES, 2016, p. 60); “Traçamos a diagonal AC do quadrado ABCD. Como os segmentos AC e GE formam um ângulo de 45° em relação à reta que contém o segmento BE, concluímos que AC e GE são paralelas” (LEAL, 2016, p. 65). Nos livros também constam exercícios do tipo calcule ou determine, e isso não abre para o aluno possibilidades de investigação (HAJNAL, 2007), enfatizando exercícios de demonstrações pela álgebra (COSTA, 2015). A esse respeito, Borba, Silva e Gadanidis (2014, p. 131) argumentam que “uma característica do século XX, que permanece intacta no século XXI, é a tentativa de dedução da educação, em geral, e consequentemente da educação matemática, aos testes”.

Nas pesquisas do nível médio, no qual, segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (9.394/96), o aluno tem que desenvolver o pensamento crítico, os *softwares* são vistos como ferramentas para manipular e visualizar a representação dinâmica das figuras e construções algébricas. Nesse caso também há problemas com recursos, como a falta de internet (CUNHA, 2013), de motivação e dedicação e a cultura de decorar fórmulas e

aplicá-las, causando empecilhos e dificuldades na introdução de metodologias investigativas que estão no centro do processo (FERNANDES, 2016).

Nessa direção, Borba, Silva e Gadanidis (2014, p. 40-41) enunciam que

O surgimento de uma nova tecnologia permite que novos tipos de problemas matemáticos sejam explorados; um problema baseado no uso do lápis e papel, por exemplo, pode vir a “perder seu sentido”, tornar-se trivial ou obsoleto, ao ser resolvido com um *software*.

As pesquisas não avançaram em relação às tecnologias empregadas nas investigações do processo de ensino e aprendizagem de GA. Identificamos apenas uma, que utilizou um *software* de realidade aumentada, considerada uma tecnologia mais atual. Mesmo com tecnologias mais atuais, que possibilitam outras formas de abordagem de conteúdos visuais como a GA, somente os *softwares* de geometria dinâmica parecem ser úteis. Temos *softwares* como o Scratch, em que há “[...] uma linguagem de programação visual muito apelativa para a construção de jogos, animações e histórias interativas” (JESUS; VASCONCELOS; LIMA, 2016, p. 49); o Kodu Game Lab, uma ferramenta que permite a criação de mundos nas mais diversas esferas – por exemplo, criar um mundo aquático, e as situações ou problemas são um dever do criador.

Identificamos a ausência de pesquisas que abordam vídeos, sejam em forma de aulas, filmes, vídeos didáticos ou reportagens no processo de ensino e aprendizagem da GA tanto no Ensino Superior como no Ensino Médio. Nesse ângulo, os vídeos não são temas de investigação concernentes à GA.

1.3 OS VÍDEOS DIGITAIS NO CONTEXTO NACIONAL

Durante longo tempo, as informações foram passadas para as pessoas principalmente via oral, verbal. Assim também acontecia com as explicações dos conteúdos escolares, realizadas apenas de forma verbal pelo professor e com o auxílio de livros com palavras e imagens estáticas. Com o advento da informática, e atualmente com a internet e os celulares, outras maneiras de comunicação foram incorporadas ao contexto escolar, mesmo que não com objetivos pedagógicos.

Os vídeos digitais são uma dessas formas que ganharam mais popularidade com os celulares e a internet, os quais estão cada vez mais presentes no contexto social, especialmente dos jovens, que acessam vídeos de conteúdos diversos: informações sociais, políticas, sobre catástrofes naturais, conteúdos escolares, etc. Esse modo de apresentação de conteúdos empíricos ou científicos é apreciado por muitos jovens.

Diante disso, questionamos: ‘E no contexto científico, os vídeos são temas de pesquisas que versam sobre a Educação Matemática?’; ‘Os vídeos são utilizados com que finalidade?’; ‘Que tipos de abordagens e em que nível de ensino são construídos vídeos pelos alunos?’.

Identificamos, entre o período de 2004 a dezembro de 2017, 12 produções (uma em 2009 (Quadro 4), três em 2011, cinco em 2012, uma em 2013 e duas em 2014), porém as que versam sobre produção de vídeos em sala de aula somam apenas seis: (SANTOS, C., 2016), Cardoso (2014), Domingues (2014), Freitas (2012), Pando (2012) e Silva (2012), discutidos na sequência.

QUADRO 4 – PESQUISA SOBRE CONSTRUÇÃO DE VÍDEO E/OU EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Autor/ Ano Nível pesqui sa	Foco da investigação e conteúdo	Sujeitos/ Tipo de pesquisa	Propostas	Apontamentos
(SILVA, 2012) Dissertação	Uma proposta de como utilizar o cinema em sala de aula. Conteúdo: arte	Ensino Fundamental e Médio	O pesquisador elaborou uma proposta para ser trabalhada em sala de aula com os alunos.	Apresentou “uma proposta de ensino, a Oficina de Cinema, como possibilidade de inserção curricular para trabalhar o cinema e sua articulação com a arte e a mídia em sala de aula” (p. 13).
(PANDO, 2012) Dissertação	Realizou uma experiência pedagógica de produção de conteúdo audiovisual digital. Objetivou a produção e distribuição de novos conhecimentos de forma interativa. Disciplina: Biologia	20 alunos com idade entre 13 e 15 anos.	Desenvolveu um estudo exploratório por meio de projeto de produção de programa informativo usando dispositivos móveis. Utilizou o formato de um microdocumentário com um roteiro estipulado pelo autor.	“Foi possível, sem muito esforço, estimular a criação de pequenos núcleos de produção audiovisual, trabalhando a interdisciplinaridade através de estudos realizados com as disciplinas de arte e biologia” (p. 93).

(SANTOS, 2016b) Dissertação	Investigou sobre a construção de vídeos ligada a atividades experimentais. Conteúdo: ondas sonoras e óptica geométrica	2º ano do Ensino Médio	Os alunos produziram vídeos com regras e conteúdos preestabelecidos, com a elaboração, a compreensão e a explicação da atividade experimental.	Mesmo passados meses da finalização das atividades, os alunos ainda se recordavam dos conceitos apresentados nos vídeos. As produções de vídeos com atividades experimentais contribuem para o processo de ensino e aprendizagem de física.
(FREITAS, 2012) Dissertação	Investigou como o processo de Construção de vídeos matemáticos com YouTube pode contribuir para o ensino e a aprendizagem de matemática. Conteúdo: Funções	Curso de Engenharia e Sistema de Informação	Desenvolvimento de produtos matemáticos audiovisuais pelos alunos. Os alunos criaram os roteiros, planejaram os <i>scripts</i> , os cenários, as falas e a organização das cenas.	Proporcionou situações de ensino e aprendizagem por questionamento e o ensino construtivo. Gerou momentos de reflexão, descrição/expressão de ideias e depuração compartilhada. Mostrou-se como possibilidade de uma cultura participativa.
(DOMINGUES, 2014) Dissertação	O papel do vídeo nas aulas multimodais de matemática aplicada: uma análise do ponto de vista dos alunos	Aluno de Graduação em Ciências Biológicas. Disciplina de Matemática aplicada	Analisou a forma como os professores e alunos utilizam vídeos. Ministrou encontros temáticos: preparatório sobre YouTube e ferramentas, discussão dos textos e atividades em duplas e apresentação dos vídeos criados.	O vídeo pode ser arquitetado como uma mídia que tem diversos papéis, dentre eles: complementar as aulas por meio de explicação dinâmica do conteúdo, fixar e aprofundar determinados conteúdos, “lustrar, demonstrar e concretizar experimentos, simulações e aplicações devido à dinamicidade de seus elementos visuais” (DOMINGUES, 2014, p. 105).
(CARDOSO, 2014) Tese	Investigou sobre vídeos digitais e metodologia de ensino como possíveis contribuições para a conceitualização em Álgebra Linear.	Dois grupos de quatro estudantes do Ensino Superior	O pesquisador ministrou dois cursos de 68 horas de álgebra linear, usando metodologias diferentes. Um dos cursos utilizou aulas reversas, nas quais disponibilizava vídeos sobre resolução de exercícios construídos por ele.	“[...] percebemos que o uso de vídeos, associado às aulas reversas, contribui para a aproximação entre estudantes e professor durante as aulas, o que facilita a mediação docente durante o processo de conceitualização nessa disciplina” (CARDOSO, 2014, p. 5).

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

As inovações tecnológicas como o celular, computadores portáteis, internet, dentre outras, trazem novas possibilidades e novos atores. Corroboramos Santaella (2006, p. 187) quando afirma que “As antigas distinções entre produtores e receptores da imagem televisiva começaram a se borrar, pois qualquer pessoa com uma câmera na mão tornou-se potencialmente um produtor”.

As pessoas nascidas após a década de 1980 detêm várias capacidades em relação às tecnologias digitais: “[...] desenvoltura em tarefas como: envio de mensagem de texto e de correio eletrônico (*mail*), navegação na *web*, realização de jogos *online*, processamento de texto, edição simples de imagens e figuras, entre muitas outras tecnologias” (JESUS; VASCONCELOS; LIMA, 2016). São chamadas de nativos digitais (PRENSKY, 2001).

Domingues (2014, p. 102) assevera que os alunos chegam às universidades com um grau satisfatório de familiaridade com as tecnologias:

Essa familiaridade com a tecnologia pode ser notada, pois, conforme observado, alguns alunos realizam pesquisas por meio de vídeos encontrados na internet. Os alunos que trabalharam com o tema Matemática e Música chegaram inclusive a usar o vídeo como fonte bibliográfica, além de deixar que ele em si expusesse parte do conteúdo de matemática investigado no trabalho.

Em atividades de produção de conhecimento com os aparatos tecnológicos, mais especificamente os vídeos, Freitas (2012) observou que os alunos deixaram de ser apenas consumidores, tornando-se produtores de conteúdo diante desse contexto de criação. Percebemos poucas pesquisas relativas à produção de vídeos, identificamos uma lacuna em relação ao Ensino Médio na Educação Matemática.

Nesse âmbito, Oechsler (2015, p.10-11) faz algumas indagações, como:

[...] em que momento os alunos podem ser instigados a criar os seus próprios vídeos? Como o professor deve proceder: deve ensinar seus alunos a criarem os vídeos, apresentando ferramentas de captura e edição de imagens? Deve deixar os alunos livres para o uso das ferramentas de vídeo?

Vislumbramos a possibilidade de lançarmos a investigação nesse campo. Importa destacar que neste estudo não almejamos responder todas as questões que envolvem esse contexto e sim aumentar as possibilidades de discussão e reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem de GA articulado com os vídeos.

Ao buscarmos reflexões teóricas acerca do ensino e aprendizagem nesse contexto, no próximo capítulo trazemos os pressupostos da TAS e TCAM.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresentamos o referencial teórico sobre TAS e TCAM, as quais serviram de suporte para a análise e a prática. E também descrevemos suas implicações para esta investigação.

2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

O conhecimento prévio, segundo Ausubel (2003), é o fator que mais interfere na aprendizagem, ou seja, aquilo que o sujeito conhece é um determinante para a ocorrência da aprendizagem. A aprendizagem significativa, sob essa ótica, ocorre quando uma nova informação se relaciona a outras existentes na estrutura cognitiva do sujeito e ambas sofrem alterações, isto é, “[...] ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos ou proposições relevantes*, preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz” (MOREIRA, 2014, p. 161, grifos do autor). A interação com o conhecimento prévio não ocorre com qualquer conhecimento que o indivíduo já possua e sim com aqueles relevantes e consolidados em sua estrutura cognitiva – por exemplo, uma imagem, um símbolo, uma proposição, um conceito, etc., que apresente maior estabilidade conceitual para ele (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Os conceitos estáveis formam um conjunto de conhecimento organizado hierarquicamente, o qual constitui a estrutura cognitiva. A estrutura cognitiva é um composto de subsunçores adquiridos em uma “relação não arbitrária e substantiva (não literal)” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34). Os subsunçores são os conhecimentos estruturados que cada indivíduo possui e que possibilitam, por meio de interação, atribuir significado a outros conhecimentos, mais ou menos refinados.

O conceito de plano cartesiano, por exemplo, é diferente para um aluno do EM e para um bacharel de Matemática ou Ciência da Computação, pois os subsunçores (conhecimentos) de um são mais elaborados que os do outro, pois os conceitos de Geometria Analítica no espaço R^3 utilizam conceitos mais aprofundados e dependentes de coordenadas cartesianas no espaço R^2 , ou seja, com a representação de uma figura geométrica em vários quadrantes (octantes) e coordenadas (x, y, z) .

Essas são explicações relativas aos mecanismos internos da estruturação do conhecimento na mente humana frente à aprendizagem, fundamentadas por Ausubel (2003)

na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Temos ainda que a aprendizagem significativa ocorre mediante duas condições: o material de aprendizagem ser potencialmente significativo e o aluno apresentar predisposição para aprender (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2009, 2011).

A primeira dessas duas condições diz respeito ao material potencialmente significativo. O material em si não possui significado, mas é o sujeito que atribui significado ao material. Isso pelo fato de os significados estarem nas pessoas assim, são elas que atribuem ou não significados aos materiais (MOREIRA, 2011).

Essa primeira condição implica dois fatores: que o material de aprendizagem tenha significado lógico e que “o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado” (MOREIRA, 2011, p. 25).

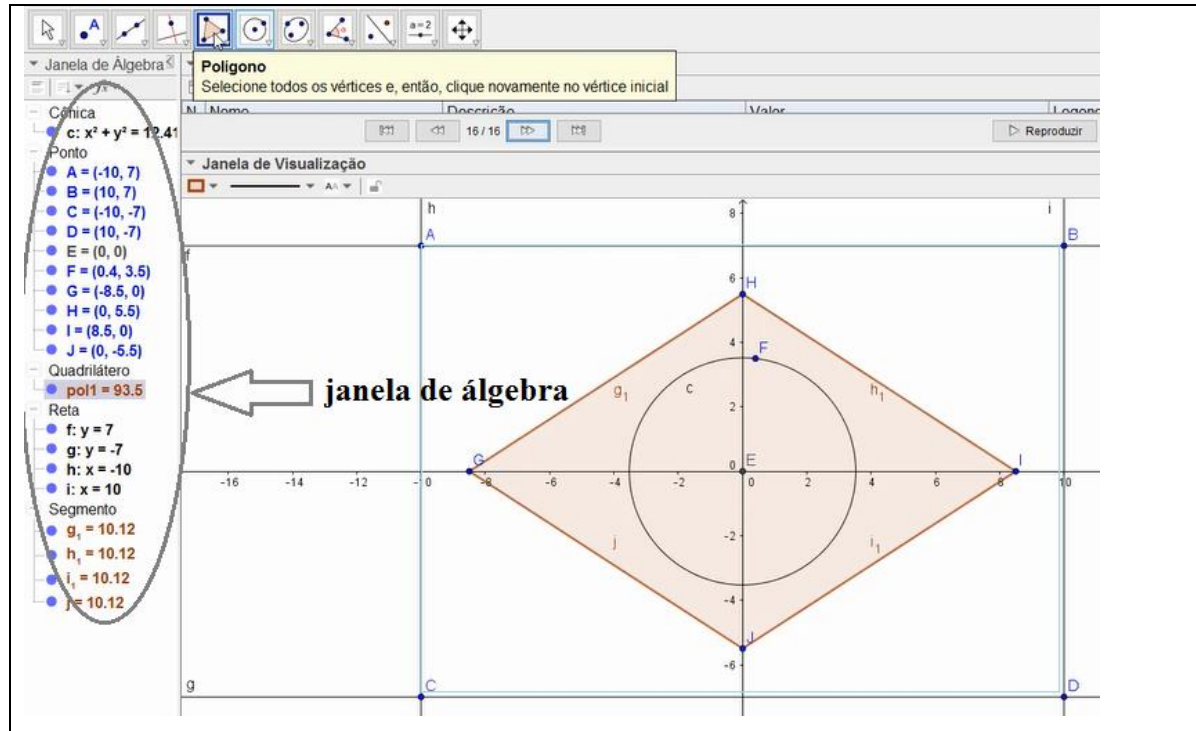
O significado lógico é um fator referente ao material, porque o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, etc.) deve ter significado lógico: “[...] isto é, seja relacionável de maneira não arbitrária e não literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante” (MOREIRA, 2011, p. 24-25). O significado lógico significa que se pode relacionar de forma não arbitrária as ideias relevantes, generalizações, modificações, ideias mais amplas, entre outros. Por exemplo, o aumento do raio da circunferência relaciona-se significativamente à área interna dessa figura. Esta, por sua vez, relaciona-se com a quantidade de material para preencher a área, como grama para um jardim ou papelão para a construção de uma caixa de doces, ao aumento de custo do valor em relação ao material escolhido, dentre outros fatores considerados um encadeamento de ideias coerentes.

A relação não arbitrária e não literal é requisito relevante a ser considerado em um material.

O primeiro critério – *capacidade de relação não-arbitrária* – sugere simplesmente que, se o *próprio* material for suficientemente não-arbitrário (ou não-aleatório), está presente uma base adequada e quase evidente para o relacionar de forma não arbitrária aos tipos de ideias correspondentes relevantes da estrutura cognitiva, que os seres humanos, no geral, ou pelo menos alguns, conseguem apreender (AUSUBEL, 2003, p. 75, grifo do autor).

A forma arbitrária diz respeito às situações derivadas, ideias congruentes, relação com conceitos antecedentes, generalizações com ideias de inclusão, dentre outras. Um exemplo de relação com conceitos antecedentes em GA é a representação de sólidos geométricos no plano cartesiano. A Figura 2 ilustra o exemplo.

FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DE FIGURAS GEOMÉTRICAS POR MEIO DA LOCALIZAÇÃO DE PONTOS



Fonte: Dados da pesquisa: vídeo dos alunos.

No exemplo da Figura 2, uma forma de arbitrariedade seria disponibilizar para o aluno a Janela de Álgebra, destacada com uma elipse, com informações sobre a cônica, os pontos, o quadrilátero, a reta e o segmento de reta, com os valores em uma tarefa de aprendizagem, e esperar a aquisição de novos significados. É mais provável, então, que tenhamos como resultado a memorização dos conceitos algébricos.

O segundo critério de não literalidade ou “*fiabilidade não literal*” sugere que, se a tarefa de aprendizagem for, mais uma vez, suficientemente não arbitrária, poder-se-ia relacionar um símbolo ou grupo de símbolos, equivalentes (sinônimos) em termos ideários, à estrutura cognitiva do aprendiz [...]” (AUSUBEL, 2003, p. 75, grifos do autor). O autor pontua que o significado da palavra não depende do uso exclusivo de palavras particulares. Um exemplo é a palavra ‘coordenadas’ (*coordinates* ou 座標, que induz aos mesmos significados de coordenadas para uma pessoa que possui certo conhecimento de português, inglês ou japonês. Outro exemplo, em relação à Geometria, é que “[...] ‘a soma de todos os ângulos internos de um triângulo é igual a um ângulo raso’ teria, essencialmente, o mesmo

significado para a maioria dos estudantes de geometria que ‘a soma de todos os ângulos internos de um triângulo é igual a 180 graus’” (AUSUBEL, 2003, p. 75), ou seja, raso e 180 graus apresentam uma considerada equivalência nessa área de conhecimento.

Atender a coerência do material se torna relevante para garantir que as ideias não se tornem confusas nem arbitrárias. Mas esse fator por si só não garante a ocorrência da aprendizagem significativa. Além disso, é “[...] necessário que o conteúdo ideacional relevante esteja disponível na estrutura cognitiva de um determinado aluno” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34). Isso diz respeito ao conhecimento já consolidado pelo aluno em sua estrutura cognitiva, conceitos internalizados que fazem parte da sua estrutura de conhecimento.

Outra implicação é que o material seja potencialmente significativo, ou seja, que o aluno “[...] **tenha** em sua estrutura cognitiva **ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado**” (MOREIRA, 2011, p. 25, grifo nosso). Os significados de ideias-âncora se referem aos chamados subsunçores, os conhecimentos prévios relevantes que o aluno possui e que servem de pontos de ancoragem aos conhecimentos novos.

Entretanto, e quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados? Esse problema é resolvido, segundo Ausubel (2003), usando-se os chamados organizadores prévios. Estes podem, por exemplo, ser um vídeo ou texto para leitura introdutória. “Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem” (MOREIRA, 2011, p. 30). O material, nesse caso, deve estar em um nível de abstração mais elevado, não podendo ser, por exemplo, um sumário ou um resumo do conteúdo escolar a ser trabalhado. Deve servir como uma espécie de ponte intelectual. Exemplificamos: trabalhar com os alunos endereços de ruas e números de casas em um mapa da cidade antes de eles localizarem os pontos em um plano cartesiano nos eixos x e y. O organizador é indicado para suprir a falta de subsunçores ou para ilustrar relações entre conceitos (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2014).

Isso posto, a primeira condição se restringe aos dois fatores: que o material de aprendizagem tenha significado lógico e que o aluno tenha em sua estrutura cognitiva subsunçores com os quais esse material possa se relacionar. Em outras palavras, fator é relacionado à natureza do material e o outro à natureza da estrutura cognitiva do aluno.

Temos ainda a segunda condição para a ocorrência de aprendizagem significativa, que se reporta à predisposição para aprender, ou seja, à intencionalidade de transformar em psicológico o significado lógico dos materiais educativos. “A segunda condição é talvez mais

difícil de ser satisfeita do que a primeira: o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não arbitrária e não literal, a seus conhecimentos prévios” (MOREIRA, 2011, p. 25). Essa condição não se relaciona exatamente com a motivação ou o gosto pelo conteúdo: “[...] o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia [...]” (MOREIRA, 2011, p. 25). O aluno, de alguma forma, se predispõe a modificar, enriquecer, elaborar e atribuir significados a uma nova informação, podendo ser apenas pelo fato de saber que sem o conhecimento do conteúdo de Geometria não terá bons resultados na avaliação e, conseqüentemente, não terá a nota necessária para passar na disciplina de Matemática. O conhecimento prévio pode ser considerado, em consonância com Teixeira e Sobral (2010, p. 667), “[...] produto das concepções de mundo da criança, formuladas a partir das interações que ela estabelece com o meio de forma sensorial, afetiva e cognitiva”.

As duas condições são dependentes e não ordenadas porque tanto o aluno pode se predispor a integrar o novo conhecimento e o material não ser potencialmente significativo para ele quanto o material pode ser potencialmente significativo mas ele pode não estar predisposto a aprender. Tanto o material quanto a predisposição são condições essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003).

As tarefas de aprendizagem, mesmo que atendam às condições necessárias, são consideradas apenas potencialmente significativas:

Obviamente, na maioria das tarefas de aprendizagem potencialmente significativas, as *partes componentes* (palavras do material) já são significativas; mas, nestes casos, a *tarefa de aprendizagem como um todo* (a proposição) é apenas *potencialmente* significativa. **Na aprendizagem de um novo teorema geométrico, por exemplo, cada uma das palavras componentes já é significativa, mas a tarefa de aprendizagem como um todo (aprender o significado do teorema) ainda não é dominada.** Assim, pode compreender-se ou, pelo contrário, reagir-se ao material *potencialmente* significativo (AUSUBEL, 2003, p. 78, grifos nossos).

Ausubel (2003) declara que o aluno não constrói um novo subsunçor diante de uma tarefa potencialmente significativa apenas em razão das palavras do material possuir significados para ele, apenas acrescentam um qualitativo potencial. Isso possibilita a compreensão de um teorema matemático, mas não na forma de uma consequência – por exemplo, os conceitos ponto e seguimentos de retas em GA possibilitam a execução de uma tarefa de aprendizagem potencialmente significativa porque os alunos possuem subsunçores,

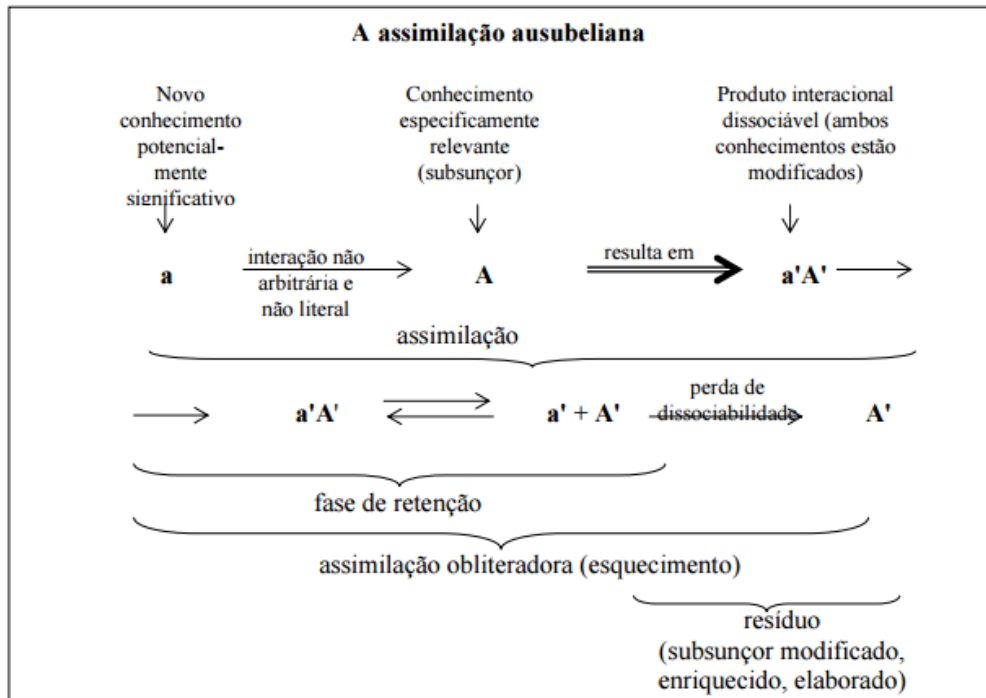
ou conceitos estruturados, para entenderem as propriedades matemáticas que permitem o funcionamento do localizador de endereços GPS, como aplicá-los em situações distintas. Trata-se apenas de uma tarefa de aprendizagem potencial e não é garantido que o aluno consiga apreender, enriquecer ou reelaborar o significado do plano cartesiano ou a fórmula da distância entre pontos, uma compreensão conceitual do teorema.

É necessário buscar a **linguagem adequada ao lidar com o estudante**, usar sinônimos, citar exemplos, explicar de maneiras diferentes, buscar a recursividade, usar a argumentação lógica para não parecer um dogma de fé, de forma a possibilitar a ancoragem do novo conhecimento (MENDONÇA, 2012, p. 54, grifos nossos).

Quando o novo conhecimento se relaciona com a estrutura cognitiva existente ocorre a compreensão conceitual. O sujeito percebe regularidades no evento, “passa a representá-las por determinado símbolo e não mais dependendo de um referente concreto” (MOREIRA, 2011, p. 39). Nesse processo, o novo conhecimento adquire significado.

