

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E
TECNOLÓGICA

Amanda Rodrigues da Silva

**Concepção de um suporte para a elaboração de webdocumentos
destinados ao ensino da geometria: o caso das curvas cônicas**

Recife
2018

Amanda Rodrigues da Silva

**Concepção de um suporte para a elaboração de webdocumentos
destinados ao ensino da geometria: o caso das curvas cônicas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Franck Gilbert René Bellemain

Recife
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Andréia Alcântara, CRB-4/1460

S586c Silva, Amanda Rodrigues da.
Concepção de um suporte para a elaboração de webdocumentos destinados ao ensino da geometria: o caso das curvas cônicas / Amanda Rodrigues da Silva. – Recife, 2018.
175 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Franck Gilbert René Bellemain.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, 2018.
Inclui Referências e Apêndices.

1. Tecnologia educacional. 2. Matemática - Estudo e ensino. 3. Educação - Programas de computador. 4. UFPE - Pós-graduação. I. Bellemain, Franck Gilbert René. II. Título.

371.3078 CDD (22. ed.) UFPE (CE2018-35)

Amanda Rodrigues da Silva

**Concepção de um suporte para a elaboração de webdocumentos
destinados ao ensino da geometria: o caso das curvas cônicas**

Comissão Examinadora

Presidente e Orientador
Prof. Dr. Franck Gilbert René Bellemain –

Co-orientador
Prof. Dr. – Pedro Martins Aléssio

Examinador Interno
Prof. Dra. Verônica Gitirana Gomes Ferreira

Examinador Externo
Prof. Dra. Solange Galvão Coutinho

Recife, 28 de fevereiro de 2018.

*Dedico este trabalho a quem mais me
incentivou: meus pais.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sempre foi a fonte de forças que busquei durante os momentos que precisei, além de tornar possível o meu ingresso e conclusão do mestrado.

À minha família, especialmente minha mãe Dilma Bernardo e meu pai Paulo Francisco, por me fornecerem o privilégio de concluir essa caminhada sem interrupções, além do apoio e incentivo. Aos meus três irmãos: Vinícius, Vitor e Paula, que estiveram presente em minha caminhada. Especialmente, Vitor me ajudando e tirando dúvidas, além de me incentivar a avançar nos estudos, mesmo estando em outro país e Paula por me ouvir, quando precisei.

Ao meu melhor amigo e namorado, Cesar Araújo, por me escutar quando precisei, falar palavras de estímulo do nada e compreender a minha falta de tempo.

Ao meu orientador, professor Franck Bellemain, o qual sou grata pela paciência e ideias tidas durante as orientações. Me auxiliou sempre que pode e me deu liberdade para modelar minhas ideias.

Ao meu co-orientador, professor Pedro, que me ajudou desde a época da seleção, dando dicas na elaboração do meu pré-projeto.

Às professoras Verônica Gitirana e Solange Coutinho, por me darem a honra de tê-las na banca examinadora de minha defesa e por contribuírem ao desenvolvimento desta pesquisa, dando contribuições importantes principalmente na qualificação desta pesquisa.

Ao grupo LEMATEC, pelas contribuições dadas em minha pesquisa durante os seminários. Em especial Ricardo e Anderson que me ajudaram em alguns momentos da pesquisa. À Edeson, que foi a pessoa que mais me ajudou na elaboração do meu pré-projeto para a seleção do programa e sempre esteve a disposição durante o mestrado para me ajudar a entender algumas teorias, ou até mesmo ajudar em qual caminho seguir. À Priscilla, Everton, Wilker, Marcel e Cesário, pelo companheirismo durante as reuniões do grupo. Agradeço novamente à professora Verônica, que com uma pergunta feita durante minha apresentação de seminários, me fez mudar toda a metodologia da pesquisa, e eu acho que a pergunta tinha nem seis palavras.

Aos amigos que ganhei durante essa jornada, meus companheiros de congressos e viagens: Arlam, Ewellen, Marciel e Mayra. Sou muito grata por ter conhecido pessoas como vocês, pessoas que fazem rir.

À coordenação do programa de pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, pelos auxílios dados. Em especial ao atual coordenador, professor Sérgio Abranches, pelas orientações.

À coordenação da Licenciatura em Expressão Gráfica, pelo apoio. Em especial à atual coordenadora professora Thyana, a qual tenho admiração e me ajudou no desenvolvimento da minha pesquisa.

Por fim, no mesmo grau de importância, agradeço aos meus amigos que estiveram comigo desde outras jornadas, me apoiaram, compreenderam minha ausência em alguns momentos e permanecem até hoje.

A gente esquece. Inclusive quando recebe o diploma e dizem que a gente está capacitado. A verdadeira capacitação vai começar depois, com a prática que a gente vai ter.

PAULO FREIRE

RESUMO

O presente estudo se propôs a conceber um suporte ao professor para a elaboração de seus webdocumentos, tendo como foco o campo da geometria, especificamente o conhecimento das curvas cônicas. Para tal, elaboramos uma estrutura para a concepção, seguindo a Engenharia de Softwares Educativos de Tchounikine (2011). No qual, focamos na análise a priori e validação de uma plataforma já existente o LEMATEC Studium, que possui sua construção fundamentada nas teorias da Abordagem Documental de Gueudet e Trouche (2010) e da Orquestração Instrumental de Trouche (2004). A estrutura para a concepção, foi organizada por um conjunto de processos, sendo estes: pesquisa bibliográfica sobre o ensino de curvas cônicas, a validação que foi uma investigação do trabalho documental de uma docente, análise do mapa esquemático do sistema de recursos elaborado pela docente, elicitação dos requisitos de um suporte para a elaboração de webdocumentos para geometria e a elaboração da arquitetura de webdocumentos na perspectiva da webdocumentação e orquestração do professor. Na pesquisa bibliográfica, destacou-se o uso do software de geometria dinâmica, especialmente o GeoGebra. Na validação participou uma professora de uma universidade pública situada na cidade do Recife. Realizamos uma investigação, norteadas pelos aspectos da Investigação Reflexiva de Gueudet e Trouche (2010). A Investigação foi composta por 10 fases, sendo estas: questionário, entrevista inicial, oficina, planejamento das aulas, descrição das aulas, descrição reflexiva, recolhimento dos recursos utilizados, entrevista final, atividades desenvolvidas pelos alunos e questionário para os alunos. Com a análise dos dados obtidos, seguindo os princípios da abordagem documental, constatou-se que os três principais recursos citados pela participante durante a entrevista inicial, não foram todos utilizados no planejamento, nem durante a aula. Na análise do mapa esquemático do sistema de recursos vimos a mudança de perspectiva ao qual a docente observava a disposição dos recursos em sua aula, no qual passou a entendê-los como um sistema de recursos integrados pertencentes à um recurso maior. Os requisitos elicitados, foram divididos em três categorias: técnico, didático e geometria, seguindo os objetivos pertencentes à construção do LEMATEC Studium e ao suporte foco desta pesquisa. Propomos duas arquiteturas de webdocumentos destinados ao ensino da geometria, especificamente as curvas cônicas, sendo estas uma destinada à exposição do conteúdo e outra à atividade, no qual consideramos os recursos utilizados pela docente na investigação. Entendemos e defendemos no presente estudo a importância da elaboração de ferramentas pedagógicas direcionadas ao ensino de conhecimentos matemáticos que dêem suporte ao trabalho do professor e sigam os fundamentos de teorias que conversem com os objetivos propostos pela ferramenta.

Palavras-chave: Abordagem Documental. Webdocumento. LEMATEC Studium. Curvas Cônicas. Engenharia de Softwares Educativos.

ABSTRACT

This study was proposed to conceive a support to the teacher for an elaboration of his webdocuments, focused on the field of geometry, specifically the knowledge of the conic curves. For this, we elaborated a structure for the conception, which followed the foundations of the Engineering of Educational Software of Tchounikine (2011). In which we focused on a priori analysis and validation of an existing platform the LEMATEC Studium, that has its construction based on the theories of Documentary Approach of Gueudet and Trouche (2010) and Instrumental Orchestration of Trouche (2004). The structure for the conception was organized by a set of processes: bibliographic research on the teaching of conic curves, the validation that was an investigation of documentar work of a teacher, analysis of the schematic map of resources system developed by the teacher, elicitation of the requirements of a support for elaboration of webdocuments for geometry and elaboration of the architecture of webdocuments in the perspective of webdocumentation and orchestration of the teachers. In the bibliographic research, was highlighted the use of dynamic geometry software, especially the GeoGebra. In validation participated a teacher from a public university located in the city of Recife. We conducted an investigation guided by aspects of Reflexive investigation developed by Gueudet and Trouche (2010). The investigation was composed of ten phases, these being: questionnaire, initial interview, workshop, lesson planning, lesson description, reflective description, collection of resources used by the teacher, final interview, activities developed by students and questionnaire for students. Analyzing the data obtained, following the principles of documentar approach, we found that the three main resources cited by the participant during the initial interview were not all used in planning or during the lesson. In the analysis of the schematic map of the re-source system we saw the change of perspective to which the teacher observed the disposition of the resources in her class, in which it came to understand them as a system of integrated resources belonging to a greater resource. The requirements elicited were divided into three categories: technical, didactic and geometry, followed the objectives pertaining to the construction of LEMATEC Studium and the support of this research. We proposed two architectures of webdocuments for the teaching of geometry, specifically the conic curves, these being one destined to the exposition of the content and another to the activity, in which we consider the resources used by the professor in the investigation. We understand and defend in the present study the importance of the elaboration of pedagogical tools directed to the teaching of mathematical knowledge that support the work of the teacher and follow the foundations of theories that are connected with the objectives proposed by the tool.

Palavras-chave: Documentary Approach. Webdocument. LEMATEC Studium. Conic curves. Engineering of Educational Software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Ciclo da Engenharia de Softwares Educativos.....	25
Figura 02 – Engenharia de Elicitação de Requisitos	28
Figura 03 – Interpretação da palavra “recurso” por Adler.....	31
Figura 04 – Caracterização de recursos segundo Adler	31
Figura 05 – Recursos materiais.....	32
Figura 06 – Recursos humanos	32
Figura 07 – Recursos culturais.....	33
Figura 08 – Caracterização de recursos segundo Bellemain e Trouche	34
Figura 09 – Representação da Gênese Instrumental.....	36
Figura 10 – Tríade.....	39
Figura 11 – Representação da Teoria da Orquestração Instrumental.....	40
Figura 12 – Elementos da Orquestração Instrumental	41
Figura 13 – Tipos de Orquestração Instrumental	42
Figura 14 – Representação da Abordagem Documental	45
Figura 15 – Elementos de uma Investigação Reflexiva.....	48
Figura 16 – Webdocumento	54
Figura 17 – LEMATEC Studium	58
Figura 18 – Edição no Studium	60
Figura 19 – Interações	61
Figura 20 – Tipos de layout na interface de webdocumento	61
Figura 21 – Selecionar recurso	62
Figura 22 – Recursos	62
Figura 23 – WebDocumento Atividade.....	63
Figura 24 – Arquitetura LEMATEC Studium.....	64
Figura 25 – Disciplina no LEMATEC Studium	65
Figura 26 – Estrutura da concepção	68
Figura 27 – Secções cônicas	71
Figura 28 – Elipse	73
Figura 29 – Parábola.....	73
Figura 30 – Hipérbole.....	74
Figura 31 – Organização da Investigação Reflexiva feita na pesquisa	78
Figura 32 – Perfil da docente	80

Figura 33 – Perfil da monitora	81
Figura 34 – Perfil da classe	81
Figura 35 – Mapa na perspectiva de ensino presencial	84
Figura 36 – Mapa na perspectiva de ensino a distância	85
Figura 37 – Captura de tela aula feita na oficina	87
Figura 38 – Local onde foi realizado o trabalho documental	88
Figura 39 – Organização das pastas da docente	88
Figura 40 – Recursos da pasta	89
Figura 41 – Texto da descrição da aula	90
Figura 42 – Edição da descrição no Microsoft Word	90
Figura 43 – Edição dos slides	91
Figura 44 – Final da primeira parte do planejamento	91
Figura 45 – Erro do GeoGebra no LEMATEC Studium	92
Figura 46 – Desconfiguração da construção	92
Figura 47 – Representação da elipse.....	93
Figura 48 – Edição do WebDocumento atividade	94
Figura 49 – Livro auxiliar utilizado pela docente na disciplina	94
Figura 50 – Uso da folha para observar a perpendicularidade	95
Figura 51 – Construção da tangente	95
Figura 52 – Alteração da construção da tangente.....	96
Figura 53 – Resultado final do primeiro planejamento da docente.....	97
Figura 54 – Lista das aulas	98
Figura 55 – Parábola construída pela docente.....	98
Figura 56 – Duplicação do enunciado de um exercício	99
Figura 57 – Construção da hipérbole feita pela docente	100
Figura 58 – Resultado da segunda modelagem realizada pela docente	100
Figura 59 – Utilização do quadro durante a aula.....	101
Figura 60 – Descrição feita pela docente, aulas 01 e 02.....	104
Figura 61 – Descrição feita pela docente, aulas 03 e 04.....	105
Figura 62 – Recursos utilizados pela docente	107
Figura 63 – Modelo físico falado pela docente durante a entrevista 01	108
Figura 64 – O trabalho resultante de dobraduras no papel	108
Figura 65 – Último mapa esquemático do sistema de recursos da docente ..	113
Figura 66 – Pesquisa feita durante a aula.....	115

Figura 67 – Resultado final das atividades de seis alunos	116
Figura 68 – Parábola construída pela docente.....	125
Figura 69 – movimentação do ponto K	126
Figura 70 – Classificação dos recursos	128
Figura 71 – Elipse construída pela docente	131
Figura 72 – Classificação dos webdocumentos	133
Figura 73 – Elicitação dos requisitos do suporte	140
Figura 74 – Webdocumento expositivo da docente.....	144
Figura 75 – Webdocumento expositivo com representação da docente	145
Figura 76 – Webdocumento atividade da docente	145
Figura 77 – Proposta para arquitetura de webdocumento expositivo.....	146
Figura 78 – Recursos na arquitetura proposta 01	147
Figura 79 – Proposta para arquitetura de webdocumento atividade	147
Figura 80 – Recursos na arquitetura proposta 02	148
Figura 81 – Simulação de layout para a seleção do tipo de webdocumento .	149

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 DIMENSÃO TEÓRICA OPERACIONAL	23
2.1 ENGENHARIA DE SOFTWARES EDUCATIVOS	23
2.1.1 Elicitação de Requisitos	26
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	30
3.1 RECURSOS	30
3.2 RECURSO X DOCUMENTO.....	35
3.2.1 Gênese Instrumental	35
3.2.2 Teoria da Orquestração Instrumental	39
3.2.3 Abordagem Documental.....	44
3.2.3.1 <i>Investigação Reflexiva</i>	46
3.3 WEBDOCUMENTO.....	52
4 ESTADO DA ARTE	55
4.1 LEMATEC STUDIUM	57
4.1.1 Ferramentas	59
4.2 PESQUISAS DESENVOLVIDAS NO LEMATEC STUDIUM	64
5 VALIDAÇÃO DO LEMATEC STUDIUM	66
5.1 METODOLOGIA.....	66
5.1.1 Estrutura da concepção.....	67
5.1.2 Delimitação do campo e sujeitos da Pesquisa	69
5.2 OBJETO MATEMÁTICO DA PESQUISA	70
5.2.1 Curvas Cônicas	71
5.2.1.1 <i>Elipse</i>	72
5.2.1.2 <i>Parábola</i>	73
5.2.1.3 <i>Hipérbole</i>	73
5.2.2 O ensino das curvas cônicas auxiliado de recursos digitais	74
5.3 COMO FOI FEITA A VALIDAÇÃO	76
5.4 DADOS DA APLICAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO REFLEXIVA.....	78
5.4.1 Fase 1 - Questionário	80
5.4.2 Fase 2 - Entrevista prévia.....	81

5.4.2.1 Primeiro Mapa Esquemático da Representação do Sistema de Recursos.....	84
5.4.3 Fase 3 - Oficina	86
5.4.4 Fase 4 - Planejamento das Aulas	87
5.4.4.1 Primeiro Planejamento	89
5.4.4.2 Segundo Planejamento	97
5.4.5 Fase 5 - Descrição das Aulas	101
5.4.6 Fase 6 - Descrição reflexiva	103
5.4.7 Fase 7 - Recursos Utilizados	106
5.4.8 Fase 8 - Entrevista Final com a Docente	109
5.4.8.1 Segundo Mapa Esquemático da Representação do Sistema de Recursos.....	113
5.4.9 Participação dos alunos	114
5.4.9.1 Fase 9 - Atividades Desenvolvidas pelos Alunos	114
5.4.9.2 Fase 10 - Questionário para os alunos	117
6 ANÁLISE DOS DADOS.....	119
6.1 INFLUÊNCIAS NO TRABALHO DOCUMENTAL DA DOCENTE.....	120
6.1.1 Situações das curvas cônicas	121
6.2 O PROCESSO DE GÊNESE INSTRUMENTAL DA DOCENTE	124
6.3 O SISTEMA DE RECURSOS DA DOCENTE	127
6.4 ESQUEMAS DE USO	131
6.5 WEBDOCUMENTOS ELABORADOS.....	133
6.6 ANÁLISE DA APRENDIZAGEM DE CURVAS CÔNICAS.....	135
6.7 ANÁLISE FINAL	137
7 ELICITAÇÃO DOS REQUISITOS DE UM SUPORTE PARA A ELABORAÇÃO DE WEBDOCUMENTOS VOLTADOS PARA O ENSINO DA GEOMETRIA	140
8 ARQUITETURA DE WEBDOCUMENTOS DIRECIONADOS AO ENSINO DA GEOMETRIA	144
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	150
9.1 NOVAS INVESTIGAÇÕES NA ÁREA.....	153
REFERÊNCIAS.....	155
APÊNDICES	162
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELA DOCENTE	162

APÊNDICE B – ENTREVISTA INICIAL COM A DOCENTE	163
APÊNDICE C – ENTREVISTA FINAL COM A DOCENTE.....	167
APÊNDICE D – TUTORIAL DO USO DO LEMATEC STUDIUM	173

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho faz parte de um grupo de pesquisas em desenvolvimento no Laboratório de Ensino da Matemática e Tecnologia – LEMATEC, do programa de pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica localizado na Universidade Federal de Pernambuco. Segue a perspectiva de desenvolvimento de um suporte ao professor para o planejamento e aplicação de situações de ensino (presencial, semipresencial ou a distância) compostas de artefatos tecnológicos, bem como, para avaliação da aprendizagem. Tendo como interesse especificamente, na concepção de um suporte computacional, levando em consideração o processo metodológico (concepção-desenvolvimento-validação).

Nesta direção evidencia-se a existência de sistemas utilizados na Educação a Distância – EaD, tendo como exemplo o Moodle¹, que fornecem uma diversidade de recursos, mas que não proporcionam suporte a orquestração, ao planejamento, ao acompanhamento da interação aluno-recursos e a articulação entre o sistema de recursos.

Pesquisas (LUCENA, 2013; ARAÚJO, 2015; COUTO, 2015) apontam limitações da plataforma moodle², especificamente no ensino de conteúdos matemáticos. Pelo fato de que os recursos disponibilizados não foram, em sua maioria, produzidos pensando nas disciplinas que necessitam de representações gráficas e de símbolos, o que resulta em poucas ferramentas que permitem a representação de elementos matemáticos, especificamente em um ensino a distância.

Com as limitações relacionadas às representações gráficas e de símbolos, vale destacar a importância dos mesmos em disciplinas destinadas ao ensino de conteúdos geométricos. Como defendem Costa e Costa (1994) a geometria é uma área pertencente à matemática e tem como estudo as formas e suas representações.

Visto isto, a concepção do suporte em questão tem como foco o contexto do ensino da geometria, evidenciando sua representação gráfica, uma vez que

¹ Ambiente virtual de aprendizagem utilizado em grande parte das instituições brasileiras que oferecem a educação a distância.

² Plataforma utilizada no Brasil na maioria das instituições que trabalham com o ensino a distância.

este apresenta uma variedade de sistemas de representação, diversidade de artefatos, bem como, a necessidade de articulação entre esses sistemas e de acompanhar/avaliar as atividades dos estudantes. O que segundo Galvão e Bellemain (2013) contribui com uma variedade de possibilidades para compreender diferentes situações de acordo com a razão e a intuição.

As limitações das representações gráficas, que atingem diretamente disciplinas de geometria, afetam a compreensão da mesma. Em que, Duval (2003) destaca na Teoria dos Registros de Representação Semiótica, a importância de utilizar no ensino de conhecimentos matemáticos vários tipos de representações de um mesmo objeto, para que o aluno possa fazer a associação entre as representações utilizadas e então compreender o que está sendo trabalhado.

Nesta perspectiva, destacam-se as propostas da Teoria da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2004) e da Abordagem Documental (GUEUDET; TROUCHE, 2010) de sistematizar e arquitetar o trabalho docente levando em consideração este trabalho como uma documentação para a produção de um material didático ou situação didática. Também aparece em relevância o processo de gênese instrumental (RABARDEL, 1995) que faz parte do trabalho docente, se configura na transformação do artefato em um instrumento. Neste contexto, nos apoiamos nesta modelização para a concepção de um suporte ao trabalho de documentação do professor no meio computacional, denominando este processo como uma webdocumentação e o produto de webdocumento.

Com isso, optou-se pela plataforma LEMATEC Studium para o estudo, já que esta foi construída como um suporte ao professor, pensando na Teoria da Orquestração Instrumental e da Abordagem Documental.

Como apresentado por Tchounikine (2011), um projeto de uma ferramenta pedagógica, o suporte para elaboração de webdocumentos por exemplo, pode tanto partir do desenvolvimento de um novo, quanto pode partir da análise de uma ferramenta já existente e o engenheiro implementa novos recursos. Visto isto, uma vez que selecionamos a plataforma LEMATEC Studium, pretendeu-se fazer uma validação da mesma através de uma investigação realizada com uma docente, tendo por finalidade elicitar requisitos necessários para um suporte de construção de webdocumentos destinados ao ensino de conhecimentos geométricos.

O LEMATEC Studium é uma plataforma em desenvolvimento no grupo LEMATEC, serve como um ambiente de apoio ao qual o professor modela situações didáticas compostas de webdocumentos, utilizando-se de recursos. Essas situações modeladas, por sua vez, podem ser aplicadas durante sua ação. A plataforma é constituída de duas partes: o LEMATEC Studium que gerencia os webdocumentos e é utilizado pelos alunos, e o Webdocumento Studium onde ocorre a edição e inserção de recursos, podendo ser caracterizado como a parte interna do LEMATEC Studium. O foco de nosso trabalho é a validação da plataforma, considerando o Webdocumento Studium.

Para se validar uma ferramenta pedagógica deve-se ter como atenção o usuário e o conhecimento. Selecionamos como conhecimento específico o objeto matemático de curvas cônicas, pois possuem uma variedade de representações, sendo estas: algébricas, espaciais e planas. Destaca-se a importância do estudo de curvas cônicas, pois como defende Piza (2008), possibilitam a associação entre conhecimentos de vários campos da geometria, além de envolver construções geométricas elementares.

Para conhecimento, esta característica multifacetada das cônicas apresenta-se em diferentes níveis de ensino: do fundamental ao superior, sendo vista especialmente na abordagem de sólidos, truncamentos, noções de perspectiva, equações e coordenadas. Constituindo assim, um importante e fértil elemento capaz de articular questões do plano ao espaço e uma importante ferramenta capaz de articular a geometria e a álgebra. (SOUSA, 2017, p.15)

Por terem representações espaciais, as curvas cônicas exigem que o estudante adquira um grau de abstracionismo necessário para compreendê-las e os torne capazes de associá-las aos outros tipos de representações. Nesse cenário o papel do professor deve ser o de moldar a aula com recursos que auxiliem o aluno neste processo de associação.

E é por meio desta representação abstrata que compreendemos e nos relacionamos com o mundo. Percebe-se, portanto, neste processo de compreensão, a exigência de vários sentidos e ações relevantes para a interiorização de um conceito matemático. (SOUSA, 2017, p.15)

Tendo em vista, a variedade de representações de conhecimentos matemáticos, Bellemain (2014) aborda a necessidade de desenvolver ferramentas que possibilitem a articulação entre os recursos utilizados pelo professor. Tal articulação, auxilia o aluno na associação entre os diferentes tipos de representações do mesmo objeto matemático.

Seguindo os direcionamentos apresentados, nossa pesquisa investiga, os requisitos de uma ferramenta pedagógica que visa auxiliar a construção de webdocumentos direcionados ao ensino da geometria, em específico as curvas cônicas.

Em que, apresentamos como objetivos:

– **Geral:**

Investigar e conceber um suporte para a webdocumentação destinada ao ensino da geometria, especificamente do conteúdo de curvas cônicas.

– **Específicos:**

- Observar os aspectos da gênese instrumental de uma docente com a plataforma LEMATEC Studium, especificamente na parte de webdocumento studium;
- Investigar as influências e resultados do trabalho documental de uma docente, direcionado ao ensino de curvas cônicas no LEMATEC Studium;
- Conceber uma estrutura das fases da coleta de dados do trabalho documental da docente, norteadas pela engenharia de softwares educativos e da investigação reflexiva;
- Elicitar os requisitos de um suporte para a elaboração de webdocumentos direcionados ao ensino de conhecimentos geométricos, especificando o caso das curvas cônicas;
- Elaborar uma arquitetura de layouts de webdocumentos, com aporte nos requisitos elicitados.

Isto posto, nos baseamos na Gênese Instrumental-Orquestração Instrumental-Abordagem Documental como teoria e na Engenharia de Softwares Educativos - ESE de Tchounikine (2011), especificando a fase de elicitação de requisitos, como metodologia. Por se tratar de um suporte para a elaboração de webdocumentos mais a validação de uma ferramenta pedagógica existente, seguimos os princípios da Investigação Reflexiva (GUEUDET; TROUCHE, 2010) como uma metodologia norteadora da investigação do trabalho documental realizado pela docente participante da pesquisa na plataforma selecionada.

A Engenharia de Softwares Educativos apresenta subsídios para a construção do suporte desejado, visto que a mesma apresenta fundamentos

técnicos, pedagógicos e didáticos capazes de dar suporte a uma webdocumentação. A ESE é desenvolvida de acordo com um tipo de objeto X, em que, retomando Tchounikine (2009), Bellemain, Ramos e Tiburcio (2015) destacam que “X = situação de aprendizagem a distância, X = cenário para a aprendizagem colaborativa, X = simulação, X = geometria dinâmica, etc” (p. 4), o X está ligado ao contexto em que o software é visado, no caso da nossa pesquisa X = Suporte para webdocumentação e orquestração.

Com relação ao uso dos princípios da metodologia de Investigação Reflexiva, deu-se por essa ter sido desenvolvida para auxiliar na coleta de dados referente ao trabalho documental docente. Uma vez que o objetivo desta pesquisa é fornecer um suporte para a criação de webdocumentos, sendo esse fundamentado na abordagem documental, fez-se necessário o uso de uma metodologia que auxiliasse nos dados que subsidiam os requisitos de um webdocumento direcionado ao ensino de curvas cônicas.

No que concerne à investigação, foi observado e analisado o trabalho documental de uma docente realizado no LEMATEC Studium, que tinha como pretensão o ensino de curvas cônicas para uma turma de primeiro período de um curso de graduação de uma universidade pública. A investigação foi composta por dez fases, apresentadas no corpo deste trabalho, sendo estas: questionário, oficina, entrevista prévia mais o primeiro mapa esquemático de seu sistema de recursos, planejamentos das aulas, descrição das aulas, descrição reflexiva, recolhimento dos recursos utilizados, entrevista final mais o segundo mapa esquemático do sistema de recursos, observação das atividades desenvolvidas pelos alunos e questionário para os estudantes.

Com a análise dos dados obtidos desta investigação, notamos o processo de gênese instrumental da docente, seu sistema de recursos destinado ao ensino de curvas cônicas, os webdocumentos desenvolvidos, as influências em seu trabalho documental e o funcionamento da plataforma durante sua utilização.

Com a conclusão da análise da validação da plataforma, foram elicitados requisitos seguindo os fundamentos da engenharia de softwares educativos (TCHOUNIKINE, 2011) e a estrutura da engenharia de elicitação de requisitos (GOMES; WANDERLEY, 2003). Os requisitos foram destinados ao desenvolvimento do LEMATEC Studium. Após a elicitação dos mesmos,

elaboramos uma proposta de layout para o Webdocumento Studium e de uma arquitetura de webdocumentos destinados a modelagem e abordagem de conhecimentos geométricos, no qual, especificamos o ensino de curvas cônicas.

Por fim, divulgamos os resultados da pesquisa nos capítulos que seguem, no qual, optamos por uma estrutura que se inicia com a apresentação da dimensão teórica operacional (capítulo 2), seguida da fundamentação teórica (capítulo 3), o estado da arte (capítulo 4), a validação do LEMATEC studium aparece como metodologia no capítulo 5, e no capítulo 6 realizamos a análise dos dados apresentados no capítulo 5, seguindo elicitamos os requisitos no capítulo 7 e apresentamos as propostas de arquiteturas no capítulo 8 e concluímos com as considerações finais (capítulo 9).

Optamos nessa estrutura de trabalho, para deixar claro ao leitor as teorias que fundamentam teoricamente a pesquisa e as teorias que apresentam caráter operacional, na qual destacamos a Engenharia de Softwares Educativos, como norteadora da validação realizada na metodologia. Apresentar a dimensão teórica operacional primeiro, teve como objetivo destacar o caminho que seguimos para o desenvolvimento da pesquisa, focando sempre na concepção da ferramenta de suporte ao professor. Pesquisa essa que apresentamos a seguir.

2 DIMENSÃO TEÓRICA OPERACIONAL

Neste capítulo propomos descrever as teorias de cunho operacional que participaram diretamente da metodologia da pesquisa. Tendo por fim, apresentar os requisitos de um suporte para elaboração de webdocumentos para o ensino de conteúdos geométricos, utilizamos da Engenharia de Softwares Educativos, apresentada por Tchounikine (2011), uma vez que, caracterizamos o webdocumento como software. Como parte da engenharia, destaca-se a elicitação de requisitos, a qual focamos nesta pesquisa, seguindo as orientações de Gomes e Wanderley (2003).

2.1 ENGENHARIA DE SOFTWARES EDUCATIVOS

Por engenharia compreende-se o que é necessário para criar e implementar artefatos (TCHOUNIKINE, 2011). Uma Engenharia de Software tem como prioridade satisfazer uma funcionalidade particular que atenda as mudanças das necessidades do usuário, recorrendo aos recursos computacionais de forma eficiente (GALVIS-PANQUEVA, 1997).

No caso de um software educativo, os usuários são os sujeitos (Professor e aluno) que atuam no campo educacional e o processo de construção deve levar em consideração não apenas os fatores que dizem respeito à programação e arquitetura do software, mas também, os aspectos educacionais, tendo como finalidade a criação de ambientes que atuem de forma relevante na prática educacional, estimulando a construção do conhecimento (GALVIS-PANQUEVA, 1997). De acordo com Bellemain (2000) “o aluno é um usuário particular que precisa não somente utilizar o software, mas sobretudo construir conhecimentos por meio desse uso” (p. 198).

Um software educativo é considerado como sendo um espaço ou conjunto de artefatos desenvolvidos que atuam como mediadores para propiciar a construção de conhecimentos (GOMES et al, 2002; GOMES; WANDERLEY, 2003; SANTOS, 2009). Tchounikine (2011) descreve duas categorias de softwares usados no contexto pedagógico, a primeira refere-se aos *softwares básicos*, que podem ser utilizados em situações educacionais, mas não foram construídos para tal funcionalidade, como no caso da utilização de softwares como SketchUp e AutoCAD para representações geométricas. A segunda

categoria faz referência aos *softwares educacionais*, que foram projetados para fins educativos, e apresentam suas criações fundamentadas em teorias e requisitos educacionais, como o software Poly que foi desenvolvido com o objetivo de demonstrar a visualização de poliedros, sua planificação e vistas ortogonais.

Durante a criação de um software educacional, o desenvolvedor deve observar os aspectos pedagógicos envolvidos. O processo de desenvolvimento deve ter como foco “tanto o funcionamento do sistema propriamente dito quanto os mecanismos pedagógicos e didáticos que constituem a base de todo instrumento de ensino e de aprendizagem” (SANTOS, 2009, p.18). O projeto de um software educativo, pode tanto partir do desenvolvimento de um novo software, quanto partir da análise de um software existente e sobre a qual o engenheiro implementa novas ferramentas.

Tchounikine (2011) apresenta a Engenharia de Softwares Educativos (ESE) como uma ciência, que tem como finalidade compreender ações que dizem respeito ao design e implementação do software, preocupa-se com “os conceitos, métodos, teorias, técnicas, tecnologias ou lições aprendidas que podem facilitar a concepção, implementação, difusão ou avaliação”³ do software educacional ou de uma ferramenta de suporte educacional (TCHOUNIKINE, 2011, p. 113).

O projeto de software educacional consiste em imaginar, pensar, elaborar e descrever um sistema informático em relação a alguns objetivos pedagógicos e às diferentes restrições educacionais a serem consideradas em relação à configuração dentro da qual o software será usado (TCHOUNIKINE, 2011, p. 13, tradução nossa).⁴

O autor supracitado, também descreve as dimensões educacionais que atuam no design do software, sendo essas a dimensão do cenário pedagógico, que está relacionada ao contexto que afeta nas decisões, como por exemplo as recomendações da instituição que pode interferir no comportamento dos alunos e professor e, por conseguinte, pode influenciar no design do software educativo. Outra dimensão é a do cenário de ensino, que está inserido no cenário

³ the notions, methods, theories, techniques, technologies or lessons learned that may facilitate the design, implementation, evaluation or diffusion”

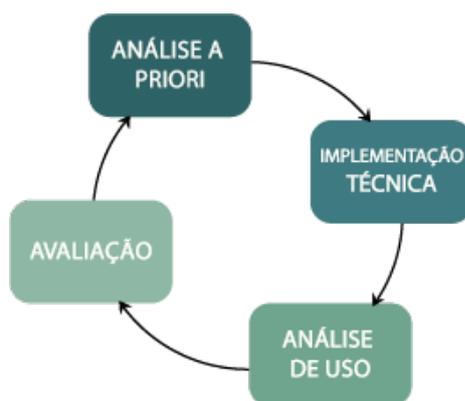
⁴ Design of educational software consists of imagining, thinking, elaborating and describing a computer-based system with respect to some pedagogical objectives and to the different educational constraints to be taken into account in relation to the setting within which the software will be used.

pedagógico, é o cenário configurado pelo professor e que “não está apenas relacionado aos recursos desta configuração”⁵ (TCHOUNIKINE, 2011, p. 42), mas também às atividades realizadas.

Dessa maneira, Tchounikine (2011) defende que a Engenharia de Softwares Educativos não apresenta caráter intuitivo, é constituída por abordagens transdisciplinares e contribuição do trabalho teórico e técnico, no qual a mesma é composta por etapas de um ciclo constante, sendo essas:

- **Análise a priori:** a forma de uso e resultados esperados, as teorias que fundamentam sua elaboração, a elicitação de requisitos necessários para a produção do artefato em questão.
- **Implementação técnica:** o desenvolvimento do software mirando os aspectos levantados na análise a priori, a construção do sistema e layout.
- **Análise de uso:** análise realizada durante a implementação do software, observando a utilização feita pelo usuário.
- **Avaliação:** a avaliação pode ser considerada como a análise posteriori, são observados os resultados obtidos no uso do software, levando em consideração todos os ciclos anteriores, faz-se a relação dos resultados obtidos com os esperados.

Figura 01 – Ciclo da Engenharia de Softwares Educativos



Fonte: Elaborado pela autora.

A existência da análise a priori na Engenharia de Softwares Educativos é fundamental para o desenvolvimento de um software que atenda às

⁵ is not only related to this setting's features.

necessidades do usuário. É primordial o conhecimento dos requisitos fundamentados no contexto e no usuário pré-estabelecidos, assim como a análise dos “requisitos computacionais e, sobretudo, educacionais, que permita ao projeto tomar forma e cumprir seus objetivos, tanto lógicos (de programação) quanto didáticos (de educação)” (SANTOS, 2009, p. 23). É preciso pensar na perspectiva de abordagens de design indireto, em que o foco não direcionado apenas aos artefatos, mas o uso e ações que o sujeito executará com eles (TCHOUNIKINE, 2011).

Essa visão é consistente com abordagens de design iterativas, participativas ou contínua-em-uso. Requer articulação, dentro de ciclos consistentes, de análises a priori, implementação técnica, uso e análises de fenômenos emergentes e avaliação de resultados⁶ (TCHOUNIKINE, 2011, p. 155, tradução nossa).

Durante a implementação técnica, o engenheiro programa o software visando atender aos elementos destacados na análise à priori. É nessa fase que o programador coloca em prática as necessidades pré-estabelecidas do usuário e lida com as possibilidades de programação. O conhecimento informático do programador vai nortear essa fase, na medida que o mesmo observa o que pode ser feito e o que não pode ser elaborado no software. Dessa forma, na análise a priori, ao levantar os objetivos e requisitos do software em questão, precisa-se levar em consideração a dimensão computacional.

Em nossa pesquisa, por razão do tempo, concentramos nossa atenção na validação do software ao qual escolhemos, observando seu funcionamento durante a utilização do mesmo, afim de elicitar requisitos a partir de uma versão já disponível.

Nessa perspectiva, descrevemos a seguir, a engenharia de elicitação de requisitos apresentada por Gomes e Wanderley (2003), que auxiliou na estrutura dos requisitos para um suporte de desenvolvimento de webdocumentos.

2.1.1 Elicitação de Requisitos

A maior dificuldade em elaborar um software educativo de qualidade, segundo pesquisas (GOMES; WANDERLEY, 2003; THIRY, ZOUCAS;

⁶ Such a view is consistent with iterative, participative or continued-in-usage design approaches. It requires articulation, within consistent cycles, of a priori analyses, technical implementation, usage and emergent phenomena analyses, and evaluation of outcomes.

GONÇALVES, 2010), está relacionada em apresentar requisitos adequados que atendam às necessidades dos usuários, isto ocorre pelo fato de que os requisitos são elicitados pelos engenheiros, com participação mínima dos usuários.

A Engenharia de Softwares Educativos tem tomado destaque tanto em cenários educacionais quanto computacionais, em função da necessidade de equipes cada vez mais diversificadas que atendam a complexidade e dinamismo desses processos de desenvolvimento de ferramentas. (ANDRADE, GITIRANA; BELLEMAIN, 2010, p.2)

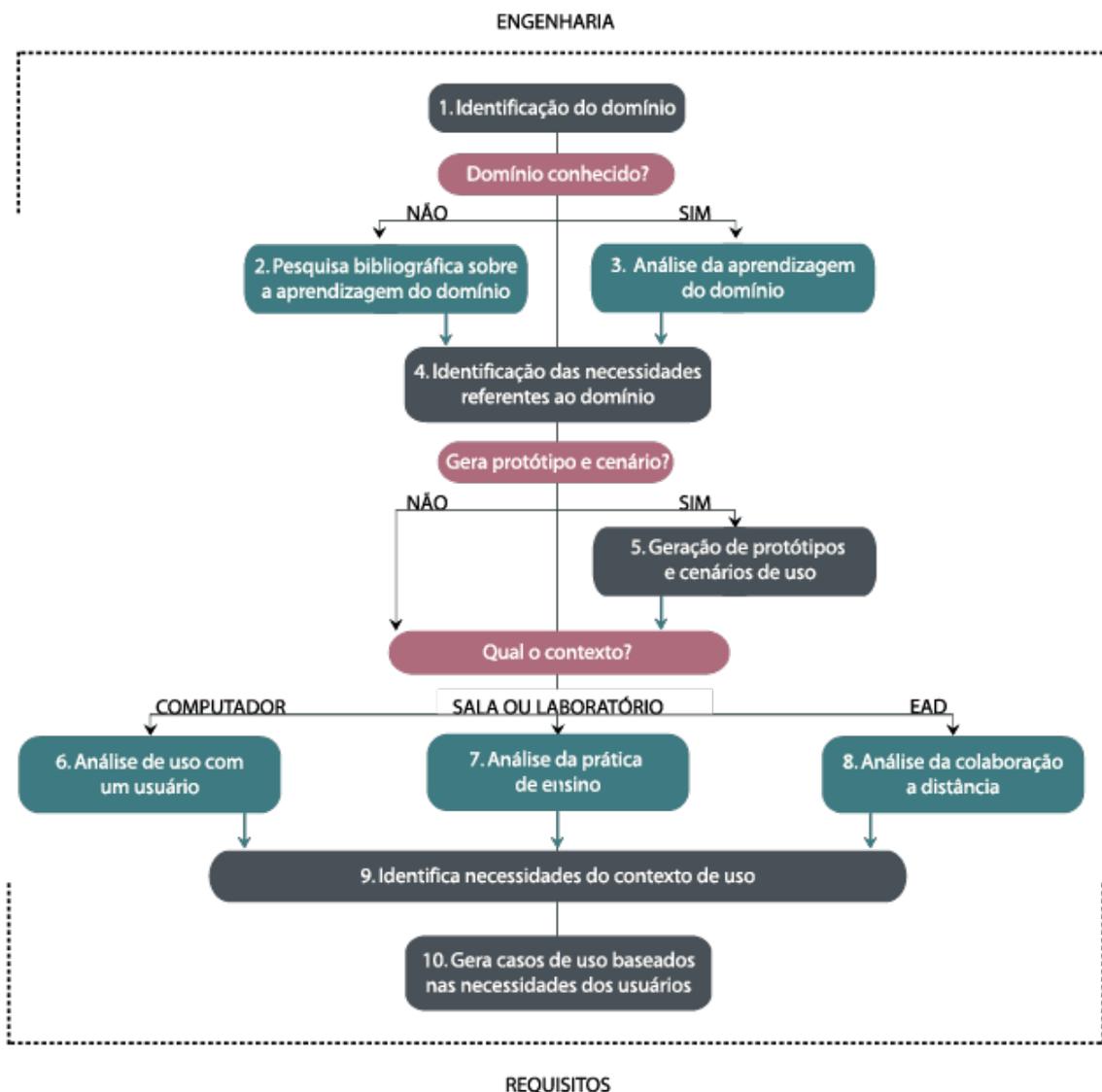
Como defendem Gomes et al (2002) “tanto designers como professores precisam dispor de critérios que permitam nortear tanto a criação de softwares como a sua escolha” (p. 2). Gomes e Wanderley (2003) identificam dois tipos de requisitos: domínio e atividade.

A modelagem cognitiva da ação permite aceder a informações sobre o domínio, sua aprendizagem. Já a modelagem cognitiva de atividades permite identificar requisitos relacionados às práticas sociais nas quais participam os usuários com artefatos similares àqueles em desenvolvimento. (p. 121)

As necessidades apresentam dois eixos, um refere-se ao domínio em questão e outro ao uso do software realizado pelo usuário, que é reconhecido como a atividade. O domínio diz respeito à um campo conceitual específico que será trabalhado no software (GOMES; WANDERLEY, 2003).

Gomes e Wanderley (2003) abordam a importância de elaborar os requisitos de um software de forma cuidadosa e que apresentem características específicas de acordo com os usuários e seu contexto “este processo engloba atividades de descoberta, refinamento, modelagem, documentação, especificação e manutenção do conjunto de requisitos” (p. 121). Para os autores os requisitos são atingidos, na medida em que o software proporciona aos usuários a apropriação do mesmo e a construção do conhecimento. Dessa maneira os pesquisadores retratam uma engenharia de elicitação de requisitos.

Figura 02 – Engenharia de Elicitação de Requisitos



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Gomes e Wanderley (2003).

Para a elicitação dos requisitos é preciso realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a aprendizagem do domínio (as metodologias utilizadas, as dificuldades encontradas) e o estudo empírico, posteriormente são especificadas as necessidades referentes ao domínio em questão, bem como, previsão das ações que serão realizadas pelos usuários e os cenários orquestrados, “várias escolhas prévias permitem delimitar o campo de estudo” (BELLEMAIN, RAMOS; TIBURCIO, 2015, p.4).

A construção de um software educativo precisa levar em consideração o ensino e aprendizagem do conhecimento que será contemplado, dessa forma os resultados de pesquisas relacionadas ao conhecimento em questão são relevantes (TIBÚRCIO, 2016).

Os requisitos apresentados em nossa pesquisa seguem as diretrizes da engenharia de softwares educativos apresentada por Tchounikine (2011) e os dados que subsidiam foram retirados de uma investigação reflexiva, aplicada com uma docente, tendo como fundamento as teorias apresentadas no capítulo a seguir.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nossa pesquisa tem foco nos recursos digitais educacionais, a interação do docente com esses recursos, bem como o processo de documentação (que chamaremos de webdocumentação no contexto computacional) executado pelo professor na preparação de uma situação de ensino específica.

Desta forma, os estudos que fundamentam nossa pesquisa são inicialmente a noção de recursos, apresentada por Adler (2000) que norteia os discursos apresentados por Gueudet e Trouche (2010;2015), Ruthven (2010) e Bellemain e Trouche (2017), subsequentemente apresentamos a gênese instrumental de Verillon e Rabardel (1995) que descrevem a transformação do artefato em instrumento.

Seguindo esta perspectiva, da interação docente com os recursos educacionais digitais, e avançando nos estudos da abordagem documental, Gueudet e Trouche (2010;2015) desenvolveram a investigação reflexiva com caráter metodológico, com o objetivo de auxiliar na investigação do trabalho documental do professor. Consecutivamente, seguindo a abordagem documental considerando o contexto computacional, descrevemos o conceito dos webdocumentos, produto do processo ao qual denominamos de webdocumentação.

3.1 RECURSOS

Grande parte dos artigos acadêmicos relacionam recursos educacionais apenas como os materiais didáticos utilizados durante a aula, observando essa noção, Adler (2000) notou a necessidade de conceituar recursos no ensino da matemática, partindo do ponto de vista da formação de professores de matemática e da prática da matemática escolar. A autora supracitada caracteriza recurso como sendo tudo que *re-source* (realimenta; reconfigura) a atividade docente, ou seja, tudo que possa auxiliar os professores em suas ações.

Adler (2000;2010) tem como fundamento central a interpretação da palavra “recurso” como substantivo e como verbo, em que, a primeira relaciona a palavra ao objeto/artefato a ser utilizado na ação docente, enquanto a segunda relaciona-se com a ação, em que “a funcionalidade de um recurso em e para o

ensino de matemática reside em seu uso na prática, e não em sua mera presença”⁷ (ADLER, 2010, p. 23).

Figura 03 – Interpretação da palavra “recurso” por Adler



Fonte: elaborado pela autora.

Fundamentada no ensino híbrido da matemática e considerando a palavra “recurso” como substantivo e verbo, Adler (2000;2010) caracteriza os recursos educacionais matemáticos em: materiais, humanos e culturais.

Figura 04 – Caracterização de recursos segundo Adler



Fonte: elaborado pela autora.

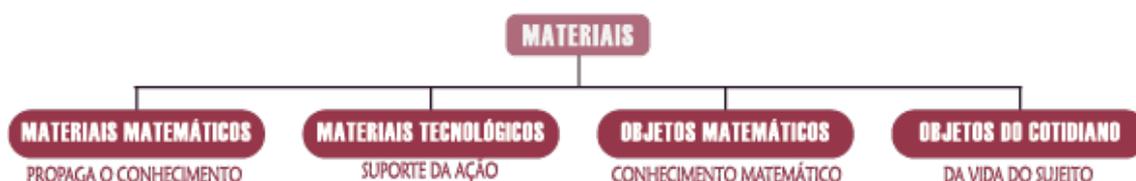
Os *recursos materiais* são subdivididos em: *materiais tecnológicos*, *materiais matemáticos*, *objetos matemáticos* e *objetos do cotidiano*. Um mesmo recurso pode ser classificado em mais de um grupo dependendo do contexto em que está inserido e do fator temporal, por exemplo, um computador pode ser tanto um objeto do cotidiano quanto material tecnológico para uma determinada comunidade, mas se a ação docente ocorrer em uma comunidade que não tem contato com o computador, esse será apenas um recurso material tecnológico.

Os *recursos materiais matemáticos* são os que propagam o conhecimento matemático, sendo esses, o livro didático, cartilhas, dentre outros recursos que

⁷ “La fonctionnalité d’une ressource dans et pour l’enseignement des mathématiques réside dans son usage en pratique, plutôt que dans sa simple présence.”

tem como possibilidade a instrução. Os recursos que são *materiais tecnológicos*, não se limitam aos que estão relacionados ao computador, mas correspondem aos materiais que dão suporte ao professor, indo além dos materiais matemáticos. Por *recursos objetos matemáticos* entende-se o conhecimento em si, como os teoremas, a representação de um polígono, solução de um problema, dentre outros elementos matemáticos. Os *objetos dos cotidianos*, estão relacionados à uma prática que faça parte do cotidiano dos sujeitos e que possa ser levado para a escola com intuito de auxiliar na aprendizagem, tendo como exemplo, o ato de delimitar uma terra, que pode proporcionar maior entendimento do aluno se for associado à área e perímetro.

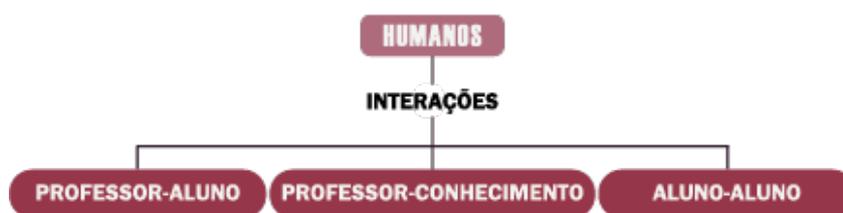
Figura 05 – Recursos materiais



Fonte: elaborado pela autora.

Os *recursos humanos* levam em consideração os sujeitos que participam do processo de ensino-aprendizagem, consistem nas interações, podendo ser as interações professor-aluno, aluno-aluno, dentre outras e também enfatiza a relação do professor com o conhecimento.

Figura 06 – Recursos humanos

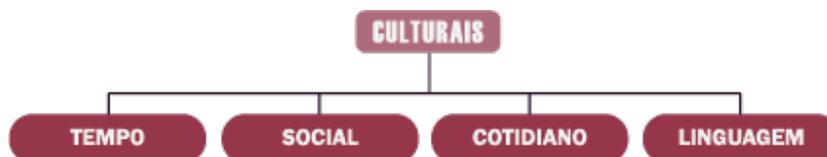


Fonte: elaborado pela autora

Com relação aos *recursos culturais*, Adler (2000) explicita como participantes desse grupo: *a linguagem, o tempo, o cotidiano e o social*. No que diz respeito ao tempo, evidencia-se os horários, duração dos períodos, a estrutura da prática escolar, sequenciamento e o tempo limite para a execução de atividades, outro fator primordial é o contexto temporal em que ocorre o ensino, bem como os aspectos locais que influenciam no mesmo. Por fim,

destaca-se os recursos sociais, consistem na comunicação da aprendizagem, em que, contempla-se também as experiências vivenciadas.

Figura 07 – Recursos culturais



Fonte: elaborado pela autora

Fundamentados na conceptualização e caracterização apresentada por Adler (2000;2010), bem como nas interações do professor com os recursos, e pensando nos recursos digitais, Bellemain e Trouche (2017) complementam a ideia e a caracterização de recurso, em que:

- Recurso Objeto: é o artefato, estático.
- Recurso Ação: são as interações realizadas com o artefato, instrumentação e instrumentalização do recurso no processo de orquestração instrumental ou de documentação do professor, tendo assim caráter dinâmico.
- Recurso Atividade: ações realizadas pelo aluno na situação didática modelada pelo professor.

O recurso atividade pode ser interpretado como o recurso ação do aluno no cenário modelado pelo professor. Consideramos a atividade como recurso para o professor, pois as ações realizadas pelos alunos no cenário moldado podem auxiliar o docente em sua ação, na medida em que o mesmo pode analisar as dificuldades dos alunos encontradas na interação com os recursos disponíveis, recebe um retorno da utilização da configuração didática aplicada e com base nos resultados pode elaborar um outro cenário e/ou recurso.

A atividade é compreendida aqui como as ações realizadas pelo aluno no ambiente modelado pelo professor, não se restringe à trabalhos e resolução de problemas, para estes utilizaremos o termo exercício.

Figura 08 – Caracterização de recursos segundo Bellemain e Trouche



Fonte: elaborado pela autora, ilustrações do www.geogebra.org.

Isto posto, o docente conta com um conjunto de recursos que norteiam sua ação. Com foco nos recursos materiais, Ruthven (2010), afirma que todos os artefatos, físicos ou virtuais, que foram desenvolvidos especificamente para o ensino ou não foram concebidos com esses objetivos, mas que atuam como ferramentas de suporte para aula de matemática, configuram um *sistema de recursos*, que dependem da compatibilidade e articulação, para efetuar seu funcionamento. A ideia de “sistema” contempla a complexidade gerada para o professor em integrar esse conjunto de recursos, de maneira que proporcione sua atuação de acordo com seus objetivos educacionais.

Adler (2000;2010) aborda sobre a importância de o professor saber usar os recursos, enfatizando que o uso dos recursos educacionais matemáticos precisa ser transparente. Adler apresenta a ideia de transparência como o ponto médio entre a visibilidade e a invisibilidade, em que, quando o uso é focado apenas na visibilidade o recurso sobressai a matemática, enquanto que na invisibilidade não há a exploração das potencialidades do recurso.

Essa visibilidade pode ocultar conceitos matemáticos, por exemplo, no caso do software, o aluno pode se concentrar em aspectos de manipulação de recursos técnicos e esquecer as matemáticas envolvidas. Por outro lado, um recurso é considerado invisível se o trabalho em sala de aula ocorre sem prestar atenção à presença do recurso e às possibilidades que ele oferece. A transparência de um recurso significa um equilíbrio entre visibilidade e invisibilidade: o potencial do recurso é reconhecido e explorado, mas o objetivo matemático permanece central. (ADLER, 2010, p. 25, tradução nossa)⁸

Portanto, é função do professor moldar o cenário da aula, de tal maneira, que seu sistema de recursos atue de forma transparente. Essa ação, ocorre

⁸ Une telle visibilité peut masquer des concepts mathématiques, par exemple dans le cas d'un logiciel, l'élève peut se centrer sur des aspects de prise en main de fonctionnalités techniques et oublier les mathématiques en jeu. Inversement, une ressource est dite invisible si le travail en classe se déroule sans prêter attention à la présence de la ressource et aux possibilités qu'elle offre. La transparence d'une ressource désigne un équilibre entre visibilité et invisibilité : le potentiel de la ressource est reconnu et exploité, mais l'objectif mathématique reste central.

durante o trabalho documental docente, em que, ao interagir com o sistema de recursos pode-se adaptar, analisar, reorganizar, passar por processos de concepção e implementação de novos recursos. É na abordagem documental, apresentada por Gueudet e Trouche (2010), que há a discussão desse trabalho documental do professor, em que há a dialética recursos x documentos.

3.2 RECURSO X DOCUMENTO

No meio educacional, ao orquestrar um ambiente é esperado que o docente utilize recursos que ele já conheça e tenha elaborado um esquema de uso referente a suas funcionalidades. Quando o professor compreende o recurso que deseja inserir em sua aula, ele modela o cenário, de tal forma, que modifica esses recursos e esquemas de utilização para que se adequem as situações de ensino.

Nessa perspectiva, destacamos três abordagens: a primeira é referente ao processo do professor conhecer os recursos e criar esquemas de uso (gênese instrumental); a segunda relaciona-se à orquestração do professor em um ambiente de ensino rico em tecnologia (teoria da orquestração instrumental) e a terceira relacionada a modelagem dos recursos e esquemas para que se adequem à uma configuração didática específica (abordagem documental).

3.2.1 Gênese Instrumental

Fundamentando-se na ergonomia cognitiva, a ideia da gênese instrumental (RABARDEL, 1995) foca nos processos existentes na interação do professor com o *artefato*, em que esse último, após ser conhecido, é desenvolvido em um *instrumento* para o sujeito. Rabardel considera os recursos materiais como artefatos, caracterizando-os em objetos da atividade e cultura humana, aos quais o sujeito tem contato durante seu desenvolvimento. O artefato é o objeto por si só, apresenta uma característica estática. Com base nisso, Bittar (2011) apresenta o artefato como um meio material (objeto físico), ou um meio simbólico (linguagem algébrica, representações matemáticas).

A ideia central da gênese instrumental é a dialética *artefato x instrumento* e os processos envolvidos nesta relação. No primeiro momento o sujeito interage com o artefato para conhecer e saber aplicar suas funcionalidades em uma

determinada situação, processo denominado de *instrumentalização*. Após se apropriar do artefato e suas funcionalidades, o sujeito elabora *esquemas de uso*, transformando o artefato em instrumento. Partindo disso, o sujeito integra o instrumento e o modela de acordo com sua prática, processo de *instrumentação*.

Os processos de instrumentalização são direcionados ao artefato: seleção, agrupamento, produção e instituição de funções, desfalque, atribuição de propriedades, transformação do artefato, sua estrutura, seu funcionamento, etc. até a produção completa do artefato pelo sujeito; Os processos de instrumentação estão relacionados ao assunto: emergência e evolução dos padrões de uso e ação instrumentada: sua constituição, sua evolução por acomodação, coordenação e assimilação recíproca, a assimilação de novos artefatos aos esquemas já constituídos, etc. (RABARDEL, 1995, p. 5, tradução nossa)⁹

O que diferencia os dois processos é a orientação da atividade. A *instrumentação* é voltada para o sujeito e o artefato é moldado de acordo com a prática. Por outro lado, na *instrumentalização* o foco é no artefato, na apropriação do mesmo e sua evolução em instrumento. Os dois processos constituem em um ciclo que atua paralelamente nas ações, em que, ao se deparar com uma nova situação o instrumento volta a ser artefato, mas continua sendo um instrumento para as situações já conhecidas e exploradas.

Figura 09 – Representação da Gênese Instrumental



Fonte: Elaborado pela autora, com base no esquema de Bellemain e Trouche (2017), ilustrações do br.freepik.com.

⁹ les processus d'instrumentalisation sont dirigés vers l'artefact : sélection, regroupement, production et institution de fonctions, détournements, attribution de propriétés, transformation de l'artefact, de sa structure, de son fonctionnement etc... jusqu'à la production intégrale de l'artefact par le sujet ; les processus d'instrumentation sont relatifs au sujet : à l'émergence et à l'évolution des schèmes d'utilisation et d'action instrumentée : leur constitution, leur évolution par accommodation, coordination, et assimilation réciproque, l'assimilation d'artefacts nouveaux à des schèmes déjà constitués etc...

O instrumento é construído pelo indivíduo, a partir de sua interação com o artefato, possibilitando o desenvolvimento do mesmo e de esquemas de uso, em que o “Instrumento = artefato + esquema” (GUEUDET; TROUCHE, 2010, p. 58). Por esquemas, consideramos o processo do “sujeito que age sobre alguma coisa” (BITTAR, 2011, p. 160). Como afirma Artigue (2001), o artefato transfigura-se em instrumento devido um processo de construção, ou apropriação de esquemas pré-existentes. Na realização de uma atividade, um estudante interage com um artefato (um computador, ou calculadora, por exemplo) e no decorrer do processo o mesmo desenvolve esquemas de utilização e incorpora o artefato à ação (BELLEMAIN; TROUCHE, 2017)

Como tal, o instrumento constitui uma espécie de universo intermediário entre sujeito e objeto: é tanto um conteúdo em relação as ações do sujeito quanto uma forma em relação aos objetos aos quais é aplicado. Mas é importante enfatizar a diferença entre dois conceitos: o artefato, como um objeto material artificial e o instrumento, como uma construção psicológica. (VERILLON; RABARDEL, 1995, p.84, tradução nossa)¹⁰

Na medida que um sujeito se apropria de um artefato, ele tem consciência de seus esquemas de uso, passando a interagir com um instrumento, quando for necessário a utilização do instrumento em uma situação que o sujeito não saiba como utilizá-lo, ele precisará desenvolver um novo esquema de uso ou adaptar um já existente, ou seja, o instrumento volta a ser artefato no momento em que o sujeito não tem mais o domínio da aplicação do mesmo em uma determinada situação. Assim sendo, o instrumento não é um material, mas sim uma construção psicológica que depende do artefato e da interação com o mesmo para existir.

Como apresentado por Bittar (2011), um artefato é construído, pensando em uma função e uma forma de utilização do mesmo, como um software de geometria dinâmica que foi criado para ter como atribuição a representação de elementos geométricos, um aluno interage com esse artefato e vai elaborar uma maneira de como utilizá-lo, quando ele aprende a manusear, o software de geometria dinâmica passa a ser instrumento. Embora o software já tivesse uma

¹⁰ As such, the instrument constitutes a sort of intermediate universe between subject and object: it is both a content in regard to the subject's actions and a form in regard to the objects to which it is applied. But it is important to stress the difference between two concepts: the artifact, as a manmade material object, and the instrument, as a psychological construct.

pré-estruturação vinda da fábrica, o sujeito não tinha o domínio do mesmo, não sabia como utilizá-lo. Nessa perspectiva, o instrumento só existe a partir da relação instrumental do sujeito com o artefato.

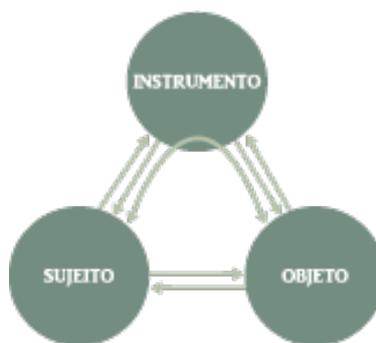
Um mesmo objeto pode ser um instrumento para um indivíduo, enquanto que para outro o objeto é somente um artefato. Segundo Artigue (2001), inicialmente um artefato não possui característica de instrumento, os esquemas de utilização são pertencentes à um sujeito particular, resultantes de ações em que foram inseridos, logo, os instrumentos não são fornecidos para o sujeito, mas sim elaborados pelo mesmo.

A evolução de artefato para instrumento é resultante das necessidades impostas pelo meio, no qual, o mesmo apresenta uma problemática e o sujeito precisa desenvolver uma solução instrumental advinda de um artefato e seu sistema de uso, “dessa forma, o instrumento é uma entidade dinâmica, que evolui segundo as situações nas quais a ação do sujeito é engajada” (ABAR; ALENCAR, 2013).

Contudo, cada artefato apresenta um conjunto de restrições materiais que não podem ser modificadas para se adequar à uma atividade. Por fim, no descobrimento durante a ação, por meio de acertos ou erros, propicia-se o desenvolvimento consciente de uma nova ação, ou relação. De acordo com a maneira em que o artefato será utilizado, pode intervir na ação e estimular uma reorganização da atividade, possibilitando uma expansão da área da ação, incumbindo ao professor nortear a ação e delimitar a área de atuação, isto é, instrumentar a ação (GUEUDET; TROUCHE, 2010).

Nessa perspectiva, Verillon e Rabardel (1995) propuseram características de uma tríade que representasse as Situações das Atividades Instrumentais (Instrumented Activity Situations- IAS), composta por: 1. Instrumento; 2. O sujeito; 3. O objeto (artefato); levando em consideração as situações de interações entre sujeito-objeto, sujeito-instrumento, objeto-instrumento e sujeito-instrumento-objeto.

Figura 10 – Tríade



Fonte: elaborado pela autora, adaptado de Verillon e Rabardel (1995)

Além das interações destacadas na tríade, Verillon e Rabardel (1995) destacam duas outras interações: uma relacionada as interações que podem ser coletivas e outra referente as interações do sujeito com mais de um objeto (artefato) e instrumento. Essa última, faz-se necessária quando o artefato apresenta restrições que comprometem a atividade, dessa maneira, o docente insere um novo ou modifica um artefato para atender à uma atividade específica.

Nessa perspectiva, Trouche (2004) observou a necessidade de orientar o processo de gênese instrumental em um ambiente rico em tecnologias e desenvolveu a teoria da orquestração instrumental que será apresentada a seguir.

3.2.2 Teoria da Orquestração Instrumental

Com aporte na Gênese Instrumental de Rabardel (1995), Trouche (2004) apresenta a Teoria da Orquestração Instrumental, em que, em uma metáfora, relaciona a sala de aula com uma orquestra. Nesta metáfora, o professor assume papel de maestro e tem como função nortear os músicos, que são representados pelos alunos. O uso da palavra “orquestração”, remete não só ao planejamento, mas sim à uma configuração harmônica, no qual, com a utilização de instrumentos distintos o professor necessita modelar o cenário da aula.

Enquanto a Gênese Instrumental analisa a apropriação do sujeito com o artefato tecnológico, a Orquestração Instrumental objetiva “entender e modelar a ação docente em um ambiente rico em tecnologias” (COUTO, 2015, p. 40). A Teoria da Orquestração Instrumental visa a organização dos vários artefatos

tecnológicos disponíveis ao professor, em um ambiente de ensino-aprendizagem, tendo como fim a gênese instrumental do aluno.

Figura 11 – Representação da Teoria da Orquestração Instrumental



Fonte: Elaborado pela autora, seguindo o modelo apresentado por Bellemain e Trouche (2017), ilustrações do br.freepik.com.

Durante o estudo da prática do professor, Trouche (2004) apresenta dois elementos da TOI: as configurações didáticas (a arquitetura do ambiente com os artefatos) e os modos de exploração dessas configurações. Apoiado na abordagem apresentada por Trouche (2004), Drijvers et al (2010) refere-se à Teoria da Orquestração Instrumental como um modelo capaz de auxiliar na compreensão da prática docente mediada por um conjunto de tecnologias, todavia a mesma apresenta limitação. Os autores dissertam que, durante a prática, o professor se depara com situações inusitadas, as quais não foram previstas em seu planejamento. E que, portanto, a sala de aula deveria ser comparada à uma banda de jazz, pelo fato de que na orquestra o maestro não lida com improvisação e interpretação dos músicos.

Se pensarmos em um professor como maestro de uma orquestra sinfônica composta por músicos altamente qualificados, que entra na sala de concertos com uma ideia clara sobre como fazer os músicos tocarem Mahler da maneira que ele mesmo lê a partitura centenária, podemos nos sentir desconfortáveis. No entanto, se pensarmos na classe como uma banda de jazz, composta por músicos novatos e também mais avançados, e o professor sendo o líder da banda que preparou uma partitura global, mas está aberto para improvisação e interpretação pelos alunos e por fazer equidade para introduzir em diferentes níveis, a metáfora tem mais sentido. (DRIJVERS et al, 2010, p.215, tradução nossa).¹¹

¹¹ If we think of a teacher as a conductor of a symphony orchestra consisting of highly skilled musicians, who enters the concert hall with a clear idea on how to make the musicians play Mahler

Dessa forma, Drijvers et al (2010), apontam a necessidade de mais um elemento na Orquestração Instrumental, que consiste na análise da ação e decisões durante a ação, o Desempenho Didático. Caracterizando os 3 elementos:

A **configuração didática** é a organização do ambiente de ensino e aprendizagem; é a seleção dos recursos a serem disponibilizados; é a elaboração da atividade; é a escolha das técnicas de trabalho para apreensão dos objetos matemáticos por meio das tecnologias e a definição do papel dos sujeitos envolvidos neste processo.

O **modo de operação** é a execução da configuração didática; a forma que a atividade deverá ser desenvolvida, quando e como cada ferramenta inserida no ambiente e cada participante, seja professor ou estudante, desempenharão seu papel visando os benefícios das intenções didáticas. Esse princípio prevê e leva em conta possíveis resultados das ações instrumentadas.

Por último, o **desempenho didático** consiste na performance alcançada pelo cenário projetado, em que se faz possível, verificar a viabilidade das intenções e o sucesso da realização da orquestração instrumental. Contempla-se, também, aspectos relevantes que devem ser considerados, na execução da atividade instrumentada, tais como, as decisões ad hoc que devem ser tomadas diante de situações inesperadas que possam surgir numa orquestração, advindas da realização da atividade matemática ou do uso da tecnologia, por exemplo. (DRIJVERS et al, 2010, p. 215, tradução e grifo COUTO, 2015, p. 40).

Assim sendo, a orquestração instrumental apresenta as situações das atividades instrumentais do professor norteadas por um processo composto por três fases. Em que, no primeiro momento o professor planeja e modela o cenário, após esse momento, há a aplicação dessa modelagem e durante essa aplicação o professor analisa se o cenário planejado contempla os objetivos esperados, bem como lida com situações inesperadas durante a ação.

Figura 12 – Elementos da Orquestração Instrumental



Fonte: Elaborado pela autora.

the way he himself reads the century-old partition, we might feel uneasy. However, if we think of the class as a jazz band, consisting of both novice and more advanced musicians, and the teacher being the band leader who prepared a global partition but is open for improvisation and interpretation by the students, and for doing justice to input at different levels, the metaphor makes more sense. It is in the latter way that we suggest to understand it.

Com o propósito de investigar os tipos de orquestrações desenvolvidas pelos professores em aulas que se utilizam de tecnologia e a relação estabelecida desse uso com o ensino da matemática, Drijvers et al (2010) apresenta um estudo realizado com três professores, em que a coleta de dados foi realizada a partir de vídeos feitos em 38 aulas presenciais ministradas por esses sujeitos.

Durante a investigação, foram encontrados seis tipos de orquestrações, três direcionadas ao professor e três aos alunos, sendo essas: A orquestração *Tecno-demo* [demonstrações técnicas de um artefato tecnológico]; A orquestração *explica a tela* [o que acontece na tela do computador é explicado pelo professor “A explicação vai além das técnicas, E envolve conteúdo matemático” (p.219)¹²]; A orquestração de *Link entre tela e quadro* [o vínculo entre a atividade feita no computador, com a que é feita à mão]; A orquestração *discussão da tela* [debater com a classe sobre a ação realizada na tela, “o objetivo é melhorar a gênese instrumental coletiva” (p. 219)¹³]; A orquestração *foco e show* [discussão do resultado encontrado para uma determinada atividade, “os professores podem ter os alunos cujo trabalho é mostrado explicam seu raciocínio e pedem outros alunos para reações, ou eles mesmos fornecem feedback sobre o trabalho do aluno” (p.220)¹⁴]; A orquestração *estudante ao trabalho* (o estudante elabora uma maneira de resolver determinada questão, enquanto os demais acompanham as ações no ambiente tecnológico).

Figura 13 – Tipos de Orquestração Instrumental



Fonte: Elaborado pela autora

¹² The explanation goes beyond techniques, and involves mathematical content.

¹³ The goal is to enhance collective instrumental genesis.

¹⁴ (...) teachers may have the students whose work is shown explain their reasoning, and ask other students for reactions, or themselves provide feedback on the student work.

Com aporte nos estudos realizados por Trouche (2004) e Drijvers et al (2010), Couto (2015) investigou os tipos de orquestrações existentes na Educação a Distância (EaD) tendo como foco as mediações didáticas da tutoria online, defendendo que a “Teoria da Orquestração Instrumental é ideal para descrever a organização, os ajustes e as adaptações que um sistema tecnológico é submetido para atender às necessidades da prática docente” (p. 41).

Como na EaD o papel do docente é fragmentado, diferentemente da sala de aula presencial que apresenta apenas um professor, Couto (2015) aborda a necessidade de adaptações da Teoria da Orquestração Instrumental para o cenário EaD. Como por exemplo, a implementação de outro elemento a “Reconfiguração Didática” como etapa intermediária entre a Configuração Didática e o Modo de Preparação, pelo fato de que durante a “tutoria online, os tutores recebem do professor-executor o cenário da sala de aula virtual já definido e, conseqüentemente, uma configuração didática para ser executada nas sessões de chat” (p. 156). A Reconfiguração Didática é realizada pelo tutor, com intuito de adaptar a orquestração feita pelo professor-executor, à sua prática.

Independentemente do tipo de cenário da sala de aula, a configuração didática faz-se fundamental para a prática docente. Como é apresentado por Couto (2015), em alguns casos é necessária uma reconfiguração didática para que a configuração do cenário se adeque as exigências do docente. Isso ocorre, em virtude de que, é na configuração didática que há a escolha dos recursos que serão utilizados e é papel docente moldar, inserir e articular recursos específicos que atendam aos requisitos para determinado conhecimento e estejam de acordo com sua metodologia.

Por esse ângulo, Gueudet e Trouche (2010) discorrem sobre o trabalho docente em modelar seus recursos e esquemas de uso para que se adequem à uma atividade específica, tendo como resultado desse processo o documento, caracterizando a abordagem documental, descrita a seguir.

3.2.3 Abordagem Documental

Gueudet e Trouche (2010;2015), seguindo a gênese instrumental de Rabardel (1995) e a orquestração instrumental (TROUCHE, 2004), descrevem a abordagem documental, que tem como foco a interação professor-recursos-documento. Durante a interação do professor com o sistema de recursos e esquemas de utilização conhecidos pelo mesmo, há o *trabalho documental* e o produto resultante desse trabalho é o *documento*. Ao citar tanto à produção (trabalho documental), quanto ao produto (documento) usamos o termo *documentação*. Dessa forma, enquanto recurso é o que já está disponível, o documento é o que o docente “produz durante um trabalho documental (criação de um documento para fazer uso em sua prática de ensino, a partir da interação com os recursos e esquemas de uso)” (SILVA; BELLEMAIN, 2017, p.2).

Os documentos são entidades vivas: os recursos a partir dos quais eles são desenvolvidos evoluem, os esquemas podem também evoluir para atender às novas situações. Os próprios documentos produzem novos recursos que irão, por sua vez, dar matéria para os novos documentos. [...] (GUEUDET; TROUCHE, 2015, p.34)

Assim sendo, *Documento* é interpretado como uma ferramenta criada pelo professor, em que o mesmo é composto por um conjunto de recursos e esquemas de usos reconfigurados, modelados e adaptados de acordo com situações educacionais específicas. Bem como, durante o uso de um documento, pode-se ocasionar fatores que subsidiem a origem de outro documento.

O trabalho documental docente além dos recursos, esquemas de uso e situações de ensino, envolve as influências da instituição de ensino que a classe está inserida, bem como o fator temporal (GUEUDET; TROUCHE, 2008). Dessa forma, não se pode pensar no trabalho documental, sem levar em consideração o contexto e as situações matemáticas que vão provocar a *documentação*, bem como, os outros fatores que vão influenciar em seu processo.

Figura 14 – Representação da Abordagem Documental



Fonte: Elaborado pela autora adaptado de Bellemain e Trouche (2017), ilustrações do br.freepik.com.

A *documentação* pode ser tanto individual, quanto comunitária. Na documentação comunitária um grupo de professores participam e apresentam contribuições, levando em consideração tanto teorias que conheçam, quanto experiências vivenciadas. Gueudet e Trouche (2015), apresentam quatro aspectos em que os professores atuam durante essa prática social: a contribuição no desenvolvimento dos recursos, o compartilhamento de recursos, sugere novas ou reconfiguração de situações na classe e estimula o raciocínio crítico para o uso dos recursos, possibilitando o “desenvolvimento de seus próprios documentos” (p.31).

Um exemplo de *documentação* comunitária pode ser visto na associação Sésamath¹⁵, em que um grupo de professores atuam na França voluntariamente e colaborativamente para produzir recursos digitais com foco no ensino da matemática. Todos os recursos são discutidos pelo grupo e são construídos após uma análise realizada com os recursos já existentes no material desenvolvido por eles. Após a síntese de discussões há o desenvolvimento de um novo recurso (ROCHA; TROUCHE, 2015).

Bellemain e Trouche (2017) expressam duas visões de recursos, relacionadas à abordagem documental, sendo elas o que é exterior ao professor e o que é considerado material. Em que, os conhecimentos do professor são

¹⁵ Associação de professores que atuam de forma colaborativa para desenvolver recursos digitais livres.

utilizados como um orientador do seu trabalho documental, mas não são um recurso em si. Enquanto que, na *documentação comunitária*, os sujeitos que participam, não são considerados recursos, mas as interações dos mesmos no trabalho documental, “como entidades materiais ou materializáveis são considerados como recursos” (BELLEMAIN; TROUCHE, 2017, p. 10).

Gueudet e Trouche (2008) abordam sobre a necessidade de três componentes que precisam estar entrelaçados em um sistema de recursos ou documento, sendo esses:

- O componente do material: papel, computador, chave USB, gravador ...
- O componente de conteúdo matemático: noções envolvidas, tarefas matemáticas e técnicas;
- O componente didático: elementos organizacionais, que vão do mapeamento durante todo o ano ao planejamento de uma única sessão de uma hora (GUEUDET; TROUCHE, 2008, p. 207, tradução nossa).¹⁶

Em suma, a atividade docente é composta com um sistema de recursos reformulados, em que “os recursos que constituem um documento são geralmente bastante diferentes dos recursos originais: eles foram trabalhados, modificados, recombinaados para se adaptar à ação do professor” (BELLEMAIN; TROUCHE, 2017, p.11). Desta maneira, o trabalho documental ocorre em diversos lugares, na medida em que, o professor pode fazer sua documentação em casa, na sala de aula, na sala de professores, no carro, em um banco na rua, em qualquer lugar.

Seguindo este raciocínio, Gueudet e Trouche (2008) elaboraram a *Investigação Reflexiva*, que apresenta aspectos metodológicos tendo como finalidade observar o trabalho documental docente.

3.2.3.1 *Investigação Reflexiva*

Gueudet e Trouche (2008) ao apresentarem a abordagem documental, descreveram que a documentação docente pode ocorrer em lugares distintos e em horários não específicos, então, como estudar e analisar o trabalho documental? A vista disto Gueudet e Trouche (2010) desenvolveram a

¹⁶ – The material component: paper, computer, USB key, ring binder... – The mathematical content component: notions involved, mathematical tasks and techniques; – The didactical component: organizational elements, ranging from mapping over the whole year to planning a single one-hour session.

metodologia Investigação Reflexiva, onde o próprio professor descreve o seu processo em um ambiente compartilhado com o pesquisador.

Desta forma o pesquisador pode ter acesso aos elementos que interferem e estão presentes no trabalho documental. Outro ponto que se destaca “é que essa solicitação do professor sobre seu próprio trabalho documental irá estimular sua reflexão e lhe permitirá entender melhor a si mesmo, a estrutura dos seus próprios recursos” (BELLEMAIN; TROUCHE, 2017, p. 13).

A investigação reflexiva tem como características: o acompanhamento em todos os lugares (para observar a atividade e desenvolvimento profissional dos professores), recolha dos recursos utilizados e os documentos produzidos pelo professor em seu trabalho documental e o trabalho documental reflexivo do professor (em que o mesmo descreve sua prática e a analisa).

- Princípio de **monitorização de longa duração**. Trata-se de estudar a atividade e o desenvolvimento profissional dos professores, e, assim, captar elementos de estabilidade e evolução, do trabalho documental na duração;
- Princípio de **monitorização em qualquer lugar**. [...] parece-nos essencial para o pesquisador considerar, na medida do possível, o trabalho do professor, fora da sala de aula e na sala de aula;
- Princípio da **ampla recolha de recursos materiais utilizados e produzidos** no trabalho documental;
- Princípio de **acompanhamento reflexivo do trabalho documental**. Por um lado, é uma questão de associar estreitamente o professor à coleta de dados, no objetivo pragmático de ampla coleta e acompanhamento em qualquer lugar; no entanto, o envolvimento ativo do professor implica inevitavelmente uma postura reflexiva, uma vez que ele é convidado a descrever sua própria prática, a "dizer a si mesmo" (Power 2008). É, por outro lado, a criação de dispositivos metodológicos que incentivem a reflexão. A reflexão do professor em sua própria prática é capaz de esclarecer a estrutura de sua atividade, e a de seu trabalho documental em particular. ¹⁷(GUEUDET; TROUCHE, 2010, p. 61, tradução e grifo nossos).

¹⁷ – principe de durée longue du suivi. Il s’agit d’étudier l’activité et le développement professionnel des professeurs, et donc de saisir des éléments de stabilité, et des évolutions, du travail documentaire dans la durée; – principe de suivi en tout lieu. [...] Il nous semble indispensable pour le chercheur de considérer, autant que faire se peut, directement le travail du professeur, hors classe et en classe; – principe de recueil étendu des ressources matérielles utilisées et produites dans le travail documentaire ; – principe de suivi réflexif du travail documentaire. Il s’agit, d’une part, d’associer étroitement l’enseignant au recueil de données, dans la visée pragmatique de recueil étendu et de suivi en tout lieu ; or l’implication active du professeur entraîne inévitablement une posture réflexive, puisqu’il lui est demandé de décrire sa propre pratique, de « se raconter » (Power 2008). Il s’agit aussi, d’autre part, de mettre en place des dispositifs méthodologiques suscitant la réflexivité. La réflexion du professeur sur sa propre pratique est à même d’éclairer la structure de son activité, et celle de son travail documentaire en particulier.

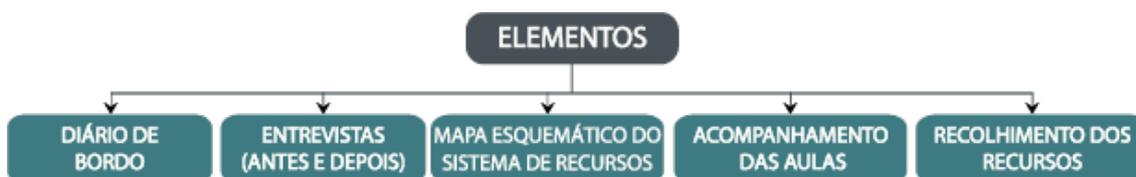
O acompanhamento pode ser realizado em duas escalas de tempo, como apresentado por Bellemain e Trouche (2017):

1. Tempo curto (uma a três semanas): a coleta de dados é realizada durante a análise de momentos específicos, tendo como exemplo: o planejamento e implementação da aula, análise crítica da aula, os resultados obtidos em atividades. O diário de bordo deve ser utilizado em todos os momentos para que o pesquisador tenha acesso as informações relatadas pelo professor durante seu trabalho documental.

2. Tempo longo (carreira do professor): acompanha as alterações realizadas no sistema de recursos e trabalho documental realizado pelo professor durante fases de sua carreira. Rocha (2016), apresenta a trajetória documental, como o estudo das mudanças do trabalho documental do professor.

A idealização de monitorar a atividade docente é que essa ocorra no ambiente em que não há presença de alunos e no local habitual em que o professor exerce a maioria de seu trabalho documental. A coleta de dados é realizada por meio de entrevistas (antes e depois da aplicação das aulas); diário de bordo (“descrevendo seus tipos de atividades, lugares onde ela ocorre, os atores que estão envolvidos, os recursos utilizados, [...]”) (p. 61); recolha dos recursos utilizados e produzidos para a aula em questão; a observação e gravação da atividade; e a representação esquemática do sistema de recursos (RESR) feita pelo professor.

Figura 15 – Elementos de uma Investigação Reflexiva



Fonte: Elaborado pela autora.

O diário de bordo, atua como um caderno de descrição das atividades, em que o docente especifica os recursos e ações à serem realizadas no cenário orquestrado por ele. As entrevistas são norteadas pelo questionário respondido anteriormente pelo docente, em que apresentam perguntas referente ao histórico profissional, a instituição de ensino ao qual pertence, a opinião sobre o uso de

Tecnologias Informáticas de Comunicação e a relação pessoal com o conteúdo matemático.

No que se refere ao mapa esquemático do sistema de recursos, refere-se à uma atividade proposta pelo pesquisador no final da entrevista, para que o professor represente um mapa, estilo diagrama, da sua representação mental de seu sistema documental. O mapa esquemático do sistema de recursos é uma representação, feita pelo docente, do modo como os recursos atuam em sua prática.

O acompanhamento das aulas, é realizado para verificar se os recursos e configurações didáticas apresentadas pelo professor são combinados, além disso, o pesquisador pode observar elementos do trabalho documental do docente, durante a ação do mesmo. O recolhimento de recursos segue a mesma perspectiva, visa analisar os recursos utilizados pelo professor.

Outro ponto a ser considerado é a ideia de sistemas de atividades. A palavra sistema remete à um conjunto que deve ser articulado, em que o sistema de recursos é o conjunto de recursos disponibilizados para o professor; sistema de documentos, são os documentos gerados pelo professor a partir de recursos e esquemas de uso já conhecidos pelo mesmo; sistemas de atividades relaciona-se ao agrupamento de atividades familiares (atividades – conjunto de aulas - que são desenvolvidas com um mesmo objetivo).

Por fim, ao coletar todos os dados do trabalho documental do professor, o pesquisador analisa os dados e observa os recursos utilizados e produzidos, os aspectos que influenciaram em seu processo, o sistema de atividades realizado e o desenvolvimento profissional do docente.

Utilizando da metodologia Investigação Reflexiva como aporte de uma pesquisa realizada com três professores que atuavam no ensino médio, Guedet e Trouche (2010) descrevem o planejamento da aula de um dos professores estudados (Corinne), em que é possível notar as adaptações realizadas para adequar os recursos disponíveis à atividade. A docente atua no ensino médio e tem baixo nível de integração das TIC's (Tecnologias de Informação e Comunicação) em sua prática pedagógica. Os resultados obtidos são derivados de entrevistas, diário de bordo da docente e observação de seu planejamento e elaboração das aulas.

Os pesquisadores descrevem as observações realizadas durante o planejamento e aplicação da aula, apresentando a complexidade do trabalho documental. Também são apresentados os recursos utilizados pela professora e os documentos gerados durante seu trabalho documental, em que “Corinne se apropria de recursos, adapta-os de acordo com seu conhecimento profissional e seu projeto didático”¹⁸(p. 66). Dentre os recursos selecionados pela docente, encontram-se livros, ficha com problemas matemáticos, animação e recursos disponibilizados no site do Sésamath¹⁹. Em um dado momento Corinne seleciona uma atividade proposta pelo Sésamath e com auxílio de uma colega, a docente adiciona mais questões para aplicar com os alunos, além de preparar uma animação, participando de uma *documentação colaborativa*.

Destaca-se o aspecto do desempenho didático da Teoria da Orquestração Instrumental (DRIJVERS et al, 2010), no momento em que foi necessária a adaptação de seu planejamento durante a ação devido as situações que surgiram na aula, como por exemplo, a dificuldade de parte dos alunos em compreender a atividade e os ajustes realizados pela professora durante a prática para auxiliar a compreensão dos mesmos, o que segundo os autores “trata-se de um processo de instrumentação, no qual um recurso central é a observação das dificuldades encontradas pelos alunos”²⁰ (p. 66).