Outro ponto teórico da TAS referente ao processo de estruturação do conhecimento é a assimilação. Esta é o resultado da interação entre a estrutura cognitiva que o sujeito possui com o novo material a ser compreendido. A diferenciação entre os novos e antigos significados modifica a estrutura pela assimilação. No processo detalhado, **a** é considerado um conceito ou preposição potencialmente significativo, “[...] **a** podem nunca ser recuperáveis precisamente da mesma forma em que foram, inicialmente, apresentados. O próprio processo de subsunção que ocorre na assimilação de **a** pode resultar numa alteração drástica de **a** para **a'**”; o **A** é um subsunçor consolidado na estrutura cognitiva, e ambos se relacionam e por meio da interação se modificam, e o produto dessa interação são o **a'** e o **A'**. Assim, o produto interacional **a'A'** se caracteriza como Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003, p. 109). A Figura 3 explica o processo de assimilação.

FIGURA 3 – A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOB A ÓTICA DE AUSUBEL



Adversa à compreensão de um determinado conceito, temos a memorização das informações, que ocorre de forma arbitrária. Exemplificamos: o sujeito não consegue transferir ou adaptar o que aprendeu às novas situações; isso se caracteriza como aprendizagem mecânica (ou automática); as novas informações são aprendidas praticamente sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sendo assim contrárias à compreensão de conceitos (AUSUBEL, 2003). A aprendizagem mecânica permeia a maior parte do processo educativo escolar, visto que os alunos estudam para as avaliações e depois não conseguem transferir os conhecimentos para situações diferentes, mas é considerada a forma inicial de aprendizagem ou conhecimento.

A aprendizagem mecânica, segundo Moreira (2010), não é um caminho distinto para a aprendizagem, mas trata-se de um contínuo. Isto porque, quando o sujeito não tem conhecimento prévio sobre dado assunto, em um primeiro momento esses conceitos são considerados mecânicos. Não sendo dicotômicos, esses dois tipos de aprendizagem possuem apresentam características específicas.

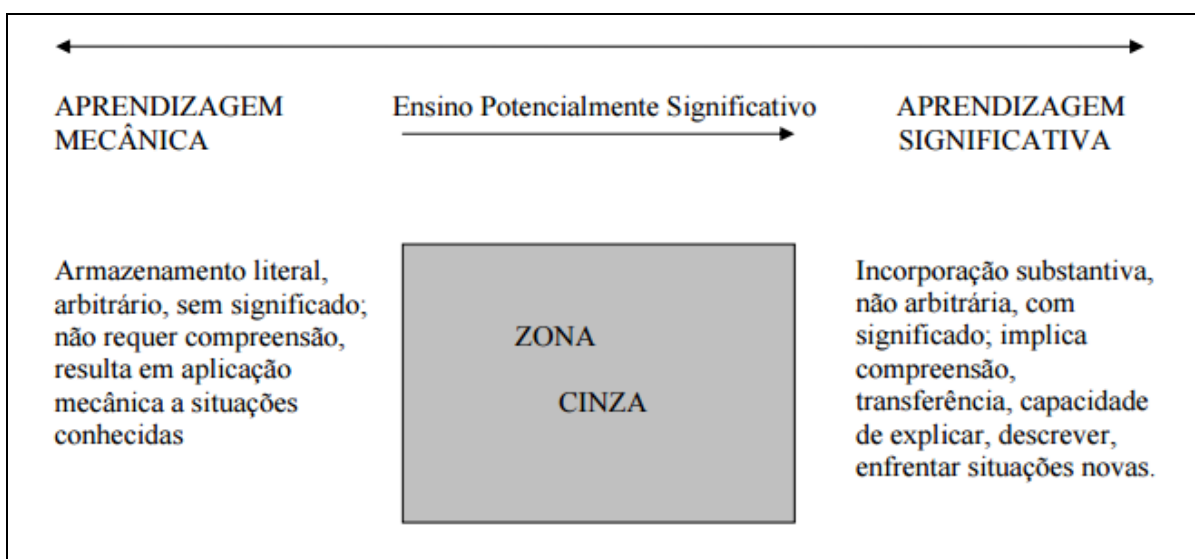
Na AS, a produção é criativa e há características como esforço deliberado para ligar o novo conhecimento aos pré-existentes, compromisso afetivo de relacionar o conhecimento novo com os subsunçores, prática de exercícios e réplicas reflexivas, sem significado, entre

outros. A aprendizagem mecânica, mais enfatizada na escola, e conseqüentemente para o aprendizado da matemática, tem características como incorporação *ipsis litteris* do novo conhecimento pela estrutura cognitiva, nenhum esforço deliberado para ligar o novo conhecimento aos subsunçores, nenhum compromisso afetivo, dentre outros (MOREIRA, 2014). Tanto uma aprendizagem quanto a outra pode acontecer, dependendo da forma como é planejada a ação docente. A zona intermediária ou “zona cinza”, de acordo com Moreira (2010), é a expressão usada para indicar um momento ou intervalo nesse contínuo em que a aprendizagem pode ser facilitada ou não potencializada, podendo interferir na direção do caminho que o aluno segue.

Nessa direção, (2013, p. 34) afirma que “[...] As condições para a ocorrência de aprendizagem significativa não se referem apenas às estratégias de ensino adotadas pelo professor, mas envolvem também aspectos específicos de cada sujeito e, dentre esses, os aspectos motivacionais”.

Detalhamos a aprendizagem mecânica o ensino potencial e a aprendizagem significativa na Figura 4.

FIGURA 4 – APRENDIZAGEM MECÂNICA, ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA



Fonte: Moreira (2010, p. 12).

2.1.1 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

A aprendizagem não é estática. Sendo assim, a estrutura cognitiva se modifica a cada situação de ensino que converge para a aprendizagem significativa. Essas mudanças ou a reorganização dos subsunçores ocorrem, segundo Ausubel (2003), por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

O processo de assimilação sequencial de novos significados, a partir de sucessivas exposições a novos materiais potencialmente significativos, resulta na *diferenciação progressiva* de conceitos ou proposições, no conseqüente aperfeiçoamento dos significados e numa potencialidade melhorada para se fornecer ancoragem a aprendizagens significativas posteriores (AUSUBEL, 2003, p. 106, grifo do autor).

Nesse sentido, o aluno aprende significativamente devido à reorganização dos conceitos em sua estrutura cognitiva, pois a cada situação de ensino que resulta em AS, os subsunçores se modificam, se tornam mais fortes e permanentes. Em relação à estrutura, considera-se que as ideias mais inclusivas estão no topo e, abaixo, proposições, fatos, conceitos, entre outros, com menos grau de importância, menos inclusivos. Caso ocorra a diferenciação progressiva, outro processo resultante é a reconciliação integradora.

A reconciliação integradora tem a tarefa facilitada no ensino expositivo, se o professor e/ou os materiais de instrução anteciparem e contra-atacarem, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e ideias relevantes existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes (AUSUBEL, 2003, p. 6).

As ideias mais estáveis e/ou elaboradas se relacionam entre si por meio de semelhanças e diferenças; são conexões cruzadas que enriquecem, entre outras, a conexão entre os subsunçores. Os organizadores prévios apresentam potencial para promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora e, desde que implementados adequadamente, serão instrumentos para cumprir tal propósito.

[...] se o princípio de assimilação for, de facto, operante no armazenamento de ideias significativas, seria, então, bastante compreensível a razão por que a organização do conteúdo das matérias de uma determinada disciplina no intelecto de um indivíduo exemplifica uma pirâmide hierarquicamente ordenada. Nesta, as ideias mais inclusivas e vastamente explicativas ocupam uma posição no cume da pirâmide e subsumem, de forma progressiva, ideias menos inclusivas ou mais diferenciadas, estando cada uma destas ligada ao degrau imediatamente mais acima na hierarquia, através de laços relacionais de natureza assimilativa (AUSUBEL, 2003, p. 107).

As correlações com uma pirâmide de hierarquia, para exemplificar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, mostram como as relações se modificam na estrutura cognitiva do aluno. Uma forma de externalizá-las é pelos mapas conceituais, utilizados como instrumento de coleta de dados em nossa investigação.

2.2 TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

Os conhecimentos acumulados e sistematizados ao longo do tempo foram passados aos alunos por mensagens verbais, como palestras e textos impressos. Embora se caracterizem como formas de apresentação de informações em situações de ensino e aprendizagem escolar, Mayer (2009) aponta a necessidade de ir além do verbal, ou seja, usar simultaneamente as linguagens oral e escrita e as imagens para promover a aprendizagem.

Paivio (2007) enuncia que temos dois subsistemas cognitivos nos quais as atividades de pensamento envolvem um sistema verbal com a linguagem e outro não verbal. A transmissão de informações ocorre por meio de um canal verbal e de um visual, sendo a premissa da teoria da codificação dual, ou seja, visão e audição.

Mayer (2009, p. 1, tradução nossa) utiliza-se dos pressupostos da teoria de Allan Paivio como um dos pilares para a TCAM, e alega que “As pessoas aprendem mais com palavras e imagens do que com palavras isoladas⁷”, ou seja, as pessoas aprendem mais profundamente quando as ideias são expressas por palavras e imagens concomitantemente, mais do que apenas única e exclusivamente por palavras. Essa é a base da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) proposta por Richard E. Mayer⁸.

As palavras são representadas por textos escritos ou narrados. As imagens, por seu turno, são as formas pictóricas divididas em dois grupos: gráficos estáticos (ilustrações, fotografias, desenhos) e dinâmicos, como animações ou vídeos: “[...] Assistir a um vídeo em

⁷ *People learn better from words and pictures than from words alone.*

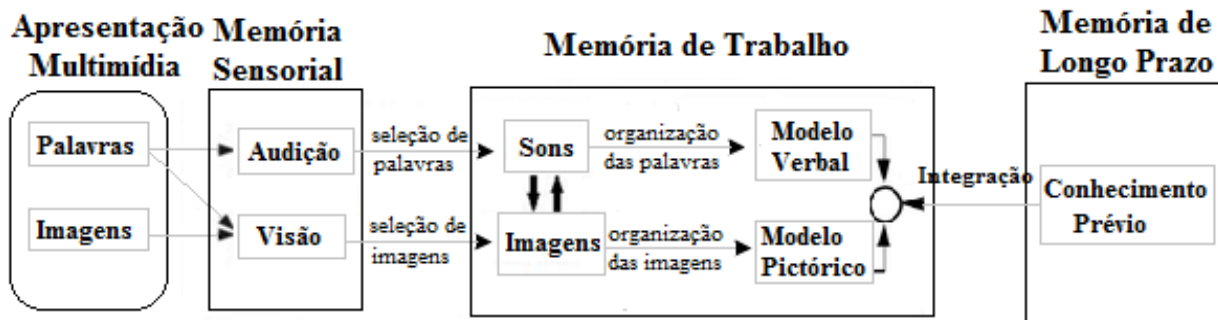
⁸ Professor de Psicologia da Universidade da Califórnia, Santa Bárbara (UCSB), PhD em Psicologia pela Universidade de Michigan, que em 1973 desenvolve pesquisas em **interseção da cognição, instrução e tecnologia** com um foco especial na aprendizagem multimídia e na aprendizagem apoiada por computador, sendo autor de mais de 400 publicações, incluindo 25 livros.

uma tela de TV pode ser chamado de uma experiência multimídia porque são apresentados ambos: imagens e sons⁹” (MAYER, 2009, p. 4, tradução nossa).

Uma instrução multimídia pode ser uma apresentação com slides no projetor em que a explicação de cada um é dada por uma pessoa; uma aula expositiva em que o professor explica oralmente e escreve no quadro; um livro didático que apresenta um texto e ilustrações impressas, entre outros. Mayer (2009, p. 5, tradução nossa) define instrução multimídia como a “apresentação de material usando palavras e imagens, com a intenção de promover a aprendizagem¹⁰”, ou seja, fomentar a aprendizagem.

A apresentação multimídia combina palavras e imagens dinâmicas. Essa forma de apresentação, baseada no modelo triárquico de organização de memória, tem a intenção de ajudar o aluno a selecionar, organizar e integrar o conhecimento em sua memória. No modelo cognitivo de aprendizagem multimídia, a informação apresentada ao aluno por palavras e imagens passa por três formas de memória de armazenamento: memória sensorial, memória de trabalho e memória de longo prazo. A memória de longo prazo detém grandes quantidades de informações por um longo período de tempo e corresponde ao conhecimento acumulado de cada aluno. A Figura 5 ilustra o sistema de processamento de uma informação sob essa ótica.

FIGURA 5 – TCAM: SISTEMA DE PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO



Fonte: Adaptada de Mayer (2009, p. 61).

A memória sensorial seleciona brevemente as palavras e as imagens. A memória de trabalho organiza as imagens e sons em modelos verbais e pictóricos, que podem ou não ser

⁹ Watching a video on a TV screen can be called a multimedia experience because both images and sounds are presented.

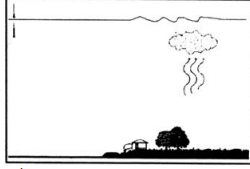
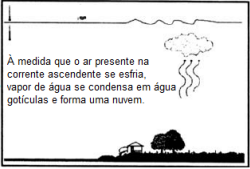
¹⁰ [...] the presentation of material using both words and pictures, with the intention of promoting learning.

integrados à memória de longo prazo. Essa integração entre modelo verbal e pictórico ocorre com o conhecimento prévio.

Nesse modelo, Mayer (2009) instituiu 12 princípios, cada um com sua especificidade, para ajudar a selecionar palavras e imagens, para organizar sons e imagens em modelo verbal e pictórico e, por fim, para promover a integração desses modelos com o conhecimento prévio. Os princípios são divididos em três grupos: o primeiro para reduzir o processamento estranho, o segundo para gerenciar o processamento essencial e terceiro para promover o processamento generativo.

O primeiro grupo é composto de cinco princípios, que são indicações para reduzir o processamento estranho. Este se refere à má estruturação do conteúdo, que prejudica a seleção de imagens e palavras realizada pela memória sensorial. O material estranho compete por recursos cognitivos na memória de trabalho e tende a desviar a atenção do aluno aos vários pontos que não são importantes para compreender dado conteúdo. Para reduzi-lo, Mayer (2009) especificou cinco princípios: Princípio da Coerência – P1, Princípio da Sinalização – P2, Princípio de Redundância – P3, Princípio da Contiguidade Espacial – P4 e Princípio da Contiguidade Temporal – P5, detalhados no Quadro 5. Na primeira coluna, é apresentado cada princípio e, na segunda, recomendações para um vídeo atender a determinado princípio.

QUADRO 5 – PRINCÍPIOS: PROCESSAMENTO ESTRANHO NA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

Princípios	Recomendações para um vídeo atender aos princípios
Princípio da Coerência – P1: é provável que a sobrecarga ocorra quando a atividade requer atenção de material desnecessário, de conteúdo projetado de forma confusa ou mal estruturado.	Ausência de palavras, imagens ou sons que não são relevantes para o tema abordado.
Princípio da Sinalização – P2: as pessoas aprendem mais quando são adicionadas pistas que destacam a organização do conteúdo essencial.	Setas, categorização do conteúdo, destaques em informações, ênfase vocal na palavra-chave ou sinalização verbal, entre outros.
Princípio de Redundância – P3: “As pessoas aprendem mais a partir de gráficos e narração do que a partir de gráficos, narração e texto impresso” (MAYER, 2009, p. 118, tradução nossa ¹¹). A redundância das informações não melhora a aprendizagem.	As legendas são abreviadas e alocadas ao lado da parte do gráfico (imagem) que as descrevem.
Princípio da Contiguidade Espacial – P4: “Os alunos aprendem mais quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas próximas umas das outras ao invés de distantes ao longo da página ou tela” (MAYER, 2009, p. 135, tradução nossa ¹²).	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Apresentação Separada</p>  <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Apresentação Integrada</p>  <p>B</p> </div> </div> <p>À medida que o ar presente na corrente ascendente se esfria, o vapor de água condensa em gotículas de água e forma uma nuvem.</p> <p>FONTE: Adaptado de Mayer (2009, p. 140). Colocar as palavras mais relevantes muito próximas das imagens correspondentes.</p>
Princípio da Contiguidade Temporal – P5: “Os alunos aprendem mais quando palavras e imagens correspondentes são apresentadas simultaneamente em vez de sucessivamente” (MAYER, 2009, p. 153, tradução nossa ¹³).	Apresentar imagem e narração simultâneas em vez de em páginas diferentes; evitar apresentações longas e contínuas.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Mayer (2009) visa, com esses princípios, tratar as informações para que o sistema cognitivo do sujeito que estiver assistindo a uma apresentação multimídia não seja sobrecarregado com palavras e imagens desnecessárias, desestruturação das informações,

¹¹ *People learn better from graphics and narration than from graphics, narration, and printed text.*

¹² *Students learn better when corresponding words and pictures are presented near rather than far from each other on the page or screen.*

¹³ *Students learn better when corresponding words and pictures are presented simultaneously rather than successively.*

repetições de informação auditiva e visual, distância visual de textos e imagens. E também por palavras e imagens apresentadas sucessivamente, as quais interferem de forma prejudicial na seleção de palavras e imagens realmente importantes naquele momento inicial.

Além dos problemas causados pela má estruturação do conteúdo, temos ainda as implicações relacionadas ao material complexo. Essas podem ser gerenciadas por três princípios: Princípio da Segmentação (P6), Princípio da Pré-formação (P7) e Princípio da Modalidade (P8), indicações para ajudar a Memória de Trabalho na organização das imagens e palavras relevantes. No Quadro 6, especificamos esses princípios.

QUADRO 6 – PRINCÍPIOS PARA GERENCIAR O PROCESSAMENTO ESSENCIAL NA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

Princípios	Recomendações para um vídeo atender aos princípios
Princípio da Segmentação – P6: quando a mensagem multimídia é complexa a indicação é apresentá-la em seguimentos, fragmentados em uma ou mais fases.	Conteúdo complexo fragmentado em partes e apresentado sequencialmente.
Princípio da Pré-formação – P7: “as pessoas aprendem mais a partir de uma mensagem multimídia quando sabem os nomes e as características dos principais conceitos” (MAYER, 2009, p. 189, tradução nossa ¹⁴).	Pré-treinamento sobre os nomes e características dos conceitos-chave; explicar o estado de cada parte, significados das palavras e símbolos.
Princípio da Modalidade – P8: as pessoas aprendem mais com gráficos e narrações do que somente com textos escritos. Isso ocorre devido ao fato de que o gráfico e a narração utilizam os dois canais distintos (visão e audição), sendo que um complementa o outro.	A proposta é que visualizamos a imagem com a visão e prestamos atenção no áudio com a audição – exemplo: filmes dublados.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Diante de conteúdos curriculares que envolvem vários conceitos necessários e relacionados a um tema em estudo, como, por exemplo, a equação geral da circunferência que envolve conceitos de raio, distância entre pontos, demonstração algébrica por meio de dados genéricos (ponto (a,b)), demonstração da equação da circunferência com centro na origem (a,b) e raio r pelo teorema de Pitágoras, que resulta na $\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2} = r$, quadrado perfeito, entre outros, o conteúdo do material é considerado complexo. Nesse caso, o aluno tenta representar as informações que envolvem um grande número de conceitos na memória

¹⁴ *People learn more deeply from a multimedia message when they know the names and characteristics of the main concepts.*

de trabalho, e isso pode provocar uma sobrecarga cognitiva e, conseqüentemente, prejuízo na aprendizagem. Uma justificativa é que os canais auditivo e visual têm capacidade limitada de processamento (MAYER, 2009).

Isso posto, os princípios citados até aqui representam indicações que dizem respeito ao material. No entanto, em se tratando de aprendizagem, consideramos que há um sujeito envolvido no processo. A esse respeito, Mayer infere que o Processamento Cognitivo Generativo (PCG) “[...] ocorre durante a aprendizagem de determinado conceito dando sentido às informações mais importantes do material estudado, podendo ser o responsável pelo nível de motivação do aluno” (2009, p. 81, tradução nossa¹⁵). Para tanto, indica quatro princípios: Princípio Multimídia (P9), Princípio da Personalização (P10), Princípio da voz (P11) e Princípio da Imagem (P12). No Quadro 7, versamos sobre os princípios que tratam do PCG.

QUADRO 7 – PRINCÍPIOS PARA PROMOVER O PROCESSAMENTO GENERATIVO

Princípios	Recomendações para um vídeo atender aos princípios
Princípio Multimídia – P9: a apresentação por palavras e imagens oportuniza ao aluno tecer modelos mentais verbais e visuais, como também, conexões entre ambos.	Palavra: mídia escrita ou falada. Imagem: mídia gráfica.
Princípio da Personalização – P10: a narração utiliza conversação informal no diálogo.	O ator dirige-se ao aluno telespectador em frases em primeira pessoa – por exemplo: eu, você.
Princípio da voz – P11: voz humana amigável em vez de voz de máquina. Transmissão de diálogos que se aproxima da zona social do aluno. As pessoas aprendem mais quando elas percebem que a voz do docente vem de uma pessoa como ela.	Voz humana, interação social pela fala, considerando-se aspectos e o perfil dos alunos para o desenvolvimento de material multimídia.
Princípio da Imagem – P12: a imagem do docente não é relevante na apresentação multimídia, pois, o personagem desvia a atenção do canal visual. Exceção: quando os personagens guiam o aluno e o ajudam na organização estrutural do conteúdo.	Personagem que sinaliza um conteúdo importante; ausência de personagem nas explicações.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Os últimos quatro princípios são indicações para promover o processamento generativo, que se refere a ajudar os alunos a fazer a integração das informações organizadas

¹⁵ *Calls germane cognitive load is cognitive processing during learning that is aimed at making sense of the essential material and that can be attributed to the learner's level of motivation.*

na memória de trabalho por imagens e palavras, com o conhecimento prévio armazenado na memória de longo prazo.

2.3 TAS & TCAM: IMPLICAÇÕES PARA A PESQUISA

Nesta seção, discutimos sobre os dois aportes teóricos – TAS e TCAM –, e apresentamos elementos das teorias a partir dos tópicos expostos até o momento. Essa discussão se faz necessária para delimitar o papel de cada uma nesta investigação, que envolve o uso de vídeos digitais de GA.

Nessa ótica, o potencial educativo pelo material consiste em promover a aprendizagem por meio de palavras e imagens, a linguagem oral, escrita e as imagens, considerando o cognitivo do aluno nesse processamento (ato de processar) da informação. Para tal propósito, Mayer (2009) categorizou 12 princípios, os quais potencializam a aprendizagem de novos conceitos, tendendo para a integração do novo conceito com o conhecimento prévio.

O conhecimento prévio para a TAS é o fator que mais interfere na aprendizagem significativa segundo Ausubel (2003). Para a TCAM, se um material contendo palavras e imagens apresentar certos requisitos, potencializa-se a integração de um novo conceito ao existente, ao conhecimento prévio. Na TAS, os subsunçores ou o conhecimento estruturado na estrutura cognitiva servem de âncora na ligação do novo conceito ao existente, sendo os responsáveis pela AS.

A aquisição de novos subsunçores ocorre conforme algumas condições da TAS, dentre as quais, quando o material potencialmente significativo tem um papel importante nesse processo. Ausubel (2003, p. 120) enuncia que devem-se evitar nos materiais “aspectos vagos, difusos, ambíguos, imprecisos ou confusos do material de aprendizagem, cujos significados não são claros ou são obscuros”. Mayer (2009) pondera que deve haver sinalização (P2), pistas que direcionem o aluno à informação (P2), imagens relevantes ao tema (P1) e sons que condizem com o objetivo de aprendizagem (P1).

Ainda para Ausubel, é importante “[...] Fornecer aos aprendizes informações contextuais adicionais, tais como dados biográficos sobre os personagens envolvidos num acontecimento histórico, [o que] melhora a memória do acontecimento em vez de desencorajar [...]” (2003, p. 119). Em conformidade com Mayer (2009, p. 81), devem-se apresentar nomes e características dos principais conceitos (P7), além de que “[...] o material estudado pode ser o responsável pelo nível de motivação do aluno”.

Constatamos que existem alguns elementos teóricos comuns nas duas teorias de aprendizagem cognitivas, alguns de forma intensa e outros nem tanto, porém não identificamos pontos de conflitos de ideias entre as teorias.

Cada um dos aportes teóricos tem uma função nesta investigação. A TCAM é um guia para a utilização de vídeos digitais em ambientes de ensino e aprendizagem, tendo em vista potencializar a aprendizagem, considerando o viés cognitivo; a TAS constitui as lentes teóricas para a pesquisa.

Neste trabalho, seguimos os caminhos trilhados e fundamentados, principalmente, pelo aporte teórico da pesquisa qualitativa, apresentados na sequência.

3 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Este estudo, de natureza qualitativa, foi submetido à apreciação do Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (Copep), aprovado sob o nº 65587417.1.0000.0104. A abordagem qualitativa se mostra eficaz, pois o objeto de estudo pode ser analisado considerando-se opiniões, atitudes e práticas (LANKSHEAR; KNOBEL, 2008).

Pesquisadores na área da educação como Lüdke e André (1986) e Gatti e Barreto (2009) afirmam que as investigações de base qualitativa têm se mostrado muito produtivas por privilegiarem o modo de pensar dos participantes. Assim, nesta pesquisa, optamos pela metodologia qualitativa, visto que essa abordagem supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o objeto de estudo, possibilitando-lhe captar e compreender os significados das percepções e experiências dos sujeitos da pesquisa.

Devido a esse propósito e ao exposto nos demais capítulos, nossa investigação articula os vídeos digitais com o processo de ensino e aprendizagem de GA. Utilizamos os vídeos digitais em três contextos: Contexto 1 – apresentação do conteúdo de GA; Contexto 2 – delimitação da questão-problema; Contexto 3 – exposição da resolução dos alunos na sequência de aulas cujo conteúdo matemático abordado é a GA. Com o desenvolvimento desta pesquisa, buscamos responder: ‘A utilização de vídeos no processo de ensino e aprendizagem de Matemática possibilita provocar e/ou estimular a aprendizagem significativa do conteúdo de Geometria Analítica?’.

Definimos como objetivo investigar possíveis evidências de aprendizagem sobre o conteúdo de Geometria Analítica por parte dos alunos do Ensino Médio, em ambientes de ensino em que foram utilizados vídeos digitais.

Para responder ao objetivo geral, instituímos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar vídeos disponíveis aos professores quanto aos princípios da TCAM;
- Identificar e analisar possíveis contribuições dos vídeos na identificação dos conhecimentos prévios de GA pelos alunos do Ensino Médio;
- Evidenciar apontamentos em relação aos vídeos como material potencialmente significativo;
- Apontar possíveis influências dos vídeos como motivadores para a aprendizagem;
- Identificar evidências de aprendizagem de GA em atividades com vídeos digitais.