Da mesma forma, os autores retratam os tipos de atividades desempenhadas pelos professores de matemática, tipificando nove famílias de atividades: *uma reflexão sobre a prática [Pensando]; desenhar e implementar o planejamento e gestão do tempo de ensino [O calendário]; desenhar e implementar momentos de descoberta e introdução [A descoberta]; desenhar e implementar momentos de síntese e contribuições matemáticas [O resumo]; desenhar e implementar os momentos do trabalho técnico [A tecnologia]; desenvolver e implementar épocas de avaliação [A avaliação]; gerir a sala de aula e acompanhar os alunos [Track]; participar na vida da instituição ou*

¹⁸ Corinne s'approprie des ressources, les adapte selon ses connaissances professionnelles et son projet didactique.

¹⁹ grupo de professores voluntários que atuam na França, na produção de recursos digitais destinados ao ensino de conhecimentos matemáticos.

²⁰ Il s'agit ici d'un processus d'instrumentation, dans lequel une ressource centrale est l'observation des difficultés rencontrées par les élèves

instituições [Estabelecimento vida] e por fim, participar em coletivos profissionais de vida fora das instituições [A vida coletiva].

A professora apresentou sua estrutura de aula norteada por quatro fases de orientações realizadas na atividade: orientar os alunos para um tempo de descoberta; orientar os alunos em um momento de síntese; orientar os alunos no trabalho técnico e orientar os alunos para uma avaliação. A mesma relata sobre a necessidade de orientar os alunos durante a atividade, para poder observar as dúvidas que surgem e que podem auxiliar em seu trabalho documental, “esta dimensão desempenha um papel importante no conhecimento profissional de Corinne e, portanto, é um elemento estruturante de sua atividade e documentos”²¹ (p. 69).

Observou-se com esta pesquisa o desenvolvimento profissional adquirido durante o trabalho documental, em que a professora descreve a ação e as falhas existentes na aplicação dos recursos, podendo rever seu planejamento e trabalhar para completar as lacunas encontradas.

Nessa noção do desenvolvimento profissional do docente, segue a pesquisa desenvolvida por Rocha e Trouche (2015), que apresenta foco na *trajetória documental*²². É visto que o professor cria novos documentos objetivando um melhor desempenho durante sua prática. Rocha e Trouche (2015) apresentam um estudo realizado na França com uma professora de matemática do ensino Fundamental, com intuito de entender a utilização dos recursos disponíveis no site do Sésamath, observando a trajetória documental da professora. Durante a pesquisa, foi possível notar que a escolha de recursos, teve como influência o material produzido por um grupo que a professora participava, pelo fato de usar as brochuras desenvolvidas pelo grupo. “Isso nos dá indícios de como a sua participação em coletivos influencia a sua trajetória documental e, conseqüentemente, seu desenvolvimento profissional” (ROCHA; TROUCHE, 2015, p. 19).

Considerando o contexto da produção de material digital, há a necessidade de adaptação da Investigação Reflexiva. Pois, além do diário de

²¹ Cette dimension joue un rôle important dans les connaissances professionnelles de Corinne, et constitue donc un élément structurant de son activité et de ses documents.

²² Teoria em andamento, que visa entender o papel da trajetória do professor no seu processo de documentação, Rocha e Trouche (2015).

bordo, esquemas de uso de recursos, tem também o material digital/computacional produzido como elemento para análise, sendo o material desta pesquisa o webdocumento. Isto posto, deve-se realizar uma investigação, de tal forma que recolha as informações digitais/computacionais.

Para tal, destaca-se o conceito de webdocumento abaixo, para que seja possível o entendimento do material computacional em questão.

3.3 WEBDOCUMENTO

O webdocumento, como produto da documentação no contexto computacional foi originado na Escola de Altos Estudos, em Recife – Brasil 2015, apresenta duas perspectivas de desenvolvimento independentes: uma em Lyon (França) e a outra em Recife (Brasil). Em Lyon, o webdocumento se apresenta como uma ferramenta que auxilie em pesquisas que trabalham com a abordagem documenta. A plataforma utilizada em Lyon é a Ana.Doc²³, desenvolvida no projeto ReVEA²⁴.

Nossa pesquisa, segue os fundamentos apresentados em Recife, em que, o webdocumento é uma ferramenta que serve tanto como auxílio dos pesquisadores, quanto para professores e formadores, levando em consideração o desenvolvimento de suportes à documentação e produção de documentos gerados pelo professor (BELLEMAIN; TROUCHE, 2017).

Nessa perspectiva, o webdocumento é compreendido como um documento na web construído pelo professor, pelo auxílio de um sistema de autoria específico para a produção de documentos digitais.

Uma FAP²⁵, idealmente, seria para o professor o que um CAD (Computer Assisted Design) é para o arquiteto, por exemplo; o que um processador de texto é para um escritor; ou o que o PageMaker da Adobe é para o editorador de uma revista. É um sistema que automatiza muitas das rotinas de trabalho de cada um desses profissionais, permitindo uma distribuição de tarefas, de modo que a máquina fique com aquilo que é mais cansativo e o professor se concentre naquilo que demanda criatividade. (LEFFA, 2006, p.190)

²³ Ana.Doc para ANAlise do trabalho DOcumental de professores. A plataforma está em desenvolvimento; ela é acessível com uma senha e login, quando solicitados aos autores do artigo. (BELLEMAIN; TROUCHE, 2017)

²⁴ ReVEA é um programa de pesquisa nacional na França, no qual a sigla significa “recursos vivos para o ensino e aprendizagem” (ressources vivantes pour l'enseignement et l'apprentissage).

²⁵ Ferramenta de Autoria do Professor (FAP).

Partindo do ponto de vista da orquestração instrumental e da abordagem documental, o webdocumento é interpretado como uma versão digital da documentação e oferece suporte de autoria por parte do professor e permite a produção de documentos didáticos incorporando os artefatos computacionais, a investigação reflexiva para a reformulação de documentos e produção de pesquisa.

Sua arquitetura é fundamentada no “What You See Is What You Mean (WYSIWYM) – o que você vê é o que você quer dizer - a tela exibe informações e não sua formatação, há a separação entre o fundo e a forma. “A vantagem desta separação é: Para usar formatos adaptados às metas operacionais (criar arquivo, reutilizar, transmitir, etc.) pode ter vários formatos de publicação de um único formato criativo” (CROZAT, 2015). Dessa maneira são criados fragmentos de documentos, que podem ser reutilizados para compor um documento digital, sua formatação é realizada a partir de um esquema de escolhas.

Por esse ponto de vista, Bellemain e Trouche (2017) descrevem três classificações de webdocumento:

- Estático: o ambiente apresenta uma estrutura pré-definida;
- Dinâmico: a configuração do ambiente é moldada de acordo com os dados que se encontram armazenados no banco de dados;
- Ativo: constitui em um cenário que pode ser alterado sempre que necessário, não apresentando um produto final.

A noção do ativo se relaciona diretamente com a ideia de documento apresentada na abordagem documental, uma vez que esse encontra-se sempre em desenvolvimento e é moldado para ser inserido em uma situação específica.

Seguindo os fundamentos de *webdocumentação* para o processo realizado pelo professor e o *webdocumento* como uma etapa desse processo, em que esse último pode atuar tanto como um suporte da *webdocumentação* (*documentação* no ambiente digital), quanto pode ser o resultado desse processo e que será utilizado pelo estudante, o webdocumento enquanto produto tem perfil de software. Em que, esse software é desenvolvido pelo professor e sempre que esse modifica ou adiciona um novo webdocumento, resulta em uma nova versão desse software.

Seguindo esse raciocínio, consideramos o webdocumento como suporte e como produto, no qual, como suporte oferece auxílio para a *webdocumentação*

docente e na atividade de formação docente (onde os estudantes têm acesso ao webdocumento studium, modelam seus webdocumentos de acordo com uma situação de ensino proposta pelo docente, este tipo de ação encontra-se em estudo). No que diz respeito aos produtos são os resultados das ações desenvolvidas no suporte.

Figura 16 – Webdocumento



Fonte: Elaborado pela autora.

Dessa forma, a ideia de webdocumento desenvolvida em Recife, visa a elaboração de um sistema de autoria que:

- Permita a elaboração de documentos compostos de recursos (textos, imagens, vídeos, artefatos interativos como micromundo ou simulação, etc.);
- Ofereça suporte à edição, suporte metodológico (este é o caso, por exemplo, do Ana.Doc) e editorial (para separar a produção de conteúdos do layout);
- Ofereça suporte à escolha ou à construção da arquitetura do web documento em função de sua natureza, como por exemplo:
 - Relatório de pesquisa; Artigo científico; Documento para formação; Documento didático. (BELLEMAIN; TROUCHE, 2017, p. 22)

Portanto, um suporte à produção de webdocumentos e da webdocumentação, necessita atender aos requisitos conceituais do mesmo, de tal forma que contribua com a orquestração computacional do professor, auxilie na investigação reflexiva do docente e que tenha a possibilidade de reconfigurar um webdocumento.

Assim sendo, para o desenvolvimento do suporte em questão, realizou-se um estudo sobre as pesquisas realizadas na área, com o objetivo de apresentar os avanços realizados, que são descritos a seguir.

4 ESTADO DA ARTE

Neste capítulo, são relatadas as pesquisas realizadas e os avanços de investigações que estão em andamento referentes a aplicação da Teoria da Orquestração Instrumental para nortear atividades ministradas. Estas atividades utilizam-se de tecnologias e são direcionadas ao ensino da matemática, uma vez que, a plataforma utilizada nesta pesquisa, apresenta sua construção fundamentada na teoria da orquestração instrumental com foco no ensino de conhecimentos matemáticos. Observando também pesquisas com a aplicação da Investigação Reflexiva, sendo os aspectos e técnicas desta, norteadores da investigação realizada nesta pesquisa para a coleta de dados que auxiliaram na elicitação dos requisitos para a concepção do suporte à construção de webdocumentos para o ensino de conhecimentos geométricos. Evidenciou-se também as pesquisas relacionadas ao trabalho documental do professor e ao desenvolvimento de webdocumentos (o resultado que pretendemos alcançar com o suporte desenvolvido). Pretendemos também, no âmbito deste capítulo sobre o estado da arte, apresentar os projetos em desenvolvimento no grupo LEMATEC, especificamente os relacionados à plataforma LEMATEC Studium, utilizada na pesquisa.

Na área da educação a distância são encontradas pesquisas que relatam as dificuldades encontradas, sobretudo nas limitações existentes das ferramentas disponibilizadas para o ensino de disciplinas que dependem de uma maior representação gráfica (ROCHA, 2012). Nesta perspectiva do uso e seleção dos recursos utilizados na educação a distância, Couto (2015) e Pereira e Gitirana (2017) realizaram investigações na perspectiva da Teoria da Orquestração Instrumental.

Couto (2015) descreve as limitações com que os tutores²⁶ operam, por exercerem sua função em ambientes produzidos por outro sujeito²⁷. Esta

²⁶ “Uma tutoria online é uma sessão de bate papo realizada por meio do chat, mediada pelo tutor, para sanar as dúvidas dos estudantes sobre os conteúdos do componente curricular, ajudá-los na resolução de questões apresentadas por eles e orientá-los sobre a dinâmica da sala, entre outras ações.” (COUTO, 2015, p.16)

²⁷ “na sala de aula virtual, o trabalho docente é distribuído, basicamente, entre o conteudista (aquele que elabora o material didático), o professor-executor (aquele que planeja e organiza a sala de aula virtual, seleciona os recursos e elabora as atividades) e o tutor (aquele que executa as ações didático-pedagógicas planejadas e organizadas pelo professor executor)” (COUTO, 2015, p.16)

situação levanta a necessidade de desenvolver uma configuração didática do ambiente pensando no trabalho individual do tutor. Uma vez que, o professor pesquisador é responsável pelo dispositivo e configuração didática, enquanto que o desempenho didático é realizado pelo tutor. A configuração didática é uma etapa da Orquestração Instrumental, que objetiva a modelagem do cenário educacional em que ocorrerá a aula, a escolha de recursos, as atividades propostas e o planejamento da aula, a mesma norteia a arquitetura da aula.

Um dos motivos que tornam relevante esta descrição é que, no ensino presencial, o educador organiza seu espaço de trabalho e ele mesmo realiza as escolhas necessárias para desempenhar seu papel em sala de aula. Entretanto, no ensino à distância, a fragmentação da prática docente faz com que um professor (executor) configure didaticamente a sala de aula virtual para que outro professor (tutor) a execute. (COUTO, 2015, p. 77)

Durante a investigação observou-se que com a aplicação da Orquestração Instrumental no cenário de EaD, a tutoria contempla elementos de uma Reconfiguração Didática. Em consequência de o tutor atuar em um ambiente configurado por outro professor, o mesmo realiza uma reconfiguração dos recursos utilizados de acordo com as necessidades expostas durante as mediações. Por fim, a pesquisa revela que a maioria dos tutores não apresentam instrumentação necessária para configurar mediações usufruindo dos recursos disponibilizados no ambiente. Também foi identificado a existência de lacunas na configuração didática executada.

Visando a existência dessas lacunas apresentadas na configuração didática desenvolvida pelo professor-executor e em sua documentação, Pereira e Gitirana (2017) apresentam um estudo piloto com aporte na Orquestração Instrumental realizado com um professor-executor de uma disciplina de Licenciatura em Matemática em EaD. O conteúdo especificado foi o de estatística, tendo como finalidade a caracterização do perfil do professor investigando as configurações didáticas utilizando-se de aspectos metodológicos que constituem a investigação reflexiva, originada da abordagem documental.

A pesquisa subdividiu-se em quatro etapas, sendo estas: verificação dos recursos e situações disponibilizados na sala de aula virtual; entrevista (a fim de traçar o perfil do professor, do curso em questão e sistematização da

configuração didática); representação do mapa de recursos; e por fim, apresentação da configuração realizada pelo professor no ambiente.

Como resultado, Pereira e Gitirana (2017) discorrem sobre as limitações existentes para o planejamento sistemático do Ambiente Virtual para Aprendizagem (AVA). Como por exemplo, o professor faz uso de uma ferramenta externa ao Moodle²⁸, pelo fato do mesmo não poder incorporar hiperlinks. Assim como, o planejamento docente não foi totalmente executado, os recursos disponibilizados apresentavam limitações que influenciaram na ação docente.

Além dos dados apresentados referentes a configuração didática no contexto EaD, Pereira e Gitirana (2017) relatam o benefício de utilizar os aspectos da investigação reflexiva durante aplicação de entrevista, para estudar a documentação do professor. Em que, destacam a importância do planejamento consciente de recursos e esquemas de uso à serem utilizados.

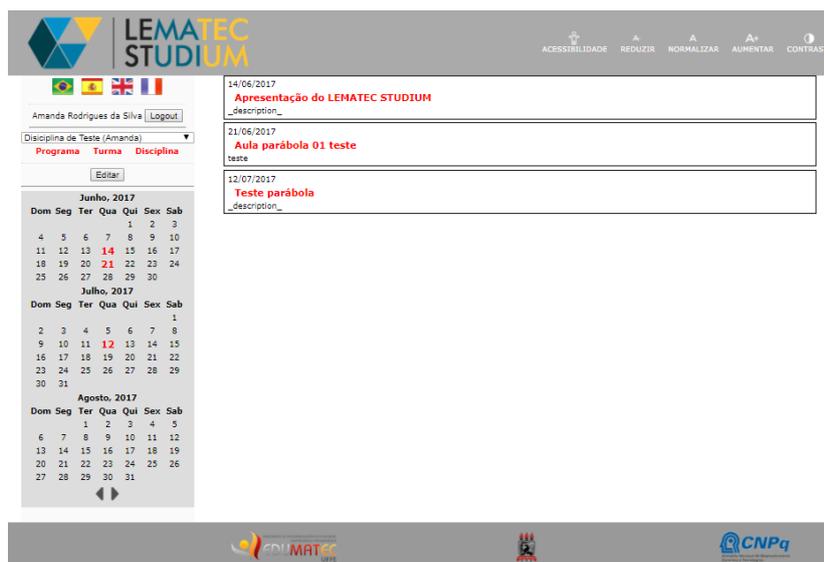
Como visto aqui e na investigação realizada com Corinne (ver capítulo 3, sessão 3.2.3.1), a abordagem documental é a base que norteia diferentes estudos com professores de matemática. A mesma em conjunto com a orquestração instrumental, são teorias que se completam e que norteiam o desenvolvimento de pesquisas e plataformas, como no caso do LEMATEC Studium.

4.1 LEMATEC STUDIUM

O LEMATEC Studium é uma plataforma que está na sua primeira versão e está sendo utilizada em testes e pesquisas desenvolvidas pelo grupo LEMATEC do programa de pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica – EDUMATEC, da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. O grupo “se propõe a projetar e desenvolver ferramentas informáticas que permitem a orquestração” (BELLEMAIN, 2014, p. 19).

²⁸ AVA utilizado na instituição em que foi realizada a pesquisa.

Figura 17 – LEMATEC Studium



Fonte: captura de tela tirada pela autora.

O desenvolvimento do LEMATEC Studium é um trabalho extenso, composto por ciclos de concepção, realização, experimentação e validação. O qual, apresenta os objetivos que estão sendo desenvolvidos em pesquisas distintas do grupo LEMATEC, sendo esses:

- Sistematizar e fundamentar o processo de concepção e realização contribuindo aos avanços da área de engenharia de software educativos (TCHOUNIKINE, 2011).
- O processo de engenharia para a construção do ambiente questiona os princípios teórico-metodológicos da orquestração instrumental e da abordagem documental para especificar os requisitos do LEMATEC Studium, e nesse contexto participa da evolução desses princípios.
- Como no caso de uma engenharia didática, o protótipo produzido constitua uma validação pragmática do processo de engenharia assim como um ambiente experimental para a validação das abordagens teóricas que nortearam sua concepção. (BELLEMAIN, SILVA; RODRIGUES, 2017, p. 2)

A proposta do LEMATEC Studium é dar suporte à webdocumentação e orquestração do professor no ensino de conteúdos matemáticos em aulas do tipo presencial, semipresencial e à distância. A plataforma tem como aporte teórico a Teoria da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2004) e a Abordagem Documental (GUEUDET; TROUCHE, 2010).

A Teoria da Orquestração Instrumental fundamenta a ideia de um grupo de recursos digitais que o professor irá agrupar, inserir, modelar e articular à um determinado cenário que está sendo configurado em um webdocumento. Além do mais, a plataforma possibilita ao professor fazer sua configuração didática,

aplicar os modos de operação, bem como avaliar seu desempenho didático, como a mesma pode dar suporte para elaboração de webdocumento ativo, ou seja, que pode ser modificado, abre a possibilidade para a reconfiguração didática.

Dentre os objetivos do LEMATEC Studium, encontra-se a possibilidade de articulação dos recursos, em que, ao configurar um webdocumento (recursos digitais + esquemas de uso) o docente poderá articular os recursos inseridos, dessa forma, o aluno ao alterar os dados de uma equação a representação gráfica da mesma, será modificada de acordo com os dados. A ideia é que os recursos converseem entre si.

Outro destaque é a proposta do rastreamento da atividade do aluno, onde, o professor tem acesso as ações que o aluno realizou no ambiente, incluindo, por exemplo, as construções em um software de Geometria Dinâmica.

O LEMATEC Studium é composto por dois tipos de suporte: suporte para um sistema de autoria de webdocumento, ao qual pode-se chamar de webdocumento studium e suporte para gerenciamento de webdocumentos. No primeiro, o suporte diz respeito à elaboração de webdocumentos, a construção, em que o professor tem acesso à parte interna da plataforma, selecionando e inserindo recursos. Enquanto que no segundo, o suporte é para orquestrar os webdocumentos já prontos, gerenciando a forma de utilização. Esta pesquisa tem como foco a parte de webdocumento studium.

Com a primeira versão do LEMATEC Studium já pode-se trabalhar com o desenvolvimento de webdocumentos, utilizando-se das ferramentas que apresentadas a seguir.

4.1.1 Ferramentas

A diferença entre ferramentas e artefatos, é que enquanto os artefatos são objetos físicos, as ferramentas estão relacionadas ao meio tecnológico, no qual, caracterizam-se de ferramentas computacionais (DRIJVERS; TROUCHE, 2008). Estando o LEMATEC Studium situado em um meio computacional, suas ferramentas são apresentadas neste capítulo, de tal forma que diverge da compreensão e apresentação de recurso objeto.

O LEMATEC Studium apresenta uma estrutura composta por três interfaces, as quais dependem uma da outra, sendo essas:

1. Recursos: interface de suporte à inserção e seleção de recurso objeto, podendo esse ser vídeos, imagens, textos, links e softwares de geometria dinâmica, por exemplo.
2. WebDocumento: interface de suporte à construção, articulação e seleção de web documentos e recursos ação.
3. Studium: interface de suporte à orquestração do ambiente que será utilizado pelo aluno, onde há a organização da arquitetura que será disponibilizada no recurso atividade. (BELLEMAIN, SILVA; RODRIGUES, 2017, p. 4)

Inicialmente o docente acessa o LEMATEC Studium e interage com a interface *Studium*, é nela que há a aplicação dos modos de operação e há possibilidade para análise do desempenho didático, pois é na mesma que o aluno realizará suas ações nos cenários orquestrados pelo professor (Ver tutorial no anexo D).

No *Studium* o docente tem à sua disposição um calendário anual, que se encontra à esquerda. No modo de edição, ao selecionar a data que ocorrerá a aula de acordo com seu cronograma, o dia escolhido mudará de cor, para se destacar dos demais, ao lado direito o professor poderá colocar um título e descrição para a aula daquele dia. Ainda no modo de edição o professor pode selecionar a ferramenta “inserir um webdocumento” (marcado de verde na figura 18) para colocar em sua aula.

Figura 18 – Edição no Studium

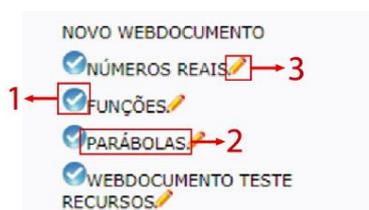
The screenshot displays the LEMATEC Studium interface. At the top left is the LEMATEC logo and the text 'LEMATEC STUDIUM'. To the right of the logo are accessibility options: 'ACESSIBILIDADE', 'REDUZIR', 'NORMALIZAR', 'AUMENTAR', and 'CONTRASTE'. Below the logo are flags for Brazil, Spain, UK, and France. The user's name 'Amanda Rodrigues da Silva' and a 'Logout' button are visible. A dropdown menu shows 'Disciplina de Teste (Amanda)' with options for 'Programa', 'Turma', and 'Disciplina'. A 'final.ed.' button is also present. On the left side, there is a calendar for June and July 2017. The date June 14 is highlighted in red. The main area is titled 'Descrição de aula de 14 de Junho de 2017'. It contains a title field with the text 'Apresentação do LEMATEC STUDIUM', a checkbox for 'Transferir para outra data:', and a rich text editor with a toolbar. The toolbar includes icons for bold, italic, underline, text color, background color, bulleted list, numbered list, link, unlink, undo, redo, and insert. A green box highlights the 'Inserir um webdocument' button in the toolbar. Below the editor is a 'Postar' button.

Fonte: Bellemain, Silva e Rodrigues, 2017.

Em seguida, o professor será direcionado à uma interface que apresentará um conjunto de *webdocumentos* feitos por ele previamente, bem como poderá criar um novo webdocumento, de acordo com suas necessidades. Tanto os webdocumentos, quanto os sistemas de recursos disponíveis, apresentam três tipos de interações com cada item, sendo essas:

1. Inserir;
2. Visualizar;
3. Editar.

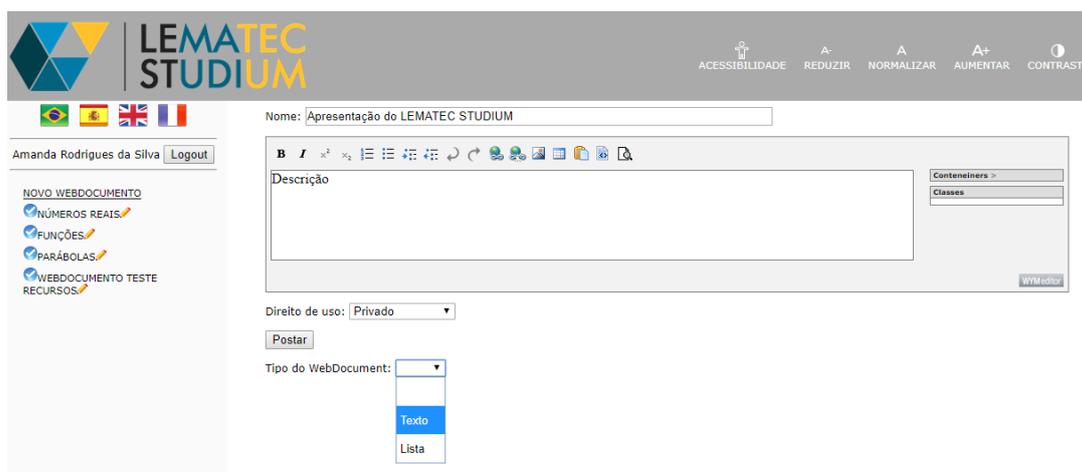
Figura 19 – Interações



Fonte: Captura de tela realizada pela autora.

Ao optar por um “novo webdocumento” o docente poderá escolher entre dois tipos de layout: texto (os recursos podem ser inseridos no meio do texto) e lista (os recursos são listados um abaixo do outro). O professor pode, ainda, escolher o direito de uso do webdocumento, em que, pode ser privado ou público para outros professores que estejam cadastrados.

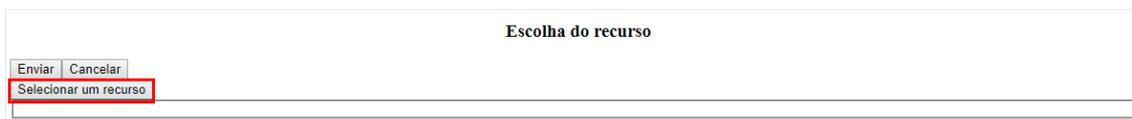
Figura 20 – Tipos de layout na interface de webdocumento



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Ao selecionar a ferramenta responsável por inserir um recurso ao webdocumento que está editado, o professor será encaminhado para uma outra interface, para que possa escolher os recursos.

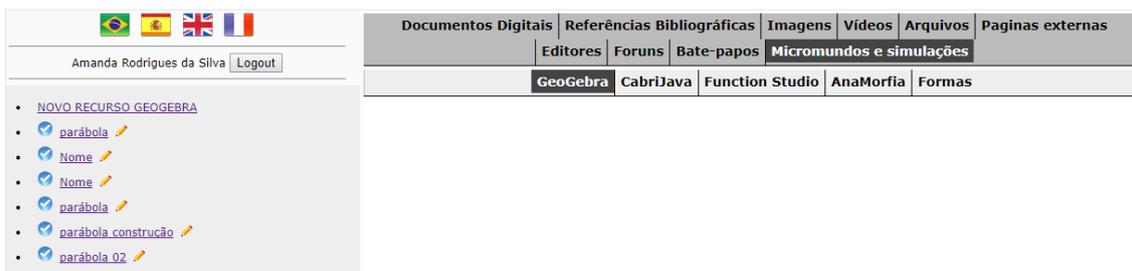
Figura 21 – Selecionar recurso



Fonte: Captura de tela realizada pela autora.

Na interface *recursos*, o docente pode inserir recursos que se adequem aos tipos permitidos na plataforma, também pode modificar e ter acesso a seu sistema de recursos.

Figura 22 – Recursos



Fonte: Bellemain, Silva e Rodrigues, 2017.

Na figura 22 é possível observar os tipos de recursos, sendo esses: Documentos digitais (tipo pdf.), referências bibliográficas (zotero), imagens e vídeos (podendo inserir por upload ou pelo link embed), arquivos, páginas externas, editores, fóruns, bate-papos e micromundos e simulações (dentre os softwares, encontram-se disponíveis o GeoGebra e o Function Studio). Na barra lateral esquerda, pode ver uma lista de recursos do tipo Micromundos e Simulações > GeoGebra, já inseridos pelo docente. Dessa forma, o professor pode inserir o mesmo recurso em webdocumentos diferente.

No caso da inserção dos softwares de geometria dinâmica, especificamente o GeoGebra, o professor pode tanto inserir uma construção pronta através de upload do computador, ou link da construção em um ambiente na web, além de ter a possibilidade de disponibilizar um arquivo do GeoGebra em branco para que os alunos possam realizar uma atividade e salvar, dessa maneira o professor terá acesso as construções enviadas pelo aluno no Studium e o aluno não precisará fazer o uso do software fora do ambiente. (BELLEMAIN, SILVA; RODRIGUES, 2017, p. 7)

Ao escolher o recurso que deseja inserir ao webdocumento, o professor poderá configurar o tamanho que deseja que o mesmo apareça no Studium. Quando terminar de editar o recurso e inserir ao webdocumento, aparecerá uma representação do recurso no editor. Em seguida, o professor poderá, se desejar, inserir outros recursos, realizando o mesmo processo.

Por fim, ao concluir sua configuração, o professor pode postar o webdocumento criado, voltando para a interface Studium, onde o mesmo também pode caracterizar o webdocumento criado como atividade. O webdocumento como atividade, possibilita uma maior interação do aluno com o cenário modelado pelo professor, é onde ocorre a instrumentalização do aluno. Em um webdocumento do tipo atividade composto por um arquivo GeoGebra, por exemplo, o professor terá uma lista com o nome dos estudantes cadastrados na disciplina e ao selecionar um dos estudantes, o mesmo terá acesso à construção elaborada pelo mesmo.

Figura 23 – Webdocumento Atividade

The screenshot displays the LEMATEC STUDIUM interface. At the top, there is a navigation menu with options: ACCESORIOS, RECURSOS, NOTÍCIAS, ALUNOS, and CONTRATE. Below the menu, the date 27/06/2017 is shown. The main content area is titled 'Curvas Cônicas - aula 01' and includes a description of conic sections. Below the description, there is a list of activities: 'Elipse no geogebra', 'Atividade 01', 'Atividade 02', and 'Atividade 03'. The 'Atividade 01' is selected, showing a list of students, with 'Amanda Rodrigues' highlighted. Below the student list, there is a task instruction: '1. Traçar uma elipse (como lugar geométrico), sendo conhecidos o eixo maior (15cm) e a distância focal (9cm)'. The main area of the screenshot shows a GeoGebra interface with a coordinate plane. An ellipse is drawn on the plane, centered at the origin (0,0). The major axis is horizontal and passes through points A, D, F, G, M, C, E, B. The minor axis is vertical and passes through points K, J, I, H. The x-axis is labeled from -4 to 20, and the y-axis is labeled from -8 to 10. The title 'Atividade 01' is visible at the bottom of the GeoGebra window.

Fonte: Captura de tela feita pela autora.

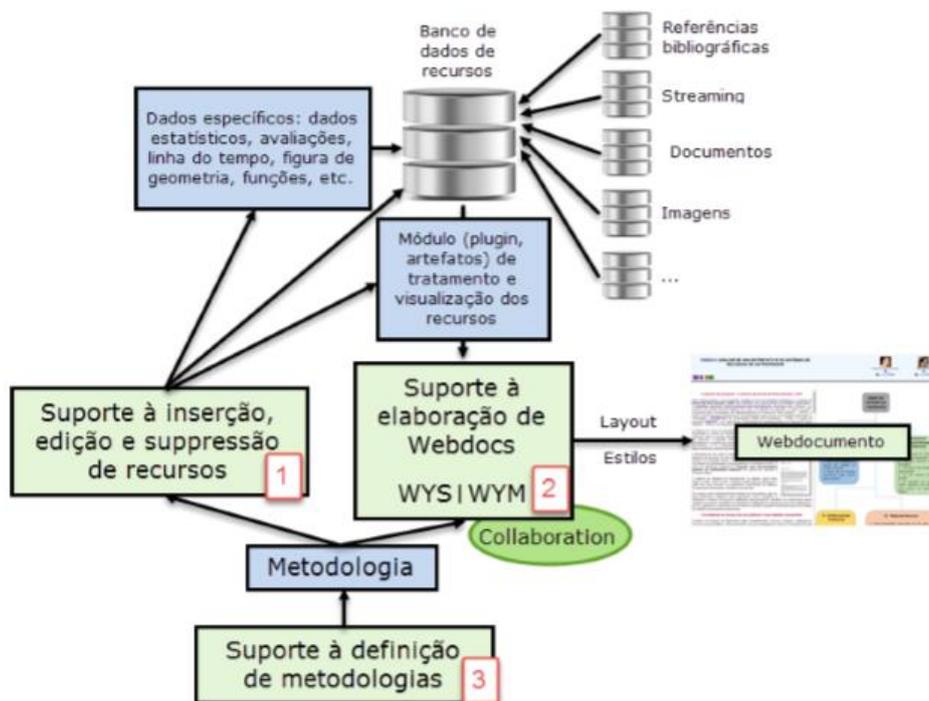
Essas são as ferramentas que compõem a primeira versão do LEMATEC Studium, que nortearam o trabalho documental de uma docente, a qual foi sujeito de nossa pesquisa.

4.2 PESQUISAS DESENVOLVIDAS NO LEMATEC STUDIUM

A plataforma LEMATEC Studium apresenta uma arquitetura composta por pesquisas três áreas de produção de material:

1. **Suporte à inserção:** organização e possibilidade de modificação de recursos objetos que são originados de outro ambiente externo. Como por exemplo: “vídeos (inserção de vídeos vindo de um servidor de streaming como YouTube)” (BELLEMAIN; TROUCHE, 2017, p. 25);
2. **Suporte à construção de webdocumentos:** “permitindo a inserção, a combinação e a articulação de recursos enquanto ações” (p.25).
3. **Suporte à elaboração de orquestrações:** “É particularmente a arquitetura e a editoração que esse suporte permite definir” (p.25). O webdocumento produzido possui em sua arquitetura uma base de dados que permite a implementação armazenamento dos recursos objeto.

Figura 24 – Arquitetura LEMATEC Studium



Fonte: Bellemain e Trouche (2017).

Com base nesta arquitetura apresentada, destacamos nossa pesquisa na parte de desenvolvimento de um *suporte à elaboração de Webdocs*²⁹. Dentre as áreas apresentadas, já foi produzido um suporte à inserção, edição e supressão de recursos (1), tal ambiente possibilita a organização e exposição dos recursos utilizados em uma disciplina presencial e semipresencial.

No que se refere ao seu uso na modalidade presencial do ensino, o LEMATEC Studium já foi utilizado em algumas disciplinas, onde o professor disponibilizou o material que seria utilizado nas aulas. Como no caso de uma disciplina do mestrado (Figura 25), em que as aulas ocorriam de forma presencial, na sala de aula e os textos, vídeos e referências que constituíam os conhecimentos trabalhados na disciplina foram colocados na plataforma, para que os alunos pudessem acessar o material e fizessem a leitura prévia dos textos que seriam discutidos em aula.

Figura 25 – Disciplina no LEMATEC Studium

The screenshot displays the LEMATEC Studium interface. On the left, there is a calendar view for the months of March, April, and May 2016, with specific dates highlighted in red. The main content area on the right lists the following topics and dates:

- 23/03/2016: Apresentação da Disciplina
- 06/04/2016: Epistemologia da geometria
- 06/04/2016: Evolução da Epistemologia
- 13/04/2016: A História do Conhecimento e Obstáculos Epistemológicos - Bachelard
- 27/04/2016: Definições dos trabalhos de final de disciplina
- 01/05/2016: Epistemologias
- 18/05/2016: Educação como Ciência
- 25/05/2016: A natureza do conhecimento Matemático
- 01/06/2016: O conceito de tecnologia
- 08/06/2016: Modelo e Teoria
- 15/06/2016: Representação e Conhecimento - Semiótica
- 22/06/2016: Epistemologia de algum conceito matemático
- 09/07/2016: Apresentação dos trabalhos da disciplina
- 06/07/2016: Apresentação dos trabalhos da disciplina

Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Na perspectiva de ensino à distância ainda não foram divulgados estudos realizados com a mesma.

²⁹ Webdocumentos

5 VALIDAÇÃO DO LEMATEC STUDIUM

Como dito anteriormente, esta pesquisa tem o objetivo de conceber um suporte para a elaboração de webdocumentos. Nesta perspectiva, selecionamos a plataforma LEMATEC Studium para servir como o ambiente ao qual prestará esse suporte ao professor. Por ser uma plataforma já existente, optou-se por validar a plataforma, a fim de observar seu funcionamento no que diz respeito ao Webdocumento Studium, relacionando a proposta da mesma ao objetivo da pesquisa, pretendendo eliciar os requisitos à serem implementados em uma segunda versão da plataforma.

A validação foi feita por meio da aplicação de uma investigação realizada com uma docente que atua no ensino superior, seguindo os aspectos e técnicas da investigação reflexiva. Tendo por finalidade, identificar as necessidades de funcionamento da mesma, durante um trabalho documental direcionado ao ensino de conhecimentos geométricos.

Para a validação de uma ferramenta de apoio pedagógico, a mesma deve ser observada durante seu uso feito com usuários ao qual se destina, durante ações realizadas com um objeto de conhecimento específico. No caso da ferramenta da nossa pesquisa, selecionamos uma docente para utilizá-la durante o ensino de curvas cônicas. No qual, observamos o uso e descrevemos as fases da investigação reflexiva realizada, bem como, a estruturação metodológica da concepção do suporte, utilizando-se da Engenharia de Softwares Educativos.

5.1 METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada, é composta por fases guiadas pelas metodologias supracitadas, a fim de atender os objetivos já especificados:

1. A Engenharia de Softwares Educativos aparece como estrutura do processo de concepção do suporte;
2. Foi aplicada uma Investigação Reflexiva, a fim de coletar dados de um trabalho documental de uma docente com foco no ensino da geometria, especificamente das curvas cônicas;
3. Os dados obtidos foram analisados à luz da abordagem documental e da pesquisa bibliográfica referente ao ensino de curvas cônicas;

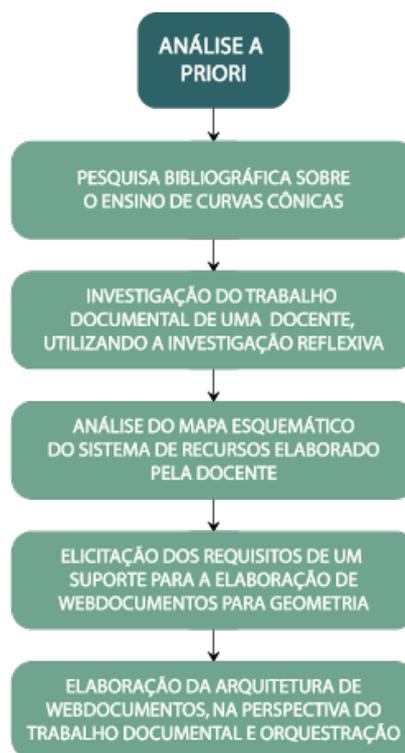
4. A elicitação de requisitos foi guiada pelos aspectos da engenharia de softwares educativos de Tchounikine (2011), seguindo uma estrutura na direção da engenharia de elicitação apresentada por Gomes e Wanderley (2003);
5. A elaboração de layouts de webdocumentos pensando no trabalho documental do professor.

Nas sessões que seguem há a descrição dos processos que constituíram cada fase da metodologia, em que, os dados coletados em cada fase alimentam a fase subsequente. Como o apoio para o desenvolvimento das demais fases, iniciou-se com a construção de uma estrutura norteada pela Engenharia de Softwares Educativos apresentada de Tchounikine (2011), a fim de guiar os processos da concepção de um suporte para o desenvolvimento de webdocumentos.

5.1.1 Estrutura da concepção

Visando conceber o suporte para elaboração de webdocumentos pretendido na pesquisa, a Engenharia de Softwares Educativos apresentada por Tchounikine (2011) fundamentou a estrutura das fases de concepção apresentadas aqui. Em que, como dito no capítulo 4, sessão 4.1, essa pesquisa focou no processo de análise a priori, por razão do tempo. Os elementos que compõe esse processo da Engenharia de Softwares Educativos nortearam a elaboração da estrutura a seguir:

Figura 26 – Estrutura da concepção



Fonte: Elaborado pela autora.

Na análise a priori foram realizados estudos referentes aos aspectos didáticos do ensino da geometria e aos elementos que constituem ao trabalho documental docente em uma plataforma. Gerar um apoio para a criação de webdocumentos direcionados ao ensino da geometria, exige o conhecimento dos elementos que compõem esse processo para que seja possível elicitação de requisitos do mesmo. Como a plataforma LEMATEC Studium utilizada na pesquisa encontra-se em sua primeira versão e não há literatura que apresente os elementos do processo de webdocumentação em uma plataforma tendo por fim o ensino da geometria, optou-se por investigar a utilização da plataforma por uma docente. A metodologia dessa investigação se inspirou nos princípios da Investigação Reflexiva (GUEUDET; TROUCHE, 2010), tendo como objetivo estudar os elementos que envolvem a webdocumentação na perspectiva apresentada.

Durante a Investigação reflexiva, foi pedido que a professora desenhasse um mapa esquemático do seu sistema de recursos para o ensino de curvas cônicas na primeira entrevista e na segunda entrevista retornamos com a mesma ideia, sendo dessa vez, na perspectiva desse ensino ocorrendo no LEMATEC

Studium. Com os dados durante a investigação reflexiva, elicitou-se os requisitos relacionados aos recursos para o ensino de curvas cônicas. O mapa também auxiliou na elaboração de layouts, em que foi possível observar os recursos digitais e esquemas de uso utilizados em um webdocumento configurado para o ensino de curvas cônicas.

Ao término da investigação reflexiva, sucedeu a análise dos dados e junto com os obtidos da pesquisa bibliográfica sobre o ensino de curvas cônicas auxiliado de recursos digitais, elicitou-se os requisitos com auxílio da engenharia de softwares educativos apresentada por Tchounikine (2011), seguindo a ideia da engenharia de elicitação de requisitos de Gomes e Wanderley (2003).

Por fim, foram elaboradas arquiteturas de webdocumentos, tendo como base os dados coletados das fases anteriores da análise a priori. As arquiteturas elaboradas, levaram em consideração o trabalho documental e a orquestração instrumental docente, bem como foram pensados para seu uso em aulas direcionadas ao ensino da geometria.

5.1.2 Delimitação do campo e sujeitos da pesquisa

Como o objetivo de validar a plataforma e elicitar requisitos na perspectiva proposta nesta pesquisa, realizou-se uma investigação seguindo os aspectos da investigação reflexiva em uma disciplina do ensino superior, a fim de coletar dados referente ao trabalho documental docente realizado na mesma direcionado ao ensino de curvas cônicas.

Para a escolha da docente participante da pesquisa, optou-se por um sujeito que atuasse no ensino superior em uma universidade pública de Pernambuco e que trabalhasse curvas cônicas em sua perspectiva mais gráfica na modalidade presencial. Essa preferência da representação gráfica, foi objetivada para que fosse possível observar a escolha de recursos digitais norteados ao ensino de um conhecimento que exigisse mais visualização por parte dos alunos. No que diz respeito a modalidade presencial, o mesmo foi escolhido, pelo fato do pesquisador poder dar mais suporte ao sujeito, uma vez que a plataforma utilizada se encontra em fase de desenvolvimento e poderia apresentar limitações para seu uso a distância.

Além desses requisitos apresentados para a seleção do sujeito, fez-se necessário a escolha de uma professora que aceitasse participar da pesquisa, a qual exigia bastante participação do pesquisador na ação docente e também exigia do docente uma maior reflexão de sua prática. Outro fator, é que o sujeito selecionado para a pesquisa, precisaria instrumentalizar a plataforma LEMATEC Studium e aplica-la em seu ensino de curvas cônicas.

A vista disso selecionamos uma docente que atua no ensino superior público. A instituição que a docente atua, é uma universidade pública federal que oferece cursos de graduação e pós-graduação nas modalidades presencial e a distância, bem como, estimula a participação dos sujeitos, principalmente docentes, nas áreas de ensino, pesquisa, extensão e gestão.

A disciplina em que ocorreu a Investigação foi a de Geometria Gráfica Bidimensional, do primeiro período de uma licenciatura. De acordo com o cronograma da disciplina, as aulas aconteciam duas vezes na semana, o ensino das curvas cônicas, totalizou-se em quatro aulas, sendo duas presenciais, uma para exposição de trabalho e uma à distância, cada aula composta por duas horas e trinta minutos. A turma era constituída de 20 alunos, em que 6 desses estavam matriculados na disciplina pela segunda vez, e 16 estavam tendo seu primeiro contato com geometria utilizando instrumentos de desenho.

Embora tenha sido o primeiro contato da docente com a plataforma, o mesmo não se aplicava aos alunos. Os alunos já tinham tido seu primeiro contato com a plataforma em outra disciplina que estava sendo ministrada paralelamente a de Geometria Gráfica Bidimensional, logo, conheciam a plataforma.

5.2 OBJETO MATEMÁTICO DA PESQUISA

Afim de validar a plataforma, especificamente a parte do webdocumento studium, bem como, para elicitare os requisitos relacionados à geometria, restringimos nosso campo de pesquisa para curvas cônicas. A escolha do objeto matemático deu-se por ser um conhecimento que trabalha ao mesmo tempo com o bidimensional e o tridimensional, além de poder ser representado algebricamente, bem como, tem a necessidade de abstração por parte dos alunos, principalmente quando se trata da sua representação em uma plataforma digital.

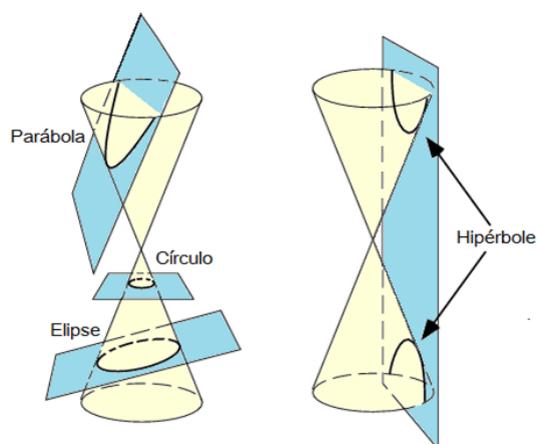
Ao especificarmos nosso objeto matemático, realizamos uma pesquisa bibliográfica sobre o mesmo, por ser domínio escolhido para nossa elicitacão de requisitos. Dessa forma, nesse capulo apresentamos uma breve descrio das três curvas cônicas trabalhadas na pesquisa (elipse, parábola e hipérbole) e uma pesquisa bibliográfica realizada referente ao ensino de curvas cônicas utilizando-se de recursos digitais.

5.2.1 Curvas Cnicas

Denominamos de curvas cônicas, as curvas obtidas das secoes do cone segundo um plano, o tipo de curva relaciona-se diretamente com a inclinao do mesmo (DANTE, 2007), outros estudos partem de outro elemento para caracterizao das cônicas, como “a do foco e diretriz, a caracterizao bifocal, as que se servem de construoes mecânicas, a que faz uso de ângulos como parâmetros, a que utiliza lgebra Linear, etc” (QUARANTA, 2011, p. 2).

Seguindo a representao das cônicas no espaço tridimensional, podemos dizer que a superfície do cone  gerada na medida em que as geratrizes rotacionam em um ângulo constante em volta de um eixo, esse eixo  denominado de diretriz. Geratriz são os segmentos presentes no cone que tem como extremidades o vrtice do mesmo e um dos pontos pertencentes  sua base. As curvas cônicas possuem representaoes gráficas e algébricas, bem como, são classificadas como lugar geométricos, por apresentarem um conjunto de pontos que possuem a mesma propriedade.

Figura 27 – Secoes cônicas



A curvas cônicas apresentam uma variedade de representações: a caracterização plana como lugar geométrico, a representação espacial da forma e sua relação com o plano (Teorema de Dandelin-Quetelet), sua visão projetiva integrada à álgebra e as equações analíticas.

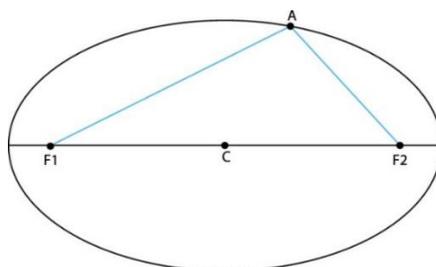
As equações das curvas estão relacionadas à representação bifocal, no qual a relação da equação com sua forma gráfica é realizada no plano cartesiano, considerando os eixos x e y . Já a definição de que a parábola e a hipérbole são curvas planas fechadas, estão relacionadas à geometria projetiva, a qual, considera o entendimento de ponto impróprio. Outro tipo de representação, está associado à razão constante entre o foco e a diretriz da curva, essa razão obtida é conhecida como o valor da excentricidade e determina o tipo e formato da curva. O seu entendimento por Lugar Geométrico, considera a equidistância entre uma circunferência e um ponto fixo. No qual, na elipse esse ponto é interno, enquanto que na parábola e hipérbole ele está externo às curvas (SOUSA, 2017).

As apresentações das curvas feitas a seguir, seguem sua definição considerando a equidistância bifocal, “também conhecida por Lugar Geométrico cuja soma ou diferença dos raios vetores resulta numa constante” (SOUSA, 2017, p. 41).

5.2.1.1 Elipse

Sempre que o cone for interseccionado por um plano oblíquo em relação a base do mesmo (levando em consideração o eixo) e percorrer todas as geratrizes, a curva obtida é a elipse. A elipse apresenta dois pontos fixos, denominados de focos (F_1 e F_2), os focos possuem a mesma distância do centro (C). Ao determinar um ponto A qualquer pertencente à elipse e somar as distâncias dos segmentos obtidos ao ligar “ A ” ao F_1 e ao F_2 , qualquer ponto pertencente a elipse apresentará o mesmo resultado das somas, configurando uma constante. A constante é sempre maior que a soma de F_1C e F_2C . Devido a essa propriedade a elipse é considerada um lugar geométrico (conjunto de pontos que apresentam a mesma propriedade).

Figura 28 – Elipse

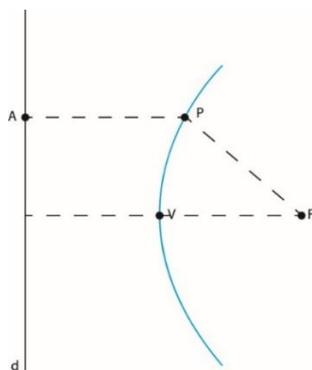


Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.1.2 Parábola

Os pontos, pertencentes à parábola, equidistam do seu foco (F) e dos pontos pertencente à uma reta (d), denominada de diretriz. O foco (F) sempre é um ponto que não pertence a sua diretriz. A parábola é o lugar geométrico resultante da interseção de um plano com o cone, de tal forma que esse plano esteja paralelo a uma das geratrizes do cone. Como pode ser visto na figura 29 o ponto “P” pertencente a parábola encontra-se equidistante do foco “F” e do ponto “A” que faz parte da reta d (diretriz).

Figura 29 – Parábola

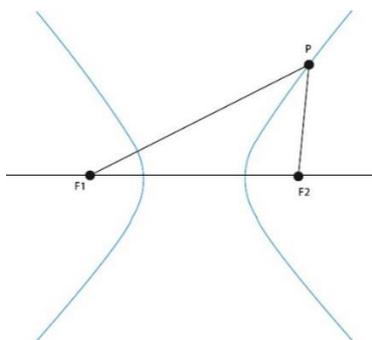


Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.1.3 Hipérbole

Ao considerar um cone duplo e um plano que secciona o mesmo, paralelo ao eixo, obtemos a hipérbole. A mesma é o lugar geométrico dos pontos que pertencem ao plano e que apresentam uma constante aplicada na diferença de suas distâncias à dois pontos fixos (os focos).

Figura 30 – Hipérbole



Fonte: Elaborado pela autora

5.2.2 O ensino de curvas cônicas auxiliado de recursos digitais

A metodologia utilizada para ensinar curvas cônicas depende principalmente dos objetivos a serem alcançados. Seu ensino pode ser ofertado em disciplinas que priorizem mais sua representação gráfica no caso da geometria descritiva, bem como em disciplinas que tem como foco a sua representação algébrica, como no caso da geometria analítica. No que diz respeito aos recursos digitais utilizados, muitas pesquisas destacam a integração do software de geometria dinâmica nas aulas, seja presencial, a distância ou semipresencial.

Oliveira, Miranda e Laudares (2012), no âmbito da sala de aula presencial, abordam a importância do tratamento algébrico integrado ao gráfico para o aprendizado de curvas cônicas. Assim como em outras pesquisas (De LUCAS, 2009; GONÇALVES, 2012; FERREIRA, DALMOLIN; XAVIER, 2013) os autores utilizam-se do software de geometria dinâmica para trabalhar com o tema supracitado. A justificativa da utilização do software está relacionada a possibilidade de trabalhar com a relação gráfico-equação.

A geometria dinâmica é o que compreendemos das representações gráficas que apresentam propriedades geométricas estáticas durante ação de movimento. No qual, ao realizar uma construção, o sujeito pode transformá-lo quanto ao tamanho e posição, mas as propriedades geométricas do mesmo são preservadas. Um software de Geometria Dinâmica é o ambiente que dá suporte à representação de construções geométrica e a essa ação de movimento. Tendo como exemplo um professor que constrói uma elipse em um software de geometria dinâmica e deseja apresentar aos estudantes a relação dos focos e o

desenho da elipse em si, o mesmo pode mover os focos, a fim de alterar a distância focal e assim, por estarem articulados, o desenho da elipse também será modificado de acordo com as ações de movimento realizadas (GRAVINA et al, 2012).

Nos softwares de geometria dinâmica, a característica principal é a possibilidade de realizar construções que usualmente seriam feitas com régua e compasso, porém com a vantagem de movimentar os objetos. Isso permite que o usuário teste conjecturas e descubra propriedades, faça investigações, levante hipóteses e confirme resultados com base nas construções realizadas. (GHIGGI, SCHMIDT; KOCH, 2013, p. 4)

De Lucas (2009) apresenta um estudo realizado utilizando do software de geométrica dinâmica (GeoGebra³⁰) em um Ambiente Virtual para Aprendizagem modelado na plataforma Moodle³¹, tendo como campo conceitual a geometria analítica. Alegando que o software contribui para a visualização das superfícies e proporciona uma maior compreensão dos alunos, na medida em que pode “fazer construções com pontos, vetores, segmentos, retas, seções cônicas bem como funções e muda-los dinamicamente depois” (p. 22).

No contexto semipresencial, destacamos o estudo realizado por Rodrigues (2015) no Instituto Federal de Alagoas no curso de eletrotécnica. Onde, utilizou-se do Software GeoGebra para que os alunos associassem tanto os conceitos e propriedades das curvas, quanto realizassem atividades. Como resultado, Rodrigues (2015) afirma que o uso de um software de geometria dinâmica na exposição de curvas cônicas em uma aula de contexto semipresencial, otimiza o tempo gasto, facilita a visualização gráfica, possibilita uma construção sem imprecisão e aumenta o dinamismo da aula.

O que diz respeito especificamente ao GeoGebra, o autor supracitado apresenta a eficácia do software na atividade do estudante, já que, permite a representação analítica da curva e com a janela “protocolo de construção” o professor tem acesso aos procedimentos realizados pelos alunos, o que “é de grande importância para correção dos exercícios e para orientação futura.

As pesquisas realizadas com foco nas seções cônicas relatam a importância da visualização gráfica das mesmas, para que o aluno possa fazer

³⁰ Tipo de software de geometria dinâmica, que possibilita trabalhar com a representação algébrica e gráfica. Destina-se às construções bidimensionais.

³¹ Ambiente Virtual de Aprendizado utilizado na maioria dos cursos de Educação a Distância no Brasil.

associações e compreender os elementos que constituem as curvas. O recurso mais utilizado no ensino das cônicas, segundo as pesquisas, é o software de geometria dinâmica, especificamente o GeoGebra. O GeoGebra é o mais utilizado nas pesquisas que trabalham conceitos matemáticos, uma vez que esse é um software livre e abre a possibilidade para trabalhar com a representação algébrica e gráfica (BELLEMAIN, 2014). Com base nessas pesquisas, analisamos a escolha dos recursos, feita pela docente participante da nossa pesquisa, durante os planejamentos das aulas de curvas cônicas no LEMATEC Studium. A pesquisa realizada sobre o ensino de curvas cônicas utilizando-se de recursos digitais também auxiliou na eliciação dos requisitos pertinentes as metodologias utilizadas para o ensino de curvas cônicas.

5.3 COMO FOI FEITA A VALIDAÇÃO

Por ter como foco um suporte ao docente para a elaboração de webdocumentos (que é fundamentado na abordagem documental), achou-se importante que durante a validação da plataforma fosse possível observar os elementos pertencentes ao trabalho documental do sujeito participante. Para que fosse possível analisar o funcionamento e fossem elicitados os requisitos necessários de uma ferramenta pedagógica que visa dar suporte neste processo.

Dessa forma, para a validação da plataforma LEMATEC Studium, foi feita uma investigação, a qual optamos por realiza-la seguindo os aspectos da Investigação Reflexiva (GUEUDET; TROUCHE, 2010). Tendo esta, caráter metodológico e por ser a que mais se aproxima da abordagem documental.

Durante a aplicação da investigação, as atividades à serem realizadas pela docente, as quais seriam observadas e analisadas, eram: os planejamentos das aulas destinadas ao ensino de curvas cônicas, os quais a docente realizaria na plataforma, para que fosse possível observar os recursos utilizados, a combinação de recursos feita para cada tipo de aula, analisar se a plataforma oferecia o suporte necessário para que fosse possível o planejamento de aulas; descrição sobre momentos de seu planejamento, no qual seguindo os aspectos da Investigação Reflexiva, apresentaria reflexões da docente durante seu planejamento, sobre as mudanças dos recursos, o motivo dessas mudanças,

dentre outros fatores que teriam influência durante esse processo; aplicação dos planejamentos, que seria feito na sala de aula com os alunos da disciplina ao qual ministra, para que fosse possível ver a relação entre o que foi planejado e o que foi feito.

Para essas observações organizamos um conjunto de 10 fases, para nortear na análise de dados. Por ser a primeira vez que a docente utilizaria a plataforma, foi necessária a aplicação de uma oficina para mostrar as funcionalidades do LEMATEC Studium, bem como, os planejamentos realizados pela docente foram observados pessoalmente e com as capturas de telas. Logo, as 10 fases foram: 1- questionário; 2- entrevista prévia; 3- oficina; 4- planejamento das aulas; 5- descrição das aulas; 6- descrição reflexiva; 7- recolhimento dos recursos utilizados; 8- entrevista final; 9- atividades desenvolvidas pelos alunos; 10- questionário para os alunos. As duas últimas fases direcionadas à participação dos alunos.

Dentre estas fases apresentadas, é possível observar o que está diretamente ligado aos elementos da Investigação Reflexiva e o que foi adaptado. Em que seguindo a Investigação Reflexiva, temos o questionário, a entrevista prévia, a observação do planejamento das aulas, a descrição do que aconteceu nas aulas, a descrição reflexiva, o recolhimento dos recursos utilizados e a entrevista final. Tanto a oficina, quanto as atividades desenvolvidas e o questionário destinados aos alunos, foram adaptações realizadas. Uma vez, que a investigação realizada é uma parte da estrutura da concepção do suporte, achou-se necessário para a validação, adicionar essas três fases supracitadas.

Além disso, também foi necessário adicionar a captura de tela durante a coleta de dados, para observar detalhadamente as interações da participante com a plataforma. Uma vez que a investigação foi a maneira optada para validar o LEMATEC Studium e sendo assim, os aspectos da Investigação Reflexiva estavam direcionados ao contexto computacional.

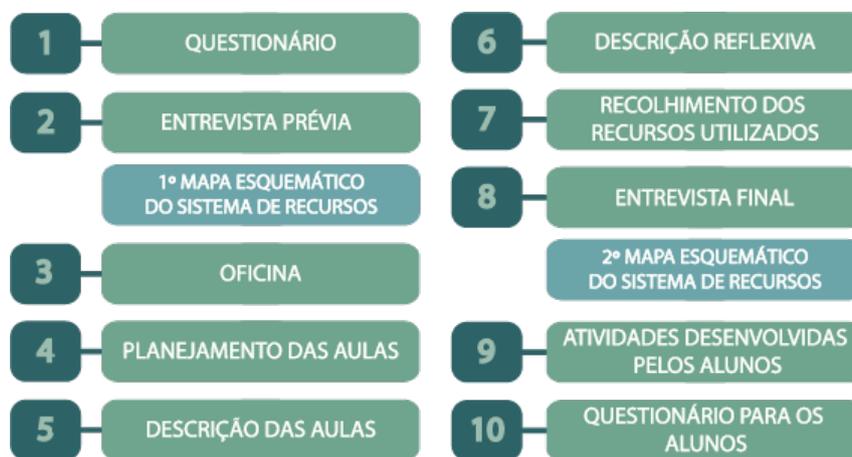
Seguindo essas direções apresentadas, aplicamos a Investigação Reflexiva, a qual descrevemos abaixo.

5.4 DADOS DA APLICAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO REFLEXIVA

A Investigação Reflexiva é uma metodologia criada por Gueudet e Trouche (2010), tendo por objetivo a coleta de dados referente ao trabalho documental de professores de matemática. Como o trabalho documental pode ocorrer em qualquer lugar e a qualquer hora, a Investigação Reflexiva apresenta como característica o acompanhamento em qualquer lugar, no qual, o professor descreve suas ações.

Tendo como finalidade auxiliar na eliciação dos requisitos do suporte ao qual se almeja, foi aplicada uma investigação norteada pelos princípios da investigação reflexiva, em que, por se tratar de um contexto computacional, foi necessária uma adaptação da metodologia, acrescentando como auxiliar da observação do trabalho documental docente a utilização de um software para realizar capturas de telas. Os dados apresentados foram retirados de questionários, entrevistas, captura de tela do planejamento e da aula, acompanhamento das aulas, mapas esquemáticos do sistema de recursos da docente e a descrição reflexiva elaborada pela docente. No qual, elaborou-se o esquema da investigação, apresentado abaixo.

Figura 31 – Organização da Investigação Reflexiva feita na pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

FASE 1 – Questionário – na fase 1 foi aplicado o questionário online afim de colher dados relacionados ao perfil profissional da docente. (Apêndice A)

FASE 2 – Entrevista prévia – foram realizadas perguntas referentes à forma de planejamento e a aplicação das aulas de curvas cônicas, além das perguntas, também foi solicitado que a docente fizesse em um papel a

representação do seu mapa esquemático do sistema de recursos pensando na perspectiva do uso da plataforma. (Apêndice B)

FASE 3 – Oficina – foi feita uma oficina que teve como objetivo apresentar os elementos conceituais e as funcionalidades da plataforma LEMATEC Studium para a professora.

FASE 4 – Planejamento das aulas – referentes às curvas cônicas, no qual foram observados, tanto pela pesquisadora presente, quanto por captura de tela, as modelagens criadas pela professora participante, no que diz respeito a seleção dos recursos, construção de alguns recursos, webdocumentos construídos, etc.

FASE 5 – Descrição das aulas – nesta fase foi feita uma observação da aplicação dos planejamentos realizados na aula e descrita pela pesquisadora que estava participando como observador.

FASE 6 – Descrição reflexiva – a descrição tem a proposta de um diário de bordo, na qual, a docente descreve os processos que participaram de sua webdocumentação. Durante essa descrição são apresentadas também as reflexões da docente, no que diz respeito ao seu planejamento.

FASE 7 – Recolhimento dos recursos utilizados – os recursos citados e utilizados pela docente durante as entrevistas, planejamentos e aulas foram agrupados e salvos, a proposta é analisar os recursos utilizados pela docente para o ensino de curvas cônicas, relacionando aos aspectos apresentados na pesquisa bibliográfica do objeto matemático em questão. Como também, analisar a participação dos recursos em seu trabalho documental.

FASE 8 – Entrevista final – nesta última entrevista, as perguntas são direcionadas ao funcionamento da plataforma, as limitações encontradas, são retomadas algumas perguntas da primeira entrevista e também é solicitado que a docente desenhe outro mapa esquemático do seu sistema de recursos, pensando já no uso da plataforma e também nas curvas cônicas. (Apêndice C)

FASE 9 – Atividades desenvolvidas pelos alunos – nesta fase observamos as atividades desenvolvidas pelos alunos, com intuito de ver as ações realizadas pelo mesmo na plataforma e fora dela, durante a primeira aula sobre as curvas cônicas.

FASE 10 – Questionário para os alunos – embora os estudantes não fossem os sujeitos foco da pesquisa, aplicamos o questionário online, a fim de

saber a opinião deles sobre o uso do LEMATEC Studium. Como o questionário foi desenvolvido para ser respondido online no final da disciplina, só foram recebidos o retorno de dois alunos.

O software aTube Catcher foi utilizado para a captura de tela do computador nas fases 3, 4, 6 e 9. Durante a fase 3, ainda foi usado o recurso de gravação de áudio. Os dados das fases 2 e 8 foram coletados através de gravação de áudio e escrita.

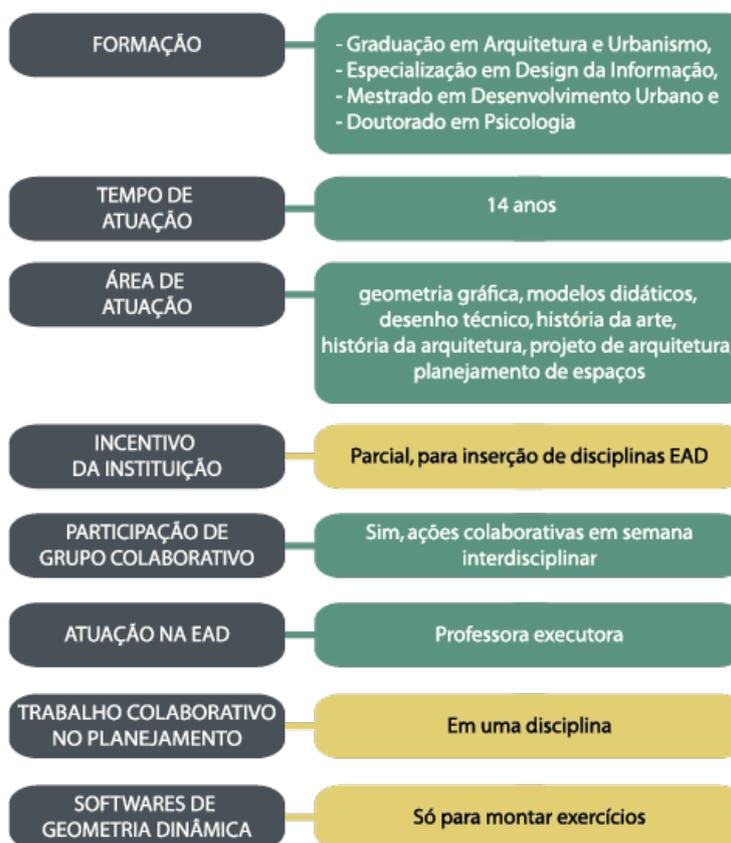
Nas sessões que seguem são descritos os dados retirados de cada fase.

5.4.1 Fase 1 - Questionário

O questionário foi criado e aplicado online, através do recurso de formulário do Google. As perguntas foram referentes ao histórico profissional, a instituição e a metodologia da professora.

Com as informações dadas pela docente no questionário, foi elaborado um quadro, a fim de organizar as respostas e associá-las com os dados obtidos nas demais fases da Investigação Reflexiva.

Figura 32 – Perfil da docente



Fonte: Elaborado pela autora.

Além do perfil da docente, também foi realizado um questionário e traçado o perfil da monitora que participou em alguns momentos do planejamento.

Figura 33 – Perfil da monitora



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir das respostas do questionário, foi elaborado um roteiro para a entrevista a ser realizada antes do planejamento da docente.

5.4.2 Fase 2 - Entrevista Prévia

A entrevista prévia aconteceu no dia 11 de maio de 2017, às 15:37 e teve duração de 1 hora. Com o consentimento da professora, foi feita a gravação de áudio da mesma. Ao início foi explicado que seria aplicada a Investigação Reflexiva e quais as fases da mesma, no momento inicial da entrevista foi coletada as informações referentes ao quantitativo de alunos e ao cronograma da disciplina, em conjunto com essas informações foram adicionadas outras, presentes em alguns processos da Investigação e elaborou-se o quadro da figura 34, para representar o perfil da classe.

Figura 34 – Perfil da classe



Fonte: Elaborado pela autora.

As perguntas da entrevista tiveram quatro dimensões: a aula, os recursos para o ensino, a disposição da classe e o conteúdo.

- I. **A aula:** no momento da aula, os alunos são solicitados para que façam os exercícios individualmente, mas durante a prática, os mesmos sentam em dupla e acabam influenciando nos resultados uns dos outros. No que diz respeito ao planejamento da aula, o mesmo é individual, mas no decorrer do mesmo, há o auxílio dos monitores, que atuam com sugestões. Bem como, é na sala da docente na instituição que atua, onde ocorrem os planejamentos das aulas. As aulas, são compostas de recursos que são expostos no quadro e a professora apresenta uma didática, em que, apresenta construções e questiona aos alunos como foram obtidas tais construções. Os conteúdos são trabalhados seguindo esse direcionamento de questionamentos em cima das construções já apresentadas.

- II. **Recursos para o ensino:** ao ser questionada sobre quais os recursos, que precisam estar disponíveis em um ambiente virtual para que seja possível o ensino de curvas cônicas, foram citados o power point, vídeos e por fim, a professora diz que é necessário que os alunos façam exercícios, em sua maioria no papel e enviam fotos, ou pode-se utilizar até software de geometria dinâmica. Ainda, sobre os exercícios, a docente afirma que estimula os alunos à utilizarem canetas coloridas, a fim de melhorar a visualização da construção geométrica. No que diz respeito ao recurso que a mesma julga necessário para a compreensão das curvas cônicas, cita a utilização do modelo 3d, que se refere a um modelo de um cone composto por tiras e um plano representado por uma placa de acrílico transparente móvel, que pode apresentar as formas das curvas cônicas, de acordo com a secção do plano.

Referente aos recursos utilizados para montar as aulas da disciplina de Geometria Gráfica Bidimensional, é relatado o uso de livros, especificamente o livro “traçados em desenho geométrico”, o qual é composto por representações de várias construções de

conhecimentos trabalhados na disciplina supracitada. Normalmente são utilizadas as ilustrações do livro no slide durante a aula, bem como o mesmo auxilia na elaboração de problemas à serem resolvidos pelos alunos nos exercícios. Além das ilustrações dos livros, os slides são compostos por imagens que representem o conhecimento que está sendo trabalhado no meio real, que pode ser visto na realidade do aluno. Ao ser solicitado que a docente citasse em ordem de importância três principais recursos que utiliza, disse: *1. Imagens no Datashow; 2. O modelo do cone; 3. E a construção no quadro com instrumentos de desenho.*

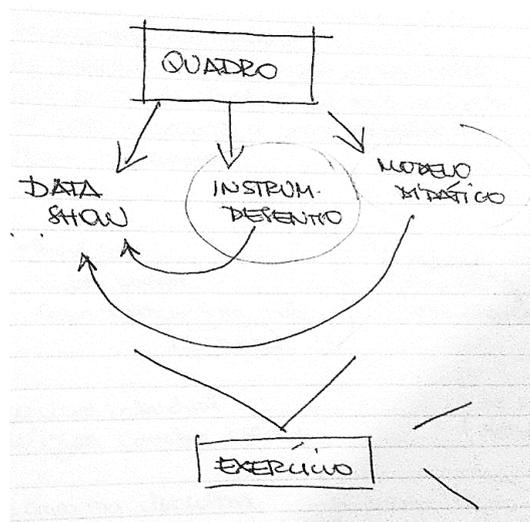
- III. Disposição da classe:** no que diz respeito à classe ao qual foi aplicada a investigação, a docente fala que embora seja uma turma do primeiro período, já houveram desistências e dos alunos que sobraram 70% estão motivados.
- IV. Conteúdo:** Quando questionada sobre quantas vezes já deu aula de curvas cônicas na disciplina em questão, a docente não sabia ao certo, mas relatou que faziam mais de 5 anos. Com o passar do tempo, a docente afirma que notou que os alunos decoravam os métodos de construção e não associavam as construções aos conceitos que envolvem as curvas cônicas, visto isto, alterou a maneira como apresentava o conhecimento, passando a utilizar de lugares geométricos como o principal método. Ao qual, não limitava distâncias, mas utilizava-se de pontos para que os alunos não se prendessem às medidas. No que diz respeito ao nível de complexidade do conhecimento a docente afirma que exige do aluno um nível de abstracionismo maior do que trabalhar com polígonos e exige dele um conhecimento maior e por conta do tempo, não há a possibilidade de passar mais tempo trabalhando no mesmo.

Por fim, foi solicitado que a professora representasse seu mapa esquemático do sistema de recurso.

5.4.2.1 Primeiro Mapa Sistemático da Representação do Sistema de Recursos

Como a docente não havia utilizado a plataforma LEMATEC Studium ainda, houve a dificuldade de pensar em um mapa esquemático da representação do sistema de recursos na perspectiva do ensino de curvas cônicas utilizando-se do mesmo. Sendo assim, a mesma primeiro desenhou seu mapa pensando no ensino presencial sem utilização de plataformas, ao qual estava acostumada.

Figura 35 – Mapa na perspectiva de ensino presencial



Fonte: Foto tirada pela autora do mapa elaborado pela docente.

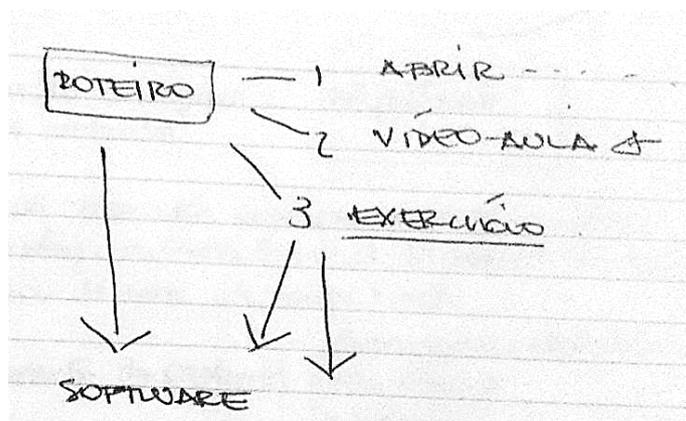
Nesse primeiro mapa elaborado é possível ver o quadro como um recurso maior, que está relacionado ao Datashow, instrumento de desenho e ao modelo didático. Representando com setas, também é possível observar que o modelo didático e o Instrumento de desenho estão relacionados com o datashow. E por fim, o exercício aparece no final, como se estivesse relacionado aos outros recursos.

Enquanto representava o mapa, a professora explicava como os recursos eram utilizados em sua aula: *Eu faço tudo voltado para o quadro. Por que o quadro é importante? Porque o Datashow eu posso usar uma parte do quadro e a outra ta em branco que é onde eu posso ir tirando as dúvidas dos alunos. A partir do momento que tem uma imagem lá e faço perguntas, eu anoto do lado, isso vai depender muito do feedback dessa turma, o que ela vai me dando de resposta, porque aí eu vou utilizando. Quando eu fecho o Datashow eu continuo usando o quadro e eu vou usar os instrumentos. De frente para o quadro eu*

também uso meu modelo. Agora, lembrando que isso tudo também tá conectado, porque eu posso estar com o Datashow e na imagem que eu tô usando eu posso usar o instrumento de desenho em cima dela. E eu também posso ver com modelo, no mesmo momento que eu tô com o Datashow. E com isso eu venho com o exercício.

Partindo do mapa elaborado, a professora imagina em como seria a mesma aula em uma plataforma, para isso, ela pensa na perspectiva do ensino a distância. Como nunca deu aula dessa disciplina na modalidade EaD, teve como referência outras disciplinas que já atuou.

Figura 36 – Mapa na perspectiva de ensino a distância



Fonte: Foto tirada pela autora do mapa elaborado pela docente.

O segundo mapa apresenta uma estrutura diferente do primeiro, ao invés dos recursos estarem dispostos como uma sequência como no primeiro mapa, esse apresenta uma estrutura que dá a entender que são usados em paralelo e que alguns deles pertencem ao recurso roteiro. Nesse segundo mapa o Roteiro aparece como um recurso destacado, o qual apresenta instruções para os alunos (“abrir...” tal documento, fazer tal exercício) e direciona para a vídeo-aula e o Exercício. Dessa vez, o software aparece como o recurso a ser utilizado no final e o roteiro e o exercício estão direcionados a ele.

Assim como no primeiro mapa, a docente descreve as funções dos recursos: *Quando eu dou aula no virtual eu faço um roteiro para os alunos. O roteiro normalmente é um power point. O que é esse roteiro? Dizendo para eles, o que é que eles vão fazer “número 1: abram o slide de título tal”, eu sigo o roteiro. Monto para eles o que eles vão fazer lá. Ai que eu vou sentir falta de uma vídeo-aula, dos instrumentos para trabalhar com eles, que eu não vou ter. Que*

eu nunca dei aula assim, num ambiente virtual e o terceiro seria eles fazerem um exercício. A vídeo aula entraria aqui para eu poder utilizar os instrumentos de desenho e mostrar o modelo. Como seria uma aula de geometria, a gente devia deixar lá algum programa que a gente possa na hora de tirar essas dúvidas, fazer e o aluno tá vendo. Eu poderia também usar o software e uma animação nessa vídeo-aula, seria só uma voz e mostrando. Nessa não seria tanto para aparecer a pessoa, seria mais a voz, mostrando os instrumentos. Eles fariam o exercício à mão e iriam enviar para o ambiente. Abrir um ícone de atividades para eles irem postando.

Com base nesses mapas elaborados pela docente e a descrição da função dos recursos, o LEMATEC Studium foi preparado para dar suporte a professora durante a investigação. Logo, como a mesma não tinha contato prévio com a plataforma, foi aplicada uma oficina para que pudesse conhecer o conceito e as ferramentas.

5.4.3 Fase 3 - Oficina

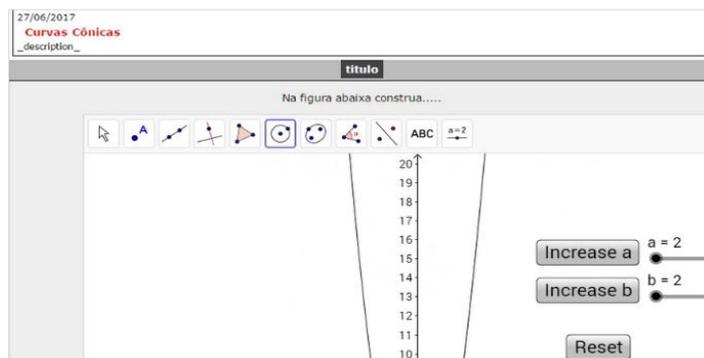
A oficina teve duração de uma hora e além da professora participaram outro professor interessado em conhecer a plataforma e uma monitora da disciplina. Quatro pesquisadores elaboraram a oficina, dois na função de palestrantes e dois pesquisadores auxiliares que configuraram e coletaram dados da oficina.

Inicialmente foram apresentados a ideia de recursos, orquestração instrumental e abordagem documental, para que a docente compreendesse o que fundamenta o LEMATEC Studium. Em seguida, os palestrantes acessaram com o login deles e apresentaram a plataforma: foi explicada a ferramenta de deixar público ou privado o webdocumento; o tipo de modalidade que a plataforma atende; os recursos que podem ser inseridos; a possibilidade de salvar a atividade do aluno. A docente questiona *“isso eles fazem a aula toda?”* Em relação a atividade do aluno, e os pesquisadores falam que depende do planejamento do professor, em que o LEMATEC Studium permite ao professor gerar um webdocumento que atua como material didático digital. Cabendo ao professor decidir quais os tipos de recursos inserir.

Terminada a parte teórica e de apresentação, a professora começou a usar a plataforma, usando o computador da pesquisadora auxiliar. O primeiro interesse foi o de adicionar uma apresentação - power point - no ambiente, quando foi explicado que no momento os slides apenas poderiam ser adicionados no formato de pdf e assim, foi mostrado para a professora como inserir um arquivo pdf. Em seguida, a docente quis saber como inserir um arquivo GeoGebra.

Na tentativa de adicionar um arquivo GeoGebra, a docente optou por selecionar outro tipo de webdocumento, o tipo texto. Foi para a aba de micromundo e simulações, com auxílio do Professor que estava coordenando a oficina, e inseriu um arquivo GeoGebra seguindo o processo de upload.

Figura 37– Captura de tela aula feita na oficina



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Na figura 37 é possível observa a aula elabora pela docente na oficina, com o objetivo de apenas conhecer as ferramentas do LEMATEC Studium. Após esse momento da oficina, começou o acompanhamento do planejamento das aulas. As primeiras ações realizadas pela docente, para elaborar sua aula, foram evidenciados para apresentar a sua instrumentalização e instrumentação do LEMATEC Studium.

5.4.4 Fase 4 - Planejamento das Aulas

Os planejamentos foram realizados na sala da professora na universidade. Como dito na entrevista, esse é o ambiente que ela geralmente utiliza para montar as aulas. Durante o planejamento foi realizada a captura de

tela do computador da docente, utilizando-se do software aTube catcher³² e no primeiro planejamento também foi utilizado captura de vídeo, realizado através de uma câmera. Durante o planejamento, junto com a docente estavam uma monitora e a pesquisadora.

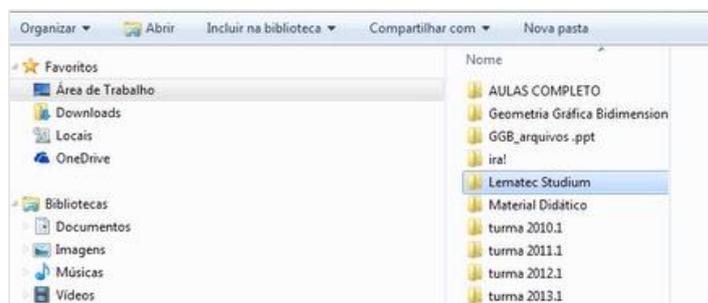
Figura 38 – Local onde foi realizado o trabalho documental



Fonte: Captura de tela, do vídeo gravado durante o planejamento, feita pela autora.

A professora tem no computador, em que foi realizado seu trabalho documental, sistemas de recursos diversos separados por pastas e catalogados de acordo com o nome das disciplinas e ano referente à turma em que será aplicada a aula. Cada pasta é nomeada de acordo com a característica central dos recursos, organizada de tal forma que possibilite a docente, ter facilidade em encontrar o sistema de recursos que deseja.

Figura 39 – Organização das pastas da docente



Fonte: Captura de tela realizada pela autora.

³² É um software gratuito, que oferece a possibilidade de baixar vídeos e áudios da internet, bem como fazer a captura de tela de um computador em forma de vídeo e também como imagem.

Cada pasta contém os recursos dos conhecimentos específicos de cada disciplina. Nessas pastas a docente insere apostilas, relacionadas a disciplina/turma, os slides das aulas, exercícios futuramente aplicados com os alunos e textos complementares que auxiliam o planejamento da disciplina.

Figura 40 – Recursos da pasta

A captura de tela mostra uma pasta no Windows Explorer com o caminho: 1. Disciplinas > 1.1. Geometria Gráfica Bidimensional > turma 2017.1. A barra de pesquisa contém o texto 'Pesquisar turma 2017.1'. A tabela de arquivos exibida é a seguinte:

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
Apos125-143	01/06/2017 12:59	Adobe Acrobat D...	84 KB
AULA 4 - SEGMENTO- ANGULOS- OPER...	25/04/2017 08:57	Adobe Acrobat D...	495 KB
Aula_03_2017	24/03/2017 15:00	Adobe Acrobat D...	1.244 KB
Aula_04_2017	04/04/2017 18:06	Adobe Acrobat D...	1.751 KB
Aula_05_2017	18/04/2017 10:56	Adobe Acrobat D...	397 KB
Aula_06_2017	20/04/2017 13:12	Adobe Acrobat D...	369 KB
Aula_07_2017	11/05/2017 11:52	Adobe Acrobat D...	615 KB
Aula_09_2017	08/06/2017 13:17	Adobe Acrobat D...	558 KB
Aula_10_2017	13/06/2017 13:33	Adobe Acrobat D...	530 KB
const-geometricas	25/04/2017 09:15	Adobe Acrobat D...	1.973 KB
div segmentos-expalg4	25/04/2017 17:14	Adobe Acrobat D...	257 KB
docslide.com.br_exercicios-de-triangulos	04/05/2017 17:05	Adobe Acrobat D...	1.309 KB

Fonte: Captura de tela realizada pela autora.

Para as aulas de curvas cônicas à serem aplicadas durante a investigação, a professora tinha como planejamento iniciar, ter um primeiro momento para expor os conceitos que envolvem as curvas cônicas, partindo para os momentos práticos, nos quais os alunos realizariam exercícios. Visto isso, a estrutura das aulas era de: momento 1 – exposição e momento 2 – prática.

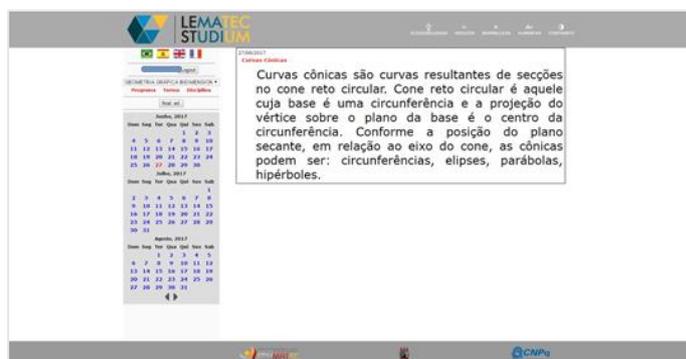
Nesta perspectiva, a professora esperava organizar os momentos de prática de tal forma que os alunos desenvolveriam no mínimo três exercícios sobre cada tipo de curva cônica. No decorrer dos planejamentos, foi possível observar as alterações feitas por ela, referente ao seu planejamento inicial. Embora o assunto de curvas cônicas fosse composto por quatro dias de aulas, só houve a coleta de dois planejamentos que serão descritos a seguir.