Dessa forma, faz-se necessário delinear o objeto de estudo. Para Severino (2002, p. 74), o objeto de estudo consiste em “[...] delimitar com precisão o tema indicado [...] distingui-lo de temas afins, tendo presente domínio sobre o que vai trabalhar”.

Esta investigação tem como objeto de estudo **A presença ou ausência de evidências de aprendizagem significativa de Geometria Analítica proporcionadas por vídeos digitais.**

3.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Os participantes da pesquisa foram 24 alunos, com idades entre 15 e 17 anos, do sexo feminino e masculino, que cursavam o 2º e o 3º anos do Ensino Médio, no primeiro semestre de 2017, em uma escola particular do norte do Paraná. Esses sujeitos foram escolhidos por terem aceitado participar das atividades de forma voluntária, assim como de todas as atividades, em período de contraturno, vespertino. As atividades somaram um total de 40 horas-aula de 50 minutos, algumas desenvolvidas online, utilizando um grupo fechado pela ferramenta do Facebook, e o professor foi a pesquisadora deste estudo, a mediadora do processo de construção do conhecimento, mesmo sendo alguém que não tinha contato com os sujeitos antes da pesquisa.

Para não expor os sujeitos, utilizamos a sigla A para indicar o aluno e um número para diferenciá-lo. Por exemplo, A1 é o aluno um e a letra G indica o grupo.

3.2 OS VÍDEOS NAS ATIVIDADES: *MELIEUS* DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Ao selecionar e analisar os vídeos para a sequência de aulas abordando o conteúdo de GA disponibilizados no portal – site de apoio aos professores intitulado Dia a Dia Educação¹⁶ –, selecionamos alguns vídeos que atendiam aos princípios da TCAM de forma satisfatória. Era necessário, contudo, instituir um modelo de aula e atribuir sentido/papel aos vídeos na atividade. Isso porque identificamos vídeos com resolução de exercícios sobre a história das contribuições de René Descartes, resolução de problemas com uma certa abordagem de realidade cotidiana, como caminhos mais curtos, resolvidos pelo plano cartesiano, entre outros, e um vídeo que continha vários desses exemplos em suas cenas.

¹⁶ Disponível em: <<http://www.matematica.seed.pr.gov.br/modules/video/arquivoVideos.php>>. Acesso em: 08 out. 2016.

O exercício é considerado um paradigma dominante na educação matemática tradicional. No paradigma do exercício, o aluno centra-se na resolução dos cálculos e os exercícios são formulados por pessoas extraclasse, tendo como premissa apenas uma única resposta certa para o exercício de matemática (SKOVSMOSE, 2000). O paradigma dos exercícios de geometria nos livros didáticos de matemática estão em localizar os pontos (1,9), (2,4) em um plano cartesiano. Aulas pensadas nesse paradigma convergem para a questão que sempre surge nas aulas de matemática: ‘Professor, onde vou usar isso?’.

Esse paradigma se diferencia do cenário para investigação “[...], no qual os alunos são convidados a se envolverem em processo de exploração e argumentação justificada” (SKOVSMOSE, 2000, p. 66). O próprio termo aponta indicações de colocar o aluno como produtor de significados para o conhecimento matemático. Aqui são identificadas as tarefas pautadas nas situações reais como referência.

As referências classificadas por Skovsmose (2008) se reportam à matemática pura (somente a matemática), à semirrealidade (realidade construída/situações hipotéticas) e à realidade (situações da vida real). Com essas três referências distintas, combinadas com os dois paradigmas de prática em sala de aula, Skovsmose (2008) elaborou seis tipos de ambientes de aprendizagem, que em uma releitura estabelece como diferentes *Milieus* (meios) de aprendizagem, exemplificados na Tabela 1.

TABELA 1 – *MILIEUS* (MEIOS) DE APRENDIZAGEM

	Lista de exercícios	Cenários para Investigação
Referências à Matemática Pura	(1)	(2)
Referências à Semirrealidade	(3)	(4)
Referências à Realidade	(5)	(6)

Fonte: Skovsmose (2014, p. 54).

Os seis *Milieus* de aprendizagem, intitulados de *Milieus* de ensino e aprendizagem, apontam ambientes que vão dos tradicionais exercícios “arme e efetue” até os que instigam o aluno a buscar conhecimento matemático por meio de situações reais, descritos e exemplificados segundo a ordem numérica.

QUADRO 8 – *MILIEUS* (MEIOS) DE ENSINO E APRENDIZAGEM E EXEMPLOS

<i>Milieus</i> de aprendizagem	Está posicionado na referência	Se encontra no Paradigma do:	Exemplos de atividades
Tipo (1)	Matemática Pura	Lista e exercícios	Calcule a distância: A(2, 4), B(4, -8) e C(0,6). Utilize a fórmula da distância, disponível na tabela.
Tipo (2)	Matemática Pura	Cenários para Investigação	Desenhe a forma geométrica de acordo com os pontos localizados nos sistema de coordenadas, A(2, 4), B(6,8), C(-6,-8) e D(-2,-4).
Tipo (3)	Semirrealidade	Lista e exercícios	Situações com certas informações que simulam a realidade – por exemplo, distribuição de pontos de ônibus em uma cidade, distância entre cidades, melhor ponto para instalação de antenas de conversão de sinal digital entre três cidades, entre outras, que são questões que têm um único resultado.
Tipo (4)	Semirrealidade	Cenários para Investigação	Um planejamento de uma cidade, pois tem várias variáveis que interferem como: transporte, coleta de lixo, saúde, entre outras (SKOVSMOSE, 2014).
Tipo (5)	Realidade ou vida real	Lista e exercícios	“Estudar as razões entre consumo e produção na agricultura” (SKOVSMOSE, 2014, p. 56).
Tipo (6)	Realidade ou vida real	Cenários para Investigação	Projetos investigativos que podem surgir de reportagens.

Fonte: A autora (2018).

Nos *Milieus* de ensino e aprendizagem Tipo (6), nos cenários de investigação com referência à realidade, as atividades escolares de matemática que tematizam situações da vida real são as mais indicadas para levar o aluno a um nível maior de entendimento ou conhecimento.

Os vídeos também podem ser classificados quanto às referências (SKOVSMOSE, 2014).

O Quadro 9 apresenta a classificação dos vídeos segundo as referências propostas por Skovsmose (2014).

QUADRO 9 – ÊNFASE NA ABORDAGEM DA GEOMETRIA

Ênfase	Referências segundo (SKOVSMOSE, 2008)	Exemplos de vídeos
Explicação de conceitos ou conteúdo de Geometria.	Na referência à matemática pura, os exercícios não apresentam nenhum tipo de contexto, somente a resolução é importante – por exemplo: escreva os resultados; a) Dado a fórmula e os pontos (3-2) e (4-1), calcule a distância.	Vídeos com explicações sobre a construção de desenhos geométricos – as cenas apresentam a construção de pontos, ângulos, retas, entre outros (exemplo: o vídeo Desenho Geométrico: Alguns Conceitos ¹⁷). Nesse vídeo são discutidas as noções intuitivas de ponto, reta, plano, semirreta, ângulo, etc.
Apresentação de uma situação-problema e resolução pela Geometria.	Referência à semirrealidade: é uma realidade criada com situação artificial. Descrita por alguém em outro lugar que tem uma situação artificial ou mesmo dados verídicos (Censo Brasil), porém, com uma única resposta correta. São comuns na Avaliação do Ensino Médio (ENEM) e são do tipo: Um bairro foi construído e os moradores solicitaram um planejamento para distribuir os pontos de ônibus. No ponto (4, 7), localiza-se o posto de saúde... Qual distância é necessária para que os pontos não fiquem mais de 5 km distantes um do outro?	O vídeo Geometria Analítica: Jardim de Números (11min29s) – As cenas relatam o pedido de um cliente que solicita que quer construir um jardim no formato da bandeira do Brasil. Diante disso, a estagiária Kátia pede ajuda a Liliane, que explica para ela como pode ser resolvido o problema por meio da Geometria Analítica usando os conceitos de Plano Cartesiano.
Apresentação de uma situação real sem conteúdo de GA, porém com possibilidade de surgirem investigações sobre o tema.	No que se refere ao nível mais indicado, temos um cenário investigativo com referência à realidade (tipo 6), em que são trabalhadas investigações a partir de problemas contendo informações reais (SKOVSMOSE, 2014).	Os vídeos que mais apresentam essas formas de problemas contendo informações reais são as reportagens jornalísticas, por apontarem problemas reais como engarrafamento, construção de casas, mercado financeiro, arrecadação de impostos e sonegação, entre outros, que possibilitem a exploração dessas informações reais. A matemática fica restrita, nesse caso, aos dados numéricos, os quais podem surgir dos problemas levantados, função mais do aluno e que depende de o professor criar possibilidades para investigação.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Percebemos que conforme aumenta o tipo, aumenta a atribuição de responsabilidades ao aluno, ao professor em mediar as discussões, pois nem um nem outro encontrará a famosa resposta no final do livro didático, o que é muito rotineiro nas aulas de matemática.

¹⁷ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=j8H1i2knEWk>>. Acesso em: 09 out. 2016.

Em muitos livros didáticos de matemática, os conteúdos de geometria são compostos, em grande parte, por exercícios com referências à matemática pura. Uma parte menor aborda a semirrealidade e uma ínfima quantidade de situações ou imagens possibilitam a referência à realidade, dependendo do professor conduzir a uma proposta (SILVA *et al.*, 2015).

Diante disso, instituímos um modelo de aula cujo objetivo foi incentivar o aluno a mover-se entre os diferentes *Milieus* de ensino e aprendizagem. Para tanto, levamos em consideração que o aluno tem o livro didático de matemática como modelo de estudo ou modelos de resolução de atividades de GA pautados, essencialmente na matemática pura. Coincidiu que os vídeos de GA que mais contemplavam de forma satisfatória os princípios da TCAM apresentavam cenas que ao serem fragmentadas podiam ser classificadas em diferentes *Milieus*, como também ilustraram uma forma de mover-se entre os *Milieus*. Aos vídeos atribuímos o papel de desafiar professor e aluno no campo de ensino e aprendizagem e ajudar a estabelecer novos cenários para investigação que possibilitassem que o aluno reorganizasse, construísse, investigasse, dentre outros, as atividades por meio dos três vídeos, V1 (Vou de táxi), V2 (Um ponto de vista) e V3 (Jardim de Números), especificados nas atividades.

Para a sequência de aulas, em moldes similares ao desenvolvimento de projetos, no projeto intitulado “Conhecer mais a Geometria pelos vídeos”, os vídeos tiveram os seguintes objetivos: apresentar o conteúdo, a questão-problema e a resolução dos alunos.

3.3 SEQUÊNCIA DAS AULAS USANDO VÍDEOS

Dividimos as sequências de aulas em 10 encontros de 4 h/a (50 minutos para cada hora-aula), somando um total de 40 horas-aula. Os alunos desenvolveram tarefas de acordo com os objetivos apresentados na sequência.

1º encontro (22/03/2017): o objetivo foi levantar o conhecimento prévio dos alunos sobre tecnologias para a produção de vídeos, características sobre os vídeos, conteúdo de geometria e GA. Estes responderam ao Questionário 1 (Apêndice B) e realizaram a confecção de Mapas Conceituais (Apêndice C) de forma individual.

2º encontro (29/03/2017): o objetivo foi apresentar os conceitos de GA utilizando vídeos que atendiam de forma satisfatória aos princípios da TCAM, o qual denominamos Contexto 1. Os alunos realizaram em grupos a Atividade 2: Análise dos vídeos (Apêndice D):

“Vou de táxi”¹⁸ e “Um ponto de vista”¹⁹, detalhados na seção 4.1, cujas cenas estão descritas nos Apêndices J e K.

3º encontro (12/04/2017): teve como objetivo discutir e apontar itens relevantes para que o vídeo ajudasse o aluno a entender a matemática. A discussão ocorreu online em um grupo fechado, pela ferramenta Facebook.

4º encontro (19/04/2017): apresentar a situação-problema, Contexto 2. Os alunos assistiram ao vídeo *Jardim de Números*²⁰ (trecho até 0:57), no qual a personagem Kátia expõe o problema construir um jardim no formato da bandeira do Brasil em um terreno de quase 300m².

5º encontro (03/05/2017): capacitar o aluno a partir dos conhecimentos prévios discutidos no 3º encontro sobre características para um vídeo ajudar a aprender – Tarefa 5: Estudo e Discussão dos 12 princípios da TCAM. Analisamos o vídeo *Nas malhas da Geometria (mão na forma)*²¹, via grupo fechado online, com todos os alunos participantes, pela ferramenta Facebook (Apêndice F). Elaboramos um roteiro para a produção do vídeo.

6º encontro (10/05/2017): teve como objetivo usar as cenas do vídeo V3 (Jardim de Números) para proporcionar reflexão e apresentar forma de resolução. Os alunos assistiram à resolução e refletiram se mudariam ou não sua resolução.

7º encontro (17/05/2017): produção e a edição dos vídeos usando o roteiro elaborado pelos alunos, Contexto 3. Os alunos se dirigiram ao laboratório, à quadra de esportes, à biblioteca, ao refeitório e à sala de aula. Escolheram lugares distintos porque não queriam que os outros grupos soubessem de suas ideias e roteiro.

8º encontro (24/05/2017): socializar as produções e levar o aluno a refletir sobre seu vídeo e os demais. A essa atividade os alunos deram o nome de “Seção pipoca: apresentação dos vídeos produzidos pelos grupos e discussão”.

9º encontro (31/05/2017): o objetivo foi refazer as cenas dos vídeos. Como dois grupos não haviam terminado e os demais pediram para refazer, usamos essa aula para tal atividade.

¹⁸ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=m12RKnmLbXY>>.

¹⁹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ytLhe6zMo70>>.

²⁰ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=rPrWPs7gtEs>>.

²¹ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=GOjhaZ78-30&list=PL9781DE6A65C0A2E6>>.

10º encontro (07/07/2017): apresentação dos vídeos finalizados. Denominamos “Seção pipoca 2: apresentação dos vídeos produzidos pelos grupos e discussão”, em que utilizaram Vídeo 1²², Vídeo 2²³, Vídeo 3²⁴, Vídeo 4 e Vídeo 5.

3.3.1 Contexto 1: apresentação dos conteúdos de GA

A ênfase no Contexto 1 foi apresentar o conteúdo/exemplos por meio de dois vídeos, escolhidos previamente pós-análise (detalhada no próximo capítulo). Escolhemos os vídeos educativos por contemplarem os princípios da TCAM de forma satisfatória e abordarem o conteúdo de GA por meio de problemas.

Os conteúdos abordados foram: Plano Cartesiano, Pontilhismo, Distâncias, Valor absoluto de números reais, Sistema de Coordenadas Cartesianas Ortogonal e Teorema de Pitágoras.

O vídeo 1 – *Um ponto de vista*²⁵ – apresenta a aplicação da Geometria nas artes e na edição de imagens. O personagem é um editor de imagem chamado Márcio, que faz pintura de imagens no computador usando a técnica do pontilhismo, na qual o desenho é formado quando as cores são justapostas e não mescladas como nas técnicas convencionais: personagem de Descartes, jogo da batalha naval, entre outros.

O vídeo 2 – *Vou de táxi*²⁶ – apresentou a Geometria do Táxi e os conceitos de distância da Geometria Euclidiana. O conteúdo de geometria abordado nas cenas versa sobre distâncias entre pontos, sistema de coordenadas cartesianas ortogonal, utilização das coordenadas cartesianas no plano, comparação entre distância euclidiana e distância do táxi, entre outros. A personagem Luciana solicita ao taxista Wandercy o menor caminho, pois está atrasada. O taxista faz várias explicações sobre distâncias em linha reta, planejamento de ruas, Geometria do Táxi e cálculos da relação entre distância euclidiana e a distância do táxi.

²² Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=7x2FE_aV3DE&list=PL9a8WG34PnC_NW8Qy3WIUO_wXyRaegihS&index=9>.

²³ Disponível em: <<https://www.festivalvideomat.com/fullscreen-page/comp-j59xpvzt/e9ff6445-491a-41eb-871d-60b093cb5015/18/%3Fi%3D18%26p%3Djrk6t%26s%3Dstyle-j6my45hp>>.

²⁴ Disponível em: <<https://www.festivalvideomat.com/fullscreen-page/comp-j59xpvzt/ad4edb4d-9adc-49f0-bf2f-ab6efd552253/16/%3Fi%3D16%26p%3Djrk6t%26s%3Dstyle-j6my45hp>>.

²⁵ Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=_vyhlemNJ8A>. Acesso em: 09 jan. 2018.

²⁶ Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=m12RKnLbXY>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

3.3.2 Contexto 2: apresentação do problema

Apresentamos o desafio proposto pelo vídeo *Jardim de Números*, que contempla de forma satisfatória os 12 princípios da TCAM. Nesse vídeo, há cenas nas quais uma estagiária, Kátia, recebe uma ligação de um cliente que quer um projeto que reproduza a bandeira do Brasil em um terreno de quase 300 m², com 14 metros de largura por 20 metros de comprimento. Consideramos, segundo Skovsmose (2008, p. 31), que “propor problemas significa um passo adiante em direção aos cenários de investigação [...]”. Diante do problema, Kátia questiona como fará para resolvê-lo. Com base nessas informações, os alunos começaram a discussão e a resolução da situação usando papel, lápis, régua, papel milimétrico, celular para consultar as medidas oficiais, posição das estrelas, entre outros.

3.3.3 Contexto 3: apresentação da resolução do problema

Skovsmose (2008, p. 38) declara que “a aprendizagem é uma forma de ação, como tantas outras. Para aprender, o indivíduo precisa tomar iniciativas, ter planos, agir”.

Nesse sentido, os alunos, com as resoluções em mãos e o roteiro definido, realizaram a construção dos vídeos, ou seja, passaram a agir diante do que tinham. Os alunos produziram os vídeos, editaram, digitaram exemplos, testaram hipóteses, refizeram e analisaram sua solução com palavras e imagens dinâmicas.

3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados se deu de forma ética, indicada pelos parâmetros do Comitê de Ética. Optamos por usar mapas conceituais (Apêndices C e H), visto que são recursos que propiciam evidenciar a aprendizagem em determinadas situações de ensino (MOREIRA; MASINI, 2001); questionários (com respostas semiestruturadas: Apêndice B); materiais produzidos pelos alunos (atividades escritas e 5 vídeos); entrevistas (semiabertas e questões abertas: Apêndice G), com o intuito de coletar dados relevantes como as respostas dos sujeitos em relação aos conceitos de Geometria e a produção dos vídeos (STRAUSS; CORBIN, 2008); relatório de campo do pesquisador e gravação de áudio e vídeo.

No Quadro 10, detalhamos os instrumentos de coleta de dados e os objetivos dos instrumentos.

QUADRO 10 – INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS E OBJETIVOS

COLETA DE DADOS	OBJETIVOS DOS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS
Termo de Consentimento (Apêndice A); Questionário 1 (Apêndice B); Tarefa 1: Confecção de Mapas Conceituais (Apêndice C).	Questionário 1 – Coletar informações quanto a: perfil dos alunos, relação dos alunos com a matemática, relação com os vídeos no contexto social e escolar, conhecimento prévio sobre as tecnologias na produção de vídeos. Tarefa 1 – Levantar o conhecimento prévio sobre GA. Conteúdos: Conceitos sobre plano cartesiano, área, perímetro, localização de coordenadas, distância entre pontos, valor absoluto de números reais, sistema de coordenadas cartesianas ortogonal e distâncias.
Tarefa 2: Análise dos vídeos. Assistir e analisar os vídeos <i>Plano Cartesiano e Vou de táxi</i> , os quais são detalhados no (Apêndice D).	Levantar conceitos subsunçores dos alunos, averiguar se os vídeos têm significados lógicos e se o interesse é despertado por esses vídeos.
Diário de bordo sobre a discussão e apontamentos pelo Facebook	Levantamento do conhecimento prévio dos alunos em relação aos princípios da TCAM para produção de vídeos. Apontar indícios de disposição para construir os vídeos.
Tarefa 4: Construir a solução do problema apresentado no vídeo (Apêndice E).	Apontar os conceitos mais importantes levantados pelos alunos, a organização das ideias, a coerência da resolução e a forma de organização dos conceitos escolhidos.
Tarefa 5: Estudo e Discussão dos 12 princípios da TCAM (Apêndice F)	Identificar a sequência lógica construída pelos alunos para apresentar conceitos de GA por vídeos. Apontar indícios de disposição para construir os vídeos.
Mapas conceituais e entrevista (Apêndice G e Apêndice H)	Apontar indícios de aprendizagem. Apontar indícios de disposição para construir os vídeos.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

3.5 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS DADOS E O ATLAS TI

Para investigar possíveis evidências de AS, utilizamos a técnica qualitativa, com análise de conteúdo (AC), a qual organiza-se, de acordo com Bardin (2010, p. 121), em três fases: “1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação”. As quais geraram 3 categorias: **Categoria 1:** O vídeo na função de material educacional multimídia de conteúdo científico, **Categoria 2:** Verificação de evidência/ocorrência da aprendizagem, **Categoria 3:** atitudes e ações positivas para mover-se frente ao ensino.

Realizamos a análise dos instrumentos de coleta de dados, dos questionários, entrevistas, mapas conceituais, vídeos, entre outros, com auxílio do *software* Atlas TI. Este oferece ferramentas que permitem simplificar o gerenciamento das informações, agrupamentos e cruzamentos de categorias, etc. O pesquisador, ao fazer uso do Atlas TI, mesmo que esse permita a aplicação dos princípios de AC, deve lembrar que é necessário levar em conta algumas funções relativas ao *software* para evitar falsas impressões do meio científico de que este realiza análise de dados. Em consonância com Creswell (2013), atribuímos ao *software* Atlas TI funções exemplificadas no decorrer da descrição do procedimento metodológico.

Neste estudo, atribuímos ao Atlas TI as seguintes funções: atuar como banco de dados com grande número de documentos da pesquisa em diversos formatos – questões propostas e respondidas no Facebook que a pesquisadora passou para documento no formato docx, documentos PDF, áudio das aulas e entrevistas MP3 (aprox. 80 horas) e gravações das atividades em vídeos MP4 (aprox. 50 horas) –, possibilidade de fácil acesso a cada trecho grifado, recuperação de anotação, criação de categorias e geração de dados pelas teias.

3.5.1 Metodologia de análise dos mapas

Os Mapas Conceituais (MC), ou diagrama de significados, apresentam relações significativas, como também hierarquias conceituais. Joseph Novak e Gowin, na década de 1970, desenvolveram a técnica de mapeamento conceitual fundamentada nos pressupostos da TAS. Ausubel, mesmo embasado na teoria cognitivista de aprendizagem, nunca fez menção aos mapas em suas obras (MOREIRA, 2014).

Novak e Cañas (2006, p. 1) enunciam que os MC apresentam a organização e representação do conhecimento por ferramentas gráficas. Os conceitos importantes são descritos dentro de formas geométrica, círculos ou retângulos ligados por linhas. O conceito, tanto para a TAS quanto para o MC, tem o mesmo significado. Na visão de Moreira (2011), são palavras de enlace que evidenciam relações.

Os mapas devem estar organizados na forma de hierarquias. Para Ausubel (2003), a estrutura de conceitos tem ordem de importância.

Ao considerarmos que os mapas têm forte relação com a TAS, se tornam uma importante ferramenta para esta investigação, pois permitem evidenciar a AS. Diante disso,

analisamos os mapas construídos pelos alunos pré e pós-atividades segundo a Categoria 2: verificação de evidência/ocorrência da aprendizagem (BARDIN, 2010).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Com base no objetivo geral desta tese, investigar possíveis evidências de aprendizagem significativa sobre o conteúdo de Geometria Analítica por parte dos alunos do Ensino Médio em ambientes de ensino em que foram utilizados vídeos digitais, e nos objetivos específicos, analisar vídeos disponíveis aos professores quanto aos princípios da TCAM; identificar e analisar possíveis contribuições dos vídeos na identificação dos conhecimentos prévios de Matemática dos alunos do Ensino Médio; evidenciar apontamentos quanto aos vídeos como material potencialmente significativo; apontar possíveis influências dos vídeos como motivadores para a aprendizagem e identificar evidências de aprendizagem de GA em atividades com vídeos digitais, apresentamos e discutimos os dados gerados nas sequências de aulas à luz da TCAM para analisar os vídeos, e da TAS para focar as evidências de aprendizagem.

4.1 OS VÍDEOS DIDÁTICOS DE GEOMETRIA

Quando buscamos vídeos de matemática na internet, percebemos que há um grande número desse tipo de material. É uma tendência aumentar essa quantidade, visto que o Programa Nacional do Livro Didático exige que as editoras disponibilizem material digital como vídeos para acompanhar as obras e servir de material complementar para as aulas.

Consideramos que há diversos vídeos educativos relativos a essa disciplina, principalmente de geometria, disponibilizados via internet utilizados pelos professores no processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo escolar. No site do Portal Educacional do Estado do Paraná²⁷, disponibilizam-se, entre outros, na opção Educadores²⁸, recursos didáticos – vídeos²⁹ para professores e demais interessados, sem custo algum, separados por disciplinas do currículo básico do Ensino Fundamental e Médio: Arte, Biologia, Ciências, Educação Física, Ensino Religioso, Filosofia, Física, Geografia, História, Língua Estrangeira e Moderna, Língua Portuguesa, Matemática, Química e Sociologia. Na disciplina de

²⁷ Disponível em: <<http://www.diaadia.pr.gov.br/index.php>>.

²⁸ Disponível em: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/index.php>>.

²⁹ Disponível em: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=13>>.

Matemática, os vídeos são organizados em categorias: Arte e Matemática, Geometrias, Grandezas e medidas, História da Matemática, Números e Álgebra, Tratamento da Informação e Trechos de filmes.

Na Matemática, mais especificamente na categoria Geometria, conteúdo focado nesta investigação, são disponibilizados 166³⁰ (cento e sessenta e seis) vídeos que tratam dos mais diversos temas desse conteúdo curricular, tanto para o Ensino Fundamental quanto para o Ensino Médio. Julgamos necessário submeter esses vídeos a critérios avaliativos, pois devemos ir além de inserir as tecnologias no contexto escolar. Questionamos então se esses vídeos didáticos digitais potencializam a aprendizagem ou apenas têm potencial para dar um toque de modernidade às aulas de Geometria.

Nesse sentido, lançamos um olhar avaliativo sobre esses vídeos, tomando como base o viés cognitivo fundamentado na TCAM. Mayer (2009) atribui 12 princípios a serem considerados na projeção de informação por meio de instrução multimídia, de vídeos digitais. Os princípios demonstram maneiras de apresentação no tocante a coerência, sinalização, segmentação, pré-formação, organização espacial, voz, imagem, dentre outras.

Nesta seção, buscamos responder às seguintes indagações: ‘Os vídeos didáticos de Geometria potencializam a aprendizagem desse conteúdo escolar?’; ‘Esses vídeos didáticos digitais interferem de forma positiva ou negativa na aprendizagem?’.

Escolhemos investigar os vídeos disponíveis no Portal Educacional do Estado do Paraná pelo fato de esse material ser disponibilizado como recurso para os professores utilizarem nas aulas. Os vídeos podem ser baixados sem custo algum e vêm no formato para serem exibidos na TV, salvos em pendrives, disponíveis na maior parte das salas de aula da rede estadual do Paraná. A avaliação dos vídeos do ponto de vista da TCAM foi motivada pelo fato de um material confuso, mal estruturado ou redundante, entre outros aspectos, não se caracteriza como potencialmente significativo (AUSUBEL, 2003).

No site do portal Educacional do Estado do Paraná são disponibilizados 166 (cento e sessenta e seis) vídeos que tematizam a Geometria (acesso: 12/02/2017), como assinalamos. Esses vídeos foram baixados e categorizados de acordo com os temas, os quais, em muitos casos, não eram condizentes com os conteúdos tratados nas cenas dos vídeos. Identificamos então as seguintes categorias: Geometria Analítica (GA – 18 vídeos, 10,84%); Geometria Plana (72 vídeos, 43,37%); Geometria Espacial (64 vídeos, 38,55%); História da Geometria

³⁰ Disponível em: <http://www.matematica.seed.pr.gov.br/modules/video/arquivoVideos.php?menu=135#barra_tit>. Acesso em: 27 jan. 2017.

(5 vídeos, 3,01%) e Resolução de questões do ENEM (não tratam de temas da GA – 7 vídeos, 4,21%). Como o conteúdo foco da pesquisa é a GA (detalhada na metodologia), analisamos os 18 vídeos conforme os 12 princípios propostos na TCAM (MAYER, 2009). Utilizamos a avaliação indicada pela Escala Likert, cuja finalidade foi apontar a contemplação de cada princípio em cada vídeo. A Escala Likert é autoconstruída e faz uso de cinco pontos que variam de “concordo plenamente até discordo plenamente” (LANKSHEAR; KNOBEL, 2008, p. 143). Formulamos a questão: ‘Os princípios da TCAM são contemplados de forma satisfatória nas cenas do vídeo?’. Para respondê-la, utilizamos as cinco escalas, as quais variam de nunca (não atende ao princípio em nenhuma cena); uma vez e ínfimas vezes (atende ao princípio pelo menos uma ou mais vezes nas cenas); várias vezes e sempre (atende ao princípio inúmeras vezes), as quais estão descritas no Quadro 11.

QUADRO 11 – LEGENDA SOBRE A CONTEMPLAÇÃO DOS PRINCÍPIOS

Nunca	\neq
Uma e poucas vezes	\cap
Várias vezes	∞

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

No Quadro 12, a seguir, apresentamos a análise quanto à contemplação de cada um dos 12 princípios da TCAM propostos por Mayer (2009).

QUADRO 12 – CONTEMPLAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA TCAM NOS VÍDEOS³¹ DE GEOMETRIA ANALÍTICA

Vídeo	Conteúdo abordado	Atende os princípios para reduzir o mau entendimento?					Atende os princípios para gerenciar o processamento do essencial?			Atende os princípios para promover o processamento generativo?			
		Coerência	Sinalização	Redundância	Contiguidade espacial	Contiguidade temporal	Segmentação	Pré-treino	Modalidade	Multimídia	Personalização	Voz	Imagem
VGA 1	Pontos notáveis do triângulo: circuncentro (8min40s)	∞	∞	∩	∞	∞	∞	∩	∞	∩	∩	∩	≠
VGA 2	Circunferência (35min)	∩	∩	∩	∩	∩	≠	≠	∩	∩	≠	∩	≠
VGA 3	Geometria do Taxista (9min)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∩	∞	∞	∞	∞	≠
VGA 4	Geometria da Terra (10min15s)	≠	∩	∩	∩	∩	∞	∩	∞	∞	∩	∞	≠
VGA 5	Geometria da Terra: localização (9min19s)	∩	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∩	≠
VGA 6	Geometria da Terra 3 (12min)	∩	∩	∞	∞	∞	∩	∩	∞	∞	∩	∞	≠
VGA 7	Geometria da Terra: GPS (12min)	∩	∞	∞	∞	∞	∞	∩	∞	∞		∞	≠
VGA 8	Triangulação de áreas (12min)	∩		∞	∞	∞	∩	∩	∞	∞	∩	∞	≠
VGA 9	Cônicas: astronomia (10min)	∞	∩	∩	∞	∞	∩	∩	∩	∞	∩	∞	≠
VGA 10	O PI e o círculo (10min)	∩	∩	∞	∞	∞	∩	∩		∞	∩	∞	≠
VGA 11	Jardim de números (9min40s)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	≠
VGA 12	Plano Cartesiano (9min20s)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	≠
VGA 13	Reta (6min)	≠	≠	∩	∩	∩	≠	≠	∩	∩	≠	∩	≠

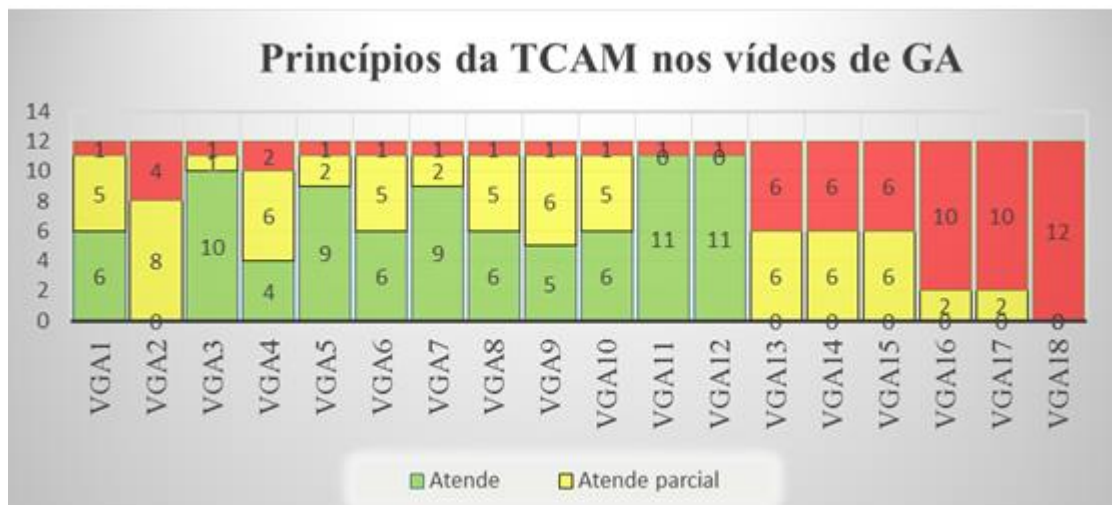
³¹ Esses vídeos foram baixados do Portal no dia 27 de janeiro de 2017.

VGA 14	Retas no compasso (7min)	≠	≠	∩	∩	∩	≠	≠	∩	∩	≠	∩	≠
VGA 15	Retas paralelas (8min)	≠	≠	∩	∩	∩	≠	≠	∩	∩	≠	∩	≠
VGA 16	Plano Cartesiano (2min40s)	≠	≠	∩	≠	≠	≠	≠	≠	∩	≠	≠	≠
VGA 17	Planos e círculos (13min39s)	≠	≠	∩	≠	≠	≠	≠	≠	∩	≠	≠	≠
VGA 18	Área do círculo (10s)	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠

Fonte: Adaptado de Cardoso (2014).

Podemos inferir, mediante o Quadro 12, que são disponibilizados vídeos que atendem os princípios da TCAM, e vídeos que não atendem nenhum dos princípios. O Gráfico 1, na sequência, apresenta, em termos quantitativos, os princípios atendidos no caso dos 18 vídeos que abordam a GA.

GRÁFICO 1 – PRINCÍPIOS DA TCAM NOS VÍDEOS DE GA



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Observamos, no Gráfico 1, que o princípio imagem não é contemplado por nenhum dos vídeos. Isso se deu pelo fato de todos terem um personagem que conversa com o aluno narrando os conteúdos ou mesmo encenando alguma parte da explicação. As cenas em que aparece o personagem são uma reprodução das aulas presenciais, nos modelos expositivos, em que o professor explica o conteúdo para os alunos. O personagem, ou a imagem auditiva, acaba por desviar a atenção do aluno para aspectos visuais que não são conteúdos, como vestimenta, movimentação das mãos, dicção de voz, etc., causando prejuízo na aprendizagem

por essa interferência no canal sensorial do aluno. No caso do conteúdo de Geometria Analítica, por exemplo, seria indicado um personagem para fazer traçados com o compasso e a digitação na calculadora, destacando aspectos importantes em alguns cálculos, ou seja, um personagem que auxiliasse na contemplação dos princípios da sinalização, pré-formação e segmentação.

Mayer (2009), assevera que o material educativo é um dos fatores que interfere diretamente na aprendizagem multimídia. O autor defende o tipo de instrução multimídia que utiliza concomitantemente imagens (visão) e sons (audição). Essas informações são percebidas por duas vias: a visual e a auditiva, que têm capacidade limitada de processamento. O VGA16, o VGA17 e o VGA18 apresentam animação sem texto oral ou escrito, causando maior dificuldade para se entender o assunto abordado.

Outra questão se reporta aos enredos (começo, meio e fim de um assunto), pautados em grande parte na referência à matemática pura. De acordo com Skovsmose (2008), esse tipo de exercício não apresenta nenhum contexto e somente a resolução é importante. Isso interfere de forma negativa na aprendizagem da matemática, pois leva os alunos apenas a decorarem as fórmulas e não à reflexão sobre o exemplo resolvido.

Diante disso, a TCAM é importante nesta investigação para apontar um material com possibilidades de potencializar a aprendizagem de GA. Somamos a esse aspecto nossa análise das cenas desses vídeos quanto às referências, conforme Skovsmose (2008, 2014), para definir os objetivos de cada vídeo ou cena para as sequências de aulas.

4.2 OS VÍDEOS COMO MATERIAL DE ENSINO E PRODUTO EDUCACIONAL

Os vídeos são presença mais marcante na esfera social dos alunos do que no processo de ensino, na ação docente. Quando inseridos no ensino, na função de material educacional multimídia de conteúdo científico, é necessário um olhar diferenciado, pois existem diversas variáveis que interferem direta e indiretamente na aprendizagem, na mudança da estrutura cognitiva do aluno segundo os pressupostos da TAS.

Com a leitura flutuante dos dados (questionários, vídeos utilizados nas atividades, tarefas e vídeos construídos pelos alunos) que comporão o *corpus* de análise, emergiram os seguintes questionamentos: ‘O aluno possui conhecimento prévio sobre GA e aparatos tecnológicos para construir vídeos?’; ‘Os vídeos construídos pelos alunos externalizam com

mais clareza seu conhecimento prévio de GA?'; 'Para os alunos, o que é um vídeo frágil em termos estruturais?'; 'Os vídeos apresentam estrutura lógica segundo os alunos?'; 'A estrutura dos vídeos é semelhante às estruturas seguidas pelos roteiros dos alunos?'; 'Os alunos têm a percepção e atribuem significados ao vídeo como material para aprender?'. Essas questões são pertinentes ao conhecimento prévio e ao material potencialmente significativo, discutidos no referencial teórico (TAS).

As discussões relativos a ambos no processo de ensino com vídeo são realizadas mediante a **Categoria 1: O vídeo na função de material educacional multimídia de conteúdo científico** – Códigos de análise: condição cognitiva adequada para criar vídeos de GA; os vídeos criados pelo aluno trazem as condições cognitivas de GA, ou seja, conhecimento adquirido de GA; interferência negativa na estrutura e ordem dos conteúdos dos vídeos; significado lógico: estrutura interna do material; percepção e significado do vídeo como material para aprender. O detalhamento dessa categoria está no Quadro 13.

QUADRO 13 – CATEGORIA, CÓDIGO DE ANÁLISE E DESCRIÇÃO SOBRE O VÍDEO NA FUNÇÃO DE MATERIAL

Categoria	Códigos de análise	Descrição (ênfase no olhar do aluno)
Categoria 1: O vídeo na função de material educacional multimídia de conteúdo científico	Condição cognitiva adequada para criar vídeos de GA	Conhecimento sobre os aparatos tecnológicos; conhecimento prévio sobre ferramentas para construção de vídeo.
	Os vídeos criados pelos alunos trazem as condições cognitivas de GA?	Os conceitos de GA explicados pelos alunos trazem à tona o conhecimento prévio do aluno de GA.
	Significado lógico do vídeo: estrutura interna do material	A estrutura é lógica para o aluno? A estratégia, o desencadeamento e a sequência das ideias de resolução utilizadas pelo grupo são semelhantes àquelas utilizadas pelos vídeos V1 e V2?.
	Interferência negativa na estrutura e ordem dos conteúdos dos vídeos	Causas que geram confusão ou desorganização, principalmente das ideias: conteúdo do vídeo, áudio ruim, falta de organização das ideias, assuntos diferentes do esperado, entre outros.
	Percepção e significado do vídeo como material para aprender	Atribuição de significado pessoal, impressões sobre o vídeo, julgamento sobre vídeos como material científico.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4.2.1 Condição cognitiva adequada para criar vídeos de GA

A primeira questão se refere às condições cognitivas adequadas para criar vídeos de GA. Os alunos trazem para o ambiente escolar ideias, situações, conceitos sobre as tecnologias, conhecimento científico, dentre outros conhecimentos. Para discutir essa questão, buscamos dados no questionário 1 e no Contexto 3.

Os alunos apresentam grande contato com as tecnologias digitais que possibilitam a construção dos vídeos, e a maior parte já produziu vídeos com temas como casamento, almoço de família, festas, explicação de conteúdo escolar para colegas que faltaram na aula, entre outros. Eles também possuem celular com câmera digital, acesso à internet, ao YouTube e computadores portáteis com programas de edição de vídeos, os quais levaram no sétimo e nono encontros.

Quando perguntamos se conheciam algum *software* de edição, se já haviam postado vídeos no YouTube e sobre seus motivos, obtivemos respostas como:

A18: Sony vegas, Vlog, Gameplany. Procuo uma fonte de renda diferente.

A5: Premiere CC, Movie Maker. Mostrar para as pessoas coisas interessantes ou mesmo divertidas.

A20: Utilizo os programas do celular mesmo. Compartilhar as coisas que acho interessante.

Comprovamos, durante as produções dos vídeos, o conhecimento dos alunos sobre o uso das ferramentas. Quando surgia alguma dúvida, os alunos recorriam ao YouTube para saná-la, como indicamos na reprodução do seguinte diálogo:

Professor: A8, você está digitando o conteúdo nos slides para depois colocar a animação?

A8: não professora, vimos no YouTube um jeito diferente e mais fácil.

Professora: então me ensina.

A8: você faz os slides no power point e depois salva na extensão de imagem. Daí fica salvo separado cada slide, então é só entrar no movie maker e pedir para inserir imagens. Não pode esquecer de salvar na mesma pasta os arquivos porque depois o programa não encontra a extensão.

A7: como vamos mostrar a animação da construção da bandeira no GeoGebra?

Professor: o software tem uma função que é o protocolo de construção onde você só vai clicando e as construções são executadas passo a passo.

A8: Ah, pessoal, encontrei um programa que faz isto. É o Camtasia. Ele filma a tela do computador. Professora, é muito mais fácil e tem versão de teste. Não precisa pagar. Vamos ver o vídeo de explicação.

Os alunos acabaram utilizando o programa Camtasia para criar seus vídeos. Um grupo estava com a mesma dificuldade, então foi sugerido pela pesquisadora, que desempenhou o papel de professora das atividades, o mesmo programa. Quando esta começou a explicar a função do *software*, o aluno interrompeu e disse: “A18: já encontrei um vídeo que explica tudo. Obrigada professora.”

Esses fatos, dentre outros, demonstram que os alunos conhecem formas de explorar os recursos para a construção dos vídeos e que também, por meio dos vídeos, buscam informações. Contudo, sabemos que ainda existem muitos lugares em que não há nem mesmo energia elétrica, então não é uma realidade homogênea para todos os contextos educacionais.

Destacamos o quanto esses conhecimentos que os alunos já possuíam interferiram de forma positiva na construção dos vídeos. Na acepção de Jesus, Vasconcelos e Lima (2016, p. 4), são características da geração Z: “Esta geração cresceu, efetivamente, a explorar a Internet nos computadores (*desktop e laptops*), e dispositivos móveis, como acesso constante e quase imediato a variadas fontes de informação de caráter educacional e lúdico”.

4.2.2 Os vídeos criados pelos alunos trazem as conhecimento prévio de GA?

A segunda questão indaga se os vídeos criados pelos alunos trazem as condições cognitivas de GA. Para respondê-la, apresentamos três vídeos selecionados para exemplificar e discutir os códigos de análise – Os vídeos criados pelos alunos trazem as condições cognitivas de GA? – e o significado lógico: estrutura interna do material.

O grupo 1 (G1- O tal dos analíticos), composto por cinco alunos (A1, A2, A3, A4 e A5) do terceiro ano do EM, construiu o vídeo Resolução Jardim de Números, com duração de aproximadamente 4 minutos. Os alunos apresentaram e explicaram os seguintes conceitos de GA: plano cartesiano, ponto, figuras geométricas – retângulo, losango e círculo –, distância entre dois pontos nas formas geométricas, raio e circunferência, unidades de medidas e substituição por centímetro, metros e quilômetros, razão e proporção.

As cenas descritas no Quadro 14 ilustram alguns dos conceitos apresentados pelos alunos.

QUADRO 14 – VÍDEO DO G1: RESOLUÇÃO JARDIM DE NÚMEROS

O vídeo inicia-se com a personagem Kátia apresentando o problema, a construção de um jardim em um terreno de quase 300m^2 , no formato da bandeira do Brasil, com flores que floresçam o ano todo. A Kátia termina indagando como fará para resolver esta situação. (trecho 00:00-00:20)



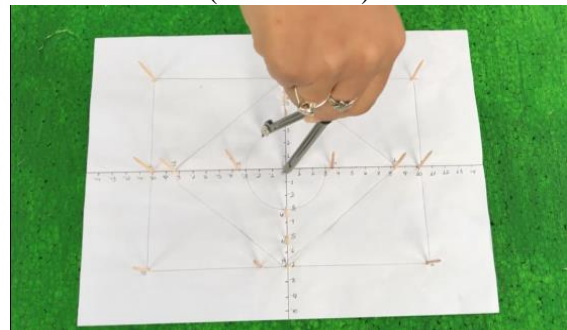
O grupo inicia dizendo: “Calma Kátia, o tal dos analíticos vão te ajudar”. (00:21-01:31)



Os alunos explicam que buscaram no site oficial as medidas da bandeira e colocaram no plano cartesiano em unidade arbitrária. (01:31-03:48)



O aluno explica a construção das figuras geométricas, retângulo, losango e círculo no plano cartesiano. No desenho especifica os eixos e os números. (03:30-05:29)



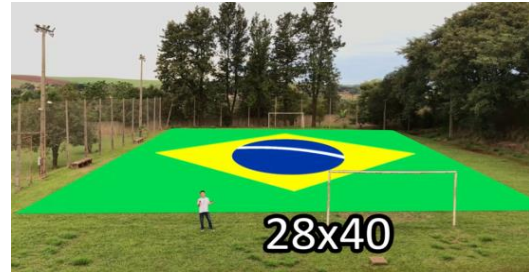
Explicam as unidades de medidas, diâmetro, entre outros, mostrando como podem ser substituídas por centímetros, metros e quilômetros por conta da unidade arbitrária. Usam essas medidas para calcular a distância entre dois pontos.

(02:20-02:41)



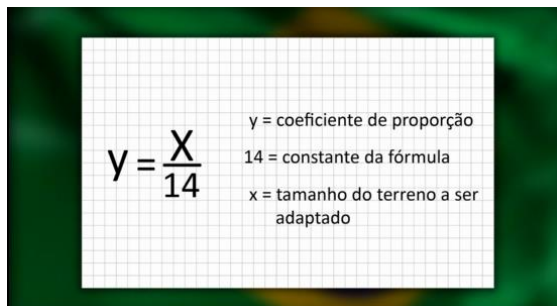
Usando esses cálculos, o aluno explica que a bandeira pode ser customizada em tamanhos diferentes e cita alguns exemplos em um campo de futebol, como 28 por 40 e 7 por 10.

(02:41-03:02)



Após o exemplo o aluno explica que para adaptar a bandeira é muito fácil, é só utilizar os conceitos de proporção. E apresentam-se vários exemplos e os cálculos passo a passo.

(03:02-08:32)



Terminam dizendo para Kátia que agora é a vez dela. Finalizaram como se fosse uma resposta para Kátia, porém, não seria a resposta final, mas um modelo de construção.

(03:25-03:40)






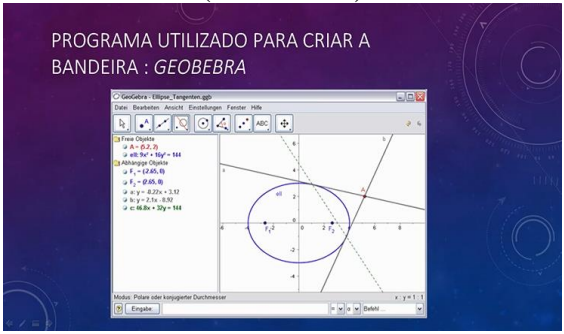
Fonte: Vídeos produzidos pelos alunos.

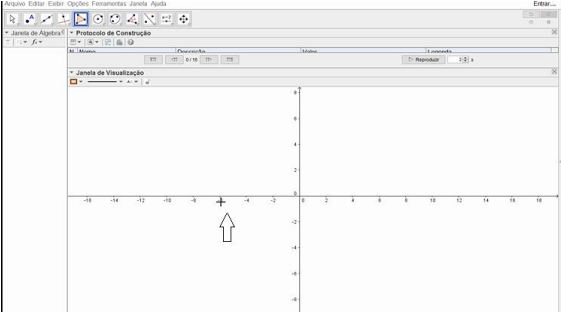
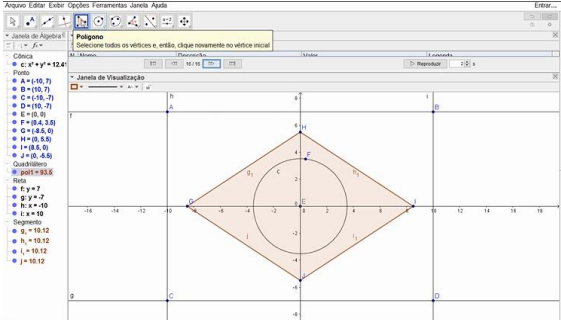


Cada aluno apresentou uma cena e os conceitos foram detalhados com a utilização de vários exemplos para ilustrar uma explicação, como unidades de medidas e proporção, caso alguém quisesse aumentar ou diminuir. Os alunos usaram trechos do vídeo do Contexto 2 para iniciar a explanação que poderia ajudar Kátia resolver o problema do jardim. Além dos conceitos expostos nos vídeos V1 e V2 do Contexto 1, os alunos trouxeram outros na resolução. Consideramos assim que o grupo apresenta certo domínio conceitual, pois seus membros explicaram como a personagem poderia resolver o problema e não apenas a resolução do problema em si, e estabeleceram a relação dos conceitos de geometria com a GA e com proporção. Também demonstraram conhecimento prévio sobre aparatos tecnológicos como o *software* de edição de vídeos Premiere Pro CC utilizado para efetuar as animações do vídeo do grupo.

O segundo grupo, denominado G2-Esquadrão Modelagem, foi composto por quatro alunos (A6, A7, A8 e A9) do terceiro ano do EM. Estes construíram o vídeo *Jardim de Números Remaker*, com duração de aproximadamente 3 minutos.

Os alunos apresentaram os conceitos de geometria plana, plano cartesiano, ponto, eixo das abscissas e ordenadas, figuras geométricas e proporcionalidade. Explicaram os conceitos de plano cartesiano, ponto e figuras geométricas. As cenas descritas no Quadro 15 mostram os conceitos apresentados pelos alunos.

QUADRO 15 – VÍDEO DO G2: JARDIM DE NÚMEROS REMAKER

<p>O aluno inicia dizendo: “A6: <i>fala galerinha, no vídeo de hoje vamos ensinar vocês a...</i>”. Em seguida, tem um trecho de uma música de suspense, então, continua falando sobre solucionar o vídeo do Jardim de Números. Depois, apresenta o problema. (trecho 00:00-00:21)</p> 	<p>O aluno diz que não é tão fácil quanto parece. Para resolver este problema é preciso conhecer conceitos matemáticos como GA, geometria plana, plano cartesiano e proporcionalidade. “A6: <i> você deve estar se perguntando o que é isto?</i>” (00:21-00:51)</p> 
<p>Na sequência, com o mesmo <i>slide</i> explica a proporção: “A6: <i>isto é o mesmo que igualdade entre razões, igualdade entre razões.</i>” (00:51-01:07)</p> 	<p>O aluno explica que para a construção da bandeira eles utilizaram o GeoGebra. Em seguida, apresentam um áudio com a expressão “huau” (01:08-01:16)</p> 

<p>Explica o plano cartesiano, os eixos das abscissas e das ordenadas no <i>software</i>. Utiliza o cursor do programa de geometria dinâmica para explicar e mostrar os eixos do plano. (01:16-01:29)</p> 	<p>Usando o <i>software</i> o aluno explica passo a passo a construção da bandeira pelos pontos escolhidos por eles, usando a ferramenta polígono, entre outros. (01:30-02:18)</p> 
<p>O aluno finalizou apresentando o <i>slide</i> e comentando sobre a possibilidade de reprodução da bandeira. (02:18-02:37)</p> 	<p>Termina dizendo: “A6: gostou no nosso vídeo? Deixa seu like no canal. Ops, não temos canal.” (02:37-02:40)</p> 

Fonte: Recortes dos registros produzidos pelo grupo G2.