5.4.4.1 Primeiro Planejamento

O primeiro planejamento foi utilizado nas duas primeiras aulas e teve dois momentos. A docente iniciou o planejamento no dia 21 de junho de 2017 e este teve duração de trinta minutos. A continuação do planejamento ocorreu no dia 27 de junho de 2017, dia da primeira aula, com duração de uma hora e quarenta e sete minutos.

A docente iniciou seu planejamento selecionando no calendário a data em que iria ocorrer a aula. Ela em seguida, abriu os slides referentes a curvas cônicas que estavam prontos e haviam sido utilizados em turmas anteriores. Copiou a descrição de curvas cônicas e colocou no LEMATEC Studium, na parte referente a descrição da aula.

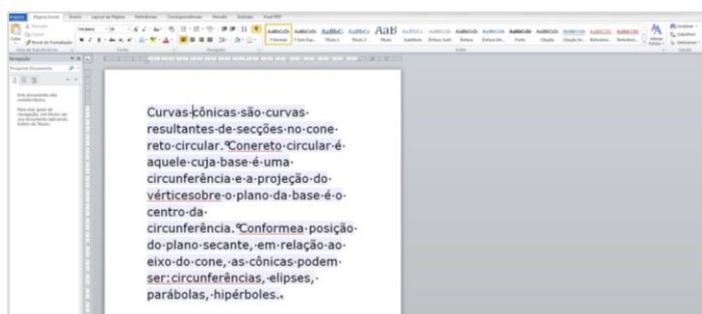
Figura 41 – Texto da descrição da aula



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Ao ver a forma em que a descrição da aula aparecia no ambiente, a docente tentou modificar o tamanho da fonte da descrição, mas não encontrou na plataforma uma ferramenta que lhe auxiliasse. Então, abriu um arquivo em branco no Microsoft Word ³³ e copiou o texto da descrição, a fim de, modificá-lo, para depois colar no ambiente novamente.

Figura 41 – Edição da descrição no Microsoft Word



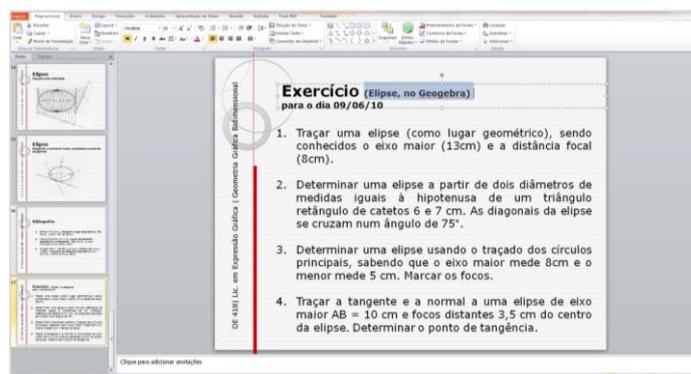
Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Após observar a forma como ficou a descrição da aula no ambiente, a docente selecionou a opção de inserir um webdocumento. Modificou o título do webdocumento para "aula 01 – elipse" e selecionou a opção de inserir um

³³ Processador de textos, desenvolvido pela empresa Microsoft para criação e edição de textos.

recurso. Com auxílio da pesquisadora, escolheu a aba de “Documentos Digitais” para inserir um arquivo pdf via upload. Antes de inserir o arquivo desejado (slides em formato pdf), a professora abriu os slides no software Power point para conferir os slides que estavam lá e modificou informações na parte referente aos exercícios.

Figura 43 – Edição dos slides



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

A apresentação dos slides modificados, foi uma desenvolvida em 2010, em que o nome da disciplina aparecia como o antigo. Dessa forma modificou os nomes na barra lateral à esquerda, depois salvou o arquivo como pdf. A mesma criou uma pasta no computador, com o nome “lematec studium” para que colocasse todos os recursos da disciplina dentro dessa pasta, e em seguida inserir os recursos desta pasta no ambiente.

Após conseguir inserir o webdocumento com o pdf dos slides como um recurso, a docente parou o planejamento da aula nesse dia, para dar continuidade em outro dia.

Figura 44 – Final da primeira parte do planejamento



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

No dia 27 de junho a docente deu continuidade a seu planejamento. Dessa vez, o recurso que desejava inserir inicialmente era um arquivo com uma construção de uma elipse feita no software de geometria dinâmica, o GeoGebra. A professora escolheu o webdocumento tipo lista e inseriu o recurso. Seguindo, a mesma selecionou a opção que disponibilizava o arquivo para download.

A docente desejava adicionar a construção da elipse para ser utilizada apenas como auxiliar para a visualização dos alunos e não como uma atividade. Na hora de adicionar a construção acabou ficando em forma de atividade que não era o objetivo da mesma, sendo assim, voltou para o modo de edição e desmarcou a parte do webdocumento que o indicava como atividade. Nesse momento, a plataforma apresentou um erro ao carregar o recurso GeoGebra e, onde deveria aparecer o ambiente com a construção, apenas eram mostradas as ferramentas.

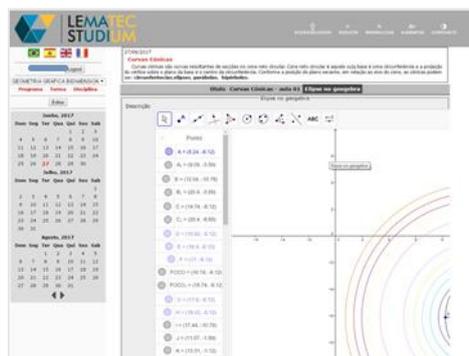
Figura 45 – Erro do GeoGebra no LEMATEC Studium



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Ao atualizar a página, para verificar se era erro na conexão de rede, a construção apareceu desconfigurada, como se estivesse sendo cortada.

Figura 46 – Desconfiguração da construção

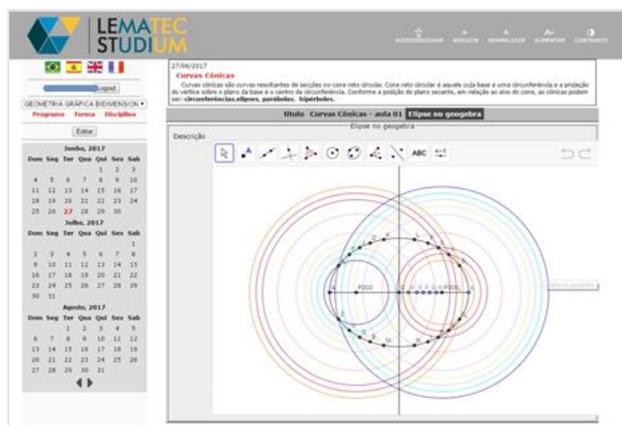


Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Posteriormente, foi possível notar que ao lado esquerdo do arquivo do GeoGebra aparecia uma barra com as propriedades da elipse representada, o que não era o desejado pela docente. Sendo assim, a mesma tentou modificar a construção e ocultar a barra dentro da própria plataforma, sem sucesso, resolveu abrir o arquivo no software fora da plataforma para reduzir as propriedades e ocultar a barra da lateral esquerda.

Após as modificações realizadas na construção da elipse, a professora acessou diretamente a interface de recursos do LEMATEC Studium e fez upload do arquivo modificado, adicionou o novo recurso e atualizou a página da plataforma. Depois, mexeu na construção, na própria plataforma.

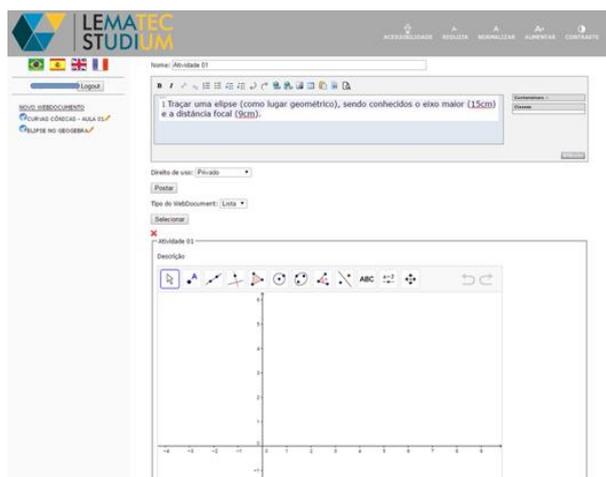
Figura 47 – Representação da elipse



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

A docente foi então no software GeoGebra e criou um novo arquivo em branco, que nomeou de “arquivo atividade”, que seria utilizado como suporte para as construções dos alunos. Ela então inseriu um novo webdocumento com o título “Atividade 01”. A professora foi no slide que estava no computador, para procurar a parte dos exercícios. Copiou o enunciado da primeira questão e colocou na descrição do webdocumento recém-criado, selecionou o tipo lista, colocou o arquivo do GeoGebra em branco e marcou como atividade.

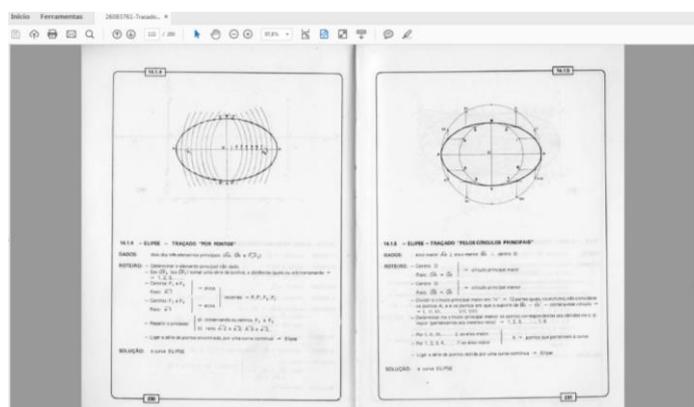
Figura 48 – Edição do webdocumento atividade



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Dando continuidade, a professora abriu os slides no power point externamente e alterou a parte dos exercícios, em que, retirou uma das questões e consultou o livro, que serve de referência para a professora nessa disciplina, para observar as construções e ver as possíveis alterações que poderiam ser feitas nos exercícios.

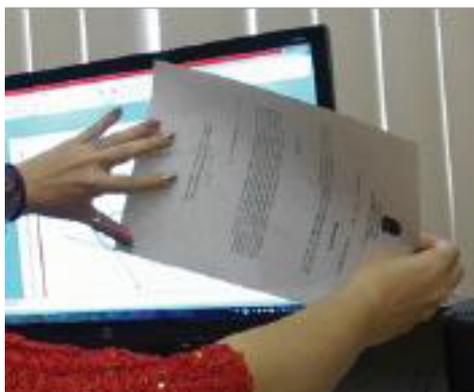
Figura 49 – Livro auxiliar utilizado pela docente na disciplina



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Dando continuidade, a docente acessou o slide, olhou a representação de uma tangente da elipse e tentou relembrar como era a construção, pegou uma folha de ofício aleatória e colocou na frente da tela do computador, a fim de, observar se duas retas da construção eram perpendiculares.

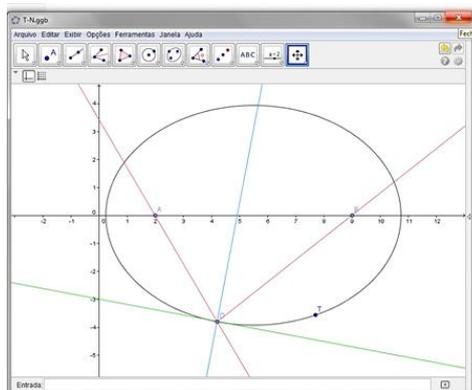
Figura 50 – Uso da folha para observar a perpendicularidade



Fonte: foto tirada pela autora, durante o planejamento da docente.

Posteriormente, ainda no software externo, fez a construção de uma elipse e de uma tangente com ajuda da monitora da disciplina, seguindo o método apresentado no livro auxiliar. Ao terminar a representação, a mesma alterou as cores de algumas linhas da construção e salvou.

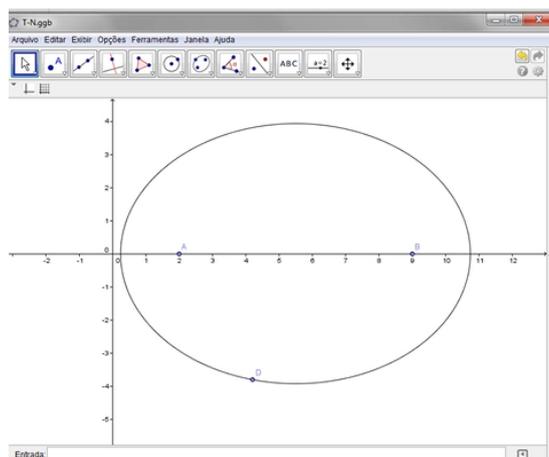
Figura 51 – Construção da tangente



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Com o término da construção, a professora conversou com a monitora da disciplina, que estava presente, e resolveu alterar o exercício que seria colocado no webdocumento referente a atividade 03. Então, ela apagou as retas presentes na construção e alterou o exercício no software Power point.

Figura 52 – Alteração da construção da tangente



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

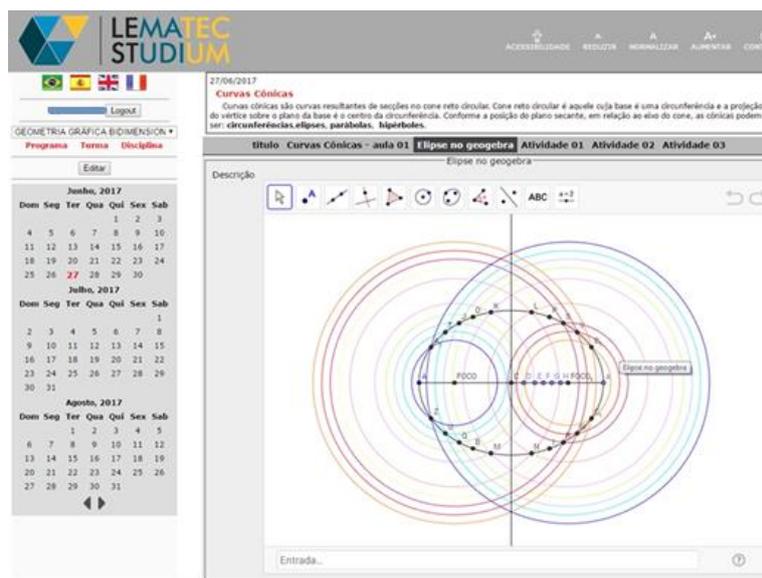
Após as alterações feitas nos exercícios descritos no Power point, a professora substituiu o arquivo pdf no LEMATEC Studium. Inseriu um novo webdocumento na forma de lista, adicionou o recurso GeoGebra em branco para a atividade. Copiou o enunciado do segundo exercício que estava no slide e colocou na descrição do webdocumento referente a atividade 02 e postou marcando o mesmo como atividade.

Na atividade 03, a professora criou um novo webdocumento do tipo texto, ao qual inseriu o arquivo GeoGebra que tinha a construção da elipse com os focos e um ponto pertencente a ela, feito no momento anterior já apresentado. A proposta do exercício era que os alunos representassem a construção da tangente que passava pelo ponto da elipse dado e também falassem sobre os conceitos que envolviam essa construção.

Foi possível notar que em determinado momento a professora não estava mais clicando na opção de inserir um recurso ou webdocumento, já estava direcionando a barra de navegação diretamente para a interface que desejava. Ao finalizar cada webdocumento a professora saía do modo edição para visualizar como o mesmo se apresentaria para o aluno e dava continuidade ao seu planejamento.

O LEMATEC Studium estava sobrecarregado e apresentou erro ao carregar os recursos relacionados ao GeoGebra. O que ficou difícil para a professora poder ver se a construção para a atividade 03 estava lá. Mas ao recarregar a página e esperar, foi possível ver os recursos.

Figura 53 – Resultado final do primeiro planejamento da docente



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

5.4.4.2 Segundo Planejamento

Ao concluir o planejamento referente a primeira aula, a docente iniciou no mesmo dia, o planejamento referente aos outros conhecimentos. Assim como o primeiro, o segundo planejamento também teve dois momentos, o primeiro ocorreu no dia 27 de junho de 2017 com duração de trinta minutos e o segundo momento foi no dia 04 de julho de 2017 com quarenta minutos de duração.

O objetivo do segundo planejamento era modelar um cenário para ensinar as propriedades da parábola e hipérbole. Iniciando o planejamento, a professora abriu o arquivo do power point referente aos slides das aulas de parábola e hipérbole que foi utilizado para uma turma anterior. Duplicou a página de e separou as questões de acordo com o conhecimento a ser trabalho, ficando assim, um slide com exercícios sobre parábolas e outro sobre hipérbolas.

No LEMATEC Studium, a docente selecionou a data e denominou a aula de “parábola e hipérbole”, inseriu os slides no formato pdf como recurso do primeiro webdocumentado criado. A mesma, colocou a descrição sobre curvas cônicas da primeira aula na descrição da segunda aula e encerrou o primeiro momento do planejamento.

Figura 54 – Lista das aulas

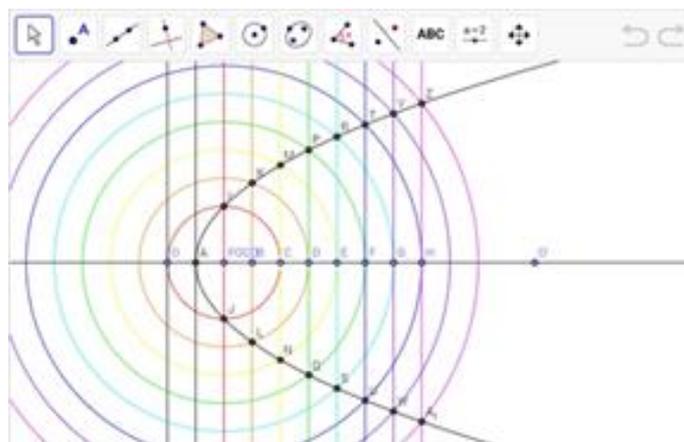
27/06/2017
Curvas Cônicas - aula 01
Curvas cônicas são curvas resultantes de seções no cone reto circular. Cone reto circular é aquele cuja base é uma circunferência e a projeção do vértice sobre o plano da base é o centro da circunferência. Conforme a posição do plano secante, em relação ao eixo do cone, as cônicas podem ser: <u>circunferências</u> , <u>elipses</u> , <u>parábolas</u> , <u>hipérboles</u> .
28/06/2017
Curvas Cônicas - aula 02
Curvas cônicas são curvas resultantes de seções no cone reto circular. Cone reto circular é aquele cuja base é uma circunferência e a projeção do vértice sobre o plano da base é o centro da circunferência. Conforme a posição do plano secante, em relação ao eixo do cone, as cônicas podem ser: <u>circunferências</u> , <u>elipses</u> , <u>parábolas</u> , <u>hipérboles</u> .

Fonte: Captura de tela feita pela autora.

O segundo momento do planejamento foi realizado no período da manhã do dia que ocorreu a segunda aula sobre de elipse. Assim como no momento anterior, a professora inicia seu planejamento olhando os slides sobre parábola e hipérbole, especificamente a parte referente aos exercícios. Duplicou os slides, alterou as datas, modificou os exercícios e salvou no formato pdf, na pasta destinada aos recursos a serem colocados no LEMATEC Studium. A docente deletou o arquivo pdf dos slides que tinha colocado no Studium no momento anterior e substituiu pelo que foi alterado no dia.

No software de geometria dinâmica, externamente a plataforma, a professora construiu uma parábola, utilizando-se de cores para facilitar a visualização dos alunos e inseriu em outro webdocumento

Figura 55 – Parábola construída pela docente



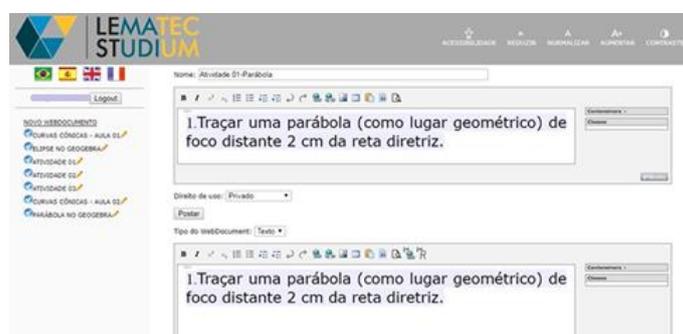
Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Ações realizadas durante as duas aulas anteriores (relacionadas ao primeiro planejamento), interferiram no segundo planejamento da docente. Após inserir a construção da parábola, a professora acessou a primeira aula modelada e observou se o recurso GeoGebra para fazer atividade no ambiente estava funcionando, já que na aula anterior não foi possível aos alunos utilizar o arquivo

em branco para realizar sua atividade na plataforma. Isso ocorreu devido à sobrecarga de carregamento dos webdocumentos e já foi resolvido pelo desenvolvedor da plataforma. Ao observar, a docente viu que os recursos estavam funcionando e foi possível ver as respostas de alguns alunos, das atividades das aulas passadas.

Após olhar as atividades de alguns alunos, a docente foi na interface de webdocumentos e selecionou a opção de editar o que estava nomeado como “atividade 01”. Foi no arquivo dos slides, externamente a plataforma, e copiou o enunciado da primeira atividade referente as parábolas. No momento um dos pesquisadores explicou para a docente, que caso ela modificasse o que estava escrito no webdocumento “atividade 01” iria modificar o que estava escrito na atividade 01 da aula de elipse, pois era o mesmo webdocumento. Isto posto, a docente optou pela opção de inserir um novo webdocumento e colocou na descrição o enunciado da questão. Depois, selecionou a opção de texto como tipo do webdocumento e colocou lá, também, o enunciado da questão.

Figura 56 – Duplicação do enunciado de um exercício

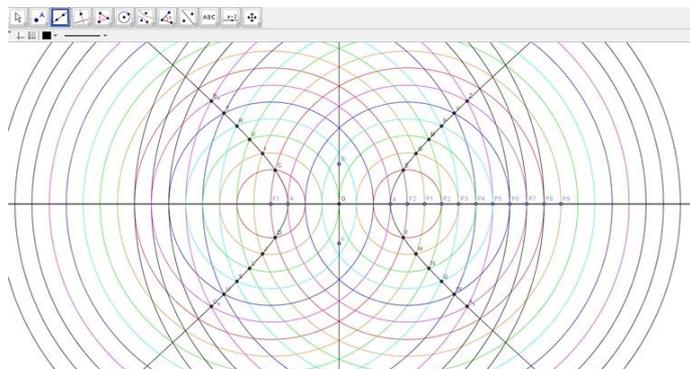


Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Dando continuidade, a professora inseriu o recurso “atividade 01” que já estava no seu sistema de recursos e na interface studium marcou o webdocumento criado como atividade. Depois criou um outro webdocumento para a “atividade 02” de parábola e dessa vez colocou o enunciado apenas no editor de texto do webdocumento e inseriu o recurso do arquivo GeoGebra em branco e marcou como atividade.

Fora da plataforma, no software GeoGebra, a docente fez uma construção da hipérbole e assim, como nas demais representações, alterou as cores das circunferências que constituem sua construção, salvou e inseriu em um outro webdocumento.

Figura 57 – Construção da hipérbole feita pela docente



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Por fim, a professora criou um webdocumento do tipo texto, acessou o slide no software externo a plataforma, copiou o enunciado do primeiro exercício da hipérbole e colocou no webdocumento juntamente com o recurso do GeoGebra criado para o desenvolvimento da atividade. O mesmo faz com a segunda atividade sobre hipérbolas.

Figura 58 – Resultado da segunda modelagem realizada pela docente

Fonte: Captura de tela e edição feitas pela autora.

Todas ações relacionadas a webdocumentação da docente, foram realizadas na sala da mesma na instituição e todos os webdocumentos resultantes foram aplicados nas aulas, que foram observadas e são descritas a seguir.

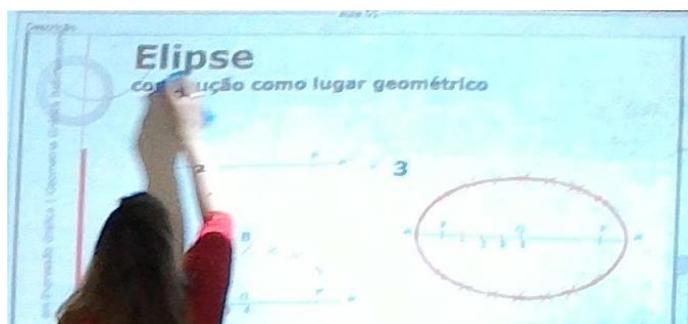
5.4.5 Fase 5 - Descrição das Aulas

O conteúdo de curvas cônicas foi composto por um sistema de quatro aulas:

- **Aula 01:** A primeira aula aconteceu no dia 27 de junho de 2017, presencialmente no laboratório do departamento do curso. O início foi destinado ao cadastro e acesso dos alunos no LEMATEC Studium, mesmo a grande maioria já tendo cadastro, o processo demorou cerca de trinta minutos, pois alguns dos alunos não lembravam a senha de acesso. Os cadastros dos alunos foram realizados em outra disciplina em um momento anterior, sendo assim, foi necessário apenas ao engenheiro responsável pela manutenção da plataforma vincular as contas dos alunos cadastrados ao perfil da disciplina na plataforma. Depois desse momento, foi possível o início da aula.

A docente, primeiramente, acessou o LEMATEC Studium no computador com acesso ao Datashow e abriu o webdocumento com o recurso do slide em uma aba do navegador e o recurso com a construção da elipse no GeoGebra em outra. A mesma iniciou a aula utilizando o slide presente na plataforma, mostrando o conceito e imagens das curvas no meio real. No decorrer das explicações das propriedades da elipse, a professora utilizou o quadro para desenhar por cima dos slides, que estavam sendo projetados nele, com o objetivo de deixar claro para os alunos as relações existentes.

Figura 59 – Utilização do quadro durante a aula



Fonte: Foto tirada pela autora, durante a aula.

Durante a explicação de curvas cônicas, a professora mostrou um trabalho antigo feito por uma aluna de uma turma anterior, que apresentava uma elipse elaborada através de um trabalho de dobraduras, com marcações das

linhas. Seguiu explicando as propriedades da elipse e sua construção por lugar geométrico.

Em seguida, mexendo na construção da elipse feita no GeoGebra, que estava inserida no LEMATEC Studium, apresentou a distância entre os pontos da elipse e os focos. Voltou para a apresentação de slides, e explicou a construção de elipses a partir de duas circunferências principais, cujo diâmetro é um do eixo maior e o outro do eixo menor. Dando continuidade apresentou outros tipos de construções e perguntou aos alunos se eles observaram diferença entre os modos de construções. Por fim, com ajuda da professora e da monitora da disciplina, os alunos fizeram o primeiro exercício, presente no webdocumento “atividade 01”.

Com relação ao desempenho do LEMATEC Studium, foi possível observar alguns obstáculos:

- Construção da elipse feita pela professora no GeoGebra, não apareceu para os alunos na plataforma, mas foi possível observar através do acesso da professora que estava aparecendo no Datashow.
- Durante a aula, a professora se atrapalhou em alguns momentos para passar os slides que estavam em forma de pdf no LEMATEC Studium.
- A opção do arquivo GeoGebra em branco para a realização da atividade não funcionou. A professora optou por mandar os alunos construírem no software de geometria dinâmica (GeoGebra) fora da plataforma e que já estava instalado nos computadores. Com o uso do software fora da plataforma foi necessário solicitar que os alunos salvassem o arquivo e postassem na pasta compartilhada da disciplina que localizada no drive do e-mail.

• **Aula 02:** A segunda aula aconteceu no dia 04 de julho de 2017, presencialmente, no mesmo laboratório utilizado na primeira aula. Por conta de motivos climáticos a turma estava constituída de poucos alunos (oito alunos nas primeiras duas horas de aula), a professora passou o grupo de exercícios, presente no LEMATEC Studium, para que os alunos desenvolvessem no GeoGebra. Nessa aula o objetivo era trabalhar com as construções das elipses.

Como o problema relatado, sobre o não carregamento do recurso para atividade presente na primeira aula, foi passado para o desenvolvedor da plataforma, o mesmo resolveu o que estava ocasionando tal fato e nessa

segunda aula foi possível aos alunos realizarem sua atividade na própria plataforma, utilizando-se do recurso referente ao arquivo do GeoGebra em branco adicionado pela professora. Nessa aula, as telas dos alunos foram capturadas utilizando-se do software aTube Catcher, com o consentimento de todos.

- **Aula 03:** Essa aula foi realizada no dia 11 de julho de 2017, presencialmente na sala de pranchetas. Por e-mail a professora havia solicitado que os alunos desenvolvessem um jogo de tabuleiro utilizando-se de curvas cônicas e de concordância. E na aula 03 foram feitas as apresentações desses trabalhos, em que os alunos explicavam o que eram e como funcionavam o jogo. O LEMATEC Studium não foi utilizado nessa aula.

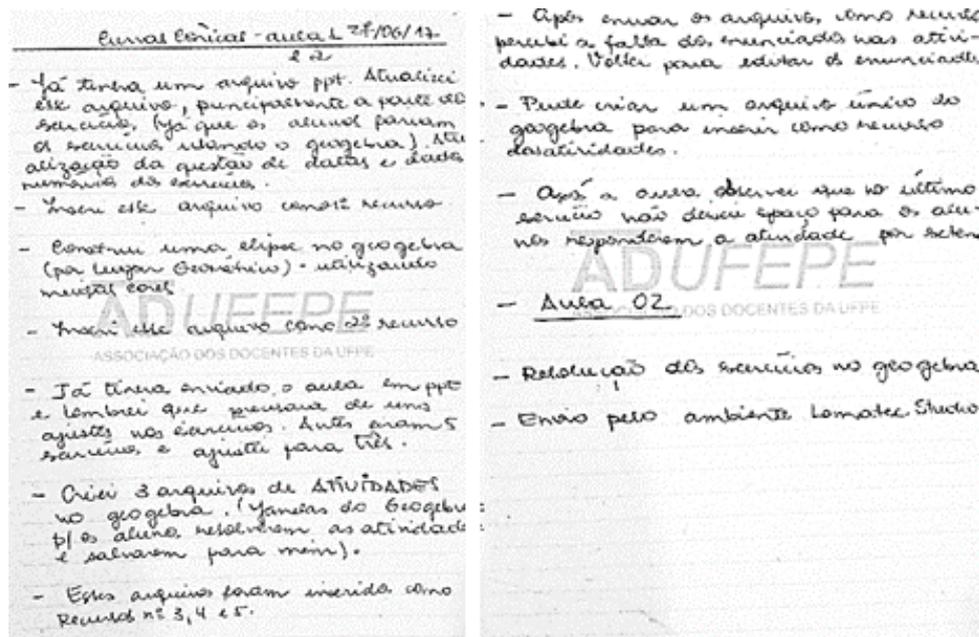
- **Aula 04:** Realizada no dia 12 de julho de 2017, a aula 04 foi afetada por uma greve de motoristas de ônibus que estava acontecendo na cidade, logo, os alunos não teriam como ir para a aula, assim sendo, a docente realizou a aula a distância, uma vez que, a mesma já havia montado a aula no LEMATEC Studium, solicitou aos alunos que fizessem os exercícios referentes a parábola e hipérbole, que estavam na plataforma. Os estudantes realizaram o exercício no ambiente e salvaram para avaliação.

5.4.6 Fase 6 - Descrição Reflexiva

No início da Investigação Reflexiva foi solicitado que a docente descrevesse suas ações e decisões tanto no planejamento, quanto na aula. Assim sendo, embora tenha sido criado uma espécie de estrutura para o diário de bordo da docente, o mesmo não foi utilizado. Além da docente não ter o costume de descrever suas ações e decisões com relação as aulas, o modelo do diário foi compartilhado no drive do e-mail e não era algo que a mesma tinha contato no dia-a-dia.

Contudo, ao final das aulas a docente apresentou descrições do que ocorreu nos planejamentos das aulas e sobre a experiência de utilizar o LEMATEC Studium na disciplina de Geometria Gráfica Bidimensional.

Figura 60 – Descrição feita pela docente, aulas 01 e 02



Fonte: Foto tirada pela autora, da descrição.

Ao final da segunda aula, a professora entregou a descrição (figura 60) referente as ações e reflexões do planejamento referente as aulas 01 e 02:

- Já tinha um arquivo ppt³⁴. Atualizei esse arquivo, principalmente a parte dos exercícios). Atualização da questão de datas e dados numéricos dos exercícios;
- Inseri esse arquivo como 1º recurso;
- Construí uma elipse no GeoGebra (por lugar geométrico) utilizando muitas cores;
- Inseri esse arquivo como 2º recurso;
- Já tinha enviado a aula em ppt e lembrei que precisava de uns ajustes nos exercícios. Antes eram 5 exercícios e ajustei para três;
- Criei 3 arquivos de ATIVIDADES no geogebra (janelas do Geogebra para os alunos resolverem as atividades e salvarem para mim);
- Esses arquivos foram inseridos como recursos nº 3, 4 e 5;
- Após enviar os arquivos como recurso percebi a falta dos enunciados nas atividades. Voltei para editar os enunciados;
- Pude criar um arquivo único do geogebra para inserir como recurso das atividades;

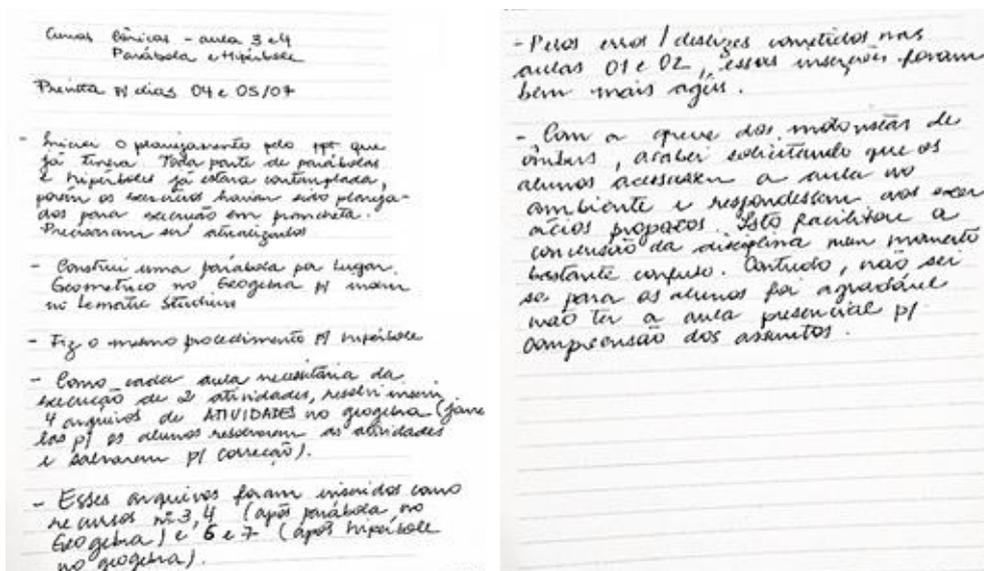
³⁴ Abreviação do tipo de arquivo Power point.

- Após a aula observei que no último exercício não deixei espaço para os alunos responderem a atividade por extenso.

Nessa primeira descrição, é possível observar que a docente narrou as ações, incluindo os desacertos e reflexões sobre o que poderia ter feito em determinado exercício, além de descrever as modificações realizadas nos recursos utilizados anteriormente pela mesma.

Dando continuidade, ao concluir o ensino de curvas cônicas, a professora entregou sua descrição reflexiva dos planejamentos referentes às aulas 03 e 04.

Figura 61 – Descrição feita pela docente, aulas 03 e 04



Fonte: Foto tirada pela autora, da descrição.

- Iniciei o planejamento pelo ppt que já tinha. Toda parte de parábolas e hipérbole já estava contemplada, porém os exercícios haviam sido planejados para execução em prancheta. Precisavam ser atualizados;
- Construí uma parábola por lugar geométrico no Geogebra para inserir no Lematec Studium;
- Fiz o mesmo procedimento para hipérbole;
- Como cada aula necessitaria da execução de 2 atividades, resolvi inserir 4 arquivos de ATIVIDADES no geogebra (janelas para os alunos resolverem as atividades e salvarem para correção);
- Esses recursos foram inseridos como recursos nº 3 e 4 (após parábola no Geogebra) e 6 e 7 (após hipérbole no geogebra);

- *Pelos erros/deslizes cometidos nas aulas 01 e 02, essas inserções foram bem mais ágeis;*
- *Com a greve dos motoristas de ônibus, acabei solicitando que os alunos acessassem a aula no ambiente e respondessem aos exercícios propostos. Isto facilitou a conclusão da disciplina em um momento bastante confuso. Contudo, não sei se para os alunos foi agradável não ter a aula presencial para compreensão dos assuntos.*

Com os dados da descrição reflexiva, observa-se que a docente descreveu os processos que envolveram os planejamentos, sobretudo dos equívocos cometidos e as dificuldades. Quando reflete sobre a ausência do espaço disponível para os alunos escreverem no exercício proposto e que deveria ter colocado. Também são evidenciadas as alterações realizadas nos recursos existentes e a criação de webdocumentos. Como por exemplo, a alteração realizada nos slides e mudança dos exercícios propostos, bem como a alteração do recurso após ser inserido no LEMATEC Studium.

É visto também, que a docente descreve os nomes dados aos recursos referentes aos exercícios, o que remete à uma organização sistemática. Outro aspecto é que a professora descreve que fez as construções referentes aos exercícios a serem realizados pelos estudantes, assim como também fala das construções que a mesma fez para ser utilizada em sua prática na sala de aula.

Após ter acesso às descrições reflexivas da professora participante da pesquisa, foi elaborado e um roteiro e aplicada a entrevista final.

5.4.7 Fase 7 - Recursos Utilizados

Durante tanto o planejamento quanto a aplicação da aula, são possíveis observar os recursos que participam desses processos. Para fim de estudar o trabalho docente foram coletados através de fotos e arquivos digitais, os recursos utilizados pela professora participante da pesquisa durante seu planejamento sua ação em aula e incluindo também os recursos citados durante a primeira entrevista, elaborou-se o quadro abaixo:

Figura 62 – Recursos utilizados pela docente

CITADOS NA ENTREVISTA	ELABORANDO A AULA	DURANTE A AULA
<ul style="list-style-type: none"> - Livro auxiliar; - Slides utilizados no Datashow; - Modelo físico manipulável; - Dobradura de papel feita por uma aluna de turma anterior. - GeoGebra, só para montar a aula - Instrumentos de desenho - Vídeos do Youtube; - Exercício feito à mão , no papel; - Imagens reais. - Quadro; 	<ul style="list-style-type: none"> - Livro auxiliar; - Software de Geometria Dinâmica (O GeoGebra); - Apresentação de Slides utilizada em turmas anteriores; - Software de editor de texto (Microsoft word); - Pasta no computador, para colocar os recursos à serem usados; - Papel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Datashow; - Slides no formato pdf; - Construção feita no GeoGebra; - GeoGebra para realização da atividade do aluno; - Dobradura de papel feita por uma aluna de turma anterior; - Quadro; - Drive do e-mail da turma.

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao verificar os recursos utilizados, nota-se a presença do mesmo recurso em momentos distintos, como no caso do Livro auxiliar, os slides e a dobradura de papel.

Durante a entrevista, a professora fala que o GeoGebra só atua durante seu planejamento para aula, mas não é utilizado pelos alunos em sua disciplina. Ao observar o planejamento é visto, como a mesma disse, que o GeoGebra é utilizado, em que nele a docente elabora os exercícios que serão passados. O diferente, é que com o uso da plataforma LEMATEC Studium, o software de geometria dinâmica aparece como o suporte para a atividade do estudante, em que esse elabora os exercícios presentes na plataforma colocados pela professora, e atua também como um suporte para as construções que foram utilizadas pela mesma para apresentar as propriedades das curvas.

O modelo físico (figura 63) é apresentado pela docente na entrevista como um dos três principais recursos para o ensino de curvas cônicas, ao analisar os recursos utilizados durante a aula, constata-se que o mesmo não foi utilizado.

Figura 63 – Modelo físico falado pela docente durante a entrevista 01



Fonte: Foto tirada pela docente e enviada para a pesquisadora.

Tanto o livro de traçados geométricos, quanto os slides montados pela professora, norteiam seu planejamento e sua ação. No planejamento foi visto que o livro é consultado com frequência, principalmente no momento em que a mesma estava modificando os exercícios a serem feitos pelos alunos. Já para modelar sua aula no LEMATEC Studium, durante todo o processo, a docente organiza os webdocumentos de acordo com a sequência dos slides. Dessa forma, seu planejamento tem como arquivo base slides utilizados em uma turma anterior e esses slides são modificados, de acordo com as situações existentes e também são inseridos em sua modelagem. Podendo ser compreendido como um recurso que guia e que é modificado.

A dobradura de papel para encontrar a elipse não foi aplicada como um tipo de atividade, como em turmas anteriores, mas esse recurso apareceu para apresentar aos alunos que com a dobradura é possível observar as propriedades e encontrar uma elipse.

Figura 64 – O trabalho resultante de dobraduras no papel



Fonte: Foto tirada pela autora, durante a aula.

Um outro recurso citado na entrevista e que também apareceu no mapa esquemático do sistema de recursos elaborado pela docente, é o vídeo do YouTube, que seria uma vídeo-aula, e o mesmo também não apareceu nem no planejamento, nem durante a aula. Um fator que justifique isso, é que a plataforma foi utilizada em uma aula presencial e a professora não viu a necessidade de colocar uma vídeo-aula, já que a mesma estava presente.

Durante a aula notou-se que o quadro foi explorado pela docente, mesmo essa utilizando-se da plataforma, em que, o mesmo foi usado para desenhar por cima dos slides que estavam sendo projetados.

Os instrumentos de desenho aparecem na entrevista como um recurso fundamental para a docente, tanto para demonstrar as construções, quanto para os alunos realizarem suas atividades. É possível observar no quadro de recursos utilizados pela docente, que eles não aparecerem durante o planejamento, nem durante as explicações na aula, nem foram utilizados pelos alunos. No planejamento quando a docente necessitava lembrar a construção da tangente da elipse, ao invés de utilizar os instrumentos, foi utilizada uma folha de papel.

No que diz respeito aos exercícios, a professora tinha como ideia solicitar que os estudantes fizessem à mão, utilizando instrumentos de desenho e papel. Durante o planejamento e modificações dos exercícios, a mesma optou para o uso do software de geometria dinâmica. Esse último, que antes era usado apenas para montar a aula, foi utilizado tanto durante o planejamento para montar os exercícios, como para exposição das propriedades e como o ambiente a serem realizados os exercícios por parte dos alunos.

5.4.8 Fase 8 - Entrevista Final com a Docente

Com o fim dos planejamentos e das aulas referentes às curvas cônicas, foi realizada a entrevista final com a docente. No decorrer da entrevista, foi realizada gravação de áudio, a mesma ocorreu no dia 13 de julho de 2017 com duração de 45 minutos e foi guiada por 12 perguntas, descritas a seguir.