A explicação foi realizada por apenas um aluno do grupo, porém das discussões e demais atividades todos participaram. O grupo 2 escolheu a aluna para o áudio porque consideraram que ela tinha uma voz agradável, explicava sem errar o português e não enfatizava o “r”, como os demais. O grupo 2 utilizou o *software* de geometria dinâmica para construir a bandeira, demonstrando conhecimento prévio acerca do GeoGebra. Detalharam apenas os conceitos de plano cartesiano, ponto e figuras geométricas, explicados de forma bem simplificada. Citaram o conceito de proporcionalidade, mas não trouxeram elementos em sua resolução. Analisando a resolução e o áudio do Contexto 2, verificamos que o grupo 2 utiliza um papel milimétrico para a construção da bandeira, com valores e discussão sobre a distância entre pontos, mas não trazendo cálculos na resolução. Possivelmente, citaram o conceito de proporção, porque depois da apresentação refizeram o seu vídeo, e na primeira apresentação o grupo G1 já havia exibido as cenas da proporção, o que chamou a atenção dos outros grupos. O conceito da proporção foi aprendido pelos alunos por meio de aprendizagem

mecânica, e o grupo G2 ainda não conseguia estabelecer ligação com outros conhecimentos existentes na estrutura cognitiva.

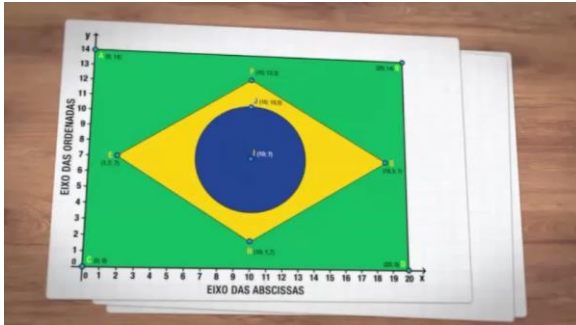
O terceiro grupo (G3), intitulado Modelagem Matemática, foi composto por quatro alunos (A10, A11, A12 e A13) do segundo ano do EM. Estes utilizaram partes das cenas do vídeo *Jardim de Números* para apresentar a sua resolução.

Os alunos fizeram uso dos conceitos de plano cartesiano, ponto, figuras geométricas – retângulo, losango e círculo –, distância entre dois pontos nas formas geométricas, raio e circunferência, porcentagem e fórmula da circunferência. Os conceitos explicados foram ponto, eixo das abscissas e ordenadas e plano cartesiano (Quadro 16).

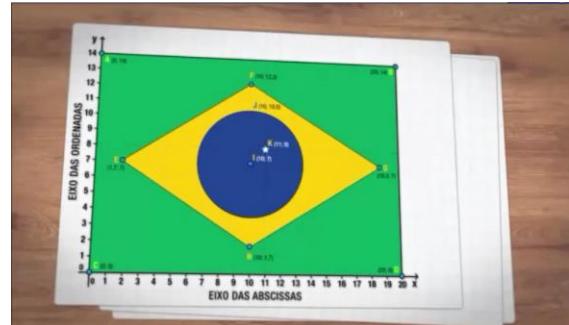
QUADRO 16 – VÍDEO DO G3: JARDIM DE NÚMEROS

<p>O vídeo inicia-se com a aluna dizendo o nome do grupo e que vai apresentar a solução encontrada por eles para o jardim de números. E apresenta o problema. (trecho 00:00-00:18)</p> <div data-bbox="248 981 788 1249" style="background-color: black; color: white; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Problema Apresentado:</p> <p>Construir um Jardim com o formato da bandeira do Brasil em um terreno de 14x20</p> </div>	<p>“A10: quando vimos o problema pensamos que a melhor forma de resolver seria pela GA.” Na sequência, são apresentados alguns conceitos de GA e ligações. (00:21-00:25)</p> <div data-bbox="842 1014 1406 1238"> <p>GEOMETRIA ANALÍTICA</p> <p>PONTO Um ponto possui coordenadas no eixo X e no eixo Y representado pela par ordenada (X,Y)</p> <p>RETA Pode ser representada como uma reta por uma equação obtida a partir de um ponto A (X₀, Y₀) e um coeficiente angular M da mesma reta. Equação fundamental da reta: Y - Y₀ = M(X - X₀)</p> <p>EQUAÇÃO GERAL AX + BY + C = 0 ; A, B, C ∈ ℝ</p> <p>EQUAÇÃO REDUZIDA Y = MX + q</p> <p>EQUAÇÃO SEGMENTÁRIA $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$</p> <p>DISTÂNCIA DE 2 PONTOS Dados A (X₁, Y₁) e B (X₂, Y₂). A distância entre eles é dada por: $d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$</p> <p>DISTÂNCIA DO PONTO À RETA Dados um ponto A (X₀, Y₀) e a reta r (AX + BY + C = 0). A distância entre eles é dada por: $d = \frac{ AX_0 + BY_0 + C }{\sqrt{A^2 + B^2}}$</p> <p>DISTÂNCIA DE RETAS PARALELAS Dadas duas retas paralelas, a distância entre elas é sempre igual, então, podemos fazer a distância de um ponto qualquer de uma dessas retas, até a outra.</p> </div>
<p>A aluna aponta e explica o plano cartesiano, eixos e nomenclaturas, como também a substituição dos eixos y pela largura e do x pelo comprimento. Para isso utiliza as cenas do vídeo <i>Jardim de Números</i>. (00:26-00:35)</p> <div data-bbox="228 1451 807 1798"> </div>	<p>Na sequência, coloca-se a imagem da bandeira com as medidas oficiais em metros. (00:36-00:42)</p> <div data-bbox="847 1424 1406 1798"> </div>

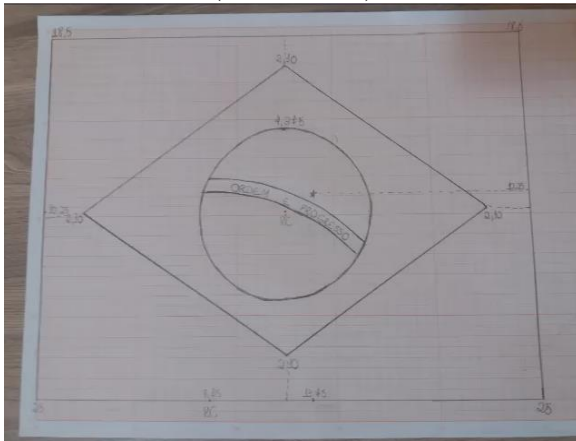
Explica a marcação nos eixos. Continua dizendo que agora era só marcar os pontos e ligá-los. (00:43-01:57)



Apresenta a explicação da localização da estrela marcando o ponto 8 no eixo x e 11 nas ordenadas. (01:59-02:46)



Terminando a construção, a aluna A10 questiona: “Mas a grande questão é se conseguimos usar este método em outros tamanhos de bandeiras. E a resposta é sim, meus amigos, conseguimos!” (02:40-02:57)



Terminam dizendo que o exemplo foi construído usando porcentagem e mostram um exemplo que aumentou 25%. E apresentam a fórmula da distância entre pontos e a fórmula da circunferência. (02:58-03:16)

$$d_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

Equação reduzida da circunferência

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = r^2$$

Fonte: Vídeos produzidos pelos alunos.

Nos vídeos produzidos pelos grupos, observamos abordagens de diversos conceitos pertinentes à GA contemplados nos vídeos do V1 e V2 do Contexto 1 (Apêndices J e K), porém as explicações variaram. Uns aprofundaram mais as explicações com diversos exemplos, como o G1, e outros foram mais mecânicos, apenas com a citação do conceito e a possibilidade de resolução, como o grupo G2, com o conteúdo de probabilidade, e o grupo G3 com a porcentagem, em que apresentaram as fórmulas e o resultado.

Nas discussões durante o sétimo e o nono encontros, alguns trechos apontam para a questão da resolução no papel e da explicação no vídeo:

A7: Estamos colocando nos slides o que resolvemos aquele dia no papel, só que depois não vamos conseguir explicar e vai só ler?

A8: Tem coisa que eu sei só para mim, mas, não pra explicar. Tem que saber bem mesmo para explicar passo a passo.

A4: Esta parte eu explico porque sei bem mais que as outras.

A5: Eu explico a parte de proporção porque é a que mais entendi.

A2: Depois que você gravou a explicação sobre a proporção eu entendi melhor do que quando você explicou no dia em que a gente resolveu na folha. Também posso explicar essa parte.

Os alunos, na função de criadores de produto educacional, se tornaram corresponsáveis na aquisição de novos conhecimentos. A compreensão de um conceito vai muito além de apenas explicá-lo, e na verbalização, segundo eles mesmos, buscaram trazer o conceito de mais entendimento.

Moreira (2014, p. 164) enuncia que “[...] a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis”. Ao olharmos as explicações dos alunos, percebemos que uns possuem os significados mais claros e com maior domínio do que outros sobre os conceitos matemáticos, trazendo à tona não o ponto final, mas o ponto inicial que pode ser usado pelo professor para a tomada de decisões em relação ao próximo passo do ensino.

4.2.3 Significado lógico do vídeo: estrutura interna do material

O desencadeamento ou sequência das ideias era necessário para a realização da atividade do Contexto 3, principalmente na elaboração do roteiro, o qual foi definido por cada grupo. Notamos que os alunos, ao elaborar o roteiro, buscaram seguir uma sequência cuja ordem foi: exposição do problema, explicação pela matemática ou conceitos de GA e resolução do exercício usando informações do problema. Ocorreu algo semelhante em relação aos vídeos V1 e V2.

Identificamos alguns apontamentos são identificados nas falas dos alunos durante a discussão sobre a elaboração do roteiro:

Professor: Que critérios vocês estão utilizando para montar o roteiro?

A24: Pensamos em apresentar o problema do jardim, com alguém do grupo falando igual à moça que pediu o táxi.

A21: Então, professora, depois a gente pensou em explicar o plano cartesiano igual ao que a gente resolveu no papel. Até pensamos em colocar um trecho de explicação igual àquele que aparece o pintor de Pontilhismo.

Professor: Que trecho seria este?

A22: Uma explicação sobre a resolução.

A24: Ah, não. Dá pra gente apresentar o problema e depois explicar a resolução como nos vídeos que a gente viu.

A22: Fica bom porque dá para entender. Mas, não pode ficar muito demorado e tem que ser mais dinâmico. Tipo aqueles dos youtubers.

Professor: Vocês conhecem alguns?

A23: Tem vários. Um bem legal é aquele que você escreve o conteúdo em folhas de papel grande ou cartolinas e deixa a câmera posicionada em um ponto só. Depois é só explicar o conteúdo e deixar a cartolina cair.

Professora: Eu não conheço, mais deve ficar bacana.

O Quadro 17 apresenta a construção utilizando a técnica comentada.

QUADRO 17 – CENAS DO VÍDEO (G4)

Vídeo do Grupo 4 (G4) – Foca na Tarefa	
<p>“A24: Olá galera nós somos a equipe Foca na Tarefa. E nós vamos ajudar você a enxergar a matemática no seu dia a dia.” (00:00-00:08)</p> 	<p>A aluna, ao dizer a seguinte frase, deixa cair a folha de papel, circulado na imagem: “A4: imaginem que mandaram você construir um jardim no formato da bandeira do Brasil.” (00:08-00:11)</p> 
<p>“A24: E saiba que a forma mais fácil de fazer ele é usando a GA.” (00:11-00:19)</p> 	<p>A aluna apresenta uma imagem de papel milimétrico e explica que se usa o plano cartesiano e explica por meio de passos. (00:19-00:35)</p> 

Fonte: Vídeos produzidos pelos alunos.

A aluna explica a construção de cada figura usando módulos e não números na explicação – por exemplo: “A24: O raio no meio do círculo azul terá o módulo 3 raio e meio”. O vídeo tem aproximadamente um minuto e meio.

Os outros grupos também apontam influências nessa questão. Um exemplo é o grupo G3, que utilizou partes das cenas da construção para a edição das imagens.

4.2.4 Interferência negativa na estrutura e ordem dos conteúdos dos vídeos

No encontro via Facebook, os alunos apontam nos questionários e nas discussões causas que geram confusão ou desorganização dos conteúdos apresentados pelos vídeos de matemática.

O áudio é uma das causas mais citadas pelos alunos. A imagem, iluminação e som também foram mencionados com grande frequência. Outros são referentes à linguagem com termos muito técnicos, resolução de exercícios sem explicação passo a passo e sem áudio, má organização das informações, como diversos conteúdos e assuntos diferentes, muitos efeitos, fala muito rápida e robotizada. Segundo os alunos, essas são as principais causas que tornam o vídeo um material confuso e desorganizado.

4.2.5 Percepção e significado do vídeo como material para aprender

No âmbito acadêmico, os alunos consideram o vídeo uma fonte de informação científica. Atribuem-lhe importância como um material para seu aprendizado.

A17: Os vídeos são importantes para o aprendizado e para descontrair. Busco vídeos para aprender mais do assunto abordado em sala de aula.

A23: As vídeo-aulas, por exemplo, são grandes ferramentas para o aprendizado e para estudar para prova em geral.

A16: Facilidade e ampliar conhecimento.

A8: Para aprender e estudar para o ENEM e vestibular.

A19: Eles ajudam na compreensão de determinados assuntos.

A21: É um ótimo recurso para adquirir conhecimento e compreender conteúdos em qualquer lugar. Uso para estudar para o vestibular.

Muitos alunos consideram o vídeo uma extensão da sala de aula, possibilitada pelo material. O conhecimento não fica restrito, de acordo com os alunos, somente à explicação do professor e à sala de aula. Atribuem o caráter de facilidade a essa extensão.

A2: Se saio da aula com dúvida eu busco vídeos sobre o assunto para entender porque é mais fácil do que ficar lendo. E depois, na próxima aula, já é outro assunto.

A4: Quando o professor ensina e não entendo eu busco vídeo sobre o assunto porque sempre apresenta uma explicação mais fácil.

A6: [...] é uma forma mais fácil de aprender e mais dinâmico as explicações.

A22: O professor explica de forma mais dinâmica nos vídeos... é de mais fácil compreensão.

Em geral, os alunos apresentam percepção ou consciência de que o vídeo, com conteúdos científicos de matemática, possui um caráter educativo e uma fonte de informação científica que ajuda a aprender.

4.3 TECENDO REFLEXÕES: O QUE APONTAM OS MAPAS?

Em um Mapa Conceitual (MC), o conceito fica descrito nas figuras geométricas, como, por exemplo, um retângulo, ligado por uma linha. A ligação entre dois conceitos relacionados por uma linha indica que quem construiu o mapa compreende que existe uma relação entre os conceitos. A hierarquia de seus conceitos e relações apontam, entre outros, para a organização interna de conhecimento de cada pessoa. Dessa forma, sempre um mapa será diferente de outro, mesmo que o aluno trabalhe em grupo, como é nosso caso.

Nesse sentido, Moreira (2006, p. 55) explana que:

[...] se entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo, em uma certa área de conhecimento, como o conteúdo e organização conceitual de suas ideias nessa área, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aprendiz. Assim sendo, os mapas conceituais serão úteis não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno (ou seja, antes da instrução), mas também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução. Dessa forma se obtém, inclusive, informações que podem servir de realimentação para a instrução e para o currículo.

Diante disso e do exposto na metodologia, utilizamos o MC para identificar os conceitos, as relações e hierarquias, tanto as existentes como as construídas pelos sujeitos envolvidos nas sequências de aulas. Por meio do mapa, buscamos perceber como o aluno que o elaborou no primeiro e no último encontros diferencia, relaciona, estrutura, integra ou discrimina conceitos de GA. Para melhor esclarecimento, os alunos fizeram um relatório explicando o seu mapa, em um total de 48 mapas.

Realizamos a análise interpretativa dos mapas com base na categoria 2: Verificação de evidência da aprendizagem, levantada mediante a leitura e indagação do *corpus* de análise desta seção, dos mapas.

QUADRO 18 – CATEGORIA E CÓDIGOS DE ANÁLISE: VERIFICAÇÃO DE EVIDÊNCIA/OCORRÊNCIA DA APRENDIZAGEM

Categoria	Códigos de análise	Descrição
Categoria 2: Verificação de evidência da aprendizagem	Conceitos de GA nos mapas pré e pós e novos conceitos	Plano Cartesiano, ponto, eixo das abscissas e ordenadas e distância entre pontos; outros conceitos matemáticos.
	Disposição ou ordenação dos conceitos	Mudanças na hierarquia e na distribuição dos conceitos. Conceitos que eram superiores ou inferiores mudam de posição. Os conceitos partem do mais geral, no topo ou centro, e vão progressivamente sendo acrescentados os mais específicos.
	Novos significados com a mesma relação	Os conceitos mudam de nomenclatura, mas permanecem com a mesma ligação: por exemplo, x e y para abscissas e ordenadas.
	Relação ou interação com conceitos já existentes	Conceitos matemáticos do currículo que não aparecem no mapa pré (A) são incorporados depois das atividades com vídeos no mapa pós (B).

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4.3.1 Conceitos de GA nos mapas pré e pós e novos conceitos

Apresentamos nesta subseção as discussões segundo os mapas pré e pós dos 5 grupos de alunos (G1, G2, G3, G4 e G5). Estes realizaram pela primeira vez a elaboração de mapas, com a seguinte tarefa:

Escreva 10 palavras indicando as ideias mais importantes sobre os conceitos de Geometria Analítica. Escolha o conceito mais importante entre os que você listou, ou seja, o mais geral. Escreva-o no topo do diagrama. Gradualmente, vá ordenando os outros. Considerar as suas relações de dependência ou ordem. Os conceitos devem ser escritos dentro das caixas (colocar quantas julgar necessário).

Explicamos aos alunos que o MC pode ser usado para aprender e estudar qualquer conteúdo. Analisamos as produções individuais (48 mapas) dos alunos e apresentamos por grupos, os mesmos da produção dos vídeos.

Analizamos o MC pré (A) de cada aluno investigado de acordo com os conceitos de GA, com maior ênfase nos vídeos (conceitos centrais do tema estudado): plano cartesiano, ponto, eixo das abscissas e ordenadas, Teorema de Pitágoras e distância entre pontos, vistos no Contexto 1, em comparação com os apresentados no MC pós (B) na sequência de aulas. Detalhamos a seguir os apontamentos relativos ao conhecimento prévio e às pós-atividades.

Na análise dos conceitos presentes nos mapas do G1, composto por cinco alunos, assinalamos “comum” x os conceitos encontrados nos mapas A e B. Pontuamos que o A1 não acrescentou em seu mapa os conceitos de abscissas e ordenadas, porém inseriu o de plano cartesiano, o que pode indicar que ainda não compreendeu os conceitos relacionados ao de que plano são os eixos.

O Teorema de Pitágoras é citado por apenas um aluno no mapa A. No mapa B, todos trazem o conceito. O conceito do teorema é utilizado no vídeo V2 para resolver uma questão sobre distância, e é bem provável que seja esse o motivo pelo qual o conceito aparece no mapa pós.

A Tabela 2 ilustra os conceitos e a pertinência em cada mapa do grupo 1.

TABELA 2 – CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G1

Vídeos <i>Um ponto de vista</i> (V1) e <i>Vou de táxi</i> (V2)	Conceitos de GA apresentados nos vídeos	Conceitos dos MCs dos alunos (Grupo 1 – G1)									
		MC pré (A) e pós (B)									
		A1	A1	A2	A2	A3	A3	A4	A4	A5	A5
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
V1 e V2	Plano Cartesiano		x	x	x	x	x		x	x	x
V1 e V2	Ponto “localização”	x	x	x	x		x		x		x
V1 e V2	Eixo das abscissas ou x				x	x	x	x	x	x	x
V1 e V2	Eixo das ordenadas ou y				x	x	x	x	x	x	x
V2	Teorema de Pitágoras		x	x	x		x		x		x
V2	Distância entre pontos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

No grupo G2, composto por quatro alunos (A6, A7, A8 e A9), o A6 escreveu o conceito de par ordenado no mapa B, e não coordenadas como os demais alunos. O conceito

de par ordenado indica, na matemática, que são dois elementos, o 1º elemento (a) e o 2º (b), então (a,b) , em que a está no eixo das abscissas e o b está nas ordenadas. O conceito de plano cartesiano é indicado em três dos quatro mapas A (A6, A7 e A8), sugerindo que os alunos desse grupo possuem um conhecimento prévio sobre esse assunto de GA.

De modo geral, os estudantes lembravam dos conceitos de plano cartesiano, e somente o A9 não o citou no mapa A, mas inseriu os conceitos de ponto, eixos e distância entre pontos. Supomos que o estudante não se lembrava de início, pois os conceitos estão interligados (Tabela 3).

TABELA 3– CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G2

Vídeos <i>Um ponto de vista</i> (V1) e <i>Vou de táxi</i> (V2)	Conceitos de GA apresentados nos vídeos	Conceitos dos MCs dos alunos (Grupo 2 – G2)							
		MC pré (A) e pós (B)							
		A6	A6	A7	A7	A8	A8	A9	A9
		A	B	A	B	A	B	A	B
V1 e V2	Plano Cartesiano	x	x	x	x	x	x		x
V1 e V2	Ponto “localização”	x	x		x	x	x	x	x
V1 e V2	Eixo das abscissas ou x		x		x		x	x	x
V1 e V2	Eixo das ordenadas ou y		x		x		x	x	x
V2	Teorema de Pitágoras		x		x		x		x
V2	Distância entre pontos		x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

O G3 é composto por alunos no 2º ano do EM, como referimos. Esse pode ter sido o motivo que explica a ausência de conceitos esperados no mapa A do grupo, ou seja, falta de conhecimento prévio. Entretanto, nos mapas pós atividades é identificada a maior parte dos conceitos esperados, como o de plano cartesiano, que ocorre em todos os mapas (Tabela 4).

TABELA 4 – CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G3

Vídeos <i>Um ponto de vista</i> (V1) e <i>Vou de táxi</i> (V2)	Conceitos de GA apresentados nos vídeos	Conceitos dos MCs dos alunos (G3) MC pré (A) e pós (B)							
		A10	A10	A11	A11	A12	A12	A13	A13
		A	B	A	B	A	B	A	B
V1 e V2	Plano Cartesiano	x	x		x	x	x		x
V1 e V2	Ponto “localização”		x	x			x		x
V1 e V2	Eixo das abscissas ou x		x		x		x	x	x
V1 e V2	Eixo das ordenadas ou y		x		x		x	x	x
V2	Teorema de Pitágoras		x	x	x	x	x		
V2	Distância entre pontos		x	x		x	x	x	x

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Identificamos, no mapa A, que alguns alunos fizeram referência apenas a um eixo (A15 e 18), abscissas ou ordenadas, o qual, no relatório, chamam de x ou y , não atribuindo relação com o conceito eixo. Um exemplo é o A15, com o eixo x , e este cita a distância no relatório, porém não faz ligação com os pontos, então supomos que não faz referência ao conceito de distância entre pontos (Tabela 5).

Outro fato interessante é que o A14 não apresentou um conhecimento prévio sobre o assunto, ou seja, conceitos prévios no mapa A, e o A17 também citou poucos conceitos esperados, mas esse grupo o fez no mapa B. Destacamos que os alunos do G4 são do 3º ano do EM.

TABELA 5 – CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G4

Vídeos (V1) (V2)	Conceitos de GA apresentados nos vídeos	Conceitos dos MCs dos alunos (G4) MC pré (A) e pós (B)									
		A 14	A 14	A 15	A 15	A 16	A 16	A 17	A 17	A 18	A 18
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
V1 e V2	Plano Cartesiano		x	x	x	x	x		x	x	x
V1 e V2	Ponto “localização”		x	x			x	x	x	x	x
V1 e V2	Eixo das abscissas ou x		x	x	x		x	x	x		x

V1 e V2	Eixo das ordenadas ou y		x		x		x	x	x	x	x
V2	Teorema de Pitágoras			x	x		x		x		x
V2	Distância entre pontos		x		x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

O G5 apresentou grande defasagem no que tange ao conhecimento prévio sobre ponto e eixos, mesmo alguns alunos apresentando o conceito de plano cartesiano (Tabela 6).

TABELA 6 – CONCEITOS PRÉ E PÓS ATIVIDADES NOS MAPAS DO G5

Vídeos V1 e V2 (V2)	Conceitos de GA apresentados nos vídeos	Conceitos dos MCs dos alunos (G5)											
		MC pré (A) e pós (B)											
		A 19	A 19	A 20	A 20	A 21	A 21	A 22	A 22	A 23	A 23	A 24	A 24
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
V1 e V2	Plano Cartesiano	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
V1 e V2	Ponto “localização”		x	x	x		x		x				
V1 e V2	Eixo das abscissas	x	x				x	x		x	x	x	x
V1 e V2	Eixo das ordenadas	x	x				x	x		x	x	x	x
V2	Teorema de Pitágoras		x		x		x				x		x
V2	Distância entre pontos		x		x	x	x		x	x	x		x

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

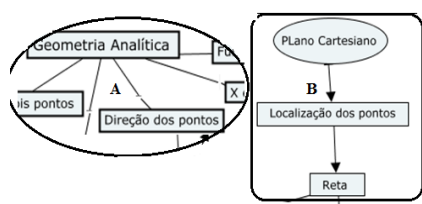
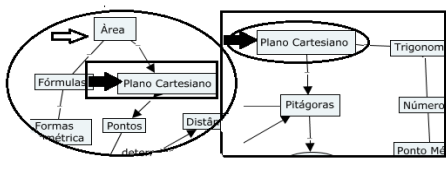
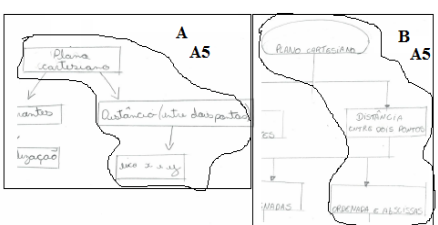
Os conceitos prévios utilizados no mapa A foram quase que unanimemente transcritos nos conceitos do mapa B. Houve a inclusão de novos conceitos relevantes ao tema abordado, apontando uma estrutura mais forte partindo dos conceitos prévios do aluno.

O mapa A indica que vários alunos possuíam conhecimentos prévios sobre os conceitos esperados de acordo com os temas dos vídeos V1 e V2, principalmente o de plano cartesiano. Vários alunos apresentaram subsunçores apropriados para um possível desenvolvimento cognitivo. Também tivemos mapas sem o conceito de plano cartesiano, e nos relatórios dos mapas a justificativa era a de não terem estudado GA, como o A14, do terceiro ano do EM.

4.3.2 Disposição ou ordenação dos conceitos

Analisamos os mapas A e B quanto à disposição ou ordenação dos conceitos. Utilizamos as indicações da Escala Likert (LANKSHEAR; KNOBEL, 2008) para analisar os mapas A e B, que variam de mapa ótimo (MO) a mapa médio (MM) e mapa regular (MR). No Quadro 19, detalhamos os parâmetros e a indicação.

QUADRO 19 – DISPOSIÇÃO OU ORDENAÇÃO DOS CONCEITOS MO, MM E MR

Mapas	Parâmetro para os conceitos pertinentes ao tema	Exemplo de indicação
MO	O conceito apareceu somente no mapa B e com posição hierárquica do conceito inclusor no topo ou sobreposto e, abaixo, os intermediários e mais específicos.	Mapas do A1 
MM	O conceito aparece nos dois mapas e muda uma ou mais vezes de posição hierárquica, com o conceito inclusor no topo ou sobreposto; abaixo, os intermediários e mais específicos.	
MR	O conceito aparece nos dois mapas, mas não muda a hierarquia, também muda ou não os termos, ou as ligações se tornaram mais lógicas depois de acrescentar novos conceitos (B).	

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

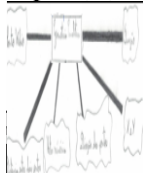
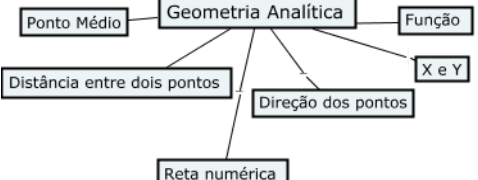

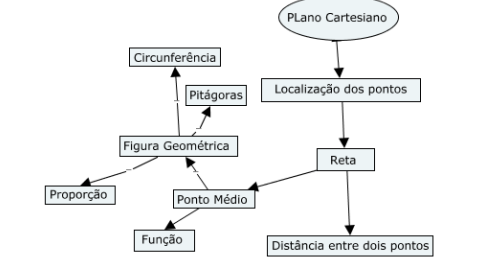
Na discussão orientada pelos mapas A e B quanto ao mapa ótimo (MO), mapa médio (MM) e mapa regular (MR) no tocante a mudanças na hierarquia, distribuição, conceitos superiores ou inferiores e de posição e seus derivados, entre outros, consideramos os mapas individuais, agrupados pela pertinência a cada parâmetro.

Com base nos parâmetros de análise MO, identificamos os conceitos centrais, que foram o plano cartesiano e derivados, pontos, eixos, Teorema de Pitágoras e distância entre

pontos. Esses conceitos apareceram somente no mapa B e com posição hierárquica do conceito inclusor no topo ou sobreposto, seguidos dos intermediários e mais específicos, colocados pelos alunos A1, A9, A11, A13, A14, A16, A19 e A23.

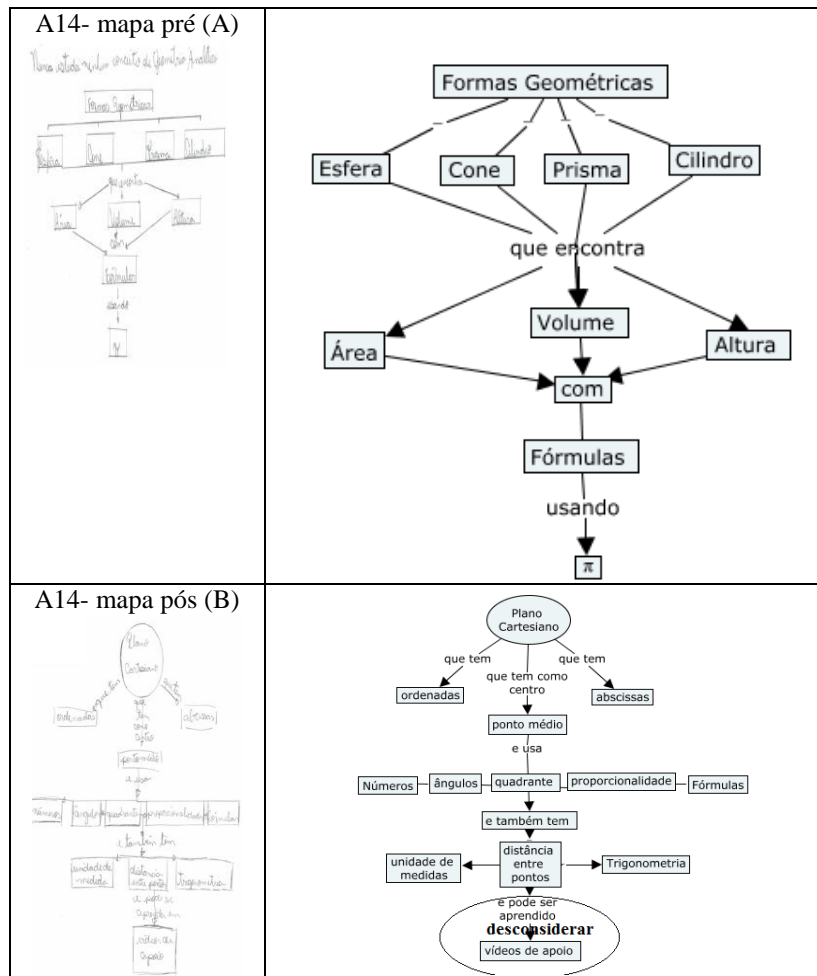
Os mapas e seus comparativos do A1, A14 e A19 amplificam a classificação e são apresentados nos próximos quadros. Na primeira coluna apresentamos o mapa original confeccionado pelos alunos e na segunda coluna o mesmo mapa, construído pela pesquisadora para melhor visualização dos conceitos e relações estabelecidos nos mapas originais. Ilustramos nos Quadros 20 a 22 o comparativo dos mapas pré e pós atividades do a1: mapa confeccionado pelo aluno, na primeira coluna e o mapa construído pelo aluno transcrito pela pesquisadora na segunda coluna, seguidos nos outros mapas.

QUADRO 20 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A1

Mapa confeccionado pelo aluno	O mapa construído pelo aluno e transcrito pela pesquisadora para melhor visualização
<p>A1- mapa pré (A)</p> 	
<p>A1- mapa pós (B)</p> 	

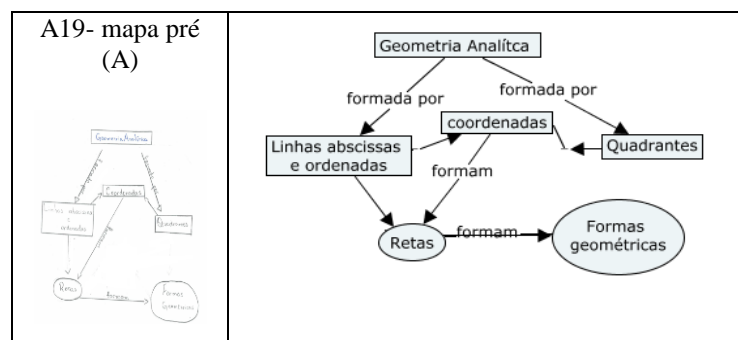
Fonte: Dados da pesquisa.

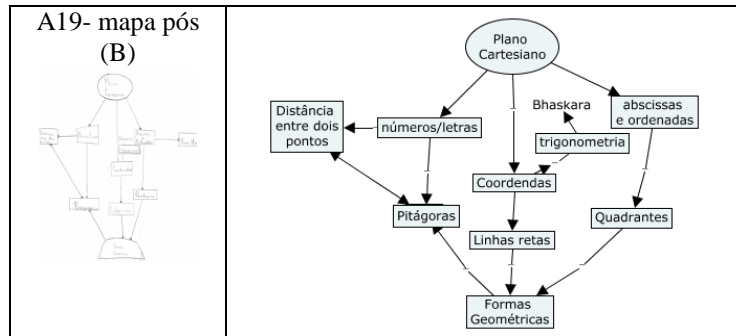
QUADRO 21 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A14



Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO 22 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A19



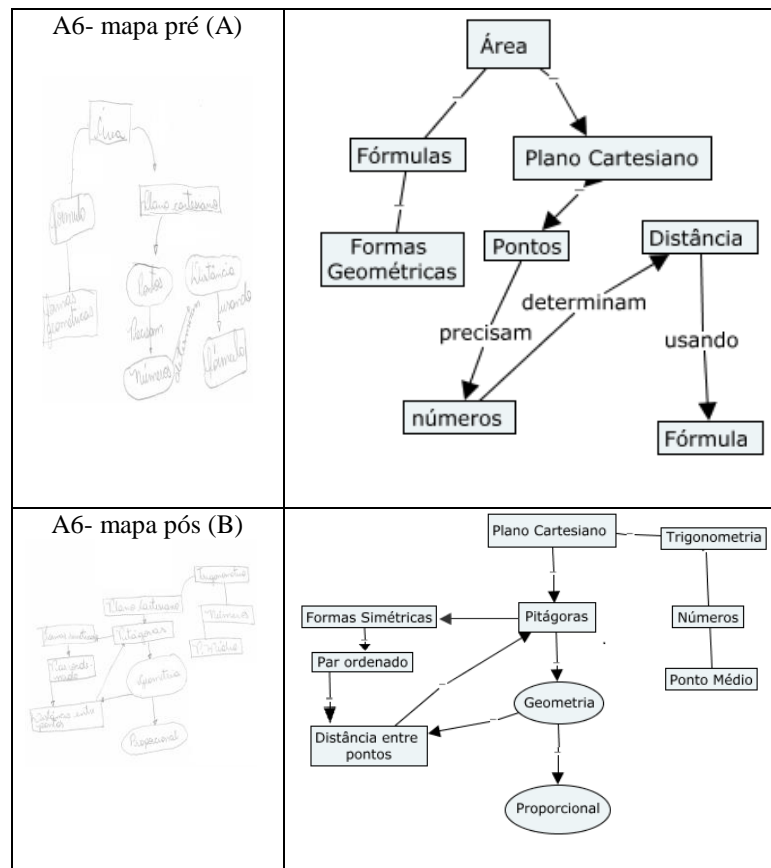


Fonte: Dados da pesquisa.

Os parâmetros de análise quanto ao mapa médio (MM) são pautados no comparativo dos mapas A e B e na ordenação dos conceitos centrais, como o conceito que aparece nos dois mapas e muda uma ou mais vezes de posição hierárquica, com o conceito inclusive no topo ou sobreposto, seguidos dos intermediários e mais específicos.

A maior parte dos mapas analisados pertencem ao MM, sendo esses: A2, A3, A6, A7, A8, A18, A20 e A21 (Quadro 23).

QUADRO 23 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A6

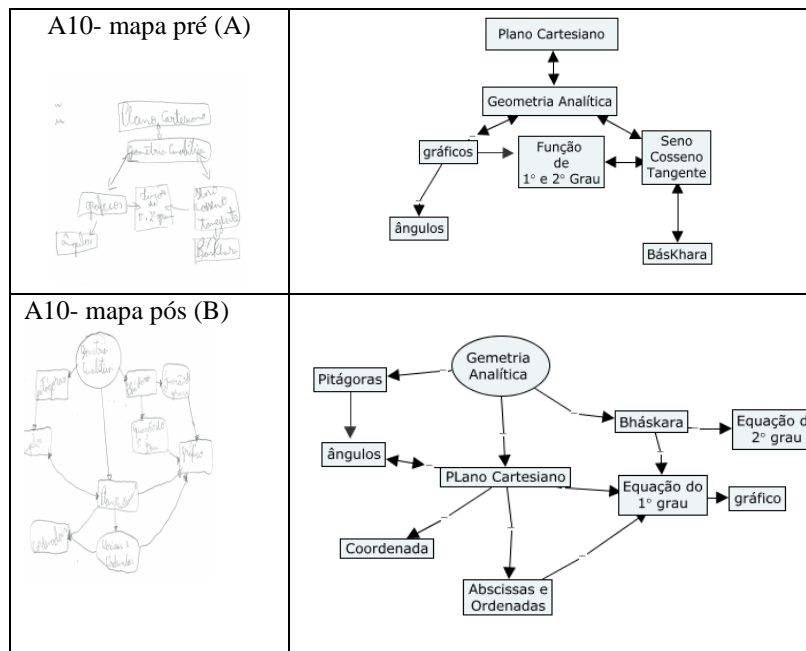


Fonte: Dados da pesquisa.

Os mapas analisados sob os parâmetros de MR são: A5, A12, A15 e A22. Quanto aos conceitos registrados pelos alunos nos dois mapas, não muda a hierarquia, ou as ligações se tornaram mais lógicas segundo o mapa e o relatório. Também pode ocorrer pouca mudança na hierarquia, mas as ligações ficam mais lógicas porque são acrescentados mais conceitos relacionados ao tema – por exemplo, no A4, A17 e A10.

No mapa A, em comparação ao B do aluno A10, este reorganiza os conceitos trazendo ao topo do mapa o conceito de GA, seguido do plano cartesiano, contudo a organização se torna mais aceitável pelo conteúdo central quando acrescenta as abscissas e ordenadas (Quadro 24).

QUADRO 24 – COMPARATIVO DOS MAPAS PRÉ E PÓS ATIVIDADES DO A10



Fonte: Dados da pesquisa.

Além dos conceitos esperados no mapa B, nos chamaram a atenção novos conceitos incorporados no mapa pós (B).

Apontamos nos dados gerais dos mapas A e B dos grupos G1, G2, G3, G4 e G5, sem a finalidade de comparação quantitativa, conceitos acrescentados somente nos mapas pós atividades (B), cientificamente aceitos no currículo da matemática escolar. Ao focar as lentes nesses conceitos, inferimos que os alunos procuraram estabelecer relações de outros conceitos da Geometria e da Álgebra com a GA.

Alguns exemplos são: proporção (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A12, A14, A16, entre outros); números e letras (A19 e A12); unidade de medida (A14, A18 e A21); formas geométricas: retângulo, losango e círculo (A1, A7, entre outros); Teorema de Pitágoras (A1,

A6, A7, A4, A19, entre outros); ponto médio (A6, A12 e A15); trigonometria (A6 e A14), Bhaskara (A9, A7 e A18), entre outros. Alguns conceitos foram utilizados nas construções dos vídeos, como proporção e formas ou figuras geométricas. Outros, como trigonometria e Bhaskara, são conceitos ligados aos de GA, porém nas atividades não são realmente utilizados. Pelo relatório explicativo dos mapas desses alunos, estes apenas citam os conceitos, mas não mencionam palavras de ligação que indiquem aprendizagem.

Consideramos que o aluno, ao fazer a tentativa de ligar outros conceitos com a GA, tende a pensar na possibilidade de ligação entre ambos. Além disso, identificamos ideias confusas e ligações de conceitos que não fazem sentido lógico, porém concordamos com Mintzes, Wandersee e Novak (2000, p. 86) quando asseveram que: “as ideias confusas não são sinal de más ideias, é um aviso que diz: Cuidado! Conhecimento em construção”. Nesse caso, seria um apontamento para o professor trabalhar as diferenças e as semelhanças desses conceitos na Álgebra e na Geometria.

Outro conceito que ficou bem evidente nos mapas B em relação ao mapa A foi o do Teorema de Pitágoras, abordado no Ensino Fundamental e não citado no mapa A, possivelmente porque o aluno não relacionava o conceito com a GA e depois que ele aparece no vídeo V2 os alunos o incluem no mapa.

Inferimos que houve evolução no mapa B em relação ao A quanto aos conceitos, organização dos conceitos, hierarquia, entre outros, apontando avanços em relação ao mapa A, pois o mapa B ficou mais rico – um exemplo é o mapa do A19, o qual, mesmo no terceiro ano do EM, não havia estudado GA e, ao final, elaborou um mapa considerado muito bom (MB), mostrando certa evolução no pensamento sobre plano cartesiano.

Os mapas, em consonância com Moreira (2014), são dinâmicos e permitem fazer inferências sobre diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Os mapas traçados sobre o mesmo assunto em dois momentos diferentes não serão iguais, ou seja, os mapas construídos hoje (A) são diferentes dos construídos amanhã (B).

4.4 LUZ, CÂMERA, AÇÃO... PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO

O *corpus* de análise desta seção foram questionários, gravações, diário de campo, entrevistas, vídeos produzidos pelos alunos, dentre outros instrumentos.

A **categoria 3: atitudes e ações positivas para mover-se frente ao ensino** não diz respeito a categorizar a predisposição da aprendizagem significativa, mesmo porque pela

complexidade que envolve o termo e pelas variáveis que interferem em sua definição seria um discurso sem provas. Assim, voltamos nosso olhar às atitudes e ações dos alunos quando participam de atividades de ensino com vídeos.

QUADRO 25 – CATEGORIAS E DESCRIÇÃO QUANTO ÀS ATITUDES E AÇÕES DOS ALUNOS

Categoria	Códigos de análise	Descrição
Categoria 3: atitudes e ações positivas para mover-se frente ao ensino	Percepção da responsabilidade do processo	Preocupação em explicar, resolver a tarefa correta e não ensinar errado. Perceber-se como agente responsável do conhecimento.
	Participação ativa, colaborativa e intenção	Pensamento, ideias, vontade e planejamento durante um longo período de construção e reconstrução do vídeo. Opiniões, discussões, imposição, exposição de ideias, discordância, entre outros, durante as etapas das atividades.
	Expectativas com a construção de vídeos de GA	Desejos, emoções, fatos pessoais, humor, entre outros, na construção do vídeo de GA.

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4.4.1 Percepção da responsabilidade do processo

O vídeo exige de quem o elabora e constrói, ou seja, do diretor e do ator, prioridade de conceitos selecionados, uso dos conceitos mais estruturados em seu cognitivo, pois institui responsabilidades. Esses elementos são indicados nos trechos das entrevistas e na gravação das atividades:

A22: Resolver o exercício é uma coisa, mais quando a gente tem que explicar daí você tem que entender de verdade.

A6: Tive que estudar muito para explicar porque fiquei com medo de errar na hora de gravar.

A14: Fiquei preocupado em ensinar errado os colegas e outras pessoas e do festival... ficaria muito feio explicar errado.

18: É muita responsabilidade explicar geometria para as pessoas, principalmente nos vídeos porque se você falar alguma coisa errada vai ficar para sempre. Tipo aqueles vídeos da internet.

19: Temos que usar tudo o que sabemos para explicar o problema porque se fosse só para resolver no papel seria mais fácil.

21: Tem que saber bem a geometria para não fazer feio, ainda mais que fica gravado.

24: Resolver exercícios já é difícil, agora tem que explicar, então é minha responsabilidade... será que vou conseguir?

Nesse caso, também recorrente em outras falas, os alunos se responsabilizam pelo processo de explicação do conteúdo e de aprendizagem, inserindo-se no centro do processo de ensino e aprendizagem.

Percebemos que em vários momentos os alunos questionaram se conseguiriam resolver determinadas questões como: falar para as câmeras, ter uma boa ideia, fazer um vídeo que as pessoas curtissem, explicar a geometria de uma maneira interessante, entre outros desafios explicitados em suas falas e surgidos durante o projeto.

4.4.2 Participação ativa, colaborativa e intenção

A participação ativa nas atividades, segundo Borssoi (2013), é uma forma de envolvimento que diz respeito às questões motivacionais imbricadas no processo de ensino e aprendizagem. A participação ou o envolvimento na aprendizagem é um indicador de predisposição no aluno para aprender (BORSSOI, 2013; AUSUBEL, 2003; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Os engajamentos dos participantes são apresentados nas seguintes falas:

G1: A4: Gostou do nosso jardim professora? Fomos nós que fizemos as flores. Até os meninos ajudaram. O plano cartesiano ficou torto e tivemos que refazer porque a hora que colocava as flores ficava deformada a bandeira.

A3: Aprendi a trabalhar em grupo. Fizemos juntos e só assim teve um resultado legal.

G4: A16: Olha o vídeo que eu encontrei sobre a técnica dos planos.

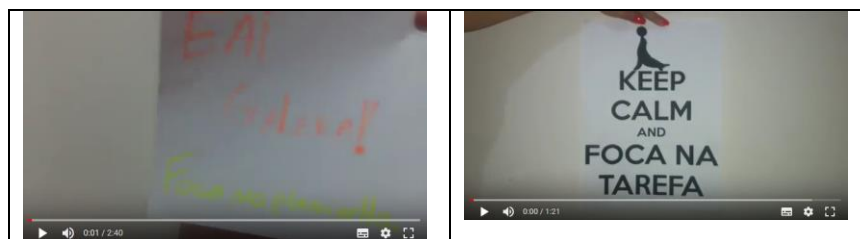
A18: Legal, posso fazer o cartaz.

A17: Eu faço no computador porque fica melhor, se eu usar o CorelDRAW³².

Na primeira versão do vídeo, o grupo G4 utiliza um cartaz, e na segunda versão um cartaz produzido pelo computador. Na primeira, a imagem não fica legível por causa da caneta utilizada para escrever na cartolina, então os alunos resolveram fazer em um editor de imagem (Figura 6).

³² Ferramenta profissional utilizada para *design*, *layout* e edição de fotos.

FIGURA 6 – CARTAZES DO G4



Fonte: Vídeos dos alunos.

Ao final, os cinco grupos conseguiram construir os cinco vídeos, e optaram por refazê-los depois do 9º encontro. Ao serem questionados se foi válida a apresentação dos vídeos, os grupos elencaram os seguintes pontos positivos:

G1: Troca de conhecimento. Aprender novas maneiras de fazer vídeos.

G2: Alguns conceitos que eles usaram, poderíamos ter utilizado no nosso também. Algumas maneiras, alguns aplicativos que eles usaram, fez com que o conteúdo ficasse muito bem explicado.

G6: Ganhamos ideias para nosso vídeo que não conseguimos finalizar e adquirimos conhecimento de GA, que precisávamos para terminar nosso vídeo.

G3: Explicação simples do conteúdo. Com palavras que entendemos.

A construção percorreu vários encontros com discussão, reorganização, análise, entre outros fatores que mobilizaram os alunos diversas semanas dentro e fora da sala de aula, como o grupo que gravou algumas cenas no campo de futebol e o relato do aluno.

Outros relataram também: “A7: Professora, ficamos o domingo todo gravando as falas e ouvindo para escolher qual seria editada no vídeo. Uma é pior que a outra! Vamos ter que fazer tudo novamente!”.

Após os alunos assistirem à apresentação final dos vídeos de GA, questionamos se eles construiriam outros vídeos de matemática, ao que responderam com certo entusiasmo que sim, como é exemplificam algumas falas:

A7: Agora ficou fácil porque temos bastante ideias.

A2: Só se fosse com o mesmo grupo porque a gente pensa junto e dá certo as nossas ideias. Cada um é bom em uma coisa.

A9: Dá muito trabalho mais é divertido. Parece que somos atores de cinema! Então com certeza eu falaria outro! Até porque a gente já tem base e se fosse de geometria então dava pra ficar mais bem explicado porque temos mais ideias.

A14: difícil é partir do zero. Agora temos vários exemplos de como fazer. É rápido e fica muito melhor do que o que fizemos. Foi bem divertido aprender fazendo vídeos.

As discussões, o planejamento e a exposição de ideias foi outro ponto observado em vários momentos para a construção do vídeo.

Como a questão-problema era genérica, os alunos poderiam resolver utilizando qualquer conteúdo de matemática para construir um jardim, porém utilizaram conceitos como o plano cartesiano para desenhar a bandeira, conceitos vistos no Contexto 1. Também ligaram a outros como razão e proporção, e não precisaram de explicações da professora para levantar a hipótese. Essa foi a hipótese levantada no início da atividade:

A2: A gente vai ter que diminuir a bandeira para pôr no vídeo! Mas, não pode ficar deformada?

A3: [...] a gente tem que aumentar ou diminuir usando a unidade de medidas, então como podemos fazer?

A5: Se aumentar a largura tem que aumentar a altura também? Professora, e se a gente fizesse por proporção?

A2: Será que dá certo?

Após as indagações, o grupo G4 realizou os registros das discussões no papel e aplicou os conceitos. Também trazem nas cenas do vídeo a aplicação dos conceitos discutidos e apresentam exemplos com metragens diferentes, sendo identificada uma forma de explicar a validação das informações. Demonstraram autonomia em aplicar conceitos vistos nos vídeos em outra situação, como na construção de um jardim e na confecção de bandeiras em tecidos, quando ainda fizeram a articulação com outros conceitos necessários na resolução, como os de proporção.

4.4.3 Expectativas com a construção de vídeos de GA

Ao final do projeto, na entrevista, os alunos relataram sobre a experiência e o empenho na construção do vídeo. Houve considerações acerca da ocorrência ou não da aprendizagem de algo novo, e os alunos mencionaram:

A1: Foi uma experiência única aceitar participar do projeto. A princípio achei que iria ser uma aula normal, de aprendizado, mas fui surpreendida por saber que ia ser um desafio e tanto construir vídeo. Que nós tínhamos que ensinar, passar este aprendizado sobre geometria, através de vídeo. Por cumprir este desafio, essa experiência diferente de todas adquirindo esse aprendizado, e podendo ensinar as pessoas sobre o que aprendemos, acaba que aprendi mais. Foi uma experiência incrível de gravar o vídeo, que aliás ficou lindo!

A2: Adorei esta experiência, agradeço por estes momentos de aprendizagem e troca de conhecimento. Fico até sem palavra para expressar o quanto estou feliz de ver o resultado!

G2: Aprendemos conceitos de GA fazendo vídeos, sendo que foi uma diversão.

Nas respostas às questões de cunho mais pessoal relativas às expectativas, ao interesse inicial e final em explorar os vídeos tanto em análise quanto em construção, percebemos

entusiasmo, principalmente no tocante à apresentação visual das informações e ao humor que criaram nas cenas.

A3: Foi muito bom! Aprendi a aplicar os conceitos de plano cartesiano, a construir vídeos de matemática mais divertidos, diferentes daqueles que deixam a matemática maçante e chata. Também, aprendi a lidar com novos desafios e trabalhar em equipe.

A4: Desafiante essa tarefa de gravar vídeo de matemática! Aprendi muito. A gente faz e refaz, critica e analisa se os cálculos estão corretos, sendo mais fácil do que quando resolvemos no papel. Também, quando está pronto percebo que ficou chato e gostaria de ver algo mais divertido. Então a gente tenta explicar o conteúdo novamente de outra forma. Dá um trabalhão mais é motivante.

A5: Aprendemos na prática e quando explicamos aprendemos mais. Nosso vídeo ficou muito divertido!

A22: Fiquei ansiosa e pensativa sobre se os outros iriam entender a nossa explicação. E se não ficou errado a explicação do plano cartesiano.

As atitudes positivas em aceitar participar e finalizar a construção do vídeo demonstram que os alunos apresentaram um bom nível de expectativa ou mesmo disposição para enfrentar os desafios impostos pelos conteúdos matemáticos e conhecimentos referentes às tecnologias utilizadas. Consideramos que os alunos desenvolveram certo grau de intencionalidade para transformar, relacionar, modificar, refinar o seu conhecimento prévio por meio do desafio apresentado pelo vídeo, respondendo com a produção de vídeo ou produto educacional, colocando-se no papel de produtor e ator das cenas.