Sobre a plataforma: dentre os pontos positivos notados, destacou-se a possibilidade de mexer no GeoGebra no ambiente e poder observar os resultados dos exercícios, sem que fosse necessário que os alunos ficassem

enviando arquivos, o que, segundo a docente, acabou facilitando o processo de montagem da aula. A professora destacou que o fato de já ter utilizado outra plataforma de ensino na modalidade de educação a distância, auxiliou nas interações com o LEMATEC Studium.

Quando questionada sobre possíveis limitações da plataforma durante o uso, a docente afirmou que não houveram e não foi complicado o processo de entendimento das ferramentas, embora, evidenciou que a plataforma tem ferramentas que ajudam o docente a modelar sua aula, mas que esse auxílio só acontece depois que o professor entende como elas funcionam. No que diz *“quando eu erro eu não preciso inserir ele de novo, mas eu inseri, eu não sabia, então, depois que você me falou foi que eu ‘ah, então eu só preciso alterar aquilo que foi inserido e não o documento inteiro’ aí isso é um facilitador”*.

No que diz respeito o uso do LEMATEC Studium na aula, a professora relata que o fato da janela do GeoGebra não funcionar no primeiro dia, complicou determinado momento da aula e foi preciso que os alunos utilizassem o software externamente a plataforma. Além disso, evidenciou a necessidade sentida da barra de rolagem no arquivo pdf para passar os slides.

Em relação ao layout da plataforma, na perspectiva estética e facilidade de visualização de informação, a professora fala que o design é claro e já apresenta as informações necessárias de cara, bem como, a interface é simples, logo não tira a atenção do aluno. Especificamente na parte do Webdocumento Studium, a mesma fala da necessidade de um texto explicativo sobre para que serve cada tipo de categoria de recurso disponível na interface recursos *“não sei se um tutorial, alguma coisa que explicasse esse aqui serve para isso, isso aqui serve para isso”*.

Sobre o uso da plataforma: referente ao processo de se instrumentalizar, aprender a utilizar a plataforma, a docente afirma que foi um processo fácil e que é mais complicado para um professor alterar a maneira de dar aula que já está acostumado para utilizar algo novo, do que utilizar a plataforma em si. Em que diz *“É muito mais difícil para gente, aceitar a mudança, do que ela mesma”*. Com relação ao processo de instrumentalização, a mesma fala sobre a rapidez em que é realizado o segundo planejamento, comparado ao tempo do primeiro planejamento. No qual afirma, depois que se entende como

utilizar e quando utilizar as ferramentas, elas auxiliam o planejamento e isto reduz o tempo gasto neste.

Ao ser solicitada para pensar em um professor que vai utilizar o LEMATEC Studium pela primeira vez e o que poderia auxiliá-lo para compreender a plataforma, a docente diz que em seu primeiro contato a dificuldade encontrada foi a de saber onde deveria inserir determinado recurso, uma vez que o ambiente é composto por interfaces. Após esse primeiro momento, de entender o que eram as ferramentas e onde inserir um recurso, editar um webdocumento, a mesma achou o ambiente intuitivo, em que, *“tanto que assim que terminou a oficina eu já fui pegando os recursos que eu queria colocar na primeira aula de cônicas e já fui montando a aula”*. Acrescentando que para um professor que vai utilizar a plataforma, é importante ter um tutorial, ou algo semelhante, que auxilie o mesmo quando estiver sozinho.

Pensando no LEMATEC Studium como material didático digital direcionado ao ensino de geometria, no que diz respeito aos recursos, a docente afirma que o que não tem no ambiente, pode ser inserido por ela mesma no momento da modelagem. Destaca-se a visão de que os recursos são inseridos pelo professor e a plataforma oferece acessibilidade para que isso seja possível. Ainda sobre os recursos, volta a falar da necessidade das barras de rolagem para passar os slides, destacando que isso é uma necessidade independente de ser utilizado para geometria, mas ao ensino de outras disciplinas.

Com relação à utilização do LEMATEC Studium durante a aula, a docente evidenciou as vantagens em utilizar a plataforma durante a aula presencial e também semipresencial. Em que pode visualizar as interações dos alunos durante as aulas, como também, forneceu aos alunos a possibilidade de consultar o material em casa.

Sobre as aulas: no que se refere aos recursos utilizados, a docente afirmou que não houveram grandes alterações, no qual, o recurso base foi praticamente o mesmo utilizado na turma do ano anterior, sendo alterados os exercícios, em que, antes foram feitos na prancheta e desta vez, optou que os alunos utilizassem o software de geometria dinâmica. Também destacou as mudanças ocorridas, relacionadas a maneira como conduziu as aulas, no qual, o exemplo das construções que fazia anteriormente no quadro, optou por fazer

no GeoGebra. Além disso, destacou que normalmente faz mais uso de modelo didático, do que foi feito na aula em que apresentou o conteúdo de curvas cônicas. Em que, as imagens e a utilização das construções feitas no GeoGebra foram o bastante para que fosse compreensível aos alunos.

No que diz respeito a abordagem do conteúdo curvas cônicas no Lematec Studium, afirmou que os objetivos foram alcançados. E destacou o grau de complexidade que envolve o ensino de curvas cônicas na disciplina, em que, os alunos passam a disciplina no mundo bidimensional e no momento que começam a trabalhar com curvas cônicas são “abruptamente jogados” na tridimensionalidade. Essa complexidade não está relacionada a plataforma em si, mas sim, com a própria disciplina.

Ao ser pedido que a professora fizesse um auto-avaliação refletindo sobre os resultados obtidos nas aulas destinadas a trabalhar curvas cônicas, a mesma fala que foram bons, mas que podem melhorar. Este é um pensamento que constante na docente desde que começou a lecionar na disciplina de Geometria Gráfica Bidimensional, não está relacionado à plataforma, ou à turma em si. Em que afirma que a dificuldade de trabalhar com curvas cônicas não é só pelo abstracionismo envolvido para compreensão do assunto, mas também pelas dificuldades que os estudantes trazem desde o ensino médio, bem como, do prazo temporal ao qual influencia no andamento da disciplina.

Na sequência, foi feita a mesma pergunta que esteve presente na primeira entrevista, em que, pensando em utilizar o LEMATEC Studium para o ensino de curvas cônicas, quais os recursos à serem selecionados em ordem de importância:

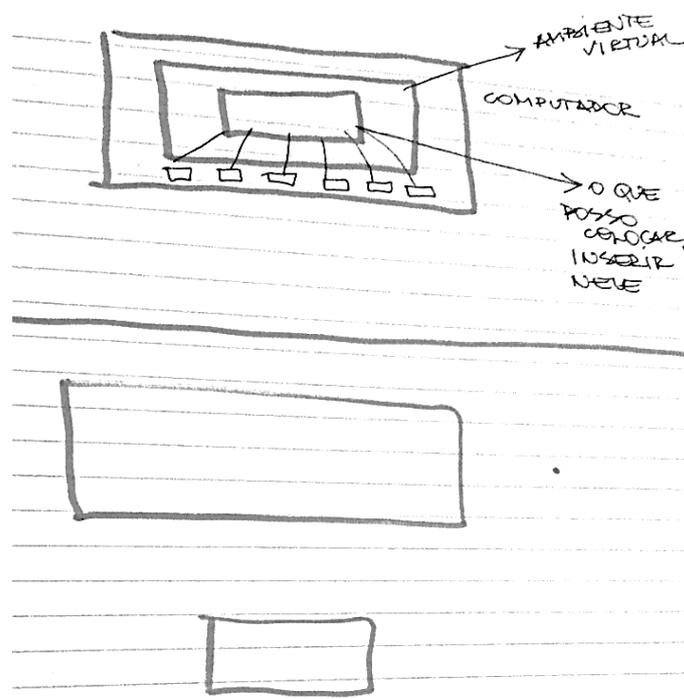
1. Os slides;
2. GeoGebra: *“Eu preciso do GeoGebra, de algum software de geometria dinâmica que eu conseguisse utilizar aqui dentro”;*
3. Fotos do modelo físico: *“o modelo que eu nem utilizei, de repente eu poderia ter várias imagens dele, dentro dos slides. Então, eu, hoje, teria alterado os slides e colocado fotos dos meus modelos dentro dos slides, aí não precisava ter levado os modelos, que eu nem usei, mas se eu tivesse as fotos, eu poderia ter trabalhado nas fotos, eles olhando para a tela. ”*

Seguindo o roteiro, foi solicitado, assim como na primeira entrevista, que a professora representasse seu mapa esquemático do sistema de recursos, refletindo, dessa vez, na perspectiva do uso do LEMATEC Studium.

5.4.8.1 Segundo Mapa Esquemático da Representação do Sistema de Recursos

Durante a representação do seu mapa, a docente explicava seu raciocínio: *O mapa que eu fiz anteriormente as coisas eram separadas. A minha diferença, que eu vejo agora, é que eu posso fazer um dentro do outro, ta entendendo? É como se o diagrama pudesse um ter engolido o outro. Eu preciso disso, vê se tu entendes, as coisas uma dentro da outra. Acho que antes eu botei um quadro, eu usava o quadro aí fiz um recurso assim (falava enquanto desenhava a parte inferior da figura 65), eram coisas que estavam para fora. Eu agora enxergo mais assim, as coisas não precisam obrigatoriamente ta assim organizadas para fora na sala de aula, tanto que eu disse “eita, parece com o layout da sala de aula”, engraçado, agora parece com o layout de um computador. Como se tudo tivesse dentro dele.*

Figura 65 – Último mapa esquemático do sistema de recursos da docente



Fonte: Foto tirada pela autora do mapa elaborado pela docente.

No início de sua representação a docente tinha apenas desenhado os recursos um dentro do outro, após apresentar o seu raciocínio, a pesquisadora questionou quais seriam os recursos que estariam um dentro do outro e enquanto falava a docente complementou seu mapa escrevendo quais eram os recursos: *o ambiente virtual, que é o LEMATEC Studium, digamos, como se fosse diversas pastas que eu tenho dentro do computador e que eu posso jogar aqui para dentro, entendeu? Acho que é isso, o que antes tava pra fora, consegue ser incorporado dentro, é interessante, né? Eu achei.*

No mapa aparecem: o computador, o ambiente virtual (o qual refere-se ao LEMATEC Studium) e há a representação de um conjunto de outros recursos em que a professora descreveu como “o que pode colocar/inserir nele”. Nesse último mapa sua representação foi elaborada pensando no planejamento da aula, nos recursos que são utilizados, não nos recursos sendo utilizados na aula. Isto fica evidente no momento, em que, foi perguntado na entrevista final sobre quais os três principais recursos utilizados no ensino apoiado no LEMATEC Studium e os citados foram: slides, software de geometria dinâmica e fotos do modelo físico. Esses recursos citados, são representados pela docente como os recursos que podem ser colocados e inseridos no LEMATEC Studium.

5.4.9 Participação dos alunos

Os alunos não são os usuários ao qual focamos na validação da plataforma, uma vez que, temos por prioridade analisar a validação da parte de webdocumento studium, ao qual é utilizada pelos professores. Sendo assim, o foco de nossa pesquisa são dados referentes à docente participante. Contudo, achou-se válido observar participações de alunos, que influenciaram em algumas das fases da investigação realizada.

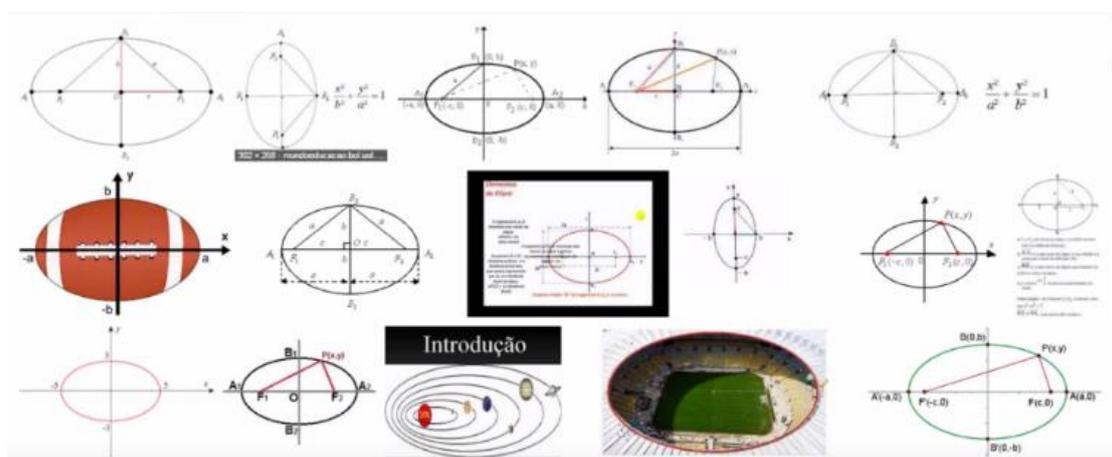
5.4.9.1 Fase 9 - Atividades Desenvolvidas pelos Alunos

As atividades que os alunos desenvolvem no ambiente não é um dos pontos a serem investigados na metodologia de investigação reflexiva, mas com o objetivo de analisar o recurso atividade, apresentado por Bellemain e Trouche (2017), que fundamenta a ideia de recurso em nossa pesquisa, nessa sessão são apresentadas algumas das atividades desenvolvidas por alguns alunos.

Para a coleta de dados utilizou-se o software aTube Catcher para capturar a tela dos computadores dos alunos, a captura foi realizada com o consentimento de todos.

As atividades dos estudantes foram observadas durante a interação deles com o primeiro exercício sobre elipse elaborado pela professora da disciplina. Tanto a docente, quanto a monitora auxiliaram os alunos no desenvolvimento das atividades. Cada aluno estava com um computador e tinha acesso ao LEMATEC Studium, durante a aula eles acompanhavam os slides, passando sempre que a professora passava. Foi possível constatar um dos alunos fazendo pesquisa online (no site Google) sobre exemplos de elipses.

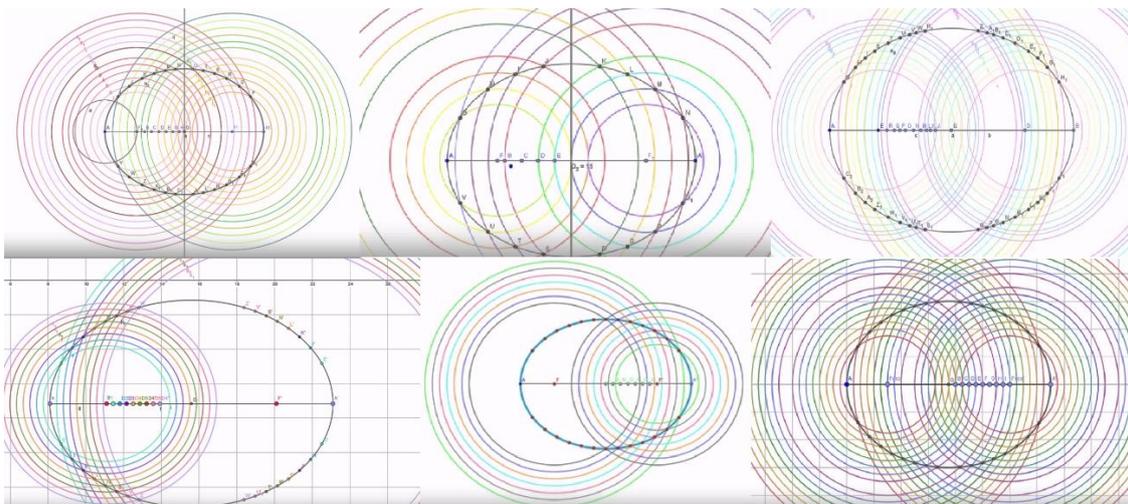
Figura 66 – Pesquisa feita durante a aula



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Embora cada estudante estivesse com um computador disponível, no momento de fazer os exercícios propostos grande parte deles ficavam interferindo na construção de colegas. Foi possível notar que muitos ajudaram os colegas tanto com dicas, ou descrevendo o passo-a-passo e até mesmo fazendo a construção para o colega, visto isso, apenas sete alunos conseguiram concluir as construções. Dos sete alunos, foi possível observar que seis utilizaram cores nas circunferências que constituíam as construções. O outro estudante que concluiu o exercício no momento da aula, apresentou apenas os pontos e a elipse com cor.

Figura 67 – Resultado final das atividades de seis alunos



Fonte: Captura de tela feita pela autora.

Ao relacionar esses dados com a primeira entrevista feita com a docente é notório que o estímulo feito pela mesma em aulas anteriores, pedindo que os alunos utilizassem de canetas coloridas para melhorar a visualização das construções, foram recebidos

Durante a observação das ações dos alunos, foi possível notar que os slides inseridos no webdocumento pela docente, serviram como um recurso auxiliar para a resolução dos exercícios, em que eles olhavam as construções das curvas presentes nos slides e voltavam para o GeoGebra para poder fazer suas construções. As ações dos alunos, nesse momento, se limitaram à olhar os slides e construir no GeoGebra, as interações realizadas no software em questão estavam relacionadas à elaboração da primeira atividade, em que eles construíram, mas não se utilizaram da geometria dinâmica em si, observou-se, que houve apenas uma passagem do papel para o computador, sem explorar a característica dinâmica do software.

No mais, com as ações realizadas pelos alunos no ambiente, a docente, que também observou as atividades dos mesmos, percebeu a interação que existiu com relação aos trabalhos dos colegas.

Com os dados obtidos durante a Investigação Reflexiva e na observação da atividade dos alunos, apresentamos na sessão seguir, os recursos utilizados pela docente.

5.4.9.1 Fase 10 - Questionário para os Alunos

A análise reflexiva do trabalho documental tem como foco as ações do professor durante a elaboração de documentos, os alunos são sujeitos secundários que não têm evidência. Como esse trabalho tem como finalidade a concepção de um produto a ser utilizado no ensino, para auxiliar na elicitacão de requisitos, foi aplicado um questionário com os alunos para complementar a Investigação Reflexiva, para que fosse possível obter informações sobre a atuação do produto em questão, na perspectiva de seu auxílio para aprendizagem.

O questionário foi online através da ferramenta de formulário do Google. Como o mesmo foi aplicado após as aulas de curvas cônicas, que ocorreram no final do semestre, não houve retorno de muitos alunos. De uma turma de vinte alunos, só dois responderam. Ainda assim, achou-se válido apresentar as respostas dos mesmos. As perguntas foram feitas com relação ao uso do LEMATEC Studium durante a aprendizagem de curvas cônicas. Classificaremos os estudantes como “**Sujeito A**” e “**Sujeito B**”.

- Com relação ao uso do LEMATEC Studium, para apresentar o conteúdo de curvas cônicas, quais os aspectos positivos e negativos:

Sujeito A: *somente positivo. A facilidade de construção.*

Sujeito B: *tirando os bugs³⁵ no sistema não tem pontos negativos no conteúdo, positivo teve vários pois facilitou a visualização e a construção das curvas.*

- Opinião e sugestões com relação ao layout/interface do LEMATEC Studium:

Sujeito A: *ela podia ser mais esperta, algo mais parecido com o funcionamento do AutoCAD³⁶.*

Sujeito B: *talvez uma ligeira mudança de design pra ficar mais instintivo e confortável aos olhos.*

- Os recursos apresentados auxiliaram na aprendizagem:

Sujeito A: *sim, na maioria deles.*

Sujeito B: *auxiliaram sim.*

³⁵ Termo usado para os erros existentes em plataformas, softwares, jogos digitais, dentre outros produtos digitais.

³⁶ Software desenvolvido para auxiliar em construções 2D e 3D.

- As atividades desenvolvidas, referente ao conteúdo de curvas cônicas, foram relevantes no processo de aprendizagem:

Sujeito A: *foram, pois eram temas que desconhecia.*

Sujeito B: *sim, os exercícios me ajudaram a fixar e compreender a construção das mesmas.*

- Pontos que gostaria de destacar sobre o uso do software de geometria dinâmica:

Sujeito A: *a exatidão na construção de modelos.*

Sujeito B: *nenhum.*

- Sobre o auxílio do LEMATEC Studium na aprendizagem:

Sujeito A: *permite construir mais facilmente modelos geométricos.*

Sujeito B: *na visualização.*

- Pensando no LEMATEC Studium como um ambiente para aprender geometria, quais mudanças propõe:

Sujeito A: *somente pediria para que fosse uma interface um pouco mais intuitiva e esperta no seu funcionamento, como disse antes, algo mais parecido com o funcionamento do AutoCAD.*

Sujeito B: *mudança no design para ficar mais acolhedor e concerto dos bugs.*

Observa-se que os dois alunos que responderam o questionário, alegaram que o LEMATEC Studium auxiliou em sua aprendizagem, quando o **Sujeito A** refere-se a facilidade de construção de modelos geométricos, é possível observar a confusão entre o recurso do software de geometria dinâmica e a plataforma em si, uma vez que, a mesma não apresenta ferramenta de construção de modelos geométricos, mas permite ao professor inserir um recurso, arquivo em branco do GeoGebra, para que torne possível essa modelagem aos alunos.

No que diz respeito a plataforma, os dois alunos alegam a necessidade do layout e funcionamento da mesma. Em que solicitam uma interface mais intuitiva, com um design mais “confortável aos olhos” (**Sujeito B**). Visto isso, os alunos alegaram requisitos técnicos, referentes ao design do LEMATEC Studium, não citaram requisitos no que diz respeito à aprendizagem de curvas cônicas, ou outros conhecimentos geométricos.

6 ANÁLISE DOS DADOS

Durante a Investigação, realizamos a oficina, onde a docente conheceu algumas ferramentas do LEMATEC Studium e teve uma prática inicial de como inserir alguns recursos. No mesmo dia, a professora iniciou seu primeiro planejamento da primeira aula sobre curvas cônicas, a qual pretendia apresentar os conceitos, as construções e aplicar exercícios referentes à elipse. Nesse primeiro planejamento que foi dividido em dois momentos, foi possível observar os esquemas de como utilizar a plataforma que iam sendo construídos pela docente. Nesse contato inicial, houve um conjunto de modificações de recursos e elaboração de webdocumentos, como por exemplo as alterações dos exercícios e dos slides. Durante a elaboração de um dos exercícios, o da tangente e as propriedades da elipse, houve a participação e influência de uma monitora da disciplina.

Foi nesse primeiro planejamento que observamos as mudanças das formas de pensar que a professora adquiriu, com relação a organização da aula. Essa mudança é refletida no seu segundo mapa de esquema de sistema de recursos desenhado por ela na entrevista final. No qual os recursos estariam integrados e pertencentes à um recurso maior. Ainda com relação ao primeiro planejamento, foram observadas algumas limitações no que se refere ao funcionamento da plataforma, parte destas já solucionadas pelo desenvolver, como por exemplo o problema do arquivo do software GeoGebra não carregar.

No segundo planejamento, observamos que foi feito de forma mais rápida, já que as ferramentas pareciam estar claras para docente, pelo fato de utilizar os mesmos tipos de recursos usados no primeiro planejamento. Essa velocidade da modelagem foi até comentada pela docente durante a entrevista final.

A descrição reflexiva feita pela docente apresentou reflexões realizadas por ela durante o planejamento, em que descreveu as modificações realizadas, outro momento que apresenta reflexões da docente é na entrevista final, em que fala sobre o grau do abstracionismo e a necessidade sentida por ela em sempre procurar uma maneira de auxiliar os alunos, inclusive na importância dos momentos de prática durante a aula.

Nessa direção, a análise dos dados obtidos foi realizada observando os elementos que constituem a abordagem documental. Dessa forma, analisou-se

as influências que participam do trabalho documental, o processo de gênese instrumental, o sistema de recursos apresentado pela docente participante da pesquisa, os esquemas de uso presentes e os documentos elaborados. Aqui, haverá uma adaptação da abordagem documental, no qual, apresentaremos o termo webdocumentação, ao invés de documentação.

6.1 INFLUÊNCIAS NO TRABALHO DOCUMENTAL DA DOCENTE

Como apresentado na descrição do questionário, a professora participante da pesquisa possui uma formação diversificada: graduação em arquitetura e urbanismo, especialização na área de design da informação, mestrado em desenvolvimento urbano e doutorado em psicologia. Sua atuação docente é na área de desenho e suas representações. Ela leciona disciplinas de geometria analítica, de modelos didáticos, de desenho técnico, dentre outras. No que diz respeito à sua didática, a professora utiliza-se de recursos materiais de visualização e há pouca interação das tecnologias da informação e comunicação e pouca utilização de softwares de geometria dinâmica em sua ação.

A docente apresenta uma organização de sistemas de aulas, que objetiva sempre a participação do aluno, através de perguntas e levantamento de problemas com relação às representações geométricas. Os conhecimentos geométricos são trabalhados tendo sempre como fim a aplicação de exercícios. A mesma defende a ideia da importância da prática e participação por parte dos alunos para a aprendizagem em geometria. Dessa forma, é possível destacar o recurso atividade como um fator evidente em sua prática, em que, este participa efetivamente em sua ação.

Outro fator a ser destacado, é que, durante seu planejamento não há colaboração, mas aparece a cooperação dos monitores da disciplina. Durante a observação de seu trabalho documental foi possível notar, como descrito no capítulo anterior, a participação de uma monitora, principalmente na elaboração dos exercícios.

Além disso, a professora planeja sua aula sempre com suporte nos materiais utilizados em turmas anteriores da disciplina, especificamente nos slides, que são armazenados no computador onde realiza sua webdocumentação. Toda a webdocumentação analisada nesta pesquisa foi

realizada na sala da docente na instituição que atua. Sendo assim, foi possível observar a relação da docente com o seu ambiente de trabalho.

No que diz respeito a instituição em que foi aplicada a Investigação Reflexiva, como dito pela docente, no questionário, há o estímulo ao uso de tecnologias da informação parcialmente na modalidade EaD, logo, é visto que no ensino presencial o mesmo não ocorre. Uma vez que, a instituição não estimula o uso de tais tecnologias no ensino presencial, a professora não vê a obrigação de utilizá-los, além disso, há o fator da mesma sempre priorizar as construções feitas no papel e a utilização de modelos manipuláveis físicos, como foi exposto nas entrevistas e no questionário. Visto isto, é possível observar as influências tanto de sua didática, quanto da instituição, em seu sistema de recursos e esquemas de uso, já que, estes são selecionados pela docente de acordo com sua didática.

Um outro fator que também influencia em seu trabalho documental, é a sua trajetória profissional, em que, ela utiliza experiências vivenciadas em outras disciplinas para guiar, em alguns momentos, o planejamento e sua ação. Como por exemplo, quando utilizou a experiência como professora executora na EaD para entender o funcionamento e planejar as aulas no LEMATEC Studium.

Além dessas influências externas o trabalho documental é norteado pelas situações matemáticas que deseja abordar. As escolhas dos recursos, a elaboração de esquemas e os documentos construídos, estão diretamente ligados às situações em que serão utilizados. Dessa forma, ao realizar uma análise do trabalho documental de uma docente, é importante olhar as situações matemáticas que nortearam a webdocumentação.

6.1.1 Situações das curvas cônicas

A situação matemática que norteou a webdocumentação da docente foi a referente às curvas cônicas. Os recursos foram selecionados, organizados e utilizados diferentes de turmas anteriores. A docente observou em outras classes, que ao ensinar várias construções das curvas cônicas, os alunos apenas decoravam o processo e não compreendiam o que estavam fazendo. Visto isto, a mesma pensou em abordar o conhecimento utilizando-se de lugar geométrico, pois além de ser algo já visto em aulas anteriores, esta acreditava

que por se desprender de valores de distâncias, os alunos não iriam se prender às técnicas de construção, mas sim, às propriedades que envolviam as curvas.

Lugares geométricos são conjuntos de pontos que possuem uma determinada condição. Como por exemplo, a parábola é formada por pontos que se equidistam da diretriz e do foco da mesma, logo, caso haja alguma alteração desses dois elementos, a parábola irá ser modificada. No caso da elipse, o valor da soma entre as distâncias dos focos a um ponto qualquer da mesma será constante, independentemente de onde o ponto esteja localizado na curva. A hipérbole segue o mesmo raciocínio de distância bifocal, em que, as distâncias dos focos a um ponto aleatório pertencente à curva, é semelhante a um segmento dado.

Assim sendo, os recursos, já conhecidos pela docente, foram selecionados, recombinaados e aplicados em conjunto com esquemas de uso, resultando na criação de webdocumentos que foram elaborados para essa situação matemática específica. Inicialmente foi possível observar o interesse da docente em extrair as relações dos elementos que constituíam as curvas e estavam articulados, em que, foram elaborados no software de geometria dinâmica (no GeoGebra) representações de uma parábola, uma elipse e uma hipérbole.

A professora modificou os exercícios, para que fossem feitos no software de geometria dinâmica e se adequassem à proposta de ensinar as construções das curvas explorando as propriedades de lugar geométrico. Como a maneira que desejava apresentar curvas cônicas exigia aos alunos enxergarem a relação das propriedades de equidistância e constantes, a docente elaborou webdocumentos que apresentavam as propriedades e as construções feitas no GeoGebra, para que os mesmos vissem as relações dos elementos e finalizava os planejamentos das aulas com exercícios que estimulavam a ação dos alunos, com intuito dos mesmos conhecerem as relações através da prática.

Com a construção dos webdocumentos no LEMATEC Studium, nota-se que os exercícios envolviam mais conhecimentos do que o de lugar geométrico pretendido pela docente. Sendo esses exercícios propostos:

1. *Traçar uma elipse (como lugar geométrico), sendo conhecidos o eixo maior (15cm) e a distância focal (9cm).*

2. *Determinar uma elipse usando o traçado dos círculos principais, sabendo que o eixo maior mede 8cm e o menor mede 5 cm. Marcar os focos.*
3. *Traçar a tangente e a normal a elipse. Após construção, mover o ponto de tangência. Quais propriedades vocês puderam identificar?*
4. *Traçar uma parábola (como lugar geométrico) de foco distante 2 cm da reta diretriz.*
5. *Determinar a tangente e a normal a um ponto da parábola da questão 0'4'.*
6. *Traçar a hipérbole de distância focal 7 cm, eixo real 4 cm. Determine as assíntotas à hipérbole.*
7. *Determinar as tangentes à hipérbole acima, por um ponto "P", distante 3 cm do seu centro.*

Dos sete exercícios propostos dois declaram que os alunos devem resolvê-los por lugar geométrico, três focam nas tangentes da elipse, da parábola e da hipérbole, um apresenta valores de distância para que encontrem elementos da hipérbole e um apresenta outra forma de construir elipse sem ser por lugar geométrico e sim pelos círculos principais.

Como visto nas entrevistas, trabalhar curvas cônicas na disciplina em questão não é algo tão simples, como dito pela docente, exige um grau de abstracionismo grande por parte dos alunos. Eles passam o semestre tendo contato com conhecimentos bidimensionais, com representações planas e sofrem uma espécie de quebra de conhecimento, quando em determinado momento já começam a trabalhar com secções. A situação das cônicas exige ao aluno um abstracionismo capaz de interpretar as secções e suas representações no plano e ao mesmo tempo que a professora tem que apresentar essas propriedades e ideias de tridimensionalidade, tem que ter atenção ao tempo, uma vez que há o prazo para finalizar a disciplina.

Dessa forma, além de utilizar sistemas de recursos que auxiliem de fato com esse abstracionismo dos alunos, é interessante que a docente tenha apropriação não só dos recursos que usa, mas também da situação matemática em que serão aplicados, para que possa prever e auxiliar em dúvidas que possam surgir e modele a aula de tal forma que além de estimular o desenvolvimento do conhecimento por parte dos alunos, atenda ao prazo da disciplina.

6.2 O PROCESSO DE GÊNESE INSTRUMENTAL DA DOCENTE

Para entender a plataforma a professora já quis iniciar a construção do primeiro webdocumento pensando em usá-lo na aula. A mesma desenvolveu os esquemas de uso da plataforma na perspectiva de ensinar curvas cônicas para a turma da disciplina de Geometria Gráfica Bidimensional. Dessa forma, no momento que a professora estava se instrumentalizando da plataforma, também estava instrumentando. Uma vez que, estava se apropriando do artefato e moldando o instrumento para aplicar em sua ação.

Ao observar o primeiro momento da professora com a plataforma, foi possível notar que o uso e entendimento da plataforma foi direcionada para uma situação de ensino específica, dessa forma, a docente conheceu determinadas ferramentas e elaborou esquemas específicos. Logo, não houve apropriação da plataforma nesse primeiro momento, mas sim, de algumas ferramentas pertencentes a ela.

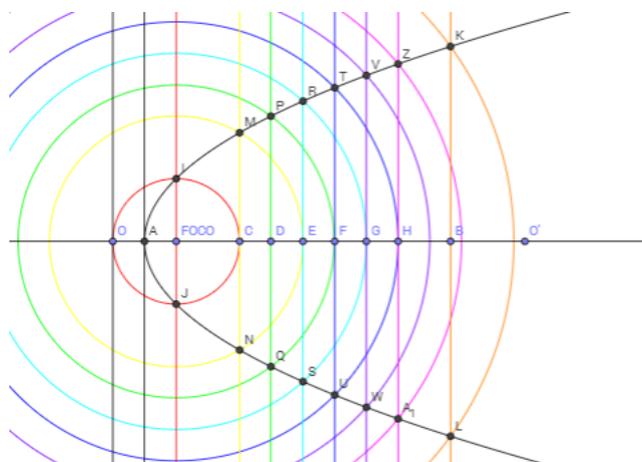
Como visto durante o planejamento, o recurso da construção da elipse feita no GeoGebra ficou desconfigurado no webdocumento (ver figura 45, página 92), o que poderia ter sido ajustado na interface de postar o recurso, alterando o tamanho do mesmo. Como a professora não tinha elaborado esquemas de uso de como configurar a resolução de um recurso na plataforma, optou por alterar o tamanho da elipse no software externamente à plataforma.

Ainda sobre o GeoGebra, percebeu-se que a docente não explorou de fato as propriedades de geometria dinâmica do mesmo. No qual, abria o software, usava as ferramentas para fazer alguma construção, salvava e mandava para a plataforma e durante a aula não explorava o dinamismo dessas construções. O mesmo ficou evidente na execução dos exercícios por parte dos alunos, em que, a maneira de construir mudou do papel para o software, mas não foram exploradas as propriedades de dinamismo nas construções.

Apenas na elaboração do exercício referente às tangentes da elipse (*3. Traçar a tangente e a normal a elipse. Após construção, mover o ponto de tangência. Quais propriedades vocês puderam identificar?*) constatou-se o uso do dinamismo por parte dos sujeitos. Uma vez que, para elaborar o exercício a docente manipulou a tangente, para observar suas propriedades e modelou o

aleatórios que fazem parte da construção da parábola, mas não influenciam em sua construção.

Figura 69 – movimentação do ponto K



Fonte: movimentação do ponto e captura de tela realizada pela autora.

Ao explorar essa construção dessa maneira, afirma-se que os escolhidos na reta do foco para encontrar a curva são selecionados aleatoriamente. E mesmo a docente dizendo na aula que esses pontos eram aleatórios, todos os alunos que realizaram a construção, utilizaram a mesma distância, pois estavam seguindo o modelo da docente que estava na plataforma e ambos não usufruíram da propriedade de dinamismo do software para observar estas propriedades.

Dessa forma, o software de geometria dinâmica utilizado era tanto um artefato, quanto um instrumento para a docente. Como dito anteriormente neste trabalho, o instrumento é uma construção mental feita pelo sujeito e é constituído do artefato mais os esquemas elaborados para utilizar o mesmo. Na medida em que a docente sabe construir elipse, parábola e hipérbole no software, o mesmo é considerado um instrumento, pois o sujeito em questão elaborou esquemas de uso para que fosse possível a construção destas curvas. Quando observamos a ausência de esquemas para utilizar o dinamismo (como por exemplo, relacionar uma reta com um plano, e quando altera a posição de um, o outro também sofre mudança), o software é considerado como artefato, já que não houve a apropriação desses esquemas do mesmo por parte do sujeito.

O mesmo ocorre com a plataforma, a docente elaborou o esquema de inserir um recurso, mas não se apropriou da ferramenta de alterar a resolução

do mesmo. Essa questão de ausência da apropriação de algumas ferramentas foi observada e comentada pela própria professora, em que durante a entrevista final disse que o LEMATEC Studium tem muitas ferramentas, mas que só ajudam depois que entende como elas funciona, assim como, também afirmou que queria conhecer mais as outras ferramentas, pois tinha interesse em utilizar a plataforma em outras disciplinas.

Durante a observação do planejamento foi possível notar claramente a instrumentalização de alguns recursos, como por exemplo, inicialmente a docente não tinha conhecimento sobre os tipos de webdocumentos disponíveis na plataforma e na medida em que ia mexendo com auxílio dos pesquisadores presentes, foi elaborando esquemas de como inserir determinado recurso nele, onde deveria colocar o texto para que aparecesse para os alunos. E com a prática foi aprendendo o que deveria colocar e onde, mesmo que não tenha se apropriado inteiramente da plataforma, viu-se que a mesma se instrumentalizou de algumas ferramentas.

No momento da aula a professora teve dificuldades em passar os slides que estavam no formato de pdf. Alegou em entrevista que tem o costume de utilizar os slides em power point e que não tinha o costume de utilizar no formato pdf, que era o formato disponível para inserir na plataforma. Ainda na entrevista, disse que sentia falta da barra de rolagem dos slides. Dessa forma, conclui-se que a mesma já tinha se apropriado do power point para passar os slides, mas não elaborou esquemas de como utilizar o pdf com o mesmo objetivo. Inseriu-o em sua prática, sem se instrumentalizar por completo, ocasionando um incômodo no momento da aula em que necessitava utilizar os slides.

Os recursos inseridos nos webdocumentos desenvolvidos pela professora, dependiam do processo de gênese instrumental da mesma com a plataforma e com os mesmos, para que esta tivesse um bom desempenho em sua prática. Isto posto, analisamos os recursos selecionados pela docente e as ações e participações dos mesmos durante a webdocumentação.

6.3 O SISTEMA DE RECURSOS APRESENTADO PELA DOCENTE

O sistema de recursos de um docente refere-se a um conjunto de recursos agrupados pelo mesmo para ser usado no ensino de um conhecimento

específico. Nesta perspectiva, durante a observação do trabalho documental, foram classificados nesta pesquisa os recursos da professora participante. A classificação foi realizada separando os recursos objetos de acordo com as utilizações dos mesmos nas fases que constituíram a atividade docente investigada na pesquisa.

Figura 70 – Classificação dos recursos

CLASSIFICAÇÃO	RECURSOS	UTILIZAÇÃO
ARMAZENAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> - PASTA NO COMPUTADOR; - PASTA NO DRIVE DO E-MAIL DA TURMA - LEMATEC STUDIUM; 	<p>RECURSO UTILIZADO PARA AGRUPAR O SISTEMA DE RECURSOS REFERENTE AS AULAS DE CURVAS CÔNICAS;</p> <p>UTILIZADO PARA INSERIR OS RESULTADOS DAS AÇÕES DOS ALUNOS.</p>
PARA AÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - ARQUIVO GEOGEBRA EM BRANCO PARA OS ALUNOS ELABORAREM OS EXERCÍCIOS; - CONSTRUÇÃO NO GEOGEBRA PARA OS ALUNOS CONSTRUÍREM EM CIMA E REFLETIR. 	<p>MODELADOS PARA QUE FOSSE POSSÍVEL A AÇÃO DOS ESTUDANTES, APRESENTA COMO RESULTADO O RECURSO ATIVIDADE DO PROFESSOR.</p>
AUXILIAR-CONHECIMENTO	<ul style="list-style-type: none"> - LIVRO AUXILIAR DIGITALIZADO; - SLIDES UTILIZADOS EM TURMAS ANTERIORES. 	<p>RECURSOS UTILIZADOS PARA CONSULTAR ASPECTOS RELACIONADOS AO CONHECIMENTO ESPECÍFICO.</p>
AUXILIAR-MODELAGEM	<ul style="list-style-type: none"> - SOFTWARE EDITOR DE TEXTO; - SOFTWARE GEOGEBRA; - SLIDES ELABORADOS PELA PROFESSORA; - FOLHA DE OFÍCIO. 	<p>RECURSOS QUE AUXILIAM DURANTE A MODELAGEM DA AULA, INCLUINDO A PARTE DA ATIVIDADE, NO LEMATEC STUDIUM.</p>
EXPOSIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - DATASHOW; - QUADRO; - LEMATEC STUDIUM; - COMPUTADOR. 	<p>RECURSOS UTILIZADOS DURANTE A AULA PARA EXPOR O ASSUNTO.</p>
APRESENTAÇÃO VISUAL	<ul style="list-style-type: none"> - TRABALHO DAS TANGENTES CONSTRUÍDAS ATRAVÉS DE DOBRADURAS; - CONSTRUÇÃO DAS CURVAS NO GEOGEBRA; - IMAGENS. 	<p>RECURSOS UTILIZADOS DURANTE A AULA PARA APRESENTAR PROPRIEDADES ATRAVÉS DE REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS.</p>

Fonte: elaborado pela autora.

Nesta pesquisa os recursos foram classificados de seis maneiras, sendo estas: *armazenamento*, *para ação*, *auxiliar-conhecimento*, *auxiliar-modelagem*, *exposição* e *apresentação visual*. Essas classificações foram realizadas com intuito de observar de que maneira os recursos objetos atuaram no trabalho documental da docente.

Na categoria de *Armazenamento* estão os recursos utilizados pela docente para depositar os demais recursos, apresentam caráter de organização e de arquivamento, fazem parte dele a pasta no computador, a pasta no drive do

e-mail da turma e o LEMATEC Studium, especificamente a interface de recurso. A docente utiliza-se de mais de um computador durante sua ação, em que, realiza seu trabalho documental em um, presente em sua sala na instituição que atua, e outro é utilizado em conjunto com o Datashow na transmissão dos slides para os alunos durante a aula. No computador que está em sua sala é onde armazena os sistemas de recursos de acordo com a disciplina ou a turma. A pasta no drive aparece por ter sido utilizada para os alunos depositarem os resultados dos exercícios feitos no software GeoGebra na primeira aula referente à elipse. No que diz respeito ao LEMATEC Studium como um recurso de armazenamento, destaca-se a interface de recurso, em que, todos os recursos relacionados às aulas de curvas cônicas adicionados pela docente na plataforma para elaborar os webdocumentos, foram inseridos e salvos na interface dos recursos.

Os recursos classificados *para ação*, estão relacionados aos que o professor utiliza e/ou modela para que os alunos desenvolvam ações com o fim de resolver alguma problemática. Visto isto, destacamos o arquivo em branco do GeoGebra e a construção pré-pronta também no GeoGebra elaborada pela docente. Ambos recursos foram inseridos em webdocumentos intitulados de atividade: 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07, para que os alunos pudessem fazer os exercícios propostos.

No que diz respeito ao *auxiliar-conhecimento*, leva-se em consideração o conhecimento do professor, na medida em que foram observados os recursos que apresentam os conceitos do conhecimento específico que o mesmo utiliza para montar sua aula. Além do livro didático auxiliar apresentado pela professora, também se destacam os slides utilizados em turmas anteriores, que apresentam partes textuais dos conceitos e que durante o planejamento a docente buscava tanto o livro quanto os slides para elaborar os webdocumentos e os exercícios.

No *auxiliar-modelagem*, como o próprio nome já diz, foram agrupados os recursos que auxiliaram na modelagem dos webdocumentos a serem aplicados nas aulas, em que a docente utilizou: software editor de texto (para alterar o tamanho da fonte), software GeoGebra (para alterar o tamanho da construção da elipse que estava sendo cortada no ambiente), folha de ofício (para observar

o perpendicularismo das retas de uma determinada construção) e os slides (servindo de roteiro para guiar as ordens e criações de webdocumentos).