Pontuamos que os alunos devem querer, por algum motivo, transformar o significado lógico em psicológico, visto que o grupo aceitou o desafio proposto no vídeo, levantou hipóteses de resolução, discutiu, elaborou a resolução no papel e concluiu com uma produção de vídeo dinâmica com música, maquete, explicação do conteúdo pelos integrantes, entre outros, que durou vários encontros no período do contraturno e sem valor de avaliação com notas para passar de ano.

A intenção é outra característica pessoal do sujeito que está perto do processo de uma disposição mental. De acordo com Ausubel (2003, p. 197), “as intenções, num sentido muito real, são precursores de motivação de disposições mentais que mediam, de facto, os efeitos destes quer no que toca às acções pretendidas”.

Mayer (2009) assinala que o nível de motivação pode ser maior ou menor de acordo com o material, ou seja, o material tem forte relação com a motivação do aluno para aprender. Os alunos, ao usarem vídeos para aprender mais sobre a GA, sinalizam para nossa investigação que as atividades com vídeos se mostraram como um terreno fértil para gerar ambientes intencionais e desencadeadores de disposição para aprender.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.
Paulo Freire

Os vídeos digitais de Geometria Analítica, que contemplaram de modo satisfatório os princípios da TCAM, se mostraram como um material potencializador da aprendizagem, e exerceu forte influência na definição das cenas, enredos, entre outros. Diversos conceitos e formas de construção das cenas apresentaram características dos vídeos assistidos e analisados, pelos alunos, em outras atividades, que antecederam a construção do vídeo pelos alunos, como, por exemplo: o personagem ter explicado no vídeo produzidos o conteúdo, conceitos de plano cartesiano, localização de pontos, entre outros fatores.

Alguns dos vídeos produzidos foram submetidos, a pedido dos alunos, ao I Festival de Vídeos Digitais e Educação Matemática³³, avaliados por júris artísticos, cineastas, matemáticos e educadores matemáticos. Os critérios foram: 1) Natureza da ideia matemática; 2) Criatividade e Imaginação; e 3) Qualidade artístico-tecnológica. O vídeo *Resolução Jardim de Números – O Tal dos Analíticos* foi premiado na categoria aplicabilidade da matemática.

O envolvimento dos alunos e a reflexão sobre uma resposta ao problema perpassaram a questão de apenas resolver um exercício com referência à matemática pura.

Salientamos que o vídeo digital traz uma linguagem diferenciada para esse público tecnológico, e os livros didáticos não conseguem trazer essa forma de apresentação de conteúdos matemáticos. Os vídeos produzidos pelos alunos apontam para novas formas de mediação do conhecimento utilizando uma linguagem pela qual os alunos têm mais atração e curiosidade para ir além das palavras do professor.

Os vídeos permitiram que os estudantes refletissem acerca da organização das informações dos conteúdos de GA e refletissem sobre uma possível reorganização por meio da exposição dos conceitos de palavras e imagens criados sob suas próprias ideias.

Ao planejar e construir vídeos de GA, partindo de conceitos de geometria básica para os de geometria analítica, os alunos mostraram-se capazes de relacioná-los com outros conceitos matemáticos por meio de um processo que envolveu discussão, levantamento de

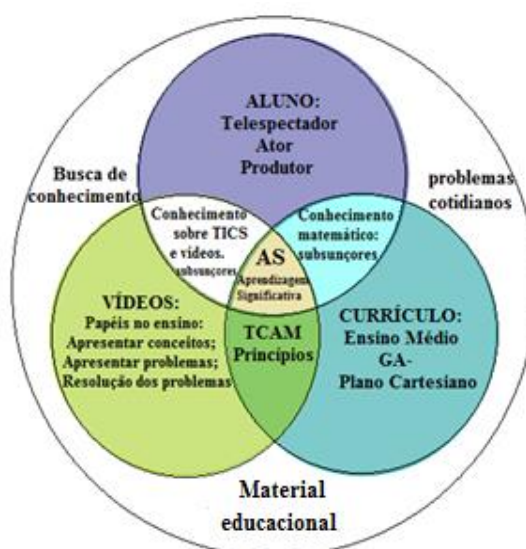
³³ Disponível em: <<https://www.festivalvideomat.com/>>.

hipóteses, busca de dados, trabalho em equipe com o uso de conhecimento de cada um em prol do coletivo, entre outros elementos que resultaram na produção de conhecimento e em um produto educacional, o qual pode servir para despertar em outros alunos o desejo de conhecer a matemática sob novos ângulos. Os mapas dos alunos indicam mudanças na estrutura do conhecimento em relação ao conteúdo de Plano Cartesiano e a outros conceitos matemáticos.

Em uma esfera social, temos inúmeras questões que envolvem o sujeito e permeiam o processo de formação do cidadão, como a busca de conhecimento, problemas cotidianos, materiais educativos, entre outros. Nessa esfera, podemos apontar o sujeito no papel do aluno, o currículo para uma formação e as tecnologias no formato de vídeos digitais, sendo que não são variáveis isoladas quando se pensa no processo de ensino e aprendizagem.

O aluno traz consigo conhecimentos tanto da matemática curricular e cotidiana como conhecimentos sobre tecnologias que não foram criadas para fins educacionais, como o vídeo digital. Quando esses materiais adentram no contexto educacional, nem sempre causam o impacto almejado na aprendizagem de conteúdos curriculares, portanto são necessários alguns critérios ao se pensar no processo de ensino com vídeos, caso contrário estaremos trazendo adereços com ínfimo resultado na aprendizagem. A união do currículo de GA e dos vídeos de GA proporcionou um norte para o ensino que visa à aprendizagem significativa, sendo a intersecção uma aprendizagem com mais significado para o aluno. Essas relações são apresentadas na Figura 7.

FIGURA 7 – ESQUEMA SOBRE VARIÁVEIS QUE INTERFEREM NO ENSINO COM VÍDEOS DIGITAIS DE GA VISANDO A APRENDIZAGEM



Fonte: Elaborada pela autora (2018).

Ao utilizarmos os vídeos digitais (palavras e imagens dinâmicas) de GA nos Contextos 1 e 2, percebemos que os alunos foram convidados a aprender conceitos matemáticos, e a maior parte aceitou a proposta e produziu seu próprio vídeo.

Outra consideração é sobre a evocação de sentimentos positivos em relação à aprendizagem da Matemática possibilitada quando os alunos constroem vídeos. Ao construírem um material educativo com conhecimento científico no viés das tecnologias digitais, para esses sujeitos a Matemática ficou mais atrativa, instigadora, divertida, entre outros predicados. Observamos também que os sujeitos trouxeram relações de conceitos científicos vistos no decorrer do EM com o plano cartesiano, como a proporção.

Em nosso entendimento, julgamos favorável o trabalho com os vídeos no contexto educacional, com potencial de gerar ambientes convidativos e instigadores voltados para a aprendizagem de GA. Em nossa defesa, ressaltamos que os alunos, em grande parte, estão inseridos na aldeia digital e têm grande aceitação por essa forma de apresentação de conteúdo.

Extraímos desse contexto de investigação alguns artigos e publicações em eventos, evidenciando que o *corpus* de análise gerou discussões, resultados plausíveis no meio acadêmico-científico e premiação (com a aplicabilidade da matemática) de um dos trabalhos.

Diante do exposto, consideramos que os vídeos nessa proposta de ensino se mostraram com grande potencial para gerar ambientes convidativos e instigadores para os alunos do EM.

A partir das análises e resultados obtidos, surgiram alguns questionamentos que permitem visualizar trabalhos futuros que investiguem o papel do professor que se utiliza de vídeos digitais no ensino de Matemática tendo como fundamentos os pressupostos da TCAM e da TAS para o processo de ensino e aprendizagem e também possíveis articulações dos vídeos digitais com os modelos de ensino e aprendizagem e a formação dos futuros professores de Matemática. Sugerimos pesquisas que busquem investigar os processos de aquisição do conhecimento permeado pela criação de vídeos pelos alunos, bem como compreender a incorporação desses nas práticas docentes.

REFERÊNCIAS

AHMAD, R. M. **Um estudo da geometria analítica em ambiente virtual**: um novo olhar sobre as práticas de ensino e aprendizagem da matemática no ensino superior. Dissertação (Mestrado) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santo Ângelo, Santo Ângelo, 2012.

ALMEIDA, V. de O.; MOREIRA, M. A. Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da ótica física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n4/v30n4a09.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

ANDRÉ, M. E. D. A. de. A pesquisa sobre formação de professores no Brasil, 1990-1998. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 10., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2000.

ARTHUR, W. B. **The nature of technology**: what it is and how it evolves. London: Penguin Books, 2009.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Trad. Eva Nick. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições, 2010.

BARTOSZECK, A. B. Neurociência na educação. **Eletrônica**, Faculdades Integradas Espírita, v. 1, p. 1-6, 2006.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S.R. Da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BORSSOI, A. H. **Modelagem matemática, aprendizagem significativa e tecnologias**: articulações em diferentes contextos educacionais. 256f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Londrina, Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Londrina, 2013.

BRASIL, Ministério da Educação. **PCN**. Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2002.

CARDOSO, V. C. **Ensino e aprendizagem de álgebra linear**: uma discussão acerca de aulas tradicionais, reversas e de vídeos digitais. 203f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Campinas, 2014.

CARVALHO, R. A. **O desenvolvimento e uso da biblioteca de funções em *Visual Basic for applications* do Excel aplicada ao ensino de geometria analítica**. Dissertação (Mestrado) – CEFET RJ, Rio de Janeiro, 2007.

CORREIA, W. M. **Aprendizagem significativa, explorando alguns conceitos de geometria analítica: pontos e retas.** Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

COSTA, A. C. **Geometria analítica no espaço: análise das organizações matemáticas e didática em materiais didáticos.** 113p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

COUTO, R. M. L. C. **Mediações didáticas da tutoria online da geometria analítica: uma análise à luz da orquestração instrumental e das representações semióticas.** 175 f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

CRESWELL, J. W. **Qualitative inquiry and research design: choosing among five approaches.** Los Angeles, CA: SAGE Publications, Inc., 2013.

CUNHA, M. C. **Um ambiente virtual de aprendizagem para o ensino Médio sobre tópicos de Geometria Analítica Plana.** 165 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir.** 10. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC:UNESCO, 2006.

DOMINGUES, N. S. **O papel do vídeo nas aulas multimodais de matemática aplicada: uma análise do ponto de vista dos alunos.** 125 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro (SP), 2014.

FAINGUELERNT, E. K. **Educação matemática: representação e construção em geometria.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

FERNANDES, F. P. **Um estudo de retas do plano e uma abordagem para o ensino médio com o software GeoGebra.** 78 p. Dissertação (Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, 2016.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação e Sociedade**, Campinas, ano 23, n. 79, p. 257-272, 2002.

FIALHO, E. C. S. **Uma proposta de utilização do software GeoGebra para o ensino de geometria analítica.** Dissertação (Mestrado) – CEFET, Rio de Janeiro, 2010.

FREITAS, D. S. A. **A construção de vídeos com YouTube: contribuições para o ensino e aprendizagem de matemática.** 106f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2012.

FUSCO, C. S. A. **Ensino de uma disciplina básica de matemática (geometria analítica e cálculo vetorial) num curso de engenharia**. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002.

HAJNAL, F. **O estudo do paralelismo no ensino de geometria plana: do empírico ao dedutivo**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

JESUS, C.; VASCONCELOS, J. B.; LIMA, R. **Scratch e Kodu**. Lisboa: FCA, 2016.

KALEFF, A. M. Tomando o ensino da geometria em nossas mãos... **Educação Matemática em Revista – SBEM**, ano 1, n. 2, p. 19-25, 1994.

LAGDEM, V. G. **CÔNICAS: uma proposta através de planilhas do Excel**. Dissertação (Mestrado) – CEFET, Rio de Janeiro, 2011.

LANKSHEAR, C.; KNOBEL, M. **Pesquisa pedagógica: do projeto à implementação**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

LEAL, G. C. **Geometria analítica: uma teoria a ser mais utilizada no ensino médio**. 95p. Dissertação (Mestrado Profissional de Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

LEMKE, M. F. S. M. **Retas e planos na geometria analítica espacial: uma abordagem envolvendo conversões de registros semióticos com o auxílio de software de geometria dinâmica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Bandeirante, São Paulo, 2011.

LIBÂNEO, J. C. **O processo de ensino na escola**. São Paulo: Cortez, 1994.

_____. **Didática: velhos e novos temas**. São Paulo: Cortez, 2002.

_____. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2017.

LORENZATO, S.; VILA, M. C. Século XXI: qual matemática é recomendável? **Zetetiké**, Campinas, ano 1, n. 1, p. 41-49. 1993.

LUCAS, R. D. **GeoGebra e moodle no ensino de geometria analítica**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

PRENSKY, M. Digital Natives. Horizon, **MCB University Press**, 2001. Disponível em: <<http://www.nnstoy.org/download/technology/Digital%20Natives%20-%20Digital%20Immigrants.pdf>>. Acesso em 02 Ago 2017.

MASSETO, M. T. Mediação pedagógica e Tecnologias de Informação e Comunicação. In: MORAN, J. M.; MASSETO, M. T. (Org.). **Novas tecnologias e mediação pedagógicas**. 13. ed. Campinas-SP: Papirus, 2000. p. 141-170.

MATTOS, S. G. **Licenciatura em matemática a distância**: compreensão a partir de um estudo sobre o ensino de vetores. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MENDONÇA, C. A. S. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em ciências naturais e biologia**. 349 f. Tese Doutoral (Doctorado en Enseñanza de las Ciencias) – Departamento de Didácticas Específicas, Universidade de Burgos, Burgos, 2012.

MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H.; NOVAK, J. D. **Ensinando ciências para a compreensão**: uma visão construtivista. Trad. R. Clemente. Lisboa: Plátamo, 2000.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**, v. 2, p. 27-35, 1995.

_____. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa**. 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2017.

_____. **O que é afinal aprendizagem significativa?** 2010. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

_____. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

_____. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2014.

_____. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: UFRGS. 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, P. C. et al. Quem quer ser professor de matemática? **Zetetiké**, Campinas, v. 20, n. 37. p. 11-33, jan./jun. 2012.

OECHSLER, V. **Vídeos e educação matemática**: um olhar para dissertações e teses. 2015. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ebapem2015/files/2015/10/gd6_vanessa.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2017.

OLIVEIRA, M. C. A. de. (Org.). **Movimento da Matemática Moderna**: história de uma revolução curricular. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2011.

OLIVEIRA, M. C. A.; SILVA, M. C. L. da; VALENTE, W. R. **O Movimento da Matemática Moderna**: história de uma revolução curricular. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2011.

PAIVIO, A. **Mind and its evolution**: a dual coding theoretical approach. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 2007.

PANDO, R. A. **As contribuições do audiovisual para a formação da cidadania**: a construção de conteúdos por meio de dispositivos móveis. 103f. Dissertação (Mestrado Profissional em Televisão Digital: informação e conhecimento) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru (SP), 2012.

PASSOS, A. Q. **Geometria analítica** – pontos e retas: uma engenharia didática com software de geometria dinâmica. 267 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.

PAULA, P. A. **Mobilização e articulação de conceitos de geometria plana e de álgebra em estudo da geometria analítica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2011.

PAVANELLO, R. M. **O abandono do ensino da geometria**: uma visão histórica. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

PERALI, L. C. **Operações com vetores e suas aplicações no estudo da física**: uma abordagem envolvendo conversões de registros semióticos com o auxílio de um ambiente de geometria dinâmica. 215 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Bandeirante, São Paulo, 2011.

RICHIT, A. **Projetos em geometria analítica usando software de geometria dinâmica**: repensando a formação inicial docente em matemática. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Rio Claro, Rio Claro, 2005.

SANCHO, J. M. (Org.). **Para uma tecnologia educacional**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SANTAELLA, L. Por uma epistemologia das imagens tecnológicas: seus modos de apresentar, indicar e representar a realidade. In: ARAUJO, D. C. (Org.). **Imagem (ir)realidade**: comunicação e cibermídia. Porto Alegre: Sulina, 2006.

SANTOS, A. T. C. dos. **O estado da arte das pesquisas brasileiras sobre geometria analítica no período de 1991 a 2014**. 277p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016a.

SANTOS, C. F. dos. **Produção de vídeos por alunos no processo de ensino-aprendizagem no ensino de física**. 157f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016b.

SANTOS, I. N. **Explorando os conceitos de geometria analítica plana utilizando tecnologias da informação e comunicação**: uma ponte do ensino médio para o ensino superior construída na formação inicial de professores de matemática. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

SANTOS, R. S. **Tecnologias digitais na sala de aula para aprendizagem de conceitos de geometria analítica**: manipulações no *software GrafEq*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SENA, R. M.; DORNELES, B. V. Ensino de geometria: rumos da pesquisa (1991-2011). **EVEMAT**, Florianópolis, v. 08, n. 1, p. 138-155, 2013.

SILVA, A. C. **Arte, mídia e cinema na escola**: um ensinar que (me) ensina. 214 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SILVA, C. R. **Explorando equações cartesianas e paramétricas em um ambiente informático**. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

SILVA, E. S.; MILANI, M. L. C.; ROSA, R. X.; KATO, L. A.; CARDOSO, V. C. Modelagem matemática, livro didático e geometria: possíveis aproximações. In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, PRÁTICAS E PESQUISAS NO CAMPO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2015, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2015. v. 1. p. 95-110.

SILVA, R. S. **Estudo da reta em geometria analítica**: uma proposta de atividades para o ensino médio a partir de conversão de registros de representação semiótica com o uso do *software GeoGebra*. Dissertação (Mestrado Profissional) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

SKOVSMOSE, O. **Cenários para investigação**: desafios da reflexão em educação matemática crítica. Campinas, SP: Papyrus, 2008.

_____. **Um convite à educação matemática crítica**. Trad. Orlando de Andrade Figueiredo. Campinas, SP: Papyrus, 2014.

SOUZA, L. C. **VetorRa**: *software* para cálculos vetoriais com realidade aumentada. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Severino Sombra, Vassouras, 2014.

STRAUSS, A. L.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa**: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada. Trad. Luciane de Oliveira da Rocha. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. **Revista Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=1231>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

ZANTEN, A. V. **Dicionário de educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES

**UEM – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**

**PCM – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES**

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada “**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE GEOMETRIA NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO SOBRE OS VÍDEOS DIGITAIS**” a qual faz parte das atividades do curso de Doutorado que eu, Maisa Lucia Cacita Milani, desenvolvo sob orientação da professora doutora Dulcinéia Ester Pagani Gianotto, do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo da pesquisa é investigar possíveis contribuições dos vídeos digitais para a Aprendizagem Significativa de Geometria nos alunos do Ensino Médio. Para isto, a sua participação é muito importante, e ela se daria da seguinte forma: participar ativamente das atividades e exercícios propostos durante a realização das aulas de Matemática, que serão ministradas por mim, Maisa Lucia Cacita Milani, acompanhada pela professora dos alunos, Anália Maria Góes. As aulas serão gravadas em áudio e vídeo pela pesquisadora. As gravações serão acessadas apenas pelas pesquisadoras desta investigação, assim como os questionários e registros escritos das atividades que serão desenvolvidas no decorrer das aulas. Ressaltamos que todo este material coletado será arquivado por cinco anos após o término deste curso e depois será destruído.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Espera-se com essa pesquisa conseguir evidências de que os vídeos didáticos de Geometria são materiais potencialmente significativos que contribuem para a aprendizagem significativa dessa disciplina escolar. Ao fim da pesquisa, os resultados serão divulgados no meio científico da área. Além disso, os resultados serão apresentados para a escola que abriu o espaço para a realização da investigação.

Caso você tenha mais dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços a seguir ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEM, cujo endereço consta deste documento.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada por você.

Além da assinatura nos campos específicos pelo pesquisador e por você, solicitamos que sejam rubricadas todas as folhas deste documento. Isto deve ser feito por ambos (pelo pesquisador e por você, como sujeito ou responsável pelo sujeito de pesquisa) de tal forma a garantir o acesso ao documento completo.

Eu, _____, (NOME DO PAI OU RESPONSÁVEL PELO MENOR) declaro que fui devidamente esclarecido e concordo que meu filho(a) poderá participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa desenvolvida pela Professora Maisa Lucia Cacita Milani.

_____ Data: __/__/____

Assinatura ou impressão datiloscópica

Campo para assentimento do sujeito menor de pesquisa (para crianças escolares e adolescentes com capacidade de leitura e compreensão):

Eu, _____, (NOME DO ESTUDANTE QUE PARTICIPARÁ DA PESQUISA) declaro que recebi todas as explicações sobre esta pesquisa e concordo em participar da mesma, desde que meu pai/mãe (responsável) concorde com esta participação.

_____ Data: __/__/____

Assinatura ou impressão datiloscópica

Eu, Maisa Lucia Cacita Milani, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supranominado.

_____ Data: __/__/____

Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Maisa Lucia Cacita Milani

Endereço: Rua Ivaí, nº 846 – Jardim Monte Carlos – Andirá – PR

(telefone/e-mail): (44) 99858-1643 – Maisa Lucia Cacita Milani

Qualquer dúvida com relação aos aspectos éticos da pesquisa poderá ser esclarecida com o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa (COPEP) envolvendo Seres Humanos da UEM, no endereço abaixo:

COPEP/UEM

Universidade Estadual de Maringá

Av. Colombo, 5790 – Campus Sede da UEM

Bloco da Biblioteca Central (BCE) da UEM

CEP 87020-900/ Maringá-PR/ Tel.: (44) 3261-4444

E-mail: copep@uem.br

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 1

Questionário 1

Nome: _____, _____ ano.

Data: ___ / ___ / _____

Concordo em participar do trabalho de pesquisa desenvolvido pela professora Maisa Lucia Cacita Milani sob orientação da professora doutora Dulcinéia Ester Pagani Gianotto, como parte do doutorado da professora Maisa, ciente de que minha identidade será preservada.

Sim Não

Questões

1- Você trabalha?

não sim. Função e local:

2- Para qual curso pretende prestar o vestibular e por que escolheu esse?

3 - Você assiste a vídeos?

não uma vez por semana mais de uma vez por semana

uma vez por dia mais de uma vez por dia

Para quê? _____

4- Você tem o hábito de assistir a vídeos de conteúdos escolares?

não

sim. Quais conteúdos? _____

Com que frequência: uma vez por semana mais de uma vez por semana.

5- Qual o seu objetivo de buscar conteúdos escolares em vídeos?

6- Você acessa vídeos relacionados à Matemática? Em caso afirmativo, liste os motivos.

7- Descreva 12 características que você julgue importantes para que um vídeo seja considerado muito bom. “Escrever em ordem decrescente de importância as características”.

8- Descreva 12 características de um vídeo muito ruim. “Escrever em ordem decrescente de importância as características”.

9- Você já produziu algum vídeo?

() não () sim

Se sua resposta for sim, descreva o assunto que você abordou e o equipamento que utilizou para produzir o vídeo.

10- Você conhece ou usa programas de edição de vídeos? Quais?

11- Você já postou vídeos no *youtube* ou em outros ambientes virtuais? Se sua resposta for sim, descreva o assunto e os motivos que levaram você a postá-los.

12- Você se sente motivado a usar vídeos? Por quê?

13- Você se lembra de algum vídeo que o professor utilizou na aula de matemática (ou em outra disciplina) que ajudou na compreensão do conteúdo? Descreva as cenas das quais você se lembra.

14- Você consegue estabelecer possíveis relações da Geometria na resolução de problemas do seu dia a dia? Se sim, descreva um exemplo:

15- Espaço destinado a algum comentário que você julgue importante sobre os vídeos na sua vida social e/ou escolar.

16- Você conhece algum *software* de edição de vídeo? Se sua resposta for sim descreva o *software* e por que utiliza esse.

APÊNDICE C – CONFEÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS

TAREFA 1 – Confeção de Mapas Conceituais

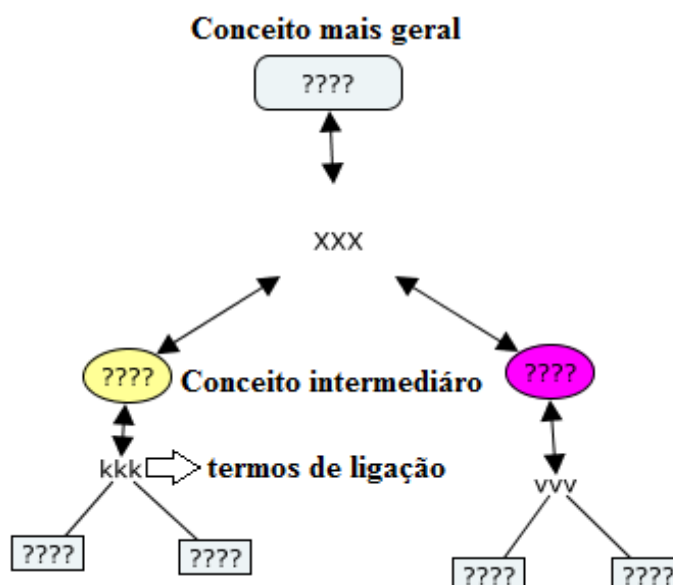
Nome: _____

Data: ___ / ___ / _____

Escreva 10 palavras indicando as ideias mais importantes sobre os conceitos de Geometria Analítica.

Escolha o conceito mais importante entre os que você listou, ou seja, o mais geral. Escreva-o no topo do diagrama. Gradualmente, vá ordenando os outros. Considere as suas relações de dependência ou ordem. Os conceitos devem ser escritos dentro das caixas. Colocar quantas julgar necessário.

FIGURA 1 – EXEMPLO DE UMA REPRESENTAÇÃO



Ligue os conceitos com linhas. Essas linhas podem ter diferentes setas as quais irão explicitar a relação entre os conceitos descritos hierarquicamente. As linhas devem ter palavras que expressem o significado da relação – por exemplo: xxx = depende de, composto de, conduz a, significa, etc., que são palavras de ligação e não conceitos.

Acrescente quantos retângulos, círculos, linhas, etc., julgar necessário para construir o seu mapa.

Escolha um título que expresse o tema do mapa que você construiu e faça um relatório. No relatório, procure focar-se nas questões: O que significam as relações? Por que escolheu essa localização de certos conceitos? Qual a relação de dependência e hierarquia de cada conceito que está nas caixas de texto?

APÊNDICE D – ANÁLISE DOS VÍDEOS “PLANO CARTESIANO” E “VOU DE TÁXI”

TAREFA 2: Análise dos Vídeos *Plano Cartesiano* e *Vou de táxi*

Nomes: _____

Grupo: _____

Data: ___ / ___ / _____

Descreva e analise a situação-problema apresentada nos vídeos 1 e 2 e a solução explicada pelos conteúdos matemáticos.

Liste os principais conceitos de geometria apresentados nos vídeos.

Discuta com os colegas e construa um relatório para cada vídeo que aborde a situação-problema e a resolução pelos conteúdos de geometria.

A equipe daria ou encontrou uma melhor solução para o problema? Justifique a resposta!

APÊNDICE E – CONSTRUÇÃO DO JARDIM NO FORMATO DA BANDEIRA NACIONAL

TAREFA 4: Construir a solução do problema apresentado no vídeo. Assistir ao vídeo *Jardim de Números*

Nomes: _____

Grupo: _____

Data: ___ / ___ / _____

Situação 1

Você é um paisagista e recebeu o projeto da construção de um jardim.

Construa o projeto com as especificações fornecidas pelo vídeo e os seguintes itens:

- 1- Aponte a questão-problema que é apresentada no vídeo *Jardim de números*.
- 2- Discuta e aponte hipóteses de resolução.
- 3- Liste os conceitos matemáticos necessários para a resolução.
- 4- Discuta e desenvolva a resolução.
- 5- Analise se a resolução está correta (problema e cálculos) e se as hipóteses levantadas foram comprovadas ou não após a resolução.
- 6- Analise o projeto e crie um modelo para que você possa usar em qualquer outro projeto com diferentes dimensões do terreno.
- 7- Se mudar a metragem do terreno eu posso aplicar o modelo que vocês construíram? Ele é válido para outras medidas? Justifique aplicando um exemplo.
- 8- Após assistir à resolução dada pela personagem, o que vocês mudariam na resolução?

Justifique a resposta usando conceitos matemáticos.

APÊNDICE F – ANÁLISE DE VÍDEOS

TAREFA 5: Análise dos vídeos e roteiro

Nomes: _____

Grupo: _____

Data: ___ / ___ / _____

Vídeo	Conceito geométrico abordado	Coerência	Sinalização	Redundância	Contiguidade espacial	Contiguidade temporal	Segmentação	Pré-treino	Modalidade	Multimídia	Personalização	Voz	Imagem
V1													
V2													
V3													

FONTE: Adaptado de Milani, Kato e Cardoso (2015).

2 Elaboração de um roteiro

- a) Discutir e listar itens para a elaboração de um roteiro para elaboração de um vídeo didático.

APÊNDICE G – ENTREVISTA**Roteiro para entrevista – (Grupo)****Nome:** _____**Data:** ___ / ___ / _____**Grupo:** _____

- a) Fale um pouco sobre a experiência que teve no projeto.
- b) O que motivou a sua participação e empenho em construir o vídeo?
- c) Você considera que aprendeu significativamente conteúdos de geometria por meio dos vídeos?
- d) Espaço aberto para vocês dizerem o que quiserem sobre o projeto?

APÊNDICE H – CONFECÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS (pós construção de vídeos).

TAREFA 6: Confecção do Mapa Conceitual – individual

Nome: _____

Data: ___ / ___ / _____

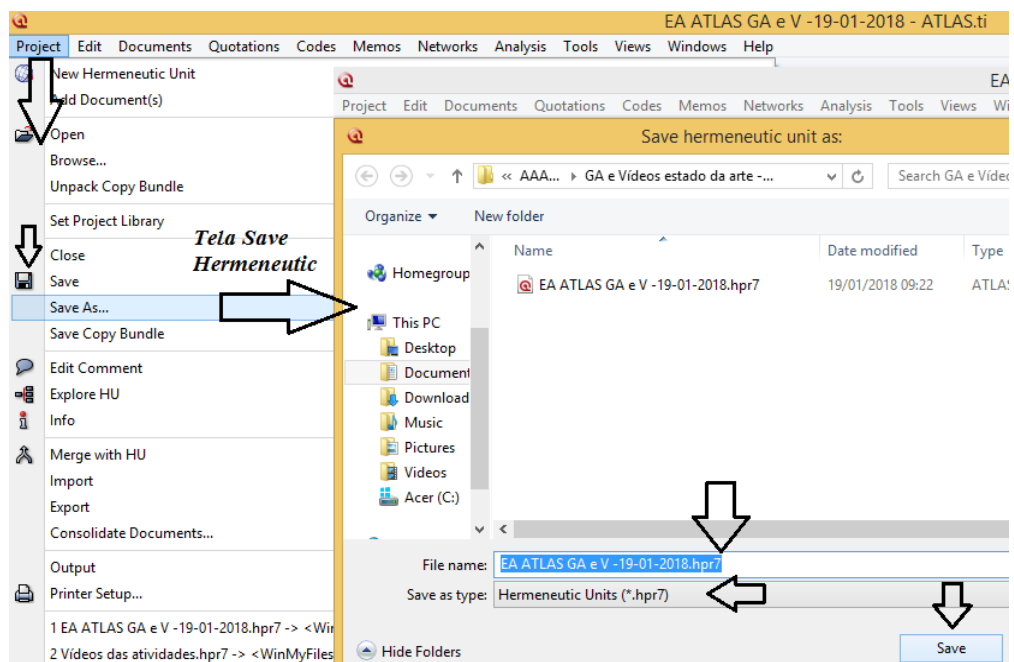
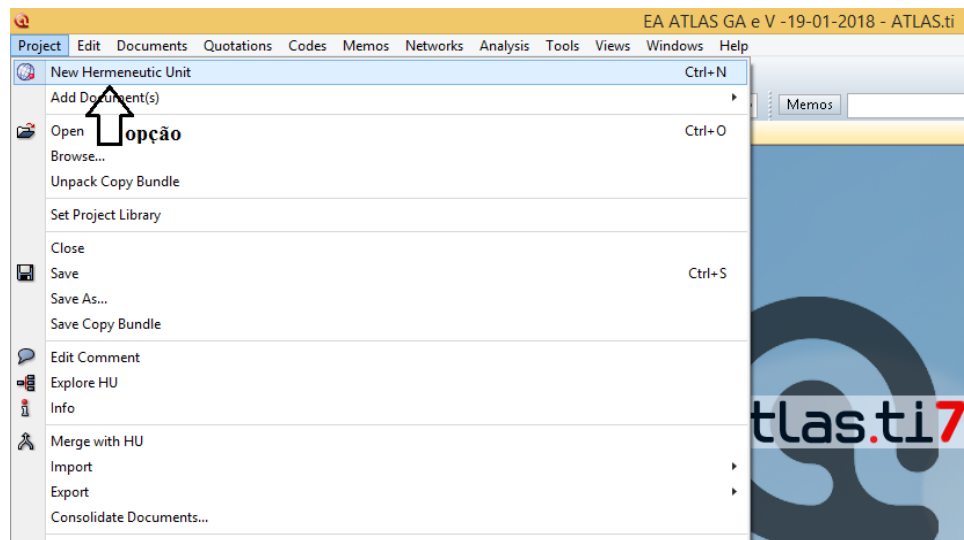
Escreva 10 palavras indicando as ideias mais importantes sobre os conceitos de Geometria Analítica.

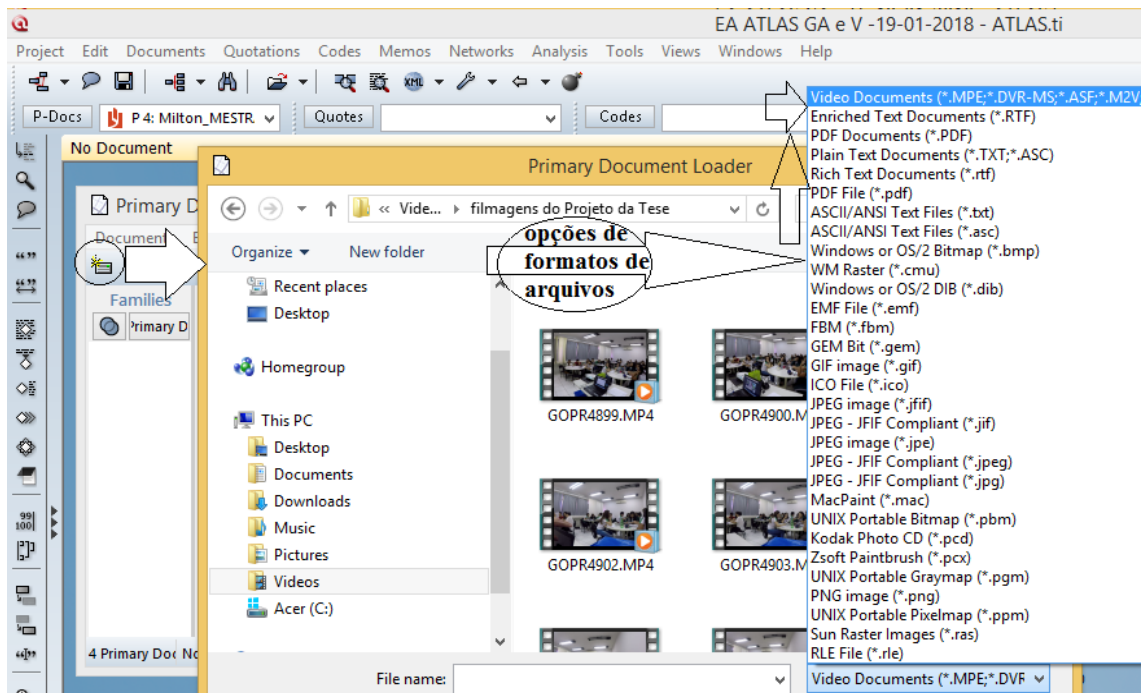
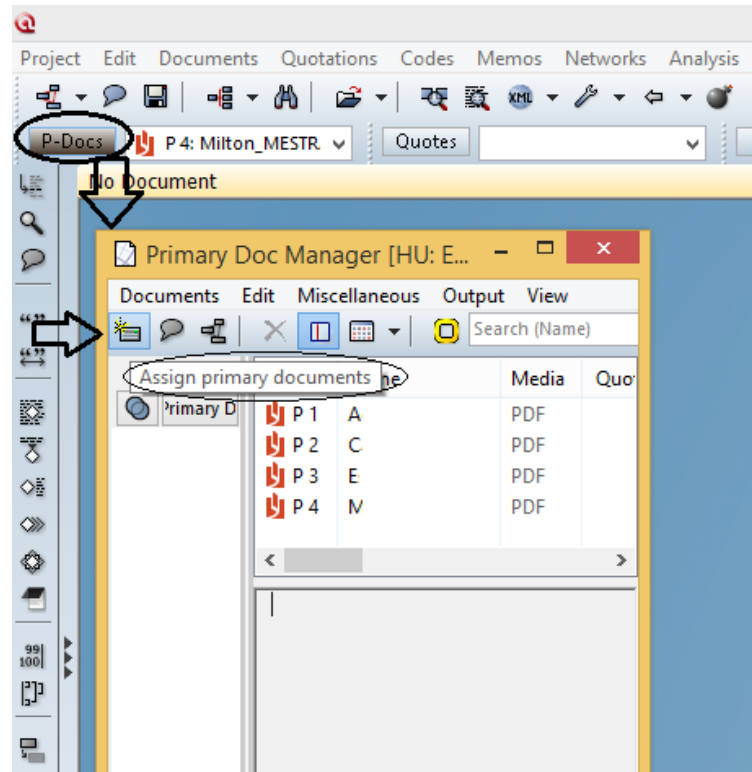
Escolha o conceito mais importante entre os que você listou, ou seja, o mais geral. Escreva-o no topo do diagrama. Gradualmente, vá ordenando os outros. Considerar as suas relações de dependência ou ordem.

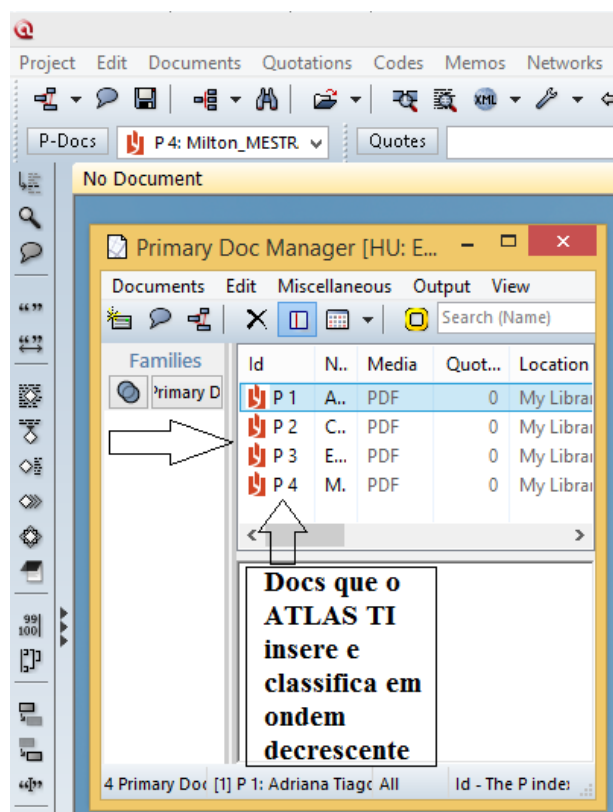
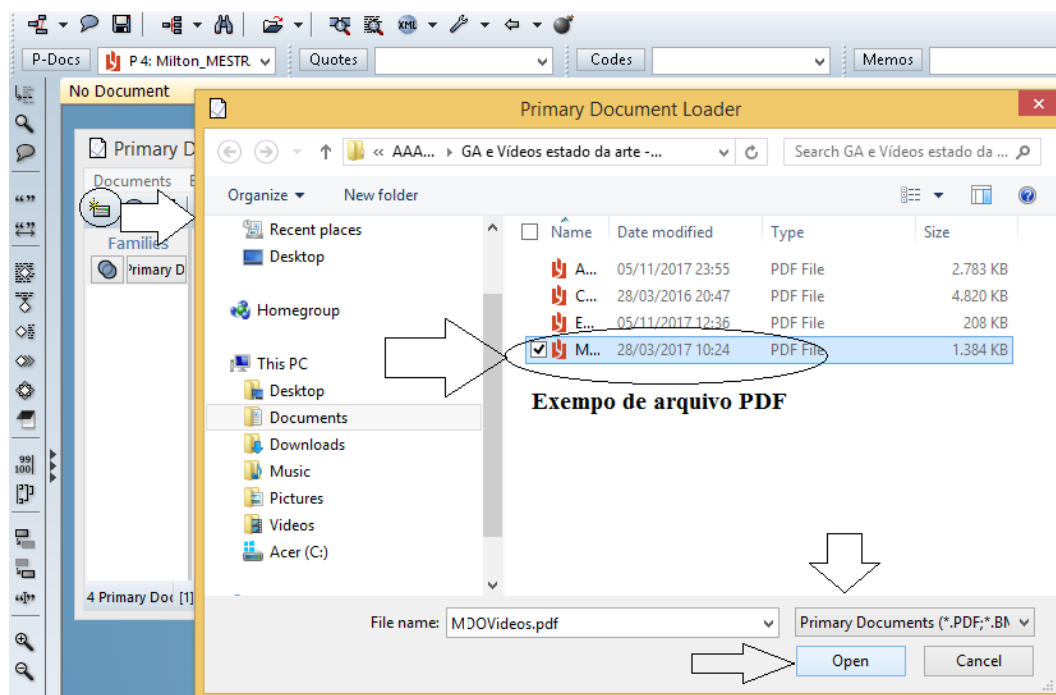
Escolha um título que expresse o tema do mapa que você construiu e faça um relatório. No relatório, procure focar-se nas questões: O que significam as relações? Por que escolheu essa localização de certos conceitos? Qual a relação de dependência e hierarquia de cada conceito que está nas caixas de texto?

APÊNDICE I – ATLAS TI E EXMEPLOS DE SUA UTILIZAÇÃO NA PESQUISA

Passos seguidos para utilizar o ATLAS TI, cujas funções no trabalho são definidas na metodologia.




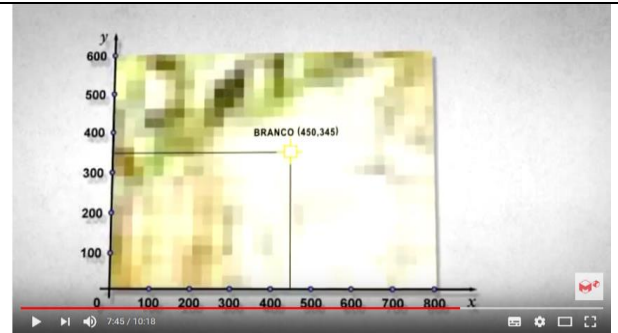
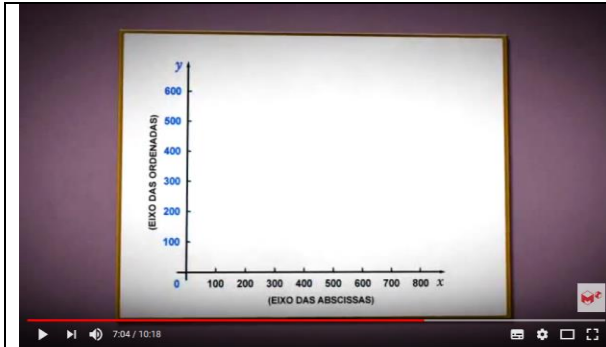




Dando dois cliques com o mouse em cima do documento é exibido o documento em uma tela, no qual o pesquisador já pode ir fazemos a leitura e as marcações.

APÊNDICE J – VÍDEO V1 E CONTEÚDOS

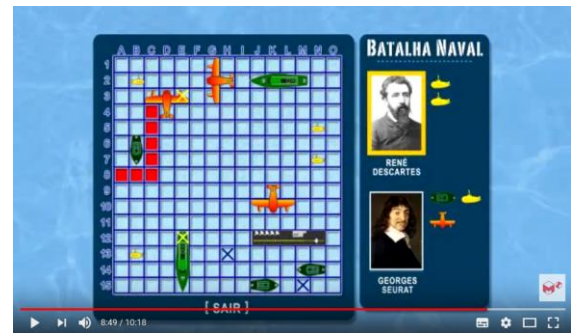
Um Ponto de Vista (V1) (duração Aprox. 10 minutos)	
<p>O jovem Marcio realiza várias tarefas com aparatos tecnológicos e trabalha com um programa de edição de imagens (trecho 00:00-00:44)</p> 	<p>Apresentação de conceitos sobre pontilhismos e aplicação como na edição de imagens (00:45-00:44)</p> 
<p>Exemplo de aplicação na edição de imagens no computador (01:41-04:13)</p> 	<p>O personagem Descartes chama o editor de imagem para conversar <i>on-line</i>. (04:14-04:48) fatos históricos</p> 
<p>Conceitos: plano cartesiano, pontos, eixos das abscissas e ordenadas. (04:49-05:04)</p> 	<p>Márcio diz que a GA traduz as formas geométricas em números e questiona: Descartes, mas qual a aplicação disto? Descartes explica que descreve as formas sem descrever/mostrar os desenhos, os quais podem ser irregulares. (05:06-05:04)</p> 
<p>O personagem Descartes explica que a GA é capaz de definir qualquer forma geométrica de modo numérico e manda Marcio construir uma imagem de 800 por 600 pixels na tela do computador. (06:48-07:08)</p>	<p>Por meio de uma lista com as coordenadas indicando as cores, Marcio terá que ir marcando os pontos. Exemplo de 800 por 600 pixels (07:08-05:04)</p>




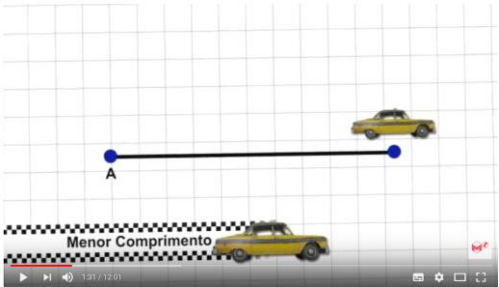
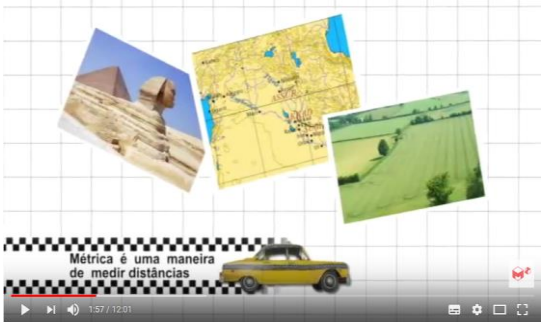
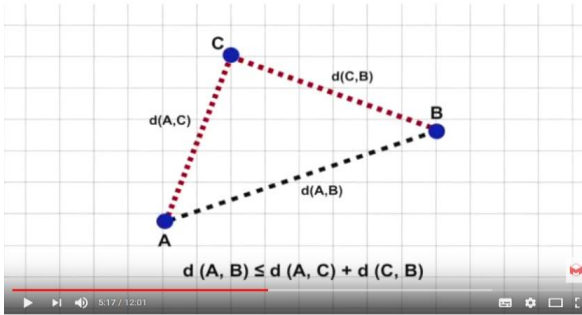
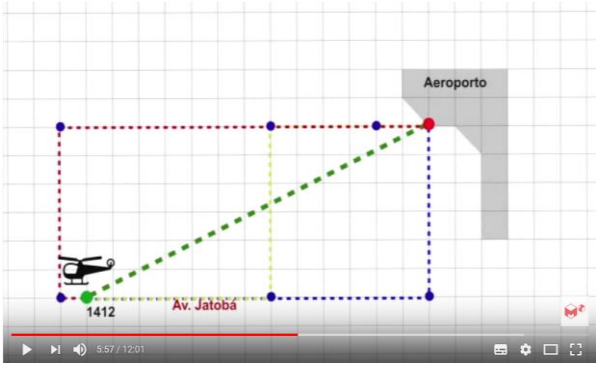
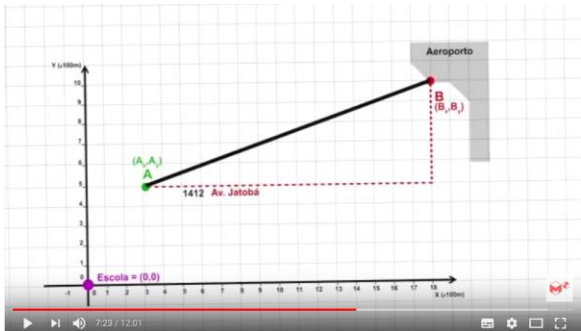
O quadro a ser reproduzido segundo o outro personagem francês (Georges Seurat, 1859-1891), o famoso pintor pioneiro nesta técnica de pontilhismo; Tarde de Domingo. (06:12-8:11)



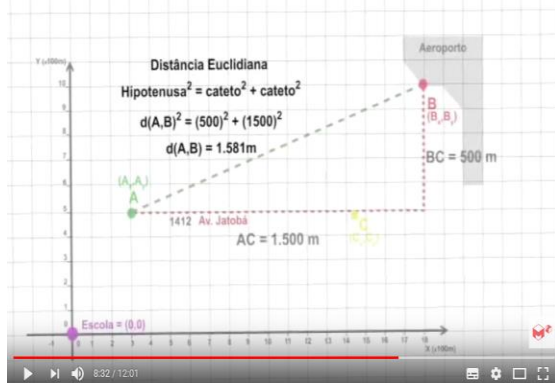
Exemplo de aplicação dos conceitos de plano cartesiano no jogo batalha naval, sendo simulado pelos dois personagens (08:11-0:09:20)



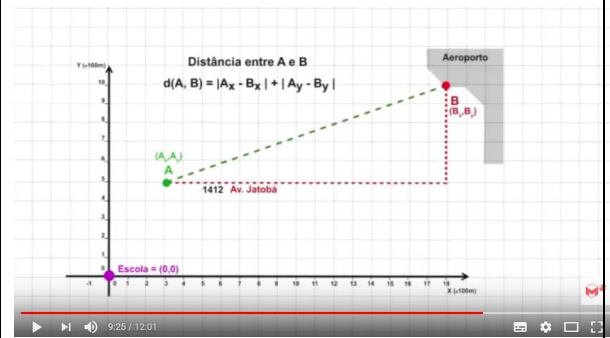
APÊNDICE K – VÍDEO V2 E CONTEÚDOS

<p>Vou de táxi (V2) (duração Aprox. 12 minutos) Conteúdos: Números, valor absoluto de números reais. Sistema de coordenadas cartesianas ortogonal e distâncias.</p>	
<p>A personagem Luciana requisita os serviços do motorista de táxi Wandercy (trecho 00:00-01:20)</p> 	<p>Luciana diz que está atrasada e quer o menor caminho para o aeroporto, porém o taxista explica que nem sempre isto é possível. (01:20-01:31)</p> 
<p>O ator continuou explicando sobre a geometria nos mapas, sobre a geometria euclidiana nas figuras geométricas e os postulados. (01:31-03:48)</p> 	<p>O personagem explica algumas propriedades básicas de distância. O caminho mais curto entre dois pontos é uma reta. (03:30-05:29)</p> 
<p>O taxista manda a Luciana olhar no GPS do celular e explica que o mapa da cidade é todo quadriculado, então em linha reta só se fosse de helicóptero. (05:31-05:58)</p> 	<p>A passageira insiste que quer o caminho mais curto e o taxista continua a explicação, porém usando o plano cartesiano e coordenadas (06:00-05:04)</p> 
<p>Do decorrer da explicação o taxista resolve a</p>	<p>Exemplo pela métrica das ruas, pois não são</p>

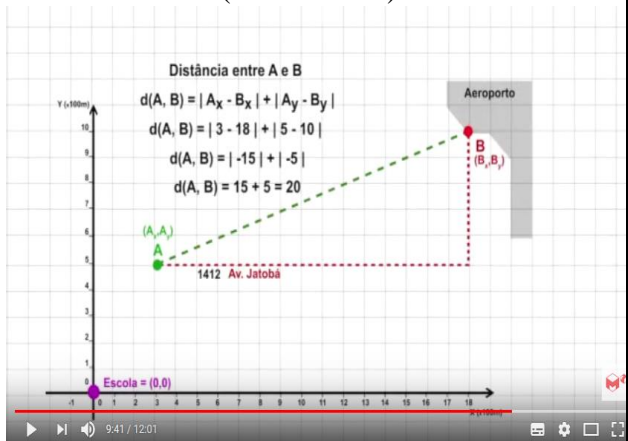
distância entre os pontos usando os conceitos de Teorema de Pitágoras.
(06:12-08:32)



sempre em linhas retas.
(06:12-05:04)



Substituindo os pontos nos módulos a passageira explicou os cálculos e encontrou o resultado como sendo 20 quarteirões ou 2 quilômetros.
(06:12-09:41)



É esta geometria que é utilizada pelas companhias de tv a cabo, gás, rede elétrica, entre outros, porque tem que seguir os traçados das ruas, sendo sempre maior ou igual à geometria euclidiana, como explica Wandercy
(09:41-11:02)