Os slides servem em sua prática como uma espécie de roteiro para moldar a aula como visto na descrição do planejamento, mas ao ser modificado de acordo com as especificações da aula, a professora também o utiliza para a exposição do conteúdo para os estudantes.

Os recursos de *exposição*, foram utilizados para transmitir informações relacionadas ao conhecimento para os alunos, sendo estes: datashow, quadro, LEMATEC Studium e computador. O datashow não é um recurso de exposição por si só, mas ao estar conectado com o computador, projetou no quadro os slides, as construções, os webdocumentos produzidos, dentre outros recursos de informação. Logo, pode ser interpretado como um recurso auxiliar da exposição.

O quadro é evidenciado por ter sido nele que a docente escreveu por cima dos slides que estavam sendo projetados, para explicar alguma propriedade das curvas cônicas. O LEMATEC Studium, além de ter sido utilizado pela docente no momento da exposição do conteúdo para os alunos, também foi utilizado pelos mesmos durante a apresentação da aula e na elaboração dos exercícios, nele foram expostos os recursos selecionados pela docente, destacando a exposição dos slides na plataforma, em que os alunos tinham acesso ao assunto. O computador também é um recurso de exposição, pois além de ser conectado com o datashow e dá acesso ao LEMATEC Studium, também permite aos alunos utilizar ferramentas de pesquisas na web.

Os recursos utilizados pela docente que se enquadram na categoria de *apresentação visual* são: o trabalho de um aluno de turma anterior, as construções das curvas no GeoGebra e as imagens. Aqui destacam-se os recursos que apresentam propriedades do conhecimento através de suas representações gráfica. O trabalho utilizado apresentava a representação de tangentes obtidas através de dobraduras no papel, as construções das curvas no software de geometria dinâmica destacavam os elementos que constituem as curvas cônicas e as imagens apresentava aos alunos as curvas e suas existências em ambientes reais.

Sabendo dos recursos e suas funcionalidades durante o trabalho documental da docente, observa-se também esquemas de uso elaborados pela mesma para utilizá-los nas aulas de curvas cônicas.

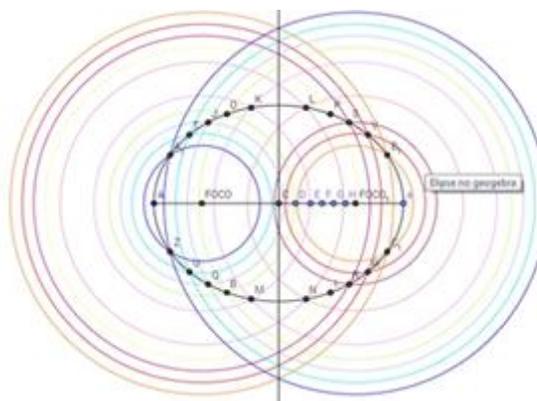
6.4 ESQUEMAS DE USO

Ao atribuir funções aos recursos, os esquemas de uso evoluem, de tal forma que, são construídas novas maneiras de utilizar o mesmo recurso. O sujeito integra este último em sua prática, ocorrendo o processo de instrumentação. Os esquemas evoluem de acordo com a interação do indivíduo, ao tentar adequar um recurso ou um sistema de recursos em uma situação específica, o sujeito molda os esquemas já conhecidos, assimila e aplica a situação em questão.

Isto pode ser visto nos esquemas elaborados pela docente para construir as curvas no software de geometria dinâmica, que estão relacionados aos já conhecidos pela mesma para realizar as construções no papel com instrumentos de desenho. Ao aplicar as formas de construções já conhecidas e não se apropriar das propriedades de dinamismo do mesmo, não há a evolução dos esquemas de uso do software de geometria dinâmica.

Inicialmente, a docente aplica um esquema conhecido, pegando como exemplo a elipse construída pela mesma, insere pontos aleatórios no segmento que representa o eixo maior, seleciona a ferramenta compasso do software e traça as circunferências da construção, seleciona a ferramenta de vértice e destaca as interseções entre as circunferências que formam a elipse e traça a elipse.

Figura 71– Elipse construída pela docente



Fonte: Captura de tela realizada pela autora

Como visto, a professora aplicou um processo que ela realiza no papel e repetiu no software. Caso ela construísse outra elipse fazendo a articulação entre os elementos, o esquema evoluiria.

Durante a interação da professora com o LEMATEC Studium foi possível observar a evolução do esquema de uso referente ao acesso às interfaces. Primeiramente, a mesma ia clicando nos botões até acessar a interface, em determinado momento começou a alterar os nomes das interfaces na aba de pesquisa para acessar a que desejava. Visto isto, observa-se uma evolução de um esquema de uso.

No primeiro momento o LEMATEC Studium era um artefato para a docente, mesmo já tendo experiência com outra plataforma durante sua atuação na EaD, esta não havia elaborado esquemas de utilização para o LEMATEC Studium. É notório que inicialmente a mesma não sabia onde e para o que serviam as ferramentas, com suas interações com a plataforma foi elaborando maneiras de manipular o ambiente e moldar suas aulas.

No que diz respeito ao processo de adicionar os recursos, a professora não explorou as ferramentas de modelagem, como por exemplo manipular a resolução que apareceriam no webdocumento. Isto foi visto no momento em que um arquivo do GeoGebra foi adicionado e, ao observar o recurso no webdocumento, foi mostrado que estava sendo cortado na página (ver figura 45, página 92) e ao contrário de voltar para a interface de inserção do recurso, preferiu utilizar o GeoGebra externamente à plataforma e ajustar as medidas da construção. Isto é, utilizou-se um instrumento ao invés de elaborar esquemas para utilizar determinado artefato.

A partir do planejamento, observa-se que até o processo de modelagem das aulas passou a ser executado em tempo menor, no momento em que a professora já havia elaborado esquemas de como inserir um recurso, substituir, adicionar ao webdocumento, dentre outras interações. Mesmo apresentando dificuldades em modelar os recursos na plataforma, conclui-se que a docente elaborou esquemas para utilizar a plataforma, bem como evoluiu alguns destes.

6.5 WEBDOCUMENTOS ELABORADOS

Quando o professor combina um sistema de recursos e esquemas de uso para serem aplicados em uma situação matemática e ambiente específico, dá-se origem a um documento que será aplicado para o ensino do conhecimento em questão, assim é afirmado na abordagem documental. Assim sendo, esta pesquisa integra essa ideia de documento ao meio digital utilizando o termo webdocumento, originado da Escola de Altos Estudos e apresentado na sessão 3.3 do capítulo 3 deste trabalho.

Levando em consideração a imagem 70 (página 128) e a ideia de documento sendo um conjunto de recursos mais esquemas de uso, geramos uma classificação dos webdocumentos (documentos na web):

Figura 72 – Classificação dos webdocumentos

CLASSIFICAÇÃO	RECURSOS USADOS	ESQUEMAS DE USO	INTENÇÕES
ARMAZENAMENTO PROFESSOR	VÁRIADOS	VÁRIADOS	Webdocumentos criados pelos professores e ficam salvos na parte de edição, mas não são disponibilizados para os alunos.
ARMAZENAMENTO ALUNO	- ARQUIVO GEOGEBRA EM BRANCO PARA OS ALUNOS ELABORAREM OS EXERCÍCIOS; - CONSTRUÇÃO NO GEOGEBRA PARA OS ALUNOS CONSTRUIREM EM CIMA E REFLETIR.	CONSTRUÇÕES GRÁFICAS	Webdocumento gerado pelo aluno, no qual armazena na plataforma a construção feita no espaço disponibilizado pelo professor.
AUXILIAR CONHECIMENTO	- APRESENTAÇÃO DE SLIDES - TEXTOS; - IMAGENS.	LER; VISUALIZAR.	Webdocumentos desenvolvidos para expor os conceitos dos conhecimentos que estão sendo apresentados.
AUXILIAR VISUALIZAÇÃO	- CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS NO SOFTWARE DE GEOMETRIA DINÂMICA; - IMAGENS DA REALIDADE; - IMAGENS DAS CONSTRUÇÕES.	VISUALIZAR; INTERAGIR.	Webdocumentos construídos pelo professor para auxiliar os alunos na visualização gráfica da situação matemática
AValiação	- CONSTRUÇÕES FEITAS PELOS ESTUDANTES; - TEXTOS ESCRITOS PELOS ESTUDANTES.	LER; VISUALIZAR; ANALISAR; CORRIGIR.	Webdocumentos gerados com os resultados das construções feitas pelos alunos, após salvarem "para avaliação", no qual o professor pode observar as construções.

Fonte: Elaborado pela autora

Geramos cinco classificações de webdocumentos, levando em consideração os recursos utilizados pela docente participante da pesquisa: armazenamento professor, armazenamento aluno, auxiliar conhecimento, auxiliar visualização e avaliação. As classificações foram realizadas, levando em consideração os recursos, os esquemas e as intenções existentes de como esses webdocumentos seriam utilizados.

No **armazenamento professor**, os recursos e esquemas são variados, pois refere-se aos webdocumentos que ficam salvos na plataforma, ao qual só o professor tem acesso e cabe a ele decidir se torna público ou não. Na interface “webdocumentos” do LEMATEC Studium, há uma lista de webdocumentos já modelados pelos professores, os quais possuem os recursos escolhidos e inseridos por eles.

O **armazenamento aluno** é especificamente o webdocumento em que este salva uma construção realizada por ele e armazena a construção e só ele tem acesso, se não optar por “salvar para avaliação”.

Auxiliar conhecimento são os que têm a intenção de utilizar recursos para apresentar os conhecimentos que serão trabalhados, no caso dos desenvolvidos pela docente, foram utilizados os recursos: apresentação de slides, textos e imagens.

O webdocumento do tipo **auxiliar visualização**, foram construídos tendo como intenção auxiliar os alunos na visualização das representações gráficas do conhecimento específico.

Os webdocumentos **avaliação** foram gerados pelos alunos ao optarem, na plataforma LEMATEC Studium, para “salvar para avaliação” uma construção de um exercício proposto pela professora. Ao salvar para a avaliação, a professora tem acesso as construções realizadas pelos alunos.

No que diz respeito ao webdocumento como produto de uma webdocumentação no LEMATEC Studium, observou-se que a professora participante da pesquisa não utilizou uma grande quantidade de recursos no mesmo. Foi visto que em uma aula tinham vários webdocumentos cada um destes com um ou no máximo dois recursos. A docente não agrupou os recursos em um só webdocumento, mas pode-se entender que organizou os recursos de acordo com o momento e as ações que seriam realizados.

Ao analisar o planejamento da mesma pode-se dizer que os recursos foram agrupados em conjunto com esquemas de utilização e os webdocumentos desenvolvidos formam um sistema de webdocumentos destinados ao ensino de um assunto específico. Podendo interpretar sua modelagem das aulas composta por dois sistemas de recursos. Em que, um direcionou-se à apresentação do que são curvas cônicas e ao ensino de elipse e o outro ao ensino de parábola e

hipérbole. Nomeados pela docente de “aula 01” e “aula 02” (ver imagem 54, página 98)

Os webdocumentos criados foram do tipo lista, que a plataforma oferece a opção de colocar em sequência um conjunto de recursos. Do total de treze webdocumentos criados pela docente, seis foram compostos por um recurso (slide ou representação das curvas no GeoGebra), os demais eram exercícios que tinham arquivos do GeoGebra para que os alunos executassem ação e o texto explicando o que deveria ser feito.

Indo além da plataforma, observa-se alguns webdocumentos desenvolvidos pela docente em seu computador. Quando, por exemplo, modificou o conteúdo e o formato dos slides para que se adequassem à proposta e à plataforma. E no momento que modificou a construção referente às tangentes, para propor um exercício diferente.

Assim sendo, a docente deu origem à webdocumentos externamente ao LEMATEC Studium, inseriu na plataforma, modelou-os resultando em webdocumentos que foram agrupados de acordo com o conhecimento que desejava-se trabalhar, constituindo um sistema de webdocumentos.

6.6 ANÁLISE DO ENSINO DE CURVAS CÔNICAS

Para elicitare os requisitos de um material que tem como proposta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem e por esta pesquisa ter como foco o conhecimento de curvas cônicas, faz-se necessário conhecer e analisar a maneira como é transmitido este conhecimento e se, de fato, estimula a aprendizagem do aluno. O objetivo aqui não é descrever qual a melhor maneira de ensinar curvas cônicas, mas sim, analisar quais recursos utilizados e como ocorre o ensino em um ambiente digital.

No que diz respeito a representação espacial de conteúdos que exigem do aluno a capacidade de abstracionismo, como o professor pode estimular essa capacidade? Quais recursos utilizar?

Como apresentado na sessão 5.2.2 do capítulo 5, pesquisas apontam que parte dos professores recorrem à utilização de softwares de geometria dinâmica, em particular o GeoGebra. No GeoGebra os professores podem explorar o

dinamismo e apresentar a relação entre os elementos e as propriedades das curvas cônicas.

Para que o aluno possa compreender o que está acontecendo durante essa interação, o docente precisa instrumentalizar o software, bem como se apropriar do conhecimento. Se o professor não é capaz de ter o abstracionismo para interpretar as curvas em sua representação espacial, não terá segurança para auxiliar seus alunos. O que compromete seu processo de ensino.

Analisando em específico o caso da turma que foi realizada a pesquisa, os alunos estavam em seu primeiro período da graduação, recém-chegados do ensino médio e 80% estavam tendo o primeiro contato com a geometria de sua forma gráfica. Pesquisas como a de Piza (2008) falam sobre o ensino de curvas cônicas no ensino médio se limitarem apenas à sua representação analítica e que esse fato é resultante da formação dos professores.

Por ser um tipo de conhecimento que exige trabalhar com construções das representações das curvas, além de expor com clareza as propriedades, espera-se que o professor escolha a forma de construir que mais se adeque aos conhecimentos já trabalhados com a turma e que estas construções apresentem justificativas relacionadas com suas propriedades.

No caso da disciplina, em que ocorreu a investigação dessa pesquisa, abordava os elementos bidimensionais trabalhando com a geometria plana e em certo momento começa a trabalhar com curvas cônicas. E que para entender seus conceitos é necessário compreender suas representações espaciais. Ou seja, os alunos são jogados na tridimensionalidade, sem ter o conhecimento básico do que é secção e rebatimento.

Nesse momento entra a necessidade da docente de selecionar recursos que auxiliem na visualização dos estudantes e que a mesma tenha propriedade no que e como ensinar. Com a influência de sua trajetória profissional, foi visto que a professora participante alterou a maneira de ensinar curvas cônicas para se adequar ao contexto em que estava inserida.

Ao observar os resultados obtidos em turmas anteriores na mesma disciplina, a mesma notou que a maioria de seus alunos apenas decoravam o passo-a-passo das construções e não prestavam atenção para o que estavam fazendo e ao significado. E que esse é um dos fatores que se destacam na geometria em geral, não só no ensino de curvas cônicas.

Uma ideia da professora é de apresentar um cone, representar suas secções causadas por um plano e por fim mostrar as curvas formadas, para então poder trabalhar com suas propriedades e como construí-las. A associação das curvas com elementos que pertencem ao cotidiano dos estudantes, também pode auxiliar na compreensão dessas.

O uso de modelo manipulável foi citado como um dos principais recursos pela professora, mesmo não tendo utilizado vale destacar a importância desse. Ao olhar a secção ocorrendo em sua frente, os alunos observam que é real e que não é um conhecimento preso no espaço. Quanto mais o professor tornar real esse conhecimento, maior é a probabilidade de os alunos associarem as representações.

6.7 ANÁLISE FINAL

No que diz respeito aos aspectos da investigação reflexiva, vale salientar os tipos de atividades dos professores de matemática que estiveram presentes durante o processo. Levando em consideração os sete tipos descritos no capítulo 3 (sessão 3.2.3.1)³⁷ destacam-se na investigação todas as famílias supracitadas, em que foi possível observar:

1. A professora refletindo sobre sua prática, no qual descreveu essa reflexão no papel e durante a entrevista final;
2. Modelou e implementou o planejamento levando em consideração o calendário acadêmico;
3. Orientou os alunos durante a introdução e momentos de descoberta sobre as curvas cônicas;
4. Orientou classe no momento de síntese, disponibilizando as informações nos slides;
5. Desenhou e implementou o uso de construções das curvas na tecnologia, sendo essa o software de geometria dinâmica, o GeoGebra;
6. Elaborou e aplicou momentos para avaliação, no qual utilizou-se de exercícios a serem realizados no GeoGebra;
7. Aplicou o planejamento em aula e acompanhou a interação dos alunos no cenário orquestrado.

³⁷ Uma reflexão sobre a prática [Pensando]; desenhar e implementar o planejamento e gestão do tempo de ensino [O calendário]; desenhar e implementar momentos de descoberta e introdução [A descoberta]; desenhar e implementar momentos de síntese e contribuições matemáticas [O resumo]; desenhar e implementar os momentos do trabalho técnico [A tecnologia]; desenvolver e implementar épocas de avaliação [A avaliação]; gerir a sala de aula e acompanhar os alunos [Track];

Com tal, evidencia-se a complexidade do trabalho docente em gerenciar os momentos de cada tipo de atividade, bem como, a importância da investigação reflexiva em auxiliar na observação das ações realizadas em cada tipo de atividade.

No que diz respeito à gênese instrumental, ao observar a webdocumentação da docente, constata-se que a apropriação de um artefato é feita de forma gradativa e que o sujeito pode ter um instrumento e um artefato ao mesmo momento e integrar em sua prática. Por isso, notou-se na pesquisa que essa não apropriação de algumas propriedades de um artefato pode resultar no uso de um recurso que poderia ser melhor explorado para auxiliar no processo de aprendizagem, bem como durante o trabalho documental.

Mesmo a professora elaborando esquemas de como utilizar a plataforma, sentiu-se falta da exploração de algumas ferramentas, para que fosse possível uma melhor análise do uso do LEMATEC Studium. Tendo como exemplo a não modelagem dos recursos dentro do ambiente.

Não há como um sujeito se apropriar por inteiro de um artefato no momento que deseja, esse processo precisa de prática, de situações diferentes, que o estimulem a sair de sua zona de conforto e necessite desenvolver novos esquemas de utilização, novos documentos, dentre outros elementos a serem integrados.

Devido a isso, vale destacar o desempenho da professora, por sair de sua zona de conforto de uma aula guiada por objetos físicos e fazer uso do meio digital. Adequou sua didática a plataforma, alterou as propostas dos exercícios para que fosse utilizado o software de geometria dinâmica. Mesmo não fazendo uso do dinamismo do software, a docente elaborou formas de como utilizar o mesmo, levando em conta que ela não tem o contato frequente.

Na entrevista final a própria diz que tem interesse em aprender mais sobre a plataforma, saber para que serve as ferramentas que não foram utilizadas. Apropriar-se de um artefato, principalmente quando esse apresenta uma variedade de funções, é um processo que também necessita da vontade do sujeito em conhecer mais sobre.

Com relação aos mapas esquemáticos dos sistemas de recursos apresentados pela docente, nota-se uma modificação geral, não só na representação, mas na forma como a docente descreve seu sistema. O

interessante é que nos dois primeiros mapas elaborados na primeira aula, os recursos foram expostos de forma separada, conectados por setas que indicavam ações explicadas pela professora. Já no mapa final, elaborado na última entrevista após a utilização do LEMATEC Studium, a mesma apresenta uma estrutura de mapa que os recursos estão pertencentes.

Representou seu mapa composto por um recurso maior, que dava suporte para a utilização de outro e dentre desse outro eram inseridos outros recursos. Como se seu sistema fosse formado de recursos integrados e articulados entre si.

No que diz respeito ao funcionamento da plataforma, mesmo com alguns bugs, já concertados, conseguiu suprir as necessidades da docente e foi bem vista pelos dois alunos que responderam o questionário online.

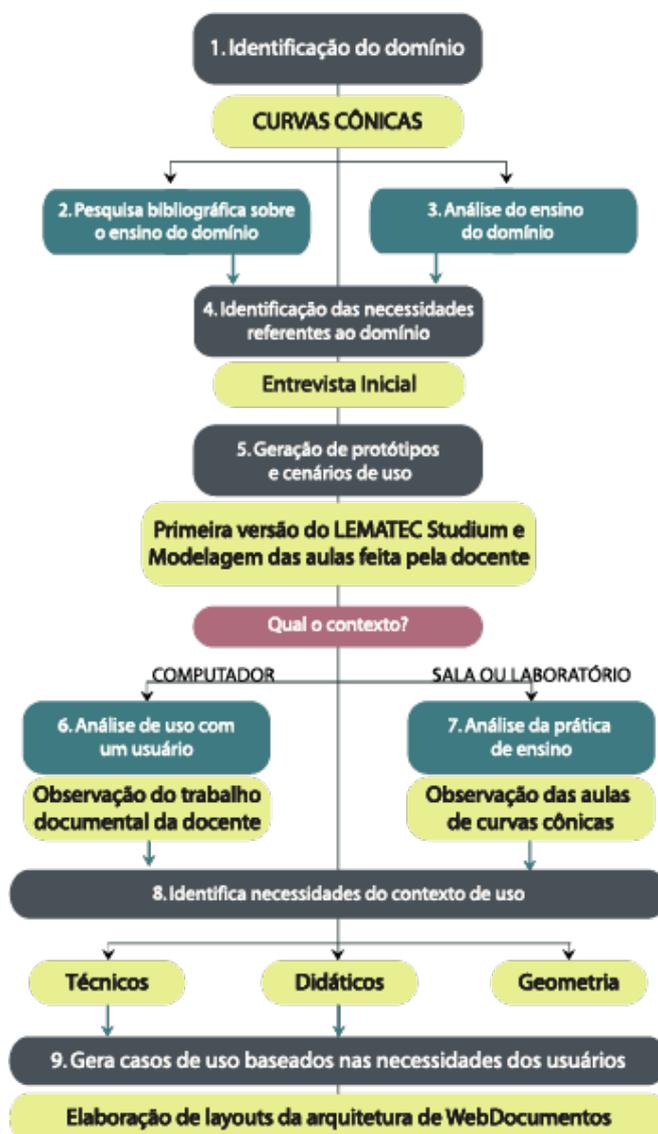
Por fim, vale destacar que os recursos foram selecionados pensando no ensino de curvas cônicas e que mesmo esse conhecimento apresente a necessidade de abstracionismo por parte dos alunos, grande parte da turma demonstrou compreensão durante a aula, mesmo não tendo completado todos os exercícios. O comportamento da turma influencia muito no processo de ensino-aprendizagem e como visto, durante a descrição dos dados, poucos alunos desenvolveram os exercícios, parte dos alunos chegavam atrasados nas aulas, o que compromete o tempo de exposição do conteúdo.

Como o objetivo da investigação era auxiliar na elicitación dos requisitos de um suporte para a elaboração dos webdocumentos, nos prendemos aos dados que contribuem com o objetivo. Com algumas dicas que foram dadas pelos alunos que participaram e pela docente e com observações do trabalho documental da docente, foram levantados os requisitos, apresentados no capítulo a seguir.

7 ELICITAÇÃO DOS REQUISITOS DE UM SUPORTE PARA A ELABORAÇÃO DE WEBDOCUMENTOS VOLTADOS PARA O ENSINO DA GEOMETRIA

Os requisitos elicitados seguem a Engenharia de Softwares Educativos de Tchounikine (2011), adaptou-se o modelo da engenharia de elicitação de requisitos apresentada por Gomes e Wanderley (2003) para organizar a estrutura da elicitação.

Figura 73– Elicitação dos requisitos do suporte



Fonte: Elaborado pela autora, seguindo o modelo apresentado por Gomes e Wanderley (2003)

O domínio, refere-se ao conhecimento em questão que é geometria, em que restringimos às curvas cônicas. A pesquisa bibliográfica, bem como a

análise de seu ensino foram feitas e apresentadas na sessão 5.2.1 do capítulo 5. Com essa pesquisa e análise, identificou-se as necessidades referentes ao domínio (curvas cônicas), fazendo a entrevista inicial com a professora participante, tendo como um dos objetivos saber o que essa julgava como recursos importantes para ensinar curvas cônicas, a fim de, preparar o LEMATEC Studium.

Dentre as necessidades apresentadas pela docente e citadas anteriormente na descrição da entrevista, estavam o software de geometria dinâmica, a opção de inserir slides, imagens e vídeos. Dessas, todas já estavam contempladas na plataforma.

Seguindo com a etapa de “geração de protótipos e cenários de uso”, não houve necessidade de elaboração de protótipo, pois os requisitos à serem elicitados eram direcionados ao LEMATEC Studium, que apresenta, até o momento, sua primeira versão e era em cima dessa versão que desejava-se avaliar o uso do mesmo. Quanto aos cenários de uso, diz respeito aos webdocumentos modelados pela docente participante, em que foram observadas as ações realizadas e observados os dois contextos em que a plataforma foi inserida.

O primeiro relacionado a análise de uso com um usuário, seguindo os aspectos da gênese instrumental, que foi realizado observando o trabalho documental da docente e acompanhando o desempenho da plataforma durante esse processo. Seguindo com a análise da prática no ensino, realizado na disciplina de Geometria Gráfica Bidimensional durante sua utilização em três aulas das quatro observadas.

Ao identificar as necessidades do contexto de uso, os requisitos foram agrupados em três categorias: técnico, didático e geometria. Com objetivo de apresentar os requisitos necessários básicos no que diz respeito à tecnologia, didática em geral (o que está relacionado ao ensino, não especificamente da geometria) e a geometria, especificando o conhecimento de curvas cônicas, que é o foco da pesquisa. Além de levar em consideração as etapas supracitadas, incluímos os resultados obtidos da investigação reflexiva realizada, sendo estes requisitos:

Técnicos

- Inserir na ferramenta de editor de texto, a possibilidade de modificar o tamanho da fonte, bem como apresentar a opção de inserir parágrafo mais evidente;
- Inserir pré-visualização, na parte de alterar a resolução, de como os recursos irão aparecer na plataforma, para facilitar a modelagem;
- Inserir as mensagens de retorno, após uma ação, para evitar dúvidas aos usuários se algo foi ou não alterado/salvo;
- Fazer uma relação entre as interfaces, que não necessite ir fechando as páginas para chegar na inicial, provocando a redução de páginas abertas ao mesmo tempo.

Didáticos

- Por se tratar de uma plataforma que tem como um dos objetivos dar suporte ao trabalho documental do professor, destaca-se a necessidade de: inserir uma opção de diário de bordo, para que o professor possa registrar seu trabalho documental, podendo auxiliar na aplicação de uma investigação reflexiva;
- Possibilitar ao professor armazenar seus sistemas de recursos em categorias de acordo com sua preferência, possibilitando organização e auxiliando ao professor em sua busca por algum recurso que deseja inserir em um webdocumento que esteja criando/modificando;
- Explicação de cada tipo de recurso que pode ser inserido na plataforma. Tornando mais claro ao professor, quais recursos são suportados na plataforma;
- Tutorial apresentando as ferramentas de configurações do webdocumento, para que o professor possa guiar suas ações sem a interferência de um pesquisador, tornando sua instrumentalização um processo mais natural;
- Inserir uma maneira de utilizar os slides com barras de rolagem e que permita os slides conterem animações. Contemplando as necessidades de professores que preferem trabalhar com slides menos estáticos ao utilizar arquivos em pdf;

Geometria – Curvas cônicas

- Ferramenta do software de geometria dinâmica que permita alterar cores de elementos das construções, para auxiliar na visualização;
- Modelo de webdocumento pré-estabelecido, para ser utilizado pelos estudantes para fazer os exercícios, tendo como elementos básicos um arquivo em branco de um software de geometria dinâmica e um texto editável;
- Possibilidade de inserir um arquivo com uma construção 3D que possa ter elementos manipuláveis pelos estudantes;
- Apresentar um editor de texto que permita a utilização de expressões gráficas na escrita. No caso, por exemplo, de um professor desejar escrever que um segmento é perpendicular a outro utilizando-se de expressões;

Mais que os requisitos elicitados nesta pesquisa, vale destacar requisitos que pertencer a proposta do LEMATEC Studium, que ainda não estão contemplados na plataforma:

- A possibilidade de rastreamento da atividade do aluno. Seguindo a proposta do LEMATEC Studium e que também se destaca como importante, para que os professores tenham acesso às ações dos estudantes. E sendo essas ações, o recurso atividade que contribui com o trabalho docente;
- Articular os recursos, principalmente quando for utilizado mais de um tipo de representação de um mesmo objeto. Auxiliando no processo de compreensão de aluno, no que diz respeito a relação das representações utilizadas.
- A possibilidade de rastrear os processos de construções geométricas dos alunos, quando utilizado o software de geometria dinâmica.

Com essa elaboração de requisitos, organizados em três categorias, geramos casos de uso de acordo com as necessidades apresentadas. Em que, elaboramos propostas de layouts de webdocumentos direcionados para o ensino de conteúdos geométricos, bem como, uma arquitetura que auxilie a elaboração desses webdocumentos.

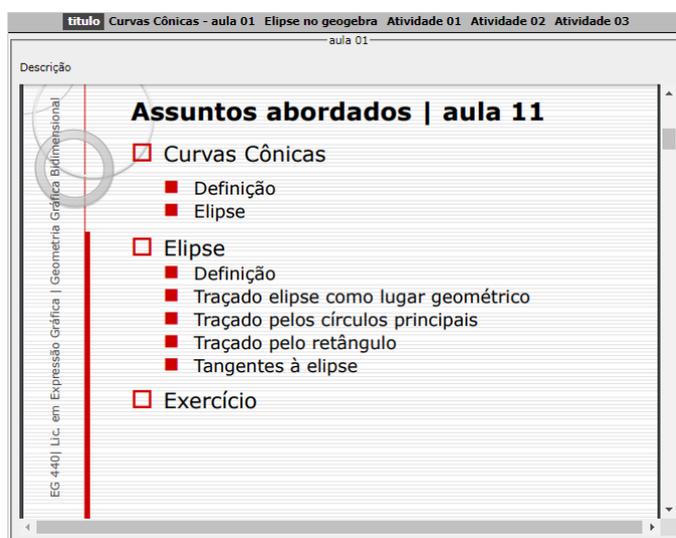
8 ARQUITETURA DE WEBDOCUMENTOS DIRECIONADOS AO ENSINO DA GEOMETRIA

Neste capítulo são apresentadas propostas de arquiteturas de webdocumentos destinados ao ensino da geometria, dando destaque aos recursos utilizados para o ensino de curvas cônicas.

Tendo em vista que um webdocumento é formado por um conjunto de recursos e esquemas de utilização e que sua construção é realizada pelo professor, elaboramos uma arquitetura pré-estabelecida de webdocumentos direcionados ao ensino da geometria, levando em consideração os recursos utilizados pela docente participante da investigação descrita anteriormente.

Contudo, pode-se destacar dois tipos de arquiteturas usadas pela docente: webdocumento expositivo e webdocumento atividade. No primeiro, composto por arquivo em pdf, eram utilizados os slides com a exposição do conhecimento a ser trabalhado na aula.

Figura 74 – Webdocumento expositivo da docente



Fonte: captura de tela feita pela autora

Outro tipo de webdocumento expositivo, formado por representação da forma geométrica no software de geometria dinâmica, auxiliava na visualização dos alunos, pois nele eram expostas as representações das construções das curvas e os alunos poderiam observar as propriedades envolventes.

Isto posto, foram elaborados dois modelos seguindo estes tipos de webdocumentos, tendo como intuito apresentar um layout de uma arquitetura de webdocumento pré-estabelecida, com tal, espera-se que a modelagem do docente seja executada em tempo curto e o mesmo possa dar mais atenção ao conhecimento em si e em sua instrumentalização.

As propostas apresentadas levaram em consideração o formato da primeira versão da plataforma LEMATEC Studium, uma vez que a edição do webdocumento ocorre nesta.

A arquitetura elaborada do primeiro tipo de webdocumento, visou o requisito de articulação entre os diferentes tipos de recursos que podem ser utilizados para a exposição. Assim como, também evidenciou os recursos usados pela docente na investigação. Visto isto, propõe-se uma arquitetura composta pelo recurso do slide em pdf, parte de edição textual para a descrição ou outro tipo de informação e a representação da forma no software de geometria dinâmica, no caso o GeoGebra.

Figura 77 – Proposta para arquitetura de webdocumento expositivo



Fonte: elaborado pela autora

Pensando nesta arquitetura e nos recursos usados, elaborou-se uma representação de como ficaria a organização:

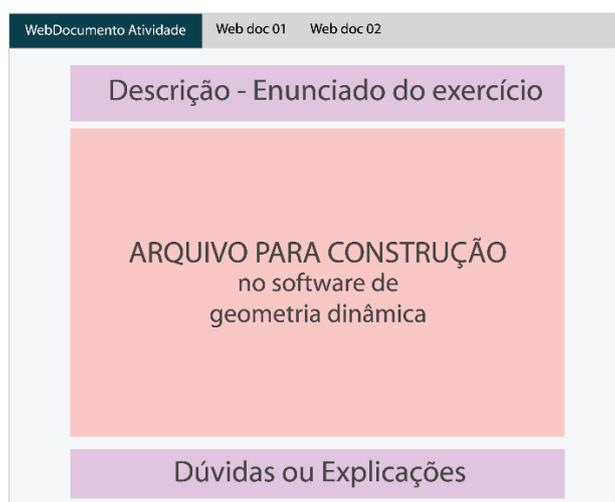
Figura 78 – Recursos na arquitetura proposta 01



Fonte: elaborado pela autora

O segundo modelo de arquitetura de webdocumentos sugerido, leva em consideração os recursos utilizados para a realização dos exercícios propostos pela professora participante da investigação. Sendo esses: Arquivo em branco do software de geometria dinâmica, que permita a interação do aluno e salvamento para a avaliação, como também permita ao mesmo adicionar texto, com alguma explicação do processo feito na construção, ou com possíveis dúvidas surgidas durante as ações, também há a necessidade de um espaço textual, para que o professor possa descrever qual o exercício a ser realizado.

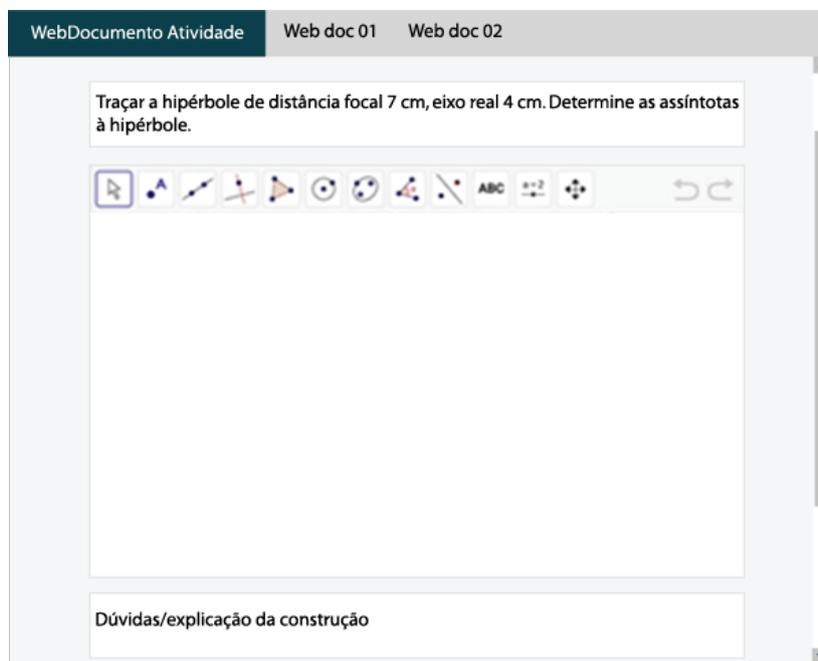
Figura 79 – Proposta para arquitetura de webdocumentos Atividade



Fonte: elaborado pela autora

Seguindo este modelo, a modelagem do webdocumento atividade, utilizando os recursos apresentados pela docente, ficariam como é apresentado na figura 80.

Figura 80 – Recursos na arquitetura proposta 02



Fonte: elaborado pela autora

É importante destacar que as arquiteturas propostas aqui apresentadas, não têm o objetivo de limitar o trabalho documental do professor, são apenas para fornecer modelos de webdocumentos básicos destinados ao ensino de conhecimentos geométricos, especificamente o conhecimento de curvas cônicas, considerando a investigação e pesquisa bibliográfica realizadas.

Nesta perspectiva, além destas duas arquiteturas, também estaria à disposição da professora, a opção de modelar um webdocumento sem estrutura definida, cabendo ao docente organizar e posicionar os recursos selecionados, de acordo com suas necessidades. Logo, na parte de gerenciamento de webdocumentos, no início da edição, estariam três opções a serem escolhidas: exposição, atividade e novo. Ao optar pelo tipo “novo”, estariam à disposição uma estrutura tipo lista, o qual o professor organizaria em uma sequência linear os recursos selecionados, como também o tipo texto, em que os recursos são dispostos no meio de um texto, com hiperlinks, dentre outros recursos. Essa parte do novo, segue a proposta dos tipos já implementados na primeira versão do LEMATEC Studium.

Figura 81 – Simulação de layout para a seleção do tipo de Webdocumentos

Nome de quem ta logado Logout

DISCIPLINA Geometria Gráfica Bidimensional

Programa Turma Disciplina Diário de Bordo

final.ed.

Fevereiro, 2018

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

Março, 2018

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Descrição da aula de 26 de Fevereiro de 2018

TÍTULO: Tipos de WebDocumentos

Transferir para outra data:

Descrição

Editor de texto, seguindo o padrão atual, adicionando a possibilidade de editar a fonte e o tamanho da mesma

Selecionar

EXPOSITIVO

ATIVIDADE

NOVO

EDUMATEC UFPE

CNPq

Fonte: elaborado pela autora.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que teorias como a da Orquestração instrumental de Trouche (2009) tem como perspectiva auxiliar o trabalho docente em um cenário rico em tecnologias, é extremamente relevante conceber uma ferramenta pedagógica que auxilie o professor em sua documentação e em sua orquestração considerando o contexto computacional, no qual, visa-se atender as necessidades da modelagem dos cenários com recursos digitais.

Nesta perspectiva, destacam-se as limitações dos sistemas existentes, como o uso da plataforma Moodle no contexto da Educação a Distância – EaD, no que diz respeito ao suporte para orquestração, para o planejamento, para o acompanhamento das ações dos estudantes com o cenário, para a articulação entre os recursos digitais, assim como no uso de representações gráficas e símbolos em disciplinas que trabalham conhecimentos matemáticos.

Visto isto, realizamos um estudo objetivando a concepção de um suporte ao professor para a criação de seus webdocumentos, este termo segue a Abordagem Documental de Gueudet e Troche (2010) considerando o meio computacional.

Para a concepção do suporte, o uso da metodologia Engenharia de Softwares Educativos (TCHOUNIKINE, 2011) foi importante para estruturar os processos, uma vez que a concepção de uma ferramenta pedagógica, não parte do nada, nem é intuitiva, mas precisa de um estudo sobre o contexto e sobre os sujeitos ao qual é destinada.

Desta maneira, restringimos em nossa pesquisa o campo da geometria mais especificamente o conhecimento de curvas cônicas, por este apresentar uma variedade de representações, de artefatos e apresentar a necessidade de articulação entre estes. Nesta direção, realizamos uma investigação da webdocumentação (a nomeação ao qual damos ao processo de documentação na web) de uma docente destinada ao ensino de curvas cônicas em uma turma de primeiro período de uma licenciatura de uma universidade pública.

Durante a investigação, foi decidido que a professora utilizaria a plataforma LEMATEC Studium, uma vez que esta tem sua construção fundamentada na Teoria da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2009) e na Abordagem Documental (GUEUDET; TROUCHE, 2010).

Acreditamos que pelo fato do LEMATEC Studium ter sido construído seguindo os princípios teóricos ao qual o suporte destinou auxiliar, achou-se válido observar os requisitos necessários que faltavam na plataforma supracitada. Ao qual observamos a mesma como um sistema de autoria que tinha como um dos objetivos dar auxílio ao professor durante a elaboração de seus webdocumentos. Por isto, seguindo os aspectos da Engenharia de Softwares Educativos, realizamos uma validação do LEMATEC Studium tendo como objeto de conhecimento as curvas cônicas e uma professora de ensino superior como sujeito. Tal validação foi realizada através de uma investigação.

Uma vez que a webdocumentação pode ser feita pelo professor em qualquer lugar a qualquer momento, para a investigação de tal, nos apoiamos nos princípios da metodologia de Investigação Reflexiva, desenvolvida por Gueudet e Trouche (2010). A metodologia supracitada auxiliou nesta pesquisa a nortear as fases da investigação, com algumas adaptações, uma vez que o contexto ao qual estava sendo realizada era o computacional.

Sendo assim, a investigação foi composta por 10 fases, sendo essas: 1. Questionário; 2. Entrevista prévia + mapa esquemático do sistema de recursos; 3. Oficina; 4. Planejamento das aulas; 5. Descrição das aulas; 6. Descrição reflexiva; 7. Recolhimento dos recursos utilizados; 8. Entrevista final + mapa esquemático do sistema de recursos; 9. Atividades desenvolvidas pelos alunos; 10. Questionário para os alunos.

As fases foram importantes para a investigação, embora algumas tenham ocorrido ao mesmo tempo, como por exemplo, durante a aula realizou-se observação tanto para descrevê-las na fase 5, quanto das atividades desenvolvidas pelos alunos na fase 9. A delimitação de cada fase foi necessária para observar os aspectos de cada parte participante do trabalho documental da docente e da elicitación dos requisitos do suporte.

Alguns elementos da metodologia de Investigação Reflexiva, não foram tão evidentes, como por exemplo o diário de bordo. A descrição foi realizada, mas não foi feita de forma detalhada, isso pode ser justificado pelo uso da captura de tela e a participação de uma pesquisadora durante a investigação. Acredita-se que por estar sendo gravada, bem como, por ter a presença de uma

pesquisadora durante seu trabalho documental, a docente não tenha visto necessidade de detalhar sua webdocumentação.

Contudo, com a investigação foi possível observar os elementos que influenciam no trabalho documental da professora, os recursos digitais utilizados para o ensino de curvas cônicas no contexto computacional, a arquitetura dos webdocumentos elaborados, o processo de gênese instrumental. No que diz respeito à gênese instrumental, a observação deste processo mostrou indícios que contribuíram com o entendimento do funcionamento da plataforma, em que, foi possível observar o que era limitação da plataforma e o que fazia parte das dificuldades do professor com a plataforma. Estes dados auxiliaram na elicitação dos requisitos do suporte pretendido.

Com a elicitação, foi possível listar os pontos que precisam ser estudados e implementados no LEMATEC Studium. Acredita-se que com a implementação dos requisitos apresentados, os quais apresentam caráter técnico, didático e geométrico, o suporte para a webdocumentação será possível e sem que haja influência dos pesquisadores.

Seguindo com a concepção, elaboramos duas propostas de arquiteturas de webdocumentos direcionados ao ensino de conhecimentos geométricos, tendo como atenção os recursos utilizados e webdocumentos elaborados pela docente participante da investigação.

Contudo a implementação dos requisitos, bem como, das arquiteturas de webdocumentos propostas não caracteriza o fim da construção do suporte. O desenvolvimento da ferramenta em questão é constituído por um ciclo de fases constantes, que objetiva apoiar a construção de webdocumentos do docente da melhor forma possível, de acordo com suas especificidades.

Por fim, espera-se que com a concepção do suporte para elaboração de webdocumentos aqui realizada, possa ser possível o desenvolvimento do mesmo e o avanço no que diz respeito aos estudos relacionados à abordagem documental no contexto computacional, tendo em vista que ainda há a necessidade de validar uma segunda versão do LEMATEC Studium com os requisitos aqui elicitados já implementados.

11.1 NOVAS INVESTIGAÇÕES NA ÁREA

Julgamos necessário que sejam realizadas novas pesquisas no contexto da Abordagem Documental no cenário computacional, considerando o uso da investigação reflexiva, bem como, no desenvolvimento de ferramentas pedagógicas fundamentadas nas teorias da Orquestração Instrumental e da Abordagem Documental, ainda vale ressaltar o uso de outras teorias para a analisar as funcionalidades da plataforma LEMATEC Studium, no qual sugerimos:

- Investigar a webdocumentação de docentes que apresentam forte integração das tecnologias de informação e comunicação em suas ações;
- Investigar o recurso atividade no contexto computacional;
- Investigar o trabalho documental docente, observando os aspectos da Avaliação Formativa, analisando a relação entre os objetivos, planejamento e aula realizados por um docente utilizando o LEMATEC Studium;
- Acompanhar a elaboração de webdocumentos destinados ao ensino da geometria, observando a importância do design da informação, uma vez que este pode auxiliar a “articular e mediar os sistemas e estruturas do contexto educacional” (CADENA, COUTINHO; ANDRADE, 2012, p. 34)
- Analisar as interações do sujeito com as interfaces do LEMATEC Studium, seguindo os estudos de Kujala e Mäntylä, sobre a importância da interação dos usuários com o produto em suas fases de desenvolvimento inicial, e guiam o desenvolvedor em como observar essa interação, em que descrevem quais os tipos de conhecimentos dos usuários a serem estudados pelos designers, como coletar as informações sobre esses conhecimentos e nas interações com o produto e como descrever os dados do estudo;
- Investigar o uso das arquiteturas desenvolvidas em outros conhecimentos matemáticos, observando na perspectiva da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (DUVAL, 2009);
- Acompanhar e analisar o processo de construção de arquiteturas de webdocumentos de um professor seguindo os fundamentos da Teoria Antropológico do Didático (CHEVALLARD, 1989).

Por fim, apresentamos a necessidade de estudos a serem realizados no que diz respeito ao conceito dos webdocumentos. Em futuras pesquisas, pretende-se apresentar avanços nos estudos referentes aos webdocumentos, considerando o produto da webdocumentação um webrecurso. Partindo desse ponto de vista, visamos estudar as classificações de webrecursos de forma generalizada, levando em consideração vários tipos de situações matemáticas, para enxergar os webrecursos que podem surgir de uma webdocumentação.

REFERÊNCIAS

ABAR, C.; ALENCAR, S. **A gênese instrumental na interação com o GeoGebra: uma proposta para a formação continuada de professores de matemática.** Bolema, Rio Claro –SP, v. 27, n. 46, p. 349-365, ago. 2013.

ADLER, J. Conceptualising resources as a theme for teacher education. **Journal of Mathematics Teacher Education**, v. 3, n. 3, p. 205-224, 2000.

_____. La conceptualisation des ressources apports pour la formation des professeurs de mathématiques. **Ressources vives**. Paideia, p. 23-39, 2010.

ANDRADE, J., GITIRANA, V., BELLEMAIN, F. Contribuições de Duval para o desenvolvimento de softwares educativos. V colóquio de História e Tecnologia no Ensino da Matemática. Recife – PE, 2010.

ARAUJO FILHO, R. **Análise da colaboração em situação de formação de professores de matemática online.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

ARTIGUE, M. **Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work.** CAME Symposium. 2001.

BELLEMAIN, F. **A transposição informática na engenharia de softwares educativos.** SIPEM, I, Serra Negra – sp, NOV. 2000.

_____. Análise de ambientes de geometria dinâmica colaborativa do ponto de vista da orquestração instrumental. **Nuances: estudos sobre educação**, Presidente Prudente - SP, v. 25, n. 2, p. 18-38, maio/ago. 2014.

BELLEMAIN, F., RAMOS, C., TIBÚRCIO, R. **Engenharia de software educativos, o caso do bingo dos racionais.** SIPEM, VI, Pirenópolis – GO, nov. 2015.

BELLEMAIN, F. SILVA, A., RODRIGUES, A. **LEMATEC Studium: um recurso para o desenvolvimento de material didático digital**. VII EPEM, Garanhuns-PE. Nov, 2017.

BELLEMAIN, F.; TROUCHE, L. **Compreender o trabalho do professor com os recursos de seu ensino, um questionamento didático e informático**. LADIMA, 2017.

BITTAR, M. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, Editora UFPR, n. Especial 1/2011, p. 157-171, 2011.

CADENA, R., COUTINHO, S., ANDRADE, B. A linguagem gráfica em artefatos educacionais gerados com ferramentas de TIC. InfoDesign | **Revista Brasileira de Design da Informação / Brazilian Journal of Information Design**. São Paulo, v. 9, n. 1, 2012, p. 33 – 44. ISSN 1808-5377

COSTA, M., COSTA, A. **Geometria Gráfica Tridimensional**. V.1. Recife: Editora Universitária, UFPE, 1994.

COUTO, R. **Mediações didáticas da tutoria online da geometria analítica: uma análise à luz da orquestração instrumental e das representações semióticas**. Dissertação do mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica. UFPE, Recife, 2015.

CROZAT, S. **Châines éditoriales XML**. Utc formation. Set. 2016.

DANTE, L. Geometria analítica: secções cônicas. **Matemática: contexto e aplicações**. Ática, p. 70-99, 2007.

DE LUCAS, R. **Geogebra e Moodle no ensino de geometria analítica**. Dissertação de Mestrado Profissional. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

DRIJVERS, P., DOORMAN, M., BOON, P., REED, H., GRAVEMEIJER, K. The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. **Educational Studies in Mathematics**. v. 75 (2), p. 213-234, 2010.

DRIJVERS, P., TROUCHE, L. **From artifacts to instruments: A theoretical framework behind the orchestra metaphor**. Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Vol. 2. Cases and perspectives, p. 363-392, 2008.

DUVAL, R. **Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática**. In: MACHADO, Silvia D. A. Aprendizagem em Matemática: Registros de Representação Semiótica. Campinas: Editora Papirus, 2003, p.11-34.

_____. **Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais**. São Paulo, Editora Livraria da Física, 2009.

FERREIRA, I., DALMOLIN, L., XAVIER, L. **Obtenção de seções cônicas através de mecanismos articulados no GeoGebra**. CIBEM, VII, Montevideo – UY, set. 2013.

GALVAO, T. F.; BELLEMAIN, F. **Nova licenciatura em expressão gráfica: parcerias para um futuro promissor**. In: GRAPHICA 2013 - X international Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 2013, Florianópolis. Anais do Graphica 2013. Florianópolis: CCE - UFSC, 2013. v. 1. p. 1-13.

GALVIS-PANQUEVA, A. Software educativo multimídia aspectos críticos no seu ciclo de vida. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, n.1, 1997.

GHIGGI, I., SCHMIDT, C., KOCH, B. **Estudo das cônicas em um ambiente de geometria dinâmica**. VI CIEM, ULBRA, Canoas – RS. 2013.

GOMES, A., CASTRO FILHO, J., GITIRANA, V., SPINILLO, A., ALVES, M., MELO, M., XIMENES, J.: **Avaliação de software educativo para o ensino de matemática**, WIE'2002, Florianópolis - SC, 2002.

GOMES, A.; WANDERLEY, E. **Elicitando requisitos em projetos de Software Educativo**. Workshop de Informática na Escola, IX, 2003.

GONÇALVES, J. **As secções cônicas abordadas em duas estratégias de ensino utilizando o aplicativo GeoGebra**. Monografia. Universidade Estadual da Paraíba Campina Grande, 2012.

GRAVINA, M. Demais autores . **Matemática, mídias digitais e didática: tripé para formação do professor de matemática**. 1ed. Porto Alegre: Evangraf, v. 1, 2012. ISBN: 978-85-7727-328-7.

GUEUDET, G.; TROUCHE, L. Towards new documentation systems for mathematics teachers?. **Educational Studies in Mathematics**. p. 199-218. Out, 2008.

_____. Des Ressources aux Documents, Travail du Professeur et Genèses Documentaires. **Ressources vives**. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques. p. 57-74, 2010.

_____. Do trabalho documental dos professores: gêneses, coletivos, comunidades: o caso da Matemática. **EM TEIA - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 6, n. 3, 2015.

Sari Kujala and Martti Mäntylä

KUJALA, S. MÄNTYLÄ, M. How Effective Are User Studies?. In: McDonald S., Waern Y., Cockton G. (eds) **People and Computers XIV — Usability or Else!**. Springer, London, 61-71, 2000.

LEFFA, V. **Uma ferramenta de autoria para o professor: O que é e o que faz**. Letras de Hoje. Porto Alegre. v. 41, n. 2, p. 189-214, jun. 2006.

LUCENA, R. **Orquestrações Instrumentais na tutoria online: explorando as representações semióticas da geometria analítica**. In: EBRAPEM, XVII, Vitória –ES, 2013.

OLIVEIRA, A., MIRANDA, D., LAUDARES. J. **Construção de objeto de aprendizagem para o reconhecimento de uma cônica**. SIPEM, V, Petrópolis – RJ, out. 2012.

PEREIRA, J.; GITIRANA, V. **Configurações didáticas na educação a distância: um olhar sobre os recursos mobilizados por um professor executor**. Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática, I, Bonito – MS, 2017.

PIZA, C. **Cônicas na Formação de Professores: uma Engenharia Didática**. EBRAPEM, 2008.

QUARANTA, F. **Apresentação da Dissertação sobre a Obra “Novos Elementos das Seções Cônicas” (Philippe de La Hire - 1679) e sua Relevância para o Ensino de Matemática**. Anais do IX Seminário Nacional de História da Matemática. 2011.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris, Armand Colin, 1995.

ROCHA, J. S. **Aprendizagem de matemática na educação a distância online: especificações de uma interface que facilite o tratamento algébrico para aprendizagem colaborativa entre pares**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

ROCHA, K.; TROUCHE, L. Da produção coletiva de livros didáticos digitais aos usos feitos por professores de matemática: o caso do grupo francês Sésamath. **EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 6, n. 3, 2015.

RODRIGUES, G. **As curvas cônicas com o uso do GeoGebra**. Dissertação do mestrado profissional. Universidade Federal de Alagoas. 2015.

RUTHVEN, K. Constituer les outils et les supports numériques en ressources pour la classe. **Ressources vives**. Paideia, p. 183-199, 2010.

SANTOS, G. **Alguns princípios para situações de engenharia de softwares educativos**. Inter-ação (UFG. Impresso), v. 34, n. 1, p. 17-36, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/interacao/article/view/6540/4801>> Acessado em: 05/01/2017.

SILVA, A., BELLEMAIN, F. **Recursos educacionais digitais e WebDocumento: A investigação do mapa da representação de um sistema de recursos**. VII CIEM, Ulbra, Canoas – RS. Out, 2017.

SOUSA, N. **Curvas cônicas: do espaço ao plano da abstração ao registro visual numa perspectiva dinâmica**. Dissertação do mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica. UFPE, Recife, 2017.

TCHOUNIKINE, P. Computer Science and educational software design: A Resource for Multidisciplinary Work in Technology Enhanced Learning. **Springer Verlag NY**, Estados Unidos, p. 200, 2011.

_____. Précis de recherche de Ingénierie des EIAH. 2009. Disponível em: hal.archivesouvertes.fr/docs/00/41/36/94/PDF/PrecisV1.pdf.

THIRY, M. ZOUCAS, A., GONÇALVES, R. **Promovendo a aprendizagem de engenharia de requisitos de software através de um jogo educativo**. SBIE, 2010. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1514/1279>> acessado em: 06/01/2017.

TIBÚRCIO, R. **Processo de desenvolvimento de software educativo: um estudo da prototipação de um software para o ensino de função.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

TROUCHE, L. Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students command process through instrumental orchestrations. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**. v. 9, n.3, p. 281-307, 2004.

VERILLON, P.; RABARDEL, P. Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. **European Journal of Psychology of Education**, v. X, n. 1, 77-101, 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELA DOCENTE

1. Qual a sua formação acadêmica? *

Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Especialização em Design da Informação, Mestrado em Desenvolvimento Urbano e Doutorado em Psicologia

2. Há quantos anos atua na área de ensino? Quais as áreas de atuação? *

14 anos/áreas de atuação: geometria gráfica, modelos didáticos, desenho técnico, história da arte, história da arquitetura, projeto de arquitetura, planejamento de espaços

3. Seus planejamentos e aulas apresentam forte integração das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação)? Se sim, quais e de que forma? *

Não.

4. Já teve experiência com Educação a Distância (EaD) ? Se sim, de qual maneira? *

Sim. Já fui professora executora de disciplinas de cursos EAD.

5. A instituição ao qual está vinculada oferece incentivos e suporte necessário para integrar Tecnologia em sua prática? De que forma ? *

Existe suporte atualmente para inserção de disciplinas via EAD utilizando o moodle.

6. Em sua trajetória profissional já participou de grupos de pesquisa que envolvesse trabalho colaborativo? Quais? *

Sim. Na Esuda fazíamos ações colaborativas. Professores de outros cursos engajados numa semana interdisciplinar.

7. Durante o planejamento das aulas há existência de trabalho colaborativo e/ou cooperativo com outros colegas? De que forma? *

Em Modelos Didáticos e Sustentabilidade, sim. Atualmente tento montar as aulas de forma linkada ao projeto do PIBID e/ou a outros projetos do DEG.

8. Costuma utilizar softwares de geometria dinâmica? Quais e em que tipo de atividade? *

Uso geogebra para montar os exercícios. Mas os alunos não utilizam em sala de aula.

APÊNDICE B – ENTREVISTA INICIAL COM A DOCENTE

1. **Qual a disposição dos alunos na hora de fazer os exercícios:** *o exercício é individual, mas eles sempre sentam dois a dois, mas cada um faz o seu. Mas, é claro, que como eles sentam dois a dois, um mete pitaco³⁸ no do outro e às vezes não conseguem terminar.*
2. **No planejamento há colaboração de um outro professor:** *não, o planejamento é individual. Agora, o que eu tenho feito muito é trabalhar também com os monitores, porque como eles vão ta na sala de aula comigo e já estão, eles percebem determinadas dificuldades, como eles foram alunos que já passaram pela disciplina, o que tem acontecido também é, eles dão opinião deles “para mim não funcionou desse jeito” e a partir daquilo eu tento moldar a aula. Na maioria eu planejo, mostro a eles e eles dão opinião sobre o planejamento.*
3. **Onde ocorrem os planejamentos das aulas:** *geralmente eu monto a aula na minha sala, na coordenação. Tenho todo o meu material salvo das turmas anteriores e modifico algumas coisas, dependendo da turma.*
4. **Quais os recursos que um ambiente precisa ter para que seja possível o ensino de curvas cônicas:** *eu uso power point, ou uso vídeos do YouTube e eles fazem o exercício. Porque eu sempre acho que eles só vão conseguir tirar as dúvidas deles depois de fazer o exercício.*
5. **Onde é feito o exercício:** *no papel, mas nada impede que seja no software, só que até agora eles não usaram. Mas na aula de Paulo³⁹ eu sei que eles já trabalharam. Eu gosto que eles usem, na hora de fazer o trabalho, canetas de cores diferentes, para melhor visualização.*
6. **Com relação a ação, qual o recurso que julga necessário para que o aluno desenvolva seu conhecimento:** *modelo 3D, normalmente eu pego um modelo de um cone transparente e que eles tem que visualizar as curvas.*
7. **Quais os recursos que utiliza para montar sua aula:** *livros, uso muito o livro de “traçados em desenho geométrico”, que tem todos os traçados e eu gosto das figuras.*

³⁸ Expressão que remete a dar opinião.

³⁹ Nome fictício para o professor de outra disciplina citado pela professora.

- 8. Como as ilustrações do livro são utilizadas nas aulas:** *o meu normal é mostrar a construção e perguntar a eles “e aí? Veio de onde essa construção?” “O que é que vocês acham que aconteceu pra fazer isso?” e aí eles começam a pensar. Como é por lugar geométrico e a gente já trabalhou lugar geométrico de equidistância e eu já deixei lá o último slide exatamente pra entrar em cônicas, então eu retorno para aquele slide e faço eles pensarem por lugar geométrico.*
- 9. Em ordem de importância, quais os três principais recursos que utiliza:**
1. *Imagens no Datashow;* 2. *O modelo do cone;* 3. *E a construção no quadro com instrumentos de desenho.*
- 10. O que compõe os slides:** *imagens, eu mostro também muitas imagens reais. Antes eu via mais de um método, mas eu achei que eles ficavam perdidos e só decoravam o traçado, então resolvi trabalhar curvas só com lugares geométricos, aí eu achei que ficou bem melhor. Porque decoravam a forma que se fazia e não ligava em o que era, de onde vem, aí quando eu comecei a perceber isso eu mudei. Aí comecei a levar o modelo para eles entenderem melhor a secção, cortando o cone, mas eu acho que fica muito abstrato ainda para o aluno a secção, então acaba dificultando as construções, eles acabam indo para o decoreba. Quando eles começaram a fazer dobrando (por origami) eles entenderam melhor também.*
- 11. Quais as informações referentes a turma que será aplicada a investigação:** *bom, nessa turma eu tenho alunos que estão repetindo, que perderam a disciplina ano passado. A princípio, esses que perderam, tem alguns deles que estão à frente e conseguiram, digamos assim, superar e hoje em dia estão melhores, outros brincam muito. Em relação aos alunos que ingressaram no curso esse ano, muitos já desistiram, da disciplina não, do curso, no primeiro período. Eles são 30 ao entrar e agora, com as desistências, são 14. Juntando com os repetentes ficam 20 alunos.*
- 12. A relação dos alunos com a disciplina:** *posso dizer que 70% são motivados, os outros ficam esperando algo acontecer. A gente busca alguma coisa nova, diferente, mas não adianta muito.*
- 13. Quantas vezes já deu aula de curvas cônicas:** *o curso é anual e eu não sei a quantos anos eu já estou nessa disciplina, mas já foram mais de cinco anos. Fazem dez anos que estou trabalhando aqui, mas a disciplina não era*

dada como eu dou hoje. O professor anterior dava a disciplina de forma bem algébrica e os alunos faziam um desenho pequeno no caderno normal, bem diferente da minha que é uma forma bem gráfica.

14. As referências que guiam as atividades: *as atividades são a partir de pontos. Eles perguntam “pode ser de qualquer medida que eu der? ”, eles ficam muito ligados nisso, para fazer tudo igual e eu deixo cada um fazer o seu por pontos. Porque eles não se prendem à valos, distância.*

15. Qual o nível de complexidade do conhecimento de curvas cônicas: *eu acho, que ela tem no nível de abstracionismo maior do que eu trabalhar polígonos com meus alunos. Eu acho que exige deles um conhecimento maior, eu sinto isso. Eu sinto essa necessidade desse conhecimento, que quando eles não me dão, eu não tenho como também passar a exigir mais. Então, isso foi uma das coisas que me fez mexer nessa disciplina.*

Por fim, a entrevista se encerra com a solicitação para que a professora desenhe o seu mapa de sistema de recursos. Como a mesma nunca havia dado aula de curvas cônicas na EaD, a professora apresentou dificuldades em elaborar o seu mapa de recursos para um ambiente virtual. Para tal, foi solicitado que ela desenhasse o seu mapa de sistema de recursos de sua aula presencial e por fim relacionasse ele com suas necessidades de um ambiente virtual para desenhar o seu mapa de sistema de recursos digitais.

“Eu acho que sendo no virtual precisaria de uma vídeo-aula. Eu faço tudo voltado para o quadro. Por que o quadro é importante? Porque o Datashow eu posso usar uma parte do quadro e a outra ta em branco que é onde eu posso ir tirando as dúvidas dos alunos. A partir do momento que tem uma imagem lá e faço perguntas, eu anoto do lado, isso vai depender muito do feedback dessa turma, o que ela vai me dando de resposta, porque ai eu vou utilizando. Quando eu fecho o Datashow eu continuo usando o quadro e eu vou usar os instrumentos. De frente para o quadro eu também uso meu modelo. Agora, lembrando que isso tudo também ta conectado, porque eu posso estar com o Datashow e na imagem que eu to usando eu posso usar o instrumento de desenho em cima dela. E eu também posso ver com modelo, no mesmo momento que eu to com o Datashow. E com isso eu venho com o exercício. Quando eu dou aula no virtual eu faço um roteiro para os alunos. O roteiro normalmente é um power point, o que é esse

roteiro? Dizendo para eles, o que é que eles vão fazer “número 1: abram o slide de título tal”, eu sigo o roteiro. Monto para eles o que eles vão fazer lá. Ai que eu vou sentir falta de uma vídeo-aula, dos instrumentos pra trabalhar com eles, que eu não vou ter. Que eu nunca dei aula assim, num ambiente virtual e o terceiro seria eles fazerem um exercício. A vídeo aula entraria aqui para eu poder utilizar os instrumentos de desenho e mostrar o modelo”

16. E com relação a utilização dos fóruns, chats e mensagens? O chat, eles normalmente usam para tirar dúvidas desse exercício. Como seria uma aula de geometria, a gente devia deixar lá algum programa que a gente possa na hora de tirar essas dúvidas, fazer e o aluno tá vendo. Eu poderia também usar o software e uma animação nesse vídeo aula, seria só uma voz e mostrando. Nessa não seria tanto pra aparecer a pessoa, seria mais a voz, mostrando os instrumentos.

APÊNDICE C – ENTREVISTA FINAL COM A DOCENTE

1. **Os pontos positivos notados no LEMATEC Studium:** *dentre todas os recursos, acredito que a possibilidade de mexer no GeoGebra no ambiente e passar uma atividade para os alunos com ele, né, e poder ver os resultados das atividades, sem que os alunos tenham que baixar o GeoGebra no computador, ou ficar enviando os arquivos da atividade, foi o maior diferencial ao comparar o ambiente com a aula presencial sem auxílio do ambiente e com o Moodle. Usar a ferramenta da geometria dinâmica dentro, ela podendo ser inserida nesse ambiente. Eu achei o melhor, assim, o mais interessante. Aí eu pude, né, construir a minha aula, como eu já construía. Então, assim, acabou me facilitando. De início eu achei que fosse ser mais difícil, uma coisa muito mais diferente e não foi! Eu acabei montando a aula como eu sempre monto e ainda tive essa facilidade.*
2. **Das limitações encontradas no LEMATEC Studium:** *montando a aula eu não achei complicado não, assim, você me ajudou no começo, e depois eu acho que eu peguei rápido. Mas eu acho também que teve muito haver por eu já conhecer um ambiente virtual, que eu já dei aula usando o Moodle, então eu acho que me ajudou muito nisso. Um, porque eu já não me travei de cara para o ambiente, como era uma coisa que eu já conhecia, então eu sabia que não era um bicho papão. Então eu não achei complicado a montagem não e eu acho que ele tem também umas ferramentas que ajudam, só que, só ajudam depois que a gente entende como elas funcionam. O que é que eu to querendo dizer, quando eu erro eu não preciso inserir ele de novo, mas eu inseri, eu não sabia, então, depois que você me falou foi que eu “ah, então eu só preciso alterar aquilo que foi inserido e não o documento inteiro” ai isso é um facilitador. Isso é da montagem. Da aula em si, eu acho que o que complicou foi não ta funcionando naquele dia para os alunos a janela do GeoGebra. Então, eles tiveram que abrir em separado, isso foi ruim. E, quando eu estava dando a aula, eu sinto a falta daquela barra de rolagem do pdf, né. Que no caso, eu dou aula com power point, só que no ambiente eu salvei em pdf, aí para puxar aquela barra de rolagem. Mas eu também pensei, não, vou abrir dois LEMATEC Studium, então, ficaram abertos os dois e um*

só com o texto que eu queria rolar, né, pra aula e o outro pra poder mostrar a imagem.

- 3. Com relação ao layout, a interface da plataforma. Qual a opinião geral na perspectiva de estética e facilidade de compreensão:** *não, em relação a estética eu achei legal, eu gosto dele, acho ele bem claro, já apresenta de cara as informações que a gente precisa. Com relação a interface, eu gostei, achei ela simples, logo não tira a atenção do aluno para outros elementos dela. Eu acho que, deixa eu mostrar aqui eu não sei o nome, vou abrir aqui o ambiente que eu mostro pra tu o que eu acho que é muito, assim, mas de repente é porque eu não uso, né. [mostrando a parte de recursos que tem a lista dos tipos] Eu acho, que essa parte tem muita coisa, mas eu acho que é porque eu não uso tudo. Eu queria poder usar tudo e saber. Se tivesse um textinho explicando, pra que serve cada coisinha dessa, eu tenho interesse, inclusive eu tenho interesse em usar ele, já até falei com Paulo⁴⁰ em usar ele em sistemas de representação, o ambiente. Mas eu queria, não sei se um tutorial, alguma coisa que explicasse “esse aqui serve pra isso, isso aqui serve pra isso”, porque você que me ajudou “oh, o Geogebra ta dentro de micromundos e simulações”, por que eu não ia saber, entendesse? Então, isso eu achei que poderia ser melhorado. Mas em relação ao layout, assim, eu gosto dele.*
- 4. Como foi o processo de se instrumentalizar, de aprender usar, a plataforma:** *eu acho que é muito mais complicado, a gente mudar uma forma de dar a aula que a gente já ta acostumado, do que o ambiente. É muito mais difícil pra gente, aceitar a mudança, do que ela mesma. Ele (o ambiente), depois que a gente pega e começa a usar, de repente eu já fiquei tão craque que eu montei a aula tão rápido da segunda vez, você vai perceber, na segunda montagem minha, foi muito mais fácil do que na primeira, que você já sabe assim “ah em tal página faz isso, aperta azul” foi muito mais difícil pra mim pensar “meu Deus do céu, vou ter que dar essa aula usando esse ambiente, será que vou conseguir?” A gente mesmo cria entaves, barreiras. Mas depois que entra, nem tem problema nenhum. Acho, que o problema maior é aceitar a mudança, aceitar que pode ser diferente. Por isso que eu já*

⁴⁰ Nome fictício do professor citado pela professora.

falei pra Paulo, de querer usar ele em sistemas de representação, porque eu gostei e eu acho que eu não quero perder, porque acaba sendo um facilitador em muitos momentos. Nesse final mesmo, que eu disse para os alunos “acessem que já está lá”, ficou um momento ruim no final, sem a aula, mas como já tava a aula lá, então, eles podem acessar de casa. O mais complicado é a gente mesmo querer aceitar a mudança.

- 5. Pensando em um professor, que vai utilizar o LEMATEC Studium pela primeira vez, quais sugestões daria para auxiliar tanto o professor, quanto pra quem vai apresentar para ele: no primeiro momento, a dificuldade que tive foi só de saber onde eu deveria inserir determinado recurso, pelo fato do ambiente ser composto por camadas, mas com o auxílio de você que esteve presente na elaboração da aula, eu pude entender o que era cada ferramenta. Após esse momento, eu achei o ambiente bastante intuitivo, tanto que assim que terminou a oficina eu já fui pegando os recursos que eu queria colocar na primeira aula de cônicas e já fui montando a aula. Eu acho que naquela oficina a gente já podia ter começado naquele momento inserir alguma coisa. Se eu já tivesse com o meu computador, não com o seu e com os arquivos já dentro desse computador, como eu tenho já nesse. Então eu já ia começar a fazer. Porque ali eu comecei no seu computador. Em relação as coisas que você disse, eu achei, você perfeita, assim. Você me ajudou no que você pode e até um pouco mais. Para uma pessoa que vai usar eu acho que é importante ter um tutorial, alguma coisa, assim, que ajude se a pessoa tiver sozinha, pra ela poder depois não precisar. Porque tinha momentos que eu fazia “é, vou esperar a pesquisadora, pra montar. Ah, vou esperar a monitora chegar” ai depois eu fico, porque eu sou muito “eu resolver minhas coisas”, então eu fiz “não, eu vou futucar⁴¹”, ai fiquei clicando pra descobrir. Só que eu acho, que se tivesse algum tutorial, alguma coisa que é FAQ, que a gente possa fazer a pergunta e já ter aquelas respostas base. Que tem perguntas que acham que vão rolar, eu acho que ajuda. Eu sempre faço uns treinamentos via EaD, para trabalhar no ENEM⁴² e eu prefiro FAQ aos vídeos mas eu tenho colegas, de universidades também, que trabalham comigo e preferem aos vídeos. Então, isso depende de pessoa pra pessoa.**

⁴¹ Expressão que remete “mexer”.

⁴² Exame nacional do Ensino Médio

Eu acho que os dois são bons, entendeu?! Eu prefiro ler a resposta, porque o vídeo às vezes acaba, você não sabe “qual momento ele vai responder o que eu quero saber”, eu tenho que assistir ele inteiro, e o FAQ já vai direto, tem gente que não “ah, mas eu quero saber tudo”.

- 6. Pensando no LEMATEC Studium como material didático digital para o ensino de geometria, quais recursos são necessários que estejam presentes:** *o que me dificultou foi não poder passar os slides só clicando na seta, mas isso não é questão por ser de geometria, é em relação ao ensino de outras disciplinas também. Mas o que não tem no ambiente eu posso colocar. O que eu precisaria para o ensino de geometria, o que eu precisei que era da geometria dinâmica, conseguiu colocar, então não senti falta de nada.*
- 7. Vantagens encontradas ao utilizar a plataforma na aula presencial ou a distância:** *o diferente dele para o Moodle, que eu achei, é que no Moodle quando eu utilizei, era totalmente virtual. Ou seja, os alunos estavam em casa, nas suas casas, vendo uma coisa que eu tinha colocado e esse não, eu vi os alunos usando. Então, teve interação deles no ambiente LEMATEC Studium, ao mesmo tempo que eles estavam interagindo comigo na sala de aula. Então, é o que Paulo disse pra mim “ele é pra aula semipresencial”, então se ele tiver dúvida ele chega em casa e pode consultar aquilo, mas ele usou aquilo na minha presença, a gente viu ele utilizando, eu gostei disso, assim, foi bem interessante.*
- 8. Usou algum recurso de uma forma diferente do que já tinha usado, ou modificou totalmente o recurso:** *não, o recurso base foi praticamente o mesmo, eu alterei as tarefas, os exercícios que tem no final, porque os alunos antes faziam na prancheta. Então, eu precisei readaptar para eles poderem fazer usando o software de geometria dinâmica. Então, foi praticamente o mesmo, eu só precisei alterar a parte final dos exercícios. Agora, como eu usava também o quadro e eu não usei o quadro, então, eu fiz no GeoGebra também o exemplo que eu daria no quadro. Uma outra coisa, que eu acho que não comentei no dia, foi que na sala de aula normal das pranchetas eu uso muito mais o modelo didático, do que eu usei naquele dia. Não mostrei, porque as imagens e o Geogebra acabaram me garantindo, não sei, eu não sentia falta de mostrar e eu acho que para eles ficou compreensível.*

- 9. No que diz respeito a abordagem do conteúdo curvas cônicas no Lematec Studium, os objetivos desejados foram alcançados:** *eu acho que eu consegui alcançar, é aquilo que a gente tinha conversado anteriormente, quando os alunos chegam nessa etapa eles são abruptamente jogados no mundo 3D, precisam sair do mundo 2D para o mundo 3D, então, isso por si só já é complicado, não tem a ver com o ambiente. E eu acho, que satisfiz o que foi dado e se eu comparar com edições minhas anteriores só em sala de aula, eu acho, que eles entenderam. O problema que teve também foi no semestre, por si só, do calendário acadêmico. Que acabou complicando, né, não a utilização dele, mas a aula mesmo, a própria disciplina, mas eu acho que ao que ele se propõe, conseguiu.*
- 10. Auto avaliação observando os resultados obtidos nas aulas:** *eu acho que foi bom, mas ainda pode ser bem melhor. Mas isso, eu acho desde o primeiro momento que eu comecei essa disciplina de GGB (Geometria Gráfica Bidimensional). Eu acho, que quando chega nesse final, esse final é complicado, não só pelo abstracionismo que envolve, mas é complicado também para mim como professora dar esse assunto. Tanto que quando você disse para mim desde o início “ah vai ser curvas cônicas”, eu “meu Deus todo mundo só quer isso, ninguém quer lugar geométricos”. Porque eu já acho que é bem melhor a didática de dar lugar geométricos, dos ângulos, dos polígonos, do que dar essa parte. Então eu acho que essa parte, eu sinto muitas vezes que eu deixo a desejar, pelo próprio assunto, não tem a ver com o ambiente, não tem a ver com as turmas. Porque eu acho que todas as turmas sentem muito a diferença de sair do 2D para enxergar algo em corte “ai, como é que é?”, não sei se eles pegaram direito. Mas é em relação a mim mesmo, assim, porque eu já tenho que lhe dar com uma série de dificuldades que eles já têm trazido desde o ensino médio pra entrar nessa disciplina. Então, essa disciplina começa bem lenta e depois eu preciso correr, e, quando eu preciso correr é quando entra nessa parte que é mais abstrata, então eles vão precisar mais de mim, mas eu tenho que ficar correndo e eles vão ter que correr atrás. É do próprio assunto. Então, eu avalio que foi bom, mas eu ainda posso melhorar, enquanto docente.*

Por fim, foi solicitado que a docente fizesse um novo mapa sistemático do seu sistema de recursos, após o uso do LEMATEC STUDIUM.

11. Pensando, agora que teve experiência com o LEMATEC STUDIUM, como representaria seu mapa com o sistema de recursos: *o mapa que eu fiz anteriormente as coisas eram separadas. A minha diferença, que eu vejo agora, é que eu posso fazer um dentro do outro, ta entendendo? É como se o diagrama pudesse um ter engolido o outro. Eu preciso disso, vê se tu entende, as coisas uma dentro da outra. Acho que antes eu botei um quadro, eu usava o quadro ai fiz um recurso assim (desenhando a parte inferior do mapa), eram coisas que estavam pra fora. Eu agora enxergo mais assim, as coisas não precisam obrigatoriamente ta assim organizadas pra fora na sala de aula, tanto que eu disse “eita, parece com o layout da sala de aula”, engraçado, agora parece com o layout de um computador. Como se tudo tivesse dentro dele.*

11.1 Quais seriam os recursos que estariam um dentro do outro? *ai seria, digamos, o ambiente virtual, que é o LEMATEC STUDIUM, digamos, como se fosse diversas pastas que eu tenho dentro do computador e que eu posso jogar aqui pra dentro, entendeu? Acho que é isso, o que antes tava pra fora, consegue ser incorporado dentro, é interessante, neh? Eu achei.*

12. Pensando em usar o LEMATEC STUDIUM, para aula de curvas cônicas, quais são os recursos que selecionaria em ordem de importância? *eu acho que os slides. Eu preciso do GeoGebra, de algum software de geometria dinâmica que eu conseguisse utilizar aqui dentro. E ai, o modelo que eu nem utilizei, de repente eu poderia ter várias imagens dele, dentro dos slides. Então, eu, hoje, teria alterado os slides e colocado fotos dos meus modelos dentro dos slides, ai não precisava ter levado os modelos, que eu nem usei, mas se eu tivesse as fotos, eu poderia ter trabalhado nas fotos, eles olhando pra tela.*

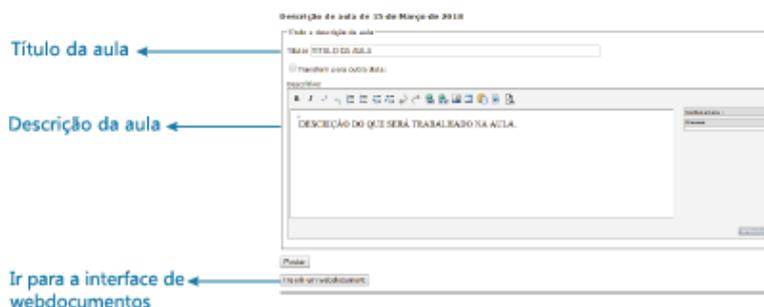
APÊNDICE D – TUTORIAL DO USO DO LEMATEC STUDIUM



TUTORIAL

1 Editar

Após fazer login, selecione a disciplina e o botão "editar" para começar a edição. Em seguida, escolha a data da aula, coloque um título e a descrição. E a opção "inserir um webdocument".

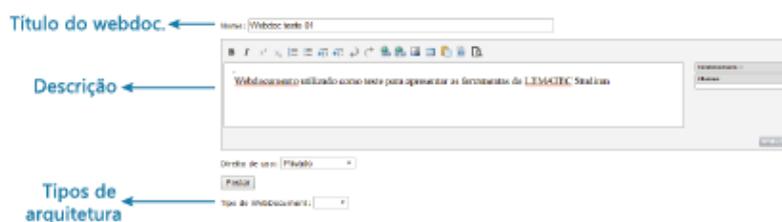


2 webdocuments

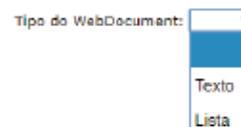
Ao selecionar a opção de "inserir um webdocument", irá carregar a interface dos webdocuments. Ao lado esquerdo terá uma lista de webdocuments já criados pelo usuário na conta que está conectada, sendo possível três tipos de interações com os webdocuments existentes:



Para criar um webdocumento, basta clicar em "novo webdocumento" que é a primeira opção da lista dos webdocuments. Ao selecionar a opção de novo webdocumento irá aparecer as ferramentas de edição dos webdocuments.

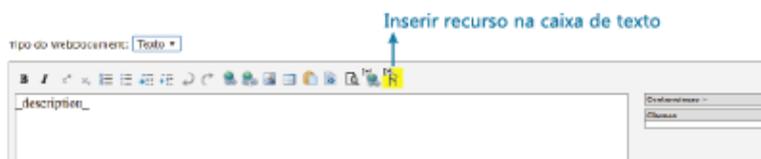


Os webdocuments, atualmente, apresentam dois tipos de estruturas, o tipo lista (que os recursos são inseridos de forma linear) e o tipo texto (que recursos podem ser inseridos no meio de textos).



- Tipo texto

Ao selecionar o tipo texto, aparecerá uma ferramenta de editor no texto, o último ícone da barra de ferramentas do editor, é uma letra R (marcada aqui de amarelo), selecionando essa ferramenta, direciona-se a interface de inserir recursos.



- Tipo lista

No tipo lista, aparece a ferramenta "selecionar" que leva diretamente para a interface de recursos e os recursos aparecem listados, um abaixo do outro.



Utilizando ambos tipos de webdocumentos, selecionando as ferramentas específicas de cada, o direcionamento será para a mesma interface de recursos.

3 Inserir recursos

Na interface de recursos, são apresentados uma variedade de categorias de recursos que podem ser inseridos no LEMATEC Studium.

Documentos Digitais	Referências Bibliográficas	Imagens	Videos	Arquivos	Paginas externas
	Editores	Foruns	Bate-papos	Micromundos e simulações	

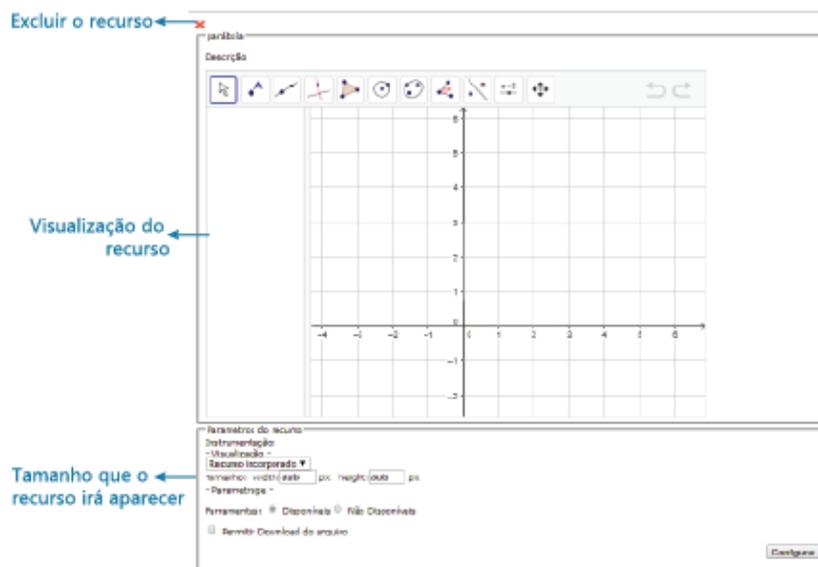
Assim como na interface dos webdocumentos, há a possibilidade de realizar três interações com os recursos já adicionados na plataforma: postar no webdocumento que está sendo editado (🔍), visualizar o recurso (selecionando o nome do recurso) e editar um recurso existente (✏️).

Todos os recursos podem ser inseridos por upload ou link (embed) e possuem o mesmo editor.

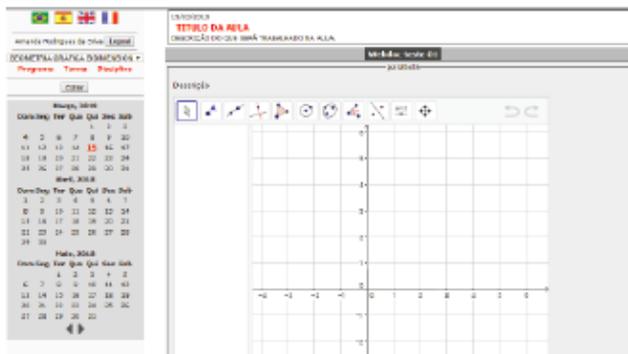
Para adicionar um novo recurso:

1. Selecione na aba o tipo de recursos que deseja inserir;
2. Ao lado esquerdo selecione "novo recurso ~tipo~";
3. No editor que abrir escreva, o título do recurso, sua descrição;
4. Na parte "Parametro 1 (FILE)" selecione se vai fazer upload, ou se será por link, se for upload, selecione a opção de "escolher arquivo" e selecione o arquivo de seu computador, se for por link, cole o embed na caixa em branco que abrirá ao lado direito;
5. Após adicionar o recurso, selecione "postar";
6. Click em "ok" na aba de mensagem que aparecerá;
7. A página irá recarregar, selecione novamente a aba da categoria do recurso que foi inserido, ao lado esquerdo, observe se na lista de recursos está o recurso adicionado, depois que achar, selecione o ícone 🔍 para inserir o recurso no webdocumento que está sendo editado.

Após inserir o recurso, a interface de recursos fechará e o recurso irá aparecer no webdocumento que estava sendo editado.



Após inserir os recursos desejados e concluir a edição dos webdocumentos, selecione a opção "postar". Quando aparecer a caixa de mensagem selecione "ok". Depois na lista de webdocumentos a esquerda, selecione o ícone  do webdocumento editado. Na interface inicial da edição da aula irá aparecer o webdocumento adicionado, selecione a opção "postar", saia do modo edição selecionando "final. ed." acima do calendário.



Resultado final.